BIRZEIT UNIVERSITY

كلية الدراسات العليا

أنماط التفكير الهندسي لدى الطلبة الفلسطينيين

Patterns of the Palestinian Students' Geometric Thinking

إعداد

جهاد الشويخ

شباط 2005

إشراف:

د. فطين مسعد (رئيساً)

د. ماهر الحشوة (عضواً)

د. خولة الشخشير صبري (عضواً)

قدمت هذه الأطروحة استكمالاً لمتطلبات درجة الماجستير في التربية من كلية الدراسات العليا في جامعة بيرزيت – فلسطين

كلية الدراسات العليا

أنماط التفكير الهندسي لدى الطلبة الفلسطينيين

Patterns of the Palestinian Students' Geometric Thinking

إعداد: جهاد الشويخ

نوقشت بتاريخ: 2005/2/2

اللجنة المشرفة

د. فطين مسعد (رئيساً)

د. ماهر الحشوة (عضواً)

د. خولة الشخشير صبري (عضواً)

إهـداء

إلى

فاطمة وورد ومي

شكر وتقدير

غالباً ما كنت أصاب بالدهشة عندما كنت أقرأ صفحات الشكر والتقدير في العديد من الكتب، وكان يتبادر الى ذهني: إذن ماذا فعل الكاتب إذا ساعده كل هؤلاء الأشخاص؟ لم أصل الى الإجابة حتى عملت على هذه الرسالة/الدراسة. وبدون أي مبالغات، لن تكفي صفحات عديدة هنا لشكر الأشخاص الذين قدموا لي العون لإنهاء هذه العمل. وأجدني مضطراً لذكر بعض منهم فقط مع اعتذاري المسبق لهؤلاء الذين لن أتمكن من شكرهم بالاسم لما قدموه لي.

أول هؤلاء الناس هم ورد ومي اللذان تحملا الكثير في سبيل إنهاء هذا العمل وساعداني فيه، فقد كان ورد أول من عملت معه في موضوع التفكير الهندسي. وأشكر بشكل خاص بثينة السميري لدعمها المتواصل لي خلال دراسة الماجستير وخلال هذه الدراسة، كما أشكر فكرية الرويدي التي كان لجهدها معي الأثر الأكبر في نوعية هذه الدراسة. وأشكر ديمة عبد اللطيف للكثير من الأمور أولها التواصل المستمر حول الرسالة وأفكارها، وتدقيقها اللغوي النهائي للرسالة، وكذلك أشكر صديقي مجد عبد الحميد لقيامه بإدخال البيانات، وعماد دويكات على قيامه بتصوير جميع المقابلات معي. وقد ساعدني العديد من الأصدقاء في إنجاز هذا العمل: رهام عبد اللطيف، وثريا عليان، وعبد اللطيف محمد، ومحمد البابا، وياسر أبو قبيطة، وصلاح الصوباني، ومأمون جبر، ولونا شامية، وكوثر ياسين، ونانسي صادق. وأشكر الطلبة الذين عملت معهم أثناء التجربة مثل رزان وأمين.

كذلك يتوجب علّي توجيه الشكر الى المؤسسة التي أعمل بها –مركز إبداع المعلم– للدعم الذي قدمته لي خلال دراستي. ومن المؤسسات التي يتوجب شكرها في هذا المجال مركز القطان للبحث والتطوير التربوي خاصة المكتبة بطاقمها المتميز عزمي وسالي. وأتوجه بالشكر الى جميع المدارس التي تم تطبيق بها الدراسة سواء للتجربة أو للتطبيق الفعلي، ولوزراة التربية والتعليم العالي، ومديرية تربية رام الله. كذلك أشكر د. عثمان أبو لبدة على جهده الذي قدمه لمساعدتي، ورحاب أيضاً للمساعدة الدائمة لتنسيق الأمور داخل دائرة التربية.

أما أساتذتي، ورغم أن الأمر قد لا يتعدى أكثر من شكر لهم كما في معظم الرسائل التي أشرفوا عليها؛ إلا أنني أتوجه الى د. فطين بالشكر العميق على كل ما بذله من جهد معي سواء لإتمام هذه الرسالة أو من المساقات التي علمني إياها، وأهمها أن التعلم لا يحدث إلا من خلال العمل. والى د. خولة شكري وتقديري لكل ما تقومين به من جهد ومثابرة. والى د. ماهر شكري الخاص، فقد كانت لي فرصة هامة في حياتي التعرف إليك، ووضع الأساس لعلاقتي بالتعلم والتعليم والمعرفة واهتمامي البحثي المستقبلي. حقيقة تعلمت الكثير خلال هذه التجربة، وكلي أمل أن نتمكن من العمل معاً مستقبلاً.

جهاد شويخ

شباط 2005

المحتويات

قائمة الجداول

قائمة الأشكال

قائمة الملاحق

ملخص الدراسة

رغم الاتفاق بين أوساط الباحثين على أن الهندسة جزء هام وحيوي من الرياضيات وتعلّمها؛ إلا أن معظم دول العالم تعاني من ضعف أداء طلبتها في الهندسة، حيث يواجهون صعوبات في اكتساب المفاهيم الهندسية ولا يظهرون معرفة مفاهيمية متينة في موضوع الهندسة. وقد درس العديد من الباحثين موضوع التفكير الهندسي، مع اهتمام خاص بنظرية فان هيل، لدى الطلبة والمعلمين لمعرفة طرق تفكيرهم واستراتيجياتهم في حل المسائل الهندسية.

فلسطينياً، ما زال موضوع التفكير الهندسي بشكل خاص، والهندسة بشكل عام؛ بحاجة للعديد من الدراسات والأبحاث خاصة في هذه المرحلة بالذات من إعداد المنهاج الفلسطيني. فهناك عدد قليل من الدراسات المحلية، ولا زالت هناك حاجة للمزيد من الدراسات، وتأتي هذه الدراسة ضمن هذا الجهد المطلوب.

هدفت هذه الدراسة الى استكشاف أنماط التفكير الهندسي لدى الطلبة الفلسطينيين، وقياس مستويات تفكيرهم الهندسي حسب نظرية فان هيل، ومقارنة أدائهم بأداء أقرانهم في الدول الأخرى. وتكونت عينة الدراسة من 1,240 طالب من صفوف السادس والثامن والعاشر الأساسية، وموزعين على 15 مدرسة في المدينة والقرية والمخيم في محافظة رام الله. وتم استخدام الأدوات التالية للتعرف على أنماط/مظاهر التفكير الهندسي، وهي:

1. اختبار فان هيل للهندسة The van Hiele Geometry Test الذي تم تطويره من خلال مشروع تطوير التحصيل المعرفي في الهندسة بالولايات المتحدة من قبل Usiskin

وآخرين لقياس مستويات التفكير الهندسي حسب نظرية فان هيل. وقد تمت ترجمة الاختبار، وعرضه على مختصين للتحقق من دقة الترجمة وسلامة اللغة وملائمة السياقات للطلبة الفلسطينيين، ومن ثم تجريبه مع طلبة لفحص صدقه وثباته.

2. مقابلات فردية: تم مقابلة 28 طالب وطالبة اعتماداً على أعمال (Burger & Shaughnessy, 1986) بهدف التعرف بعمق على تفكير الطلبة الهندسي. حيث تمت مقابلة طلبة ذوي تحصيل مدرسي متوسط وذوي تحصيل متميز حسب تصنيفات مدارسهم ومعلميهم. وتطلبت المقابلة والتي سجلت بالفيديو أداء مهام هندسية مثل رسم الأشكال، والتعرف على الأشكال وتعريفها، وتصنيف الأشكال، ولعبة استدلال حول الأشكال الهندسية.

وتم تطبيق الاختبار والمقابلة خلال شهري نيسان وأيار 2004 في 15 مدرسة في مديرية رام الله، ومن ثم تم استخلاص النتائج بعد تحليلها اعتماداً على الإحصاء الوصفي.

يمكن القول بشكل عام أن نتائج الدراسة تظهر ضعفاً شديداً لدى الطلبة الفلسطينيين في موضوع الهندسة والتفكير الهندسي مثلهم مثل أقرانهم في الدول الأخرى. فأكثر من ثلاثة أرباع الطلبة الفلسطينيين الذين تم اختبارهم يقعون عند المستوى الأول أو دونه. حيث لم يحقق 30.9% من عينة الدراسة المستوى الأول (الإدراك البصري)، بينما حقق هذا المستوى 45.7% فقط من جميع طلاب السادس والثامن والعاشر الأساسية. وقد حقق 10.9%، و20.3%، و21.5% من هذه الصفوف –بالترتيب– المستوى الثاني من مستويات فان هيل. وعلى المستوى الثالث كانت النسب كالتالي (بالترتيب لنفس الصفوف): 1.8%، 5.7%، 12.5%.

وقد توافقت نتائج الاختبار الكتابي والمقابلات في كشف هذا الضعف، وإبراز مدى اعتماد الطلبة على المظهر العام في التعرف على الأشكال واستنادهم الى الطريقة النمطية البصرية لتمييز الأشكال، وتضمين خصائص ليست ذات علاقة عند تمييز الشكل مثل اتجاه الشكل في الصفحة، وعدم قدرتهم على التعرف على الأشكال الأساسية عندما تصبح في أوضاع غير مألوفة أو غير تقليدية كتلك التي تُقدم لهم في المنهاج أو في أمثلة المعلم.

كما أظهرت نتائج هذه الدراسة أن أنماط التفكير الهندسي للطلبة الفلسطينيين تتفق مع الخصائص الأساسية لنظرية فان هيل مثل الطبيعة الهرمية للمستويات، وقضية اللغة التي تشكل قضية مركزية في هذه النظرية. حيث كشفت المقابلات ضعف الطلبة في امتلاك "لغة" أو مصطلحات هندسية تعبر عن مفاهيم أو عن علاقات، وحتى أحياناً عن أسماء الأشكال، وأن الطلبة يمتلكون مفاهيم بديلة/خاطئة حول الهندسة.

وتوصي هذه الدراسة بضرورة التعرف على مفاهيم الطلبة المسبقة ومعتقداتهم واتجاهاتهم حول الأشكال والهندسة، الأمر الذي يساعد كثيراً على تعليمهم وتعلمهم. كذلك هناك ضرورة لتعميق فهم الطلبة للأشكال الأساسية من خلال تقديم أمثلة مخالفة، وتقديم الأشكال بأكثر من نمط أو اتجاه، وتوفير الفرصة للطلبة للعمل الحسي بهذه الأشكال وعدم الاكتفاء بمشاهدة الهندسة فقط. كما أن استخدام الكمبيوتر في تعليم الهندسة خاصة لغة لوغو قد توفر مناخاً مناسباً لتطوير مستويات تفكير هندسي أعلى عند الطلبة. وأخيراً توصي الدراسة بضرورة تقييم التفكير الهندسي للمعلمين، وتقييم المواضيع والمفاهيم الهندسية في الرياضيات المدرسية والذي من شأنه كشف المزيد من أسباب ضعف أداء الطلبة الفلسطينيين في تعلم موضوع الهندسة.

Abstract

Patterns of the Palestinian Students' Geometric Thinking

Jihad Shwaikh, Dr. Fateen Masad (Advisor),

Dr. Maher Hashweh & Dr. Khawla Shakhshir Sabri

Although most researchers agree that geometry is an essential part of mathematics, students in many countries suffer from poor performance in geometry. Students encounter difficulties in understanding basic geometric concepts and do not exhibit sufficient conceptual knowledge in geometry.

Many studies were conducted to identify and assess students' and teachers' geometric thinking based on the Van Hiele model.

The Palestinian curriculum is still in a developmental process particularly in respect of geometry and geometric thinking which maybe areas that need further exploration.

This study aims to investigate the Palestinian students' geometric thinking based on Van Hiele model. The sample consisted of 1,240 students in grades 6, 8 and 10 distributed in 15 schools in Ramallah district in the residential locations (city, village, and camp). Two instruments were used:

1. The Van Hiele Geometry Test developed by The Cognitive Development Achievement in Secondary School Geometry-

CDASSG (Usiskin, 1982). This 25-item multiple-choice test had been translated by the researcher and evaluated by specialists for language and content, and has been piloted for validity and reliability.

2. Clinical interviews: 28 average and excellent students were interviewed to investigate in-depth their geometric thinking based on the work of Burger & Shaughnessy (1986). Each subject was faced with four tasks: (1) drawing; (2) identifying and defining; (3) sorting; (4) "What's my shape?" (an inference game). Each interview was videotaped.

Both, the test and the interviews, were conducted with the schools during April and May 2004, and analyzed later.

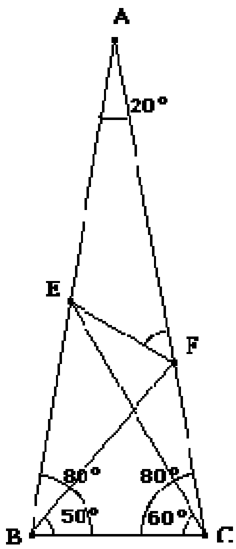
This study shows that Palestinian students, like students in other countries, have severe difficulties in geometry and geometric reasoning. More than ¾ of the sample students are at the first level (visual) or below. 30.9% of the sample couldn't achieve this visual level. Only 45.7% of students in grades 6^{th}, 8^{th} and 10^{th} achieved this visual level. It was also found that 10.9%, 20.3%, and 21.5% of students in grades 6, 8, and 10 respectively achieved the second level. For the third level, these ratios were 1.8%, 5.7%, and 12.5% for grades 6, 8, and 10 respectively.

Results from the test and interviews were consistent and manifested that students relied on global appearance to identify geometric shapes. Inclusion of irrelevant attributes such as unfamiliar orientation of the presented shape resulted in highly reduced ability to recognize these shapes.

The study also showed that the patterns of the Palestinian students' geometric thinking are consistent with the characteristics of the Van Hiele theory such as the hierarchical nature of the levels and the language issue. Interviews showed that students don't have adequate geometric terminology to express some concepts or relations and had misconceptions about geometric concepts.

Findings of this study point out to the necessity of identifying prior knowledge in geometry and attitudes towards geometry. It is recommended that teachers deepen students' geometric understanding of basic shapes through presenting shapes in many orientations and providing non-examples and opportunities to use concrete geometric shapes and models. Technology, especially Logo language, provides motivation and interest for students to learn geometry and achieve higher geometric levels of thinking.

Finally this study suggests that evaluating teachers' geometric thinking and mathematics curricula as well, will help to uncover the weaknesses of Palestinian students' performance in geometry.



في حوار بين إقليدس وملك الإسكندرية حول مسألة هندسية ما،

سأله الملك: "أعطني جواباً مختصراً لهذه المسألة"،

رد إقليدس:

" لا توجد طريق ملكية للهندسة "

"There is no royal road to Geometry"

Pennington & Faux (1999)

الفصل الأول

مشكلة الدراسة والإطار النظري

مشكلة الدراسة:

رغم الاتفاق بين أوساط الباحثين على أن الهندسة هي جزء هام وحيوي من الرياضيات وتعلّمها؛ إلا أن معظم دول العالم تعاني من ضعف أداء طلبتها في الهندسة، حيث يواجه الطلبة صعوبات في فهم المفاهيم الهندسية ولا يظهرون معرفة مفاهيمية متينة في موضوع الهندسة (الحربي، 2003؛ Spitler, 2003; Mistretta, 2000; Fuys, Geddes, & Tischler, 1988; Senk, 1989; Carroll, 1998; Clements, Swaminathan, Hannibal, & Sarama, 1999; Battista & Clements, 1988). كما أن التوجه والنظرة العامة من قبل أطراف العملية التعليمية-التعلمية (المديرون والمعلمون والطلبة) لموضوع الهندسة –بأنه موضوع غير هام- يؤثر على تعليم الهندسة وتعلمها (Backe-Neuwald, 1999).

بحثت دراسات عديدة في أثر التعليم (والمعلمين) على تحصيل الطلبة، وركز بعضها على طرق تفكير الطلبة، وكيف يؤثر التعليم والمعلمون على تفكير الطلبة ومشاعرهم واعتقاداتهم وأفعالهم، التي تؤثر بدورها على تحصيلهم. أي أن تفكير الطلبة يتوسط mediates التعليم والتحصيل (Wittrock, 1986). كما أن فهم طبيعة التفكير الرياضي وتطوره عند الطلبة، والعمليات الذهنية التي تصاحب هذا التفكير- يعتبر أحد

الأهداف الأساسية للباحثين في تعليم الرياضيات (Battista, Clements, Arnoff, Battista, & Borrow, 1998).

وقد اهتم الباحثون في هذا السياق بمعرفة المعلم الرياضية وتشكلها وتطورها (أنظر Fennema & Franke, 1988; Ball, Lubienski & Mewborn, 2001; Hill & Ball, 2004). وتتشكل معرفة المعلمين من: معرفة الرياضيات (المحتوى)، ومعرفة الطلبة وطرق تفكيرهم، ومعرفة طرق التدريس؛ أو ما يعرف في الأدب التربوي بـــ Pedagogical Content Knowledge (pck) التي تعتبر جزءاً هاماً من احتياجات المعلم كي يصبح تعليمه أكثر فعالية (Bransford, Brown, & Cocking, 1999). وأضاف الباحثون (Ball, Lubienski & Mewborn, 2001) الى ذلك معرفة المعلم للرياضيات كمجال معرفة discipline وكيف تتطور وتتغير المعرفة فيه.

ازداد الاهتمام بدراسة طرق تفكير الأطفال؛ الأمر الذي مكّن التربويين والمعلمين والأهالي من متابعة تطور نمو الأطفال وبناء المناهج الملائمة وطرق التعليم والتعلم الفعالة. وفي سياق الحديث حول الهندسة وتعلمها، يبرز دور بياجيه وفان هيل اللذين لهما الأثر الأبرز في هذا المجال (Schell, 1998; Pandiscio & Orton, 1998).

وقد أفرد المجلس القومي لمعلمي الرياضيات National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) في الولايات المتحدة الأمريكية جزءاً هاماً للهندسة في "معايير المنهاج والتقييم" عام 1989، وفي "مبادئ ومعايير الهندسة المدرسية" التي وضعها عام 2000. حديثاً، أصدر هذا المجلس والمؤسسة القومية لتعليم الأطفال الصغار National Association for the Education of Young Children (NAEYC)

– إعلاناً مشتركاً position statement حول تعليم الرياضيات للطفولة المبكرة، أُعتبرت فيه الهندسة أحد المجالات الخمس الأساسية في تعليم الرياضيات (Spitler, 2003). وقد جاء التأكيد في هذا الإعلان على أن الاهتمام بنوعية الرياضيات وتعليمها للطفولة المبكرة (3–6 سنوات) هو أحد الأسس الحيوية لتحسين نوعية تعليم الرياضيات مستقبلاً، حيث تم وضع توصيات للمعلمين، ولمطوري البرامج والمؤسسات لتحقيق هذا الهدف (NAEYC/NCTM, 2002).

وجاءت الدراسة الحالية للبحث في تعليم الهندسة وتعلمها في فلسطين، وحاولت استكشاف أنماط التفكير الهندسي لدى طلبة صفوف السادس والثامن والعاشر الأساسية استناداً الى نموذج فان هيل للتفكير الهندسي.

هدف الدراسة:

هدفت الدراسة الى استكشاف أنماط التفكير الهندسي لدى الطلبة الفلسطينيين في كل من الصفوف السادس والثامن والعاشر الأساسية.

أهمية الدراسة:

أجمعت العديد من الدراسات أن نمو المعرفة الرياضية يبدأ قبل دخول الأطفال المدرسة. حيث تعتمد هذه المعرفة على الخبرات اليومية والعدّ، وتؤثر لاحقاً في تعلم الأطفال المدرسي لأنهم يثقون بإجراءاتهم الحسابية التي يخترعونها بأنفسهم، والأهم من

ذلك أن درجة استفادة الأطفال من معرفتهم المدرسية الجديدة تعتمد الى درجة كبيرة على مدى ارتباطها بمعرفتهم المسبقة (Baroody, 1993).

ويعتبر البناء على أفكار الطفل المسبقة أساسياً لتحقق التعليم من أجل الفهم (Clements et al., 1999)؛ فأطفال ما قبل المدرسة لهم استراتيجيات معينة في التعرف على الأشكال الهندسية. حيث يبدأ الأطفال بتشكيل مخططات (schemas) اعتماداً على تحليل معالم الأشكال البصرية، كما يظهرون أيضاً قدرة على إدراك مكونات الأشكال المألوفة وصفاتها البسيطة.

تتناول الدراسة الحالية طرق تفكير طلبة المرحلة الأساسية في موضوع الهندسة. ويمكن الاستفادة من هذه الدراسة في تحسين طرق تعليم هذا الموضوع، والمساهمة في تطوير منهاج الهندسة الفلسطيني، خاصة أن وزارة التربية والتعليم العالي تطور وتعدّل في المنهاج الفلسطيني بشكل عام.

مبررات الدراسة:

على الرغم من أهمية التفكير الهندسي، إلا أنه يندر وجود دراسات محلية حول هذا الموضوع (أنظر: الطيطي، 2001؛ ياسين، 2003)، حتى أن الدراسات التي تناولت موضوع تعليم الرياضيات وتعلمها قليلة محلياً (أنظر: كمال ومسعد، 1991؛ وزارة التربية والتعليم/مركز القياس والتقويم، 1998 و 2000 أ، ب). وهناك حاجة الى وضع

مقترحات حول موضوع التفكير الهندسي لأخذها بعين الاعتبار أثناء بناء منهاج الرياضيات الفلسطيني وتطويره.

أسئلة الدراسة: حاولت الدراسة الإجابة على الأسئلة التالية:

(1) ما هي أنماط التفكير الهندسي عند الطلبة الفلسطينيين؟

(2) كيف يمكن وصف أنماط التفكير الهندسي لدى الطلبة الفلسطينيين حسب الجنس ومكان السكن ضمن الصف الواحد ؟

(3) ما هي مستويات فان هيل التي يبلغها الطلبة الفلسطينيون في الصفوف السادس والثامن والعاشر الأساسية؟

(4) هل تنسجم نتائج مستويات التفكير الهندسي للطلبة الفلسطينيين مع نظرية فان هيل؟

(5) كيف يمكن وصف مستويات التفكير الهندسي للطلبة الفلسطينيين مقارنة مع دول أخرى؟

محددات الدراسة:

اعتمدت الدراسة على نموذج فان هيل لقياس التفكير الهندسي.

الإطار النظري:

ذكر (Wirzup, 1976) أن التطور الحاصل في منهاج الهندسة السوفييتي (في حينه) يعود الى جهود تربويين وعالمي نفس أوروبيين اثنين هما بياجيه وفان هيل. إلا أن أفكار فان هيل شكلّت الأساس للمنهاج السوفييتي الجديد لتعليم الهندسة (Pyshkalo, 1968) كما ورد في (Fuys, Geddes, & Tischler, 1988).

يعتمد الإطار النظري للدراسة الحالية على ثلاثة أفكار أساسية هي أفكار فان هيل، وأفكار بياجيه، والتعديل الذي قام به (Clements & Battista, 1992) حول مستويات فان هيل للتفكير الهندسي، فيما يلي عرض لهذه الأفكار:

أولاً- مستويات فان هيل للتفكير الهندسي*:

اعتبر بيير ودينا فان هيل (1958) كما ورد في (Wirzup, 1976; Fuys, Geddes, & Tischler, 1988;) أن التعلم عملية غير متصلة وأن هناك قفزات في منحنى التعلم؛ الأمر الذي يعني وجود مستويات. تبدأ هذه المستويات من التفكير الكلي wholistic thinking (بغض النظر عن الأجزاء) مروراً بالتفكير التحليلي، وصولاً الى الاستنتاج الرياضي المنتظم (الصارم) rigorous mathematical deduction.

بحث العديد من الباحثين مستويات فان هيل، إلا أن وصف هذه المستويات لغرض الدراسة الحالية اعتمد على أعمال كل من (Wirzup, 1976; Hoffer, 1981;

* يتعرض الملحق رقم 1 بالتفصيل لنموذج فان هيل للتفكير الهندسي.

Usiskin, 1982; Burger & Shaughnessy, 1986; Crowley, 1987; Fuys, Geddes, & Tischler, 1988; Battista & Clements, 1995)، وهذه المستويات هي: (أنظر الملحق 1)

المستوى 0[†]– البصري Visual أو الإدراكي Recognition:

ويقتصر فيه تعلم الطفل على التعرف على أشكال معينة بطريقة كلية دون الاهتمام الى أجزاء أو تفاصيل الأشكال، مثلاً المستطيل يشبه الباب (وليس لأن له 4 أضلاع و 4 زوايا). وفي هذا المستوى يتعرف الطفل، ويسمي ويقارن الأشكال الهندسية (المثلثات، الزوايا، المستقيمات المتقاطعة والمتوازية) حسب الشكل.

المستوى 1– التحليل Analysis:

يقوم الطفل بتحليل الأشكال حسب مركباتها والعلاقات بين هذه المركبات، ويكتشف خصائص/ قواعد مجموعة من الأشياء عملياً (طي، قياس، استخدام شبكات أو أشكال).

المستوى 2– الترتيب Ordering/العلاقات Relationships/الاستدلال غير الرسمي:

يتم فيه ربط الخصائص/القواعد (من المستوى السابق) من خلال إعطاء تفسير لذلك (مثال المربع حالة خاصة من المستطيل).

[†] وضع الزوجان فان هيل أرقام من 0 الى 4 ليعبرا عن مستويات التفكير، ولكن معظم الباحثين (خاصة الأمريكان) أعطوها الأرقام من 1 الى 5 (حيث أضاف كليمنتس وباتيستا مستوىً قبل المستوى الأول، وأسموه ما قبل الإدراك). في هذه الدراسة، يُستخدم الترقيم من 0 الى 4 للدلالة على المستويات الخمسة لفان هيل.

المستوى 3- الاستنتاج الرسمي Deduction:

إثبات النظريات بطريقة استنتاجية، وتشكيل علاقات داخلية بين النظريات.

المستوى 4- البرهان الصارم Rigor أو Axiomatic:

تشكيل نظريات بين أنظمة افتراضية مختلفة (مثل الهندسة اللاإقليدية)، وتحليل ومقارنة هذه الأنظمة. وهذا المستوى هو لطلبة التعليم العالي.

وقد أوضح فان هيل عام 1959 أن هذه المستويات تتميز من خلال اختلافات الأشياء قيد التفكير objects of thoughts. وكمثال، تكون الأشياء قيد التفكير، في المستوى 0، هي التعرف على الأشكال الهندسية (المربع مثلاً). وفي المستوى 1 يقوم الطالب بتصنيف هذه الأشكال واكتشاف خصائصها (للمربع 4 أضلاع، 4 زوايا قائمة، الأضلاع متساوية، ..). وفي المستوى 2، تصبح هذه الخصائص هي الأشياء قيد التفكير، حيث يقوم الطالب بترتيبها منطقياً. وفي المستوى 3، تصبح العلاقات المرتبة هي قيد التفكير، وهكذا ..

ترتكز نظرية فان هيل على الأساسيات التالية:

1. هرمية المستويات: بمعنى أنه للانتقال من مستوى الى آخر لابد من تحقيق متطلبات المستوى السابق.
2. اللغة: يعتمد انتقال الطالب من مستوى لآخر على اللغة المستخدمة في التعليم.
3. المعلم: للمعلم دور جوهري وأساسي في انتقال الطلبة من مستوى لآخر.

كان فان هيل أكثر تفاؤلاً من بياجيه بإمكانية الانتقال من مستوى لآخر، حيث اعتقد أنه يمكن تسريع النمو المعرفي/ الذهني في تعلّم الهندسة من خلال التعليم (Usiskin, 1982) وليس العمر أو النضج البيولوجي (Van Hiele, 1986) كما ورد في (Wirzup, 1976; Fuys, Geddes, & Tischler, 1988; Teppo, 1991)، حيث يقول: (Van Hiele, 1999)

"أعتقد أن الانتقال يعتمد على التدريس أكثر من اعتماده على العمر أو النضج، وأن الخبرات التعليمية يمكنها أن تعزز أو تعيق هذا الانتقال أو النمو" (ص 311)

كما أضاف فان هيل فكرة المراحل الضرورية لحدوث هذا الانتقال، وهي:

1. الاستقصاء inquiry[‡]: ينبغي أن يبدأ التدريس بتزويد الطفل بمواد تساعده على استكشاف بنى معينة.
2. التوجيه المباشر: حيث تُقدم المهام بطريقة تظهر فيها خصائص البنى بالتدرج للطلبة.
3. التوضيح: يقدم المعلم المصطلحات الهندسية ويشجع الطلبة على استخدامها أثناء نقاشاتهم وكتاباتهم في الهندسة.
4. التوجيه الحر: يقدم المعلم مهاماً يمكن إنجازها بطرق مختلفة تصقل قدرات الطلبة التي اكتسبوها في المراحل السابقة.

[‡] في كتابته الأولى، أطلق فان هيل على هذه المرحلة اسم المعلومات information كما ورد (Fuys, Geddes, & Tischler, 1988; Wirzup, 1976)

5. التكامل integration: حيث تتوفر الفرصة للطلبة لتجميع ما تعلموه سابقاً، كأن يصمموا أنشطتهم بأنفسهم.

ثانياً– أفكار بياجيه:

إن أي حديث يتناول الأطفال وطرق تفكيرهم أو كيفية تطوره– لابد أن يتطرق الى جان بياجيه (1896–1980). استخدم أينشتين عبارة "الأفكار البسيطة جداً ... فقط العباقرة هم من يستطيعون التفكير فيها" كي يصف فكرة جان بياجيه أن الأطفال لا يفكرون كالكبار، وأن لتفكيرهم تنظيمه الخاص ومنطقه الخاص، ويمكن القول أن بياجيه كان أول من أخذ تفكير الأطفال على محمل الجد (Papert, 1999).

كما ذكرنا أعلاه، فقد انصب اهتمام فان هيل على وصف تطور التفكير الهندسي لدى طلبة المدارس من خلال مستويات أثناء تعلم الهندسة في سياق المنهاج التعليمي. أما بياجيه فقد اهتم بوصف تطور التفكير بشكل عام من تفكير غير ممنهج وغير انعكاسي الى تفكير تطبيقي وصولاً الى التفكير المنطقي الاستنتاجي (Battista, & Clements, 1995).

وانصب اهتمام بياجيه على "تحليل كيفية توصل الطفل إلى المعرفة وتفسير عملية النماء الفكري" أو ما يعرف باسم علم تكوين المعرفة genetic epistemology، "ويعتبر مفهوم "النشاط" – العمود الفقري لنظرية بياجيه، بمعنى أن المعرفة تتكون عند الطفل من

خلال نشاطاته الحسية والحركية التي تُستبطن رويداً رويداً وتتحول بتداخل البنى العملية العيانية [المادية] ثم الصورية [الشكلية]" (سليم، 1985: 26). أي أن المعرفة ليست مستقبلة من الخارج، ولكن الطفل يبنيها من الداخل في تبادل دائم مع بيئته.

كما قدم بياجيه طريقة فريدة في ملاحظة الأطفال ومتابعتهم من خلال نشاطاتهم اليومية وإخضاعهم لبعض الاختبارات، وهي الطريقة العيادية "clinical method". حيث لم تكن صحة الإجابة التي يعطيها الطفل أو خطؤها مقياساً عند بياجيه، بل ما هو المسار الذي يتخذه تفكير الطفل في إيجاد الإجابة، أي فهم العمليات والسياقات العقلية التي تجري (سليم، 1985: 28-29).

وفي دراساته حول إدراك الطفل للفضاء والهندسة، وهي دراسات صعبة ومعقدة، تناول بياجيه المواضيع التي تشكل أهم العوائق أمام تحقيق الفهم الهندسي من وجهة نظره، وهي: ثبات الطول وقياسه، والإحداثيات والزوايا والمنحنيات، والمساحات والحجوم (Holloway, 1967). كما تناول بياجيه في كتابه "تصور الطفل للفضاء" (The child's conception of space) كيفية تعرف الطفل على الأشكال الهندسية. إذ يميز بياجيه وانهيلدر (Piaget & Inhelder, 1967) بين فضاءين أساسيين: الفضاء التمثيلي representational space، والفضاء المدرك بالحواس perceptual space أو الفضاء الحسي-حركي sensori-motor space. ويبدأ بناء الفضاء على المستوى الحسي

ويستمر من خلال المستوى التمثيلي ويسيران بشكل متوازي مع بعضهما البعض. وأثناء تطور الفضاء التمثيلي، تتحول الأنشطة التمثيلية الى أنشطة حسية، مثلاً: الرسم هو تمثيل وليس نشاط حسي لأنه يدل على تشكل صورة ذهنية/تمثيلية.

ويمر الطفل بمرحلة تسبق تعرفه على الأشكال الأساسية، وهي مرحلة يستطيع فيها التعرف على ورسم الأشكال المغلقة أو المدّورة rounded حتى يصل الطفل الى عمر أربع سنوات. وفي المرحلة التالية (4–7 سنوات) يبدأ الطفل في التعرف على الأشكال الإقليدية استناداً الى التمييز بين الخطوط المستقيمة والخطوط المنحنية، وبين الأشكال متساوية الأضلاع والأشكال مختلفة الأضلاع. وفي المرحلة الأخيرة يستطيع الطفل تجريد هذه الأشكال (Piaget & Inhelder, 1967: p. 43). ويؤكد بياجيه على فكرته هذه بالقول:

> "إن معرفة الدائرة أو المربع من خلال العمل المحسوس هو أمر يختلف عن محاولة تشكيل صورة ذهنية له سواء من خلال القدرة على اختياره من بين مجموعة أشكال أو القدرة على رسمه" (ص 37)

وقد ساعدت هذه الفكرة على إجراء بعض التعديلات على مستويات فان هيل كما هو آت.

ثالثاً- تعديلات على مستويات فان هيل: مستوى ما قبل الإدراك

حاول الباحثان كليمنتس وباتيستا (Clements & Battista , 1992) النظر الى مستويات فان هيل من وجهة نظر بياجيه، ونظراً للدلائل التي تشير الى وجود مستوى قبل المستوى البصري الأول لفان هيل مثل عدم قدرة الطلبة على تحقيق هذا المستوى، وأن بعض الطلبة لا يعرفون أسماء بعض الأشكال؛ فقد اقترح الباحثان مستوى يسبق المستوى الأول (البصري) وربما يكون متطلباً سابقاً له، وأسموه مستوى ما قبل الإدراك "pre-recognition".

أهم ما يميز الأطفال عند هذا المستوى هو كونهم غير قادرين على التعرف على الأشكال الأساسية المعروفة، أو غير قادرين على تمييز الدوائر والمثلثات والمربعات عن أمثلة مخالفة "nonexamplars". وأحد التفسيرات الممكنة هو حدوث خلل ما في العمل المحسوس الذي يؤدي الى تعرف الطفل على بعض خصائص الشكل البصرية وليس جميعها. فقد يستطيعون التعرف على الأشكال التي بها خطوط منحنية أو تلك التي بها خطوط مستقيمة، ولكنهم لا يميزون الأشكال من نفس الفئة. مثلاً، قد يستطيعون التمييز بين المربع والدائرة ولكن ليس بين المربع والمثلث. وربما لا يتمكن الطلبة من التعرف على الأشكال بسبب عدم قدرتهم على تشكيل صورة ذهنية -كما ذكر بياجيه- التي تحتاج الى عمل محسوس يقوم به الطفل بنفسه. (Clements & Battista , 1992)

تعريف المصطلحات:

التفكير الهندسي:

يعتمد مفهوم التفكير الهندسي هنا على مستويات فان هيل الخمسة، بمعنى أن التفكير الهندسي في الدراسة الحالية هو ما يتبع نظرية فان هيل لتفسير تفكير الطلبة أثناء تعلم الهندسة. حسب هذه النظرية فإن الطلبة يمرون بمستويات مختلفة من التفكير الهندسي هي (Battista, 2002; Usiskin, 1982):

1. المستوى 0 (البصري): وهنا يتعرف الطلبة على الشكل الهندسي ككل بصري.
2. المستوى 1 (الوصفي/التحليلي): حيث يتعرف الطلبة على الأشكال الهندسية بناءً على خصائصها الهندسية.
3. المستوى 2 (المجرد/العلائقي): يفهم الطلبة ويشكلون تعريفات مجردة.
4. المستوى 3 (الاستنتاج): يدرك الطالب أهمية الاستنتاج (البرهان) كوسيلة لتشكيل وتطوير نظريات الهندسة من خلال فهم ماهية ودور البديهيات والتعريفات والنظريات.
5. المستوى 4 (الصرامة): يتمكن الطلبة من البرهان الشكلي في نظام المسلمات أو نظام بدهي.

الفصل الثاني

الدراسات السابقة

يتعلم الطلبة -خلال دراستهم الهندسة- الأشكال والبنى الهندسية وتحليل خصائصها وعلاقاتها، وتعتبر الهندسة مجالاً طبيعياً يتطور فيه تفكير الطلبة ومهاراتهم المنطقية في تعلّم الرياضيات والمواضيع الأخرى. وقد اهتم الباحثون في تطور فهم الطلبة في الهندسة خلال الصفوف المدرسية من التفكير غير الرسمي حتى التفكير الرسمي (NCTM, 2000).

تحاول الدراسة الحالية استكشاف مظاهر التفكير الهندسي لدى الطلبة الفلسطينيين في الصفوف السادس والثامن والعاشر الأساسية. ويتم، في هذا الفصل، استعراض العديد من الدراسات التي تناولت التفكير الهندسي لدى الطلبة والمعلمين حسب نظرية فان هيل.

لقد تركزت جهود بعض الباحثين في التعرف على مستويات فان هيل، وتصميم أدوات لقياسها. وحاولت بعض الدراسات فحص مدى دقة هذه النظرية (فان هيل) في وصف التفكير الهندسي لدى الطلبة. والبعض الآخر حاول التأكد من الطبيعة الهرمية للمستويات وأن هذه المستويات غير متصلة discrete. كما أجريت دراسات للتأكد من وجود المستوى ما قبل البصري أو ما قبل الإدراك الذي اقترحه (Clements & Battista, 1992). وبعض الدراسات أجريت على المعلمين (ما قبل الخدمة، وأثناء الخدمة) لتقييم مستويات تفكيرهم الهندسي حسب فان هيل، وأجريت دراسات أخرى

لدراسة أثر النظرية على التعليم في الصف (Pusey, 2003). وسوف يتم استعراض هذه الدراسات كالتالي:

1. دراسات حاولت التعرف على أنماط التفكير الهندسي لدى الطلبة وتقييمه.
2. دراسات حاولت التعرف على أنماط التفكير الهندسي لدى المعلمين وتقييمه.
3. دراسات حاولت التعرف على أنماط التفكير الهندسي في المناهج المدرسية.
4. دراسات حاولت تطوير التفكير الهندسي لدى الطلبة.
5. دراسات حاولت تطوير أدوات بحث لتقييم أو قياس التفكير الهندسي.

قبل البدء بتناول هذه الدراسات، لابد من الإشارة الى دور Wirzup في لفت النظر الى نموذج/نظرية فان هيل في الولايات المتحدة* بشكل خاص الأمر الذي ساعد على انتشار هذه النظرية كما سنرى لاحقاً (Hoffer, 1981; Fuys, 1985). فقد ذكر (Wirzup, 1976) أن التطور الحاصل في منهاج الهندسة السوفييتي (في حينه) يعود الى جهود تربويَيْن وعالمَي نفس أوروبيين اثنين هما بياجيه وفان هيل، إلا أن أفكار فان هيل شكلّت الأساس للمنهاج السوفييتي لتعليم الهندسة. ولولا حديث عالم الرياضيات والتربوي المشهور هانز فرودينثال Hans Freudenthal الذي أشرف على دكتوراة فان هيل؛ لظلت آراء فان هيل مجهولة في الولايات المتحدة، وربما في أوروبا نفسها. (Wirzup, 1976: 76)

* كان الاتحاد السوفييتي (في حينه) سباقاً في الاستفادة من نظرية فان هيل، وفي تطوير منهاجه الهندسي بناء عليها. وقد اهتم الباحثون السوفييت حتى قبل ظهور هذه النظرية في تعلم الهندسة خلال الثلاثينيات والأربعينيات والخمسينيات (Fuys, 1985).

أولاً- أنماط التفكير الهندسي لدى الطلبة وتقييمه:

بعد الدور الذي لعبه Wirzup في لفت النظر الى نظرية فان هيل من خلال تقديمه ورقة في الندوة البحثية عام 1976 في الولايات المتحدة حول الهندسة- انطلق الاهتمام في الولايات المتحدة بالبحث في النظرية ومدى فاعليتها في تعلم الهندسة مع بداية الثمانينات، حيث أُعلن عن ثلاثة مشاريع كبيرة كان لها بالغ الأثر على البحث في نظرية فان هيل: مشروع جامعة شيكاغو (Usiskin, 1982)، ومشروع جامعة أوريغون (Shaugnessy & Burger, 1985; Burger & Shaugnessy, 1986)، ومشروع كلية بروكلين (Fuys, Geddes & Tischler, 1988). (Fuys, 1985)

أهم ما تناولته هذه المشاريع هو التفكير الهندسي للطلبة من خلال قياسه سواء بالاختبارات أو المقابلات، وبعضها تناول أيضاً تفكير المعلمين وتحليل بعض الكتب الدراسية. وقد شكلت هذه المشاريع أساساً للبحث حول نظرية فان هيل، وأثارت العديد من القضايا البحثية حول هذه النظرية. ففي مشروع جامعة شيكاغو (1979-1982) "مستويات فان هيل والتحصيل في هندسة المدارس الثانوية"، الذي يعتبر من أولى الدراسات التي أنجزت من اجل دراسة التفكير الهندسي للطلبة في الولايات المتحدة- تمت محاولة الإجابة على الأسئلة التالية:

1- ماهي مستويات فان هيل التي يحققها الطلبة الذين يتعلمون الهندسة؟

2- ما هي التغيرات التي تحدث على مستويات فان هيل لدى الطلبة بعد دراستهم الهندسة لمدة عام؟

3 -الى أي مدى ترتبط مستويات فان هيل بالتحصيل في الهندسة؟

4 -الى أي مدى يمكن لنظرية فان هيل توقع التحصيل الهندسي بعد سنة دراسية؟

5 -ما هي التعميمات التي يمكن الوصول إليها من خلال دراسة نظرية فان هيل والمعرفة الهندسية للطلبة الذين لم ينجحوا في دراستهم للهندسة؟

6 -الى أي مدى تتناسب الهندسة التي يتعلمها الطلبة مع مستوياتهم التي حققوها؟

7 -الى أي مدى تتناسب الهندسة التي يتعلمها الطلبة في مدارس مختلفة مع مستوياتهم الهندسية التي يحققوها؟

وقد شملت عينة الدراسة 2699 طالباً من الصفوف السابع حتى الثاني عشر من 13 مدرسة ثانوية تمثل الى حد واسع القطاعات الاجتماعية الاقتصادية. وكان معظم الطلبة من الصفين العاشر (56%) والحادي عشر (26%)، وتعرضوا لعدة اختبارات حول معرفتهم الهندسية، واختبارين لقياس مستويات فان هيل في بداية العام الدراسي ونهايته. وقد بينت نتائج المشروع ما يأتي:

- 71% من الطلبة الذين تقدموا لاختبارات فان هيل (2361 طالب) أمكن تصنيفهم على مستويات فان هيل، بمعنى أن النظرية نجحت في تصنيفهم، حيث توزعوا كالتالي:

الجدول 2-1: توزيع طلبة مشروع جامعة شيكاغو على مستويات فان هيل (Usiskin, 1982)

	لم يحققوا المستوى الأول	مستويات فان هيل*					لم يصنفوا حسب معايير النظرية	المجموع
	0	1	2	3	4	5		
عدد	140	758	491	201	53	27	691	2361
%	6	32	21	9	2	1	29	100

* استخدم Usiskin في دراسته ترقيم مستويات فان هيل من 1 الى 5 للتعبير عن مستويات فان هيل.

حسب Usiskin كان من السهل تصنيف غالبية طلبة العينة الى مستويات فان هيل (ص30)، وهذه نقطة قوية لصالح النظرية، أما النقطة الضعيفة في النظرية فهي أن تصنيف الطلبة الى مستويات يعتمد على المعيار المستخدم (ص31) حيث اختلف توزيع الطلبة الى مستويات حسب أي معيار تصليح (3 إجابات من 5، أو 4 من 5 لتحديد هل حقق الطالب المستوى أم لا). ومن نتائج المشروع:

1. يشكل المستوى الخامس معضلة بالنسبة للنظرية، وإلغائه يعطي نتائج افضل، (ص 32)، فهو إما غير موجود أو لا يمكن قياسه/فحصه (ص 79).
2. معظم الطلبة ينهون دراسة الهندسة وهم لا يعرفون الأفكار والمصطلحات الهندسية البسيطة.
3. 70% من الطلبة الذين درسوا البرهان يمكنهم القيام ببراهين بسيطة.
4. لم توجد فروق ذات دلالة بين المستويات التي حققها الطلبة الذكور والطالبات الإناث، أما أواخر العام، فقد كانت هناك فروق لصالح الذكور لكن الدراسة لم تقدم تفسيراً لذلك. وبشكل عام "يتساوى الذكور والإناث في القدرة على تعلم الهندسة" (ص 88).
5. <u>بعض نتائج أداء الطلبة في امتحان فان هيل:</u>

- 10% يعتقدون أن المستطيل هو مربع (سؤال/بند 1 في الاختبار)، و20% يعتقدون أن متوازي الأضلاع هو مربع (بند 4).
- بالرغم من قدرة الطلبة على التعرف على المستطيلات في المستوى الأول من التفكير (بند 3) إلا أن ثلثي الطلبة يعتقدون أن المربع ليس مستطيلاً (بند 13)،

وثلثهم يعتقد أن المستطيل "الطويل والرفيع" ليس مستطيلا (بند 2)، ولا يعرف أن المثلثات متساوية الساقين لها زاويتان متساويتان (بند 9).

- 40% من الطلبة لم يدركوا/ يعرفوا أن المربع هو مستطيل.

ومن توصيات الدراسة واستنتاجاتها أن:

- نظرية فان هيل إطار نظري يمكن استخدامه لتفسير كيفية تعلم الطلبة للهندسة، وتشخيص مشكلات تعلم الهندسة.
- هناك حاجة الى تعليم الهندسة بطريقة منظمة قبل الثانوية إذا ما كانت هناك رغبة أن يكتسب الطلبة معرفة في الهندسة وفي القدرة على البرهان.

وتزامن مع مشروع جامعة شيكاغو حول تعلم الطلبة للهندسة، العمل بمشروع جامعة أوريغون (1979–1982) حول نفس الموضوع لكن باستخدام منهجية المقابلات الفردية وليس الاختبارات الكتابية. حيث حاول المشروع وصف مستويات فان هيل لسبعين (70) طالب من مدارس ابتدائية وإعدادية وثانوية وكلية/جامعة، من خلال مقابلات فردية ركزت على المثلثات والأشكال الرباعية، واستمرت كل مقابلة حوالي ساعتين وسجلت على أشرطة سمعية audiotape. كما شملت مهام المقابلة رسم أشكال، والتعرف على الأشكال وتعريفها وتصنيفها، وتحديد الشكل المجهول، وصياغة خواص متوازيات الأضلاع، ومقارنة مكونات في نظام رياضي (Shaugnessy & Burger, 1985; Burger & Shaugnessy, 1986). وقد حاول المشروع الإجابة على الأسئلة التالية:

1. هل نموذج فان هيل صالح أو مفيد في وصف تفكير الطلبة الهندسي؟
2. هل يمكن التعرف على مستويات التفكير إجرائياً من خلال سلوك الطالب؟ بمعنى هل يمكن وضع مؤشرات لتمييز مستويات التفكير الهندسية بناء على سلوك الطلبة في الهندسة؟
3. هل يمكن تطوير إجراءات المقابلة كي تعكس أو تحدد مستوى التفكير الهندسي السائد لدى الطلبة خلال مهام هندسية محددة؟

ومن نتائج هذا المشروع:

1. لم يتمكن أي طالب ثانوي من بلوغ المستوى الرابع. هذا لا يعني عدم وجود طلبة عند هذا المستوى، بل أن الباحثين لم يواجهوا طلبة كهؤلاء.
2. يحمل الطلبة أفكاراً ومعتقدات حول الهندسة أكثر مما يُعتقد. مثلاً، بعض الطلبة يشملون أشكالاً غير المثلث في مفهوم المثلث، وبعضهم يستثنون مثلثات من هذا المفهوم.
3. يرى بعض الطلبة خصائص الأشكال كشروط ضرورية وليست كافية لتحديد الشكل. أي أن دور التعريف غير واضح للطلبة، وبالتالي لا يقدّر الطلبة أهمية وفائدة والحاجة الى الاستدلال المنطقي.
4. قد ينحدر مستوى تفكير الطالب الى مستوى أقل بعد تعلّم الهندسة. فاستجابات بعض الطلبة الذين تعلموا الهندسة تشابهت مع إجابات الطلبة الذين لم يتعلموا هندسة الى حد كبير.

5. لا يتمكن الطلبة من فهم نظام المسلمات، وحتى الطلبة الممتازين في الجبر يواجهون صعوبات في فهم البرهان الهندسي، ويقومون بالحفظ. إذ يبدو أن تشكل المفهوم في الهندسة يحتاج الى فترات زمنية طويلة وأساليب تعليم محددة. فطلبة المدارس الثانويين لديهم أفكار ناقصة حول الأشكال الهندسية الأساسية وخصائصها. وبالتالي فهم لم يحققوا مستويات تفكير عليا (خاصة الاستنباط الرسمي)، وقد اعتمدوا كثيرا على الحفظ والتذكر.
6. هناك حاجة للمزيد من الدراسات حول المؤشرات التي وصفت في هذا المشروع، خاصة في مواضيع هندسية أخرى (غير المضلعات) مثل: القياسات والتحويلات، والتطابق والتماثل.
7. الطلبة والمعلمون لا يتحدثون في نفس المستوى؛ فقد يتحدث المعلم عن تعريف المستطيل في المستوى الثالث، بينما يفكر الطالب في خصائص المستطيل (المستوى الثاني).
8. معظم كتب الهندسة تقدم مواد تتلائم مع المستوى الرابع (البرهان/الاستنتاج) لفان هيل، وتحتوي على مشكلات تتطلب قفزات من المستوى الأول الى الرابع دون وضع أسئلة تتطلب المستويين الثاني والثالث.

وقد أوصى المشروع بضرورة تعليم الاستنتاج غير الرسمي لطلبة المرحلة الثانوية، وتطوير أنشطة تساعد الطلبة على الانتقال بين مستويات التفكير، والاهتمام بالهندسة وتطورها كغيرها من مواضيع الرياضيات، وضرورة استخدام طريقة المقابلات الفردية.

لقد اتفقت نتائج هذا المشروع مع مشروع جامعة شيكاغو (Usiskin, 1982) حول عدم اكتساب طلبة المرحلة الثانوية القدرة على التفكير الرسمي/ الشكلي، وكذلك مع مشروع كلية بروكلين الذي استمر لمدة 4 سنوات (1980–1983). كان السؤال الرئيسي لهذا المشروع هو "هل تصف نظرية فان هيل كيف يتعلم الطلبة الهندسة؟"، وكان له أربعة أهداف رئيسية*: (Fuys, Geddes & Tischler, 1988)

1. تطوير وتوثيق الأعمال الخاصة بنموذج فان هيل، حيث تمت ترجمة العديد من المواد من الهولندية إلى الإنجليزية مثل: رسالة دينا فان هيل للدكتوراه، وبعض مقالات بيير فان هيل.
2. التعرف بعمق على التفكير الهندسي لدى طلبة الصف السادس والتاسع، والإجابة على أسئلة مثل: (أ) عند أي مستوى هم، (ب) هل يُظهرون أي دلائل على التقدم سواء في نفس المستوى أو نحو مستوى أعلى، (ج) ما هي الصعوبات التي يواجهونها؟
3. معرفة ما إذا كان بالإمكان تدريب معلمي الصفين السادس والتاسع كي يمكنهم تحديد مستويات فان هيل لطلبتهم ولمنهاج الهندسة.
4. تحليل منهاج الهندسة (للصفوف 8–12) على ضوء نموذج فان هيل.

ومن أجل التعرف بعمق على التفكير الهندسي لدى طلبة الصف السادس والتاسع، تم العمل على ثلاث مراحل:

---

* تم تناول الهدفين الأول والثاني هنا نظراً لعلاقتهما بالموضوع في هذه المرحلة، وتم تناول الهدفين الثالث والرابع عند تناول موضوع المعلمين والمناهج.

المرحلة الأولى: تطوير ثلاث وحدات تعليمية Modules بناءً على نموذج فان هيل، وتم استخدامها كأداة بحث في المقابلات. وقد صممت الوحدات التعليمية للطلبة متوسطي التحصيل وفوق المتوسط، وتضمنت خصائص الأشكال الرباعية، علاقات الزوايا في المضلعات، مساحة الأشكال الرباعية. وقد تم تطوير نماذج آليات عمل للمقابلات Protocol Forms لكل وحدة يصاحبها ملاحظات مجري المقابلة.

المرحلة الثانية: مقابلات مع 16 طالب من الصف السادس، و16 طالب من الصف التاسع. تم العمل معهم من 6 إلى 8 لقاءات مدة كل لقاء 45 دقيقة. حيث عمل الطلبة على الوحدات التعليمية مع أفراد من طاقم المشروع، وتم تسجيل هذه اللقاءات بالفيديو.

المرحلة الثالثة: تحليل كاسيتات الفيديو وكتابة النتائج.

وقد كانت نتائج المقابلات كما يلي:

أ) المقابلات مع طلبة الصف السادس: 16 طالب (9 ذكور، و7 إناث)

تمت مقابلة الطلبة فردياً في 6–8 مقابلات (45 دقيقة كل مقابلة) من خلال العمل مع مجري المقابلة على الوحدات التعليمية، حيث كان التركيز على مدى تقدم (أو عدم تقدم) الطالب في مستوى التفكير نفسه أو الانتقال إلى مستوى أعلى، أو على صعوبات التعلم. تم توزيع الطلبة بناء على المستويات التي حققوها إلى ثلاث مجموعات I، II، II:

- المجموعة I: الطلبة الذين حققوا المستوى 0 ولكنهم أظهروا تقدماً ضعيفاً أو لم يحققوا أي تقدم في المستوى 0 أو نحو المستوى 1.
- المجموعة II: الطلبة الذين حققوا المستوى 0 وأظهروا تقدماً نحو المستوى 1.
- المجموعة III: الطلبة الذين حققوا المستوى 1 وأظهروا بعض التقدم نحو المستوى 2

فيما يلي بعض النتائج لهذه المجموعات:

الجدول 2-2: توزيع طلبة الصف السادس في مشروع كلية بروكلين على مستويات فان هيل
(Fuys, Geddes & Tischler, 1988)

عدد الطلبة	المجموعة	توزيع عدد الطلبة على مستويات فان هيل			ملاحظات
		0	1	2	
3	I	3			
5	II		5		بدأوا مثل المجموعة I –المستوى 0– ولكن أدائهم تحسن ضمن المستوى 0 وباتجاه المستوى 1. تذبذب بين المستوى 0 و1 لأنهم في مرحلة الانتقال من المستوى 0 إلى 1
8	III		3	5	3 عند المستوى الثاني، و5 في مرحلة انتقال الى المستوى الثالث.

ب) المقابلات مع طلبة الصف التاسع: 16 طالب (5 ذكور، و11 إناث)

تم تقسيم الطلبة الى ثلاث مجموعات أيضاً IV، V، VI، وكانت نتائجهم كالتالي:

الجدول 2–3: توزيع طلبة الصف التاسع في مشروع كلية بروكلين على مستويات فان هيل (Fuys, Geddes & Tischler, 1988)

عدد الطلبة	**المجموعة**	**توزيع عدد الطلبة على مستويات فان هيل**			**ملاحظات**
		0	**1**	**2**	
2	IV	2			نقص في معرفة الأشكال الهندسية وصعوبات في اللغة
7	V	1	3	3	جميعهم بدأوا عند المستوى 0، ثلاثة منهم في طريقهم نحو المستوى 1 (0–1)، وثلاثة في طريقهم نحو المستوى 2 (1–2)
7	VI			7	بدأوا بالمستوى 1

ومن نتائج هذا المشروع:

1. اللغة عامل أساسي في انتقال الطلبة من مستوى لآخر من مستويات فان هيل.
2. يعتمد الطلبة بشكل أساسي على شكل أو اتجاه مألوف لديهم كي يتعرفوا على الشكل، حيث يؤثر أي تحريك أو إزاحة لهذا الشكل كثيراً على تعرف الطلبة على الشكل.
3. تؤثر المفاهيم الخاطئة على تعلم الطلبة للهندسة، من هذه المفاهيم:
   - يجب أن تحتوي الزاوية على شعاع أفقي.
   - الزاوية القائمة يجب أن تكون باتجاه اليمين (التشابه في اللغة بين كلمتي القائم واليمين right)، يمكن تسمية بعض الزوايا بالزاوية اليسرى left angles.
   - يجب أن يكون القطر إما أفقياً أو عمودياً، غير ذلك لا يعتبر قطراً.
4. يمتلك الطلبة صوراً ذهنية مرتبطة بالمفهوم وتؤثر هذه الصور على استخدام هذا المفهوم بشكل صحيح، مثال: رغم أن الطلبة يعرفون أن المستطيل له ضلعان طويلان

متساويان وضلعان قصيران متساويان، إلا أنهم لم يقبلوا أن المربع هو حالة خاصة من المستطيل.

5. توجهات الطلبة: معظم الطلبة يرون أن الرياضيات هي موضوع يتطلب الحفظ والتذكر، وليس موضوع يتطلب الاكتشاف أو التفكير، وقد انعكس هذا أيضاً على موضوع الهندسة وتعلمه. كان جوابهم السريع والاعتيادي لتفسير أي خطوة إذا ما سئلوا عن السبب ... "هذه قاعدة أو هذا قانون".
6. يؤدي العمل من خلال أنشطة إلى انتقال الطلبة من مستوى لآخر.
7. يبقى الطالب محتفظاً بمستوى التفكير الخاص به ما لم يُفعّل أو يُنشّط، وهذا دليل على أهمية استخدام الأنشطة لتطوير التفكير، وكذلك على أن مستويات التفكير ليست مرتبطة بشكل صارم بالعمر والنضج.
8. تختلط نتائج المشروع حول خاصية انفصال المستويات discontinuity between levels (الطالب يحقق مستوى واحد فقط، ولا يحقق مستويين في نفس الوقت). إذ أظهر بعض الطلبة هذه الخاصية وبعضهم أظهر عكسها أو أنها لم تظهر. بعض الطلبة أظهروا تذبذباً بين مستوى وآخر كما برز في دراسات أخرى (أنظر: Shaugnessy & Burger, 1985; Burger & Shaugnessy, 1986).
9. تتفق هذه الدراسة مع تأكيد فان هيل على أن لكل مستو لغته الخاصة.
10. استخدام اللغة يتطلب معرفة فوق ذهنية حول نوعية التفكير، أمثلة: "دعني أرى إن كان هذا يصلح دائماً"، "يجب أن أثبت ذلك، صحيح؟"

كما ذُكر أعلاه، لعبت هذه المشاريع الثلاثة (جامعة شيكاغو، وجامعة أوريغون، وكلية بروكلين) دوراً هاماً في البحث حول نظرية فان هيل (Fuys, 1985)، حيث أسست لاهتمام عالمي لاستكشاف كيفية تعلم الطلبة الهندسة، وزاد اهتمام الدول في قياس قدرات طلبتها على تعلم الهندسة بشكل عام، وعلاقة هذا التعلم بمواضيع أخرى بالاستعانة بنظرية فان هيل. ففي دراسة حول مستويات فان هيل والتحصيل في كتابة البراهين الهندسية (Senk, 1989) مع 241 طالب ثانوي، لاستكشاف العوامل الادراكية التي قد تفسر لماذا يبدو البرهان صعباً لمعظم الطلبة؛ وجدت الباحثة أن هناك علاقة وثيقة بين القدرة على كتابة البرهان ومستويات فان هيل. كما وجدت ما يأتي:

- يبدو المستوى الثاني كأنه مستوى الدخول الحرج لمرحلة البرهان.
- الطلبة دون المستوى الثالث غير قادرين على البرهان إلا من خلال التذكر، وقد يكونون قادرين على القيام ببراهين قصيرة بواسطة التطبيق.
- يتوقع من طلبة المستوى الرابع أو الخامس أن يكتبوا براهين رسمية.
- يتحسن أداء الطلبة في البرهان بواسطة المعلم والمنهاج.

وقد وجد (الطيطي، 2001) أيضاً أن قدرة الطلبة على كتابة البراهين الهندسية تزداد كلما اكتسبوا مستويات تفكير هندسي أعلى. فقد قام بدراسة للكشف عن درجة اكتساب طلبة الصف العاشر لمستويات التفكير الهندسي وعلاقة ذلك بقدرتهم على كتابة البراهين الهندسية، وذلك من خلال العمل مع 264 طالب. ووجد الباحث أن طلبة الصف العاشر الفلسطينيين يتوزعون على مستويات فان هيل كالتالي:

جدول 2–4: النسب المئوية لتوزيع طلبة الصف العاشر الفلسطينيين حسب مستويات فان هيل (الطيطي، 2001: 63)

	طلبة لم يصنفوا	الطلبة المصنفين على مستويات فان هيل				
		المستوى الأول	المستوى الثاني	المستوى الثالث	المستوى الرابع	المستوى الخامس
ذكور	3.1	11.5	36.6	22.1	19.8	6.9
إناث	9.8	16.5	55.6	6.8	11.3	0.0
المجموع	6.4	14	46.2	14.4	15.5	3.4

وحول العلاقة بين مستويات التفكير الهندسي والتحصيل في الرياضيات، وجد (عياصرة، 2002) أن هناك ارتباط إيجابي عال بين مستويات التفكير الهندسي والتحصيل في الرياضيات لدى طلبة المرحلة الأساسية العليا (السادس حتى العاشر). كما وجد أن مستويات فان هيل التي يبلغها طلبة العينة (526 طالب وطالبة) هي كالتالي:

جدول 2–5: النسب المئوية لتوزيع طلبة المرحلة الأساسية العليا (6–10) في الأردن حسب الصف ومستوى التفكير الهندسي (عياصرة، 2002: 44)

الصف (عدد الطلبة)	طلبة لم يصنفوا	الطلبة المصنفون على مستويات فان هيل			
		المستوى الأول	المستوى الثاني	المستوى الثالث	المستوى الرابع
السادس (74)	59.5	31.1	8.1	1.3	0
السابع (69)	26.1	46.4	18.8	8.7	0
الثامن (139)	22.3	44.6	22.3	10.8	0
التاسع (129)	17	31	32.6	18.6	0.8
العاشر (115)	13.9	30.4	33.9	19.2	2.6
المجموع (526)	24.9	36.5	24.9	12.9	0.8

أيضاً، اهتم الباحثون بدراسة قدرات الطلبة في الهندسة كنتيجة للتقييمات التي تمت حول ضعف أداء الطلبة في هذا الموضوع. حيث أظهرت نتائج التقييم الوطني للتطور التربوي الرابع (NAEP) للرياضيات أن أداء الطلبة في الأسئلة التي يمكن حلها بصرياً كان أعلى من أدائهم في الأسئلة التي تتطلب تفكيراً مجرداً (Kouba et al., 1988). ففي سؤال للصف السابع لتحديد أي الأشكال –من بين مجموعة أشكال– يكون شكلاً رباعياً وليس متوازي أضلاع؛ كانت النتائج أن أكثر من نصف الطلبة اختاروا شبه المنحرف (وهي الإجابة الصحيحة). وربعهم اختاروا المربع. أي أن الطلبة لم يدركوا بعد العلاقات بين الأشكال إدراكاً تاماً: بما أن المربع هو مستطيل، والمستطيل هو متوازي أضلاع، إذن بالتالي المربع هو متوازي أضلاع.

وفي دراسة لقياس التحصيل في مادة الرياضيات للصفين السادس والرابع الابتدائيين في مدارس المنطقة الوسطى من الضفة الغربية (كمال ومسعد، 1991)– جاءت النتائج لتظهر ما يأتي:

1. تحصيل الطلبة ضعيف جداً في كل مجالات الرياضيات الستة التي تم فحصها (المهارات الحسابية، الهندسة الابتدائية، التقدير والتقريب، القياس، نظرية الأعداد، حل المسائل الكلامية).
2. في الهندسة بشكل خاص، كان أداء الطلبة ضعيفاً جداً حيث بلغ متوسط النسبة المئوية للإجابات الصحيحة 21.6% في الصف الرابع، و16.3% في الصف السادس، ومن أمثلة ذلك:

- 15% فقط من طلبة الصف الرابع أعطوا إجابة صحيحة لسؤال تطلب إيجاد قياس الزاوية الثالثة في المثلث إذا ما أعطي قياس الزاويتين الأولى والثانية.
- 20% فقط من طلبة الصف الرابع تمكنوا من "التعرف على متوازي الأضلاع عندما عرضت عليهم أربعة أشكال هندسية متنوعة أحدها متوازي أضلاع".
- 83% من طلبة الصف السادس لم يستطيعوا تعريف متوازي الأضلاع.
- 81% لم يتمكنوا من حل السؤال التالي: "أ ب ج د متوازي أضلاع فيه قياس زاوية ج ب د = 35°، أوجد قياس زاوية أ ب د".

3. لا يوجد فرق يذكر بين نتائج طلبة الصف الرابع والسادس في موضوع الهندسة (الذي يحتل حوالي 20% من منهاج الرياضيات) وبين مواضيع أخرى لا تغطيها المناهج تقريباً مثل التقدير والتقريب. وهذا "يوحي بأن الهندسة لا تُدرّس في الصفوف بقدر كاف ولا تغطى مادتها أفقياً أو رأسياً". (ص 25)

وحول معرفة الأطفال الصغار للأشكال وخصائصها، يذكر (Clements & Sarama, 2000) أن الأطفال يشكلون مفاهيمهم حول الشكل قبل دخولهم المدرسة بفترة طويلة، حيث يتعرفون غالباً على الأشكال من خلال "شكلها الكلي"، كأن يقولون أن هذا الشكل مستطيل لأنه يشبه الباب. وقد يركزون على خاصية معينة للشكل كأن يقولوا أن هذا الشكل مثلث لأنه حاد sharp. ويتعرف الأطفال على الدوائر والمربعات بدقة أكثر مقارنة مع المستطيلات والمثلثات، إلا أنهم رغم ذلك يعتقدون أن المربعات المائلة ليست مربعات.

تتوافق هذه الاستراتيجيات مع دراسة سابقة لـــ كليمنتس وآخرون (Clements et al., 1999) حول استراتيجيات الأطفال في التعرف على الأشكال. فقد أجرى الباحثون مقابلات فردية (عيادية) مع 97 طفل تتراوح أعمارهم بين ثلاث الى ست سنوات بهدف استكشاف معايير أطفال ما قبل المدرسة في التمييز بين الأشكال وكيفية تعرفهم على هذه الأشكال ووصفهم لها إضافة الى أسباب التعرف، وكانت أهم النتائج التي توصل لها الباحثون:

- استطاع الأطفال التعرف على الدوائر بدرجة عالية من الدقة، وكان أداء الأطفال بعمر 6 سنوات أفضل ممن هم أصغر سناً الذين اختاروا الشكل البيضاوي والأشكال المنحنية، ورغم سهولة التعرف على الدائرة، إلا أن وصفها لم يكن كذلك.
- التعرف على المربعات تم بدقة أقل بقليل من التعرف على الدوائر، ورغم أن قلة من الأطفال أشارت إلى أسباب متعلقة بخصائص الشكل كسبب للاختيار، إلا أن هذه الاستجابات ارتبطت بشكل إيجابي باختيار صحيح للمربع، مما يقترح كون الأطفال أكثر دقة عندما يرتكز سبب الاختيار على خصائص الشكل.
- تم التعرف على المثلثات بدقة أقل مقارنة بالمربعات، كما ظهر ميل لدى كل الأطفال إلى اعتبار الأشكال الرباعية "الطويلة" مستطيلات. أشار الأطفال إلى خصائص الأشكال بشكل أقل في المستطيل من إشارتهم إليها في المثلث والمربع، كما أنهم كانوا أكثر ميلاً لاستجابات دقيقة حين كانوا يصدرون استجابات بصرية.

من نتائج هذه الدراسة أيضاً (Clements et al., 1999) أن الأطفال يُظهرون قدرة على إدراك مركبات الأشكال المألوفة وصفاتها البسيطة، مما يدعم ادعاء (Clements & Battista, 1992) بوجود مستوى سابق لمستوى فان هيل الأول (البصري). يستخدم الأطفال عند هذا المستوى معرفة تصريحية لتوضيح سبب عدم انتماء شكل ما الى مجموعة من الأشكال بسبب تناقض هذا الشكل مع النموذج البصري الشائع. ويرتكب بعض الأطفال أخطاء عند تعريف شكل ما بسبب اعتمادهم على خصائص طوروها هم أنفسهم، مثل أن للمربع أربعة أضلاع وأربع نقاط حيث يتجاهلون خاصية التعامد، الأمر الذي يجعلهم يتعرفون على المعين كمربع. أحياناً يعتمد الأطفال على خاصية التشابه بدلاً من "الهوية" المميزة identity (التعامد)، رغم أن نماذجهم الشائعة تحتوي على خاصية التعامد؛ لذا يقبلون بتعريف أشكال قريبة بدرجة كافية من الشكل الصحيح close enough.

كما وجد بعض الباحثون أن بعض الخصائص غير الرياضية تؤثر على تصنيف الأطفال من 3–6 سنوات للأشكال، مثل الانحراف skewness والاتجاه (Hannibal & Clements, 1998) كما ورد في (Clements, 1998). وقد كان الانحراف أو عدم وجود تماثل هو الأكثر أهمية، إذ لم يتعرف الكثير منهم على المثلثات لأن "النقطة" في الأعلى ليست في الوسط. كذلك عرّف العديد من الأطفال متوازيات الأضلاع غير قائمة الزوايا وأشباه المنحرفات على أنها مستطيلات، ولم يتعرفوا سواء على المثلثات أو

المستطيلات التي كانت "رفيعة جدا" أو "ليست واسعة كفاية"، أو تلك المثلثات الـــ"حادة جدا" أو الـــ"واسعة جدا".

هل هناك فرق بين أداء الذكور والإناث في تعلم الهندسة؟

اهتم بعض الباحثون بدراسة هذا الموضوع، وتناولوه من منطلق الفرق بين الذكور والإناث في تعلم الرياضيات بشكل عام. ففي نتائج التحصيل الوطني في الرياضيات في الولايات المتحدة (Fennema & Carpenter, 1981) ظهر أن الفرق في التحصيل بين الإناث والذكور (عمر 17 عام) يزداد بزيادة المستوى المعرفي[1]. كما برز ضعف عام في أوساط الطالبات (أعمار 9، 13، 17 عام) مقارنة مع الذكور من نفس الأعمار على جميع المستويات المعرفية في الهندسة بشكل خاص. إحدى التفسيرات الممكنة لهذا الضعف هو أن تمارين أو أسئلة الهندسة ترتبط بمهارات التصور المكاني spatial visualization حيث أداء الإناث أضعف من أداء الذكور. هذا الأمر لا يتفق معه (Clements et al., 1997) حيث أظهرت نتائج دراسة لهم حول تطور التفكير المكاني للطلبة من خلال العمل على "مفهوم المساحة والحركة في الهندسة باستخدام الكمبيوتر" أن كلا الجنسين يستفيدون من أنشطة تتطلب قدرة مكانية. كما بينت بعض الدراسات عدم وجود فرق بين الذكور والإناث في تحقيق أي من مستويات التفكير الهندسي (عياصرة، 2002).

[1] تم وضع خمسة مستويات معرفية مرتبة من البسيط الى الأصعب: المعرفة، المهارات الحسابية، الفهم، مسائل كلامية تُحل بخطوة واحدة، ومسائل كلامية تتطلب أكثر من خطوة لحلها.

بعض الدراسات أظهرت أن هناك فرقاً بين أداء الذكور والإناث في تعلم الهندسة أو اكتساب مستويات تفكير هندسي لصالح الذكور (الطيطي، 2001). ويبدو أن الأمر لا زال بحاجة لمزيد من الدراسات إذ أظهرت دراسة (Usiskin, 1982) أنه لم توجد فروق ذات دلالة بين مستويات التفكير الهندسي التي حققها الطلبة الذكور والطالبات الإناث في بداية العام، أما أواخر العام، فقد كانت هناك فروق لصالح الذكور لكن الدراسة لم تقدم تفسيرا لذلك، حيث أن قدرة الطلبة الذكور والإناث على تعلم الهندسة متساوية (ص 88).

وكما هو الحال في المقارنة بين الذكور والإناث داخل البلد الواحد، اهتم بعض الباحثين بإجراء مقارنات بين طلبتهم وطلبة دول أخرى كما في دراسة مقارنة طلبة الولايات المتحدة مع طلبة اليابان (Whitman et al., 1997). فبالإضافة الى أن الدراسة هدفت الى مقارنة منهاج الهندسة وتعليمها في البلدين، قامت الدراسة بمقارنة طلبة الصفوف 4، 7، 9، 11 في ولاية هاواي بالولايات المتحدة مع طلبة اليابان حسب نظرية فان هيل. حيث تم اختبار الطلبة الأمريكان في نهاية الصفوف 3، 6، 8، 10 والطلبة اليابانيين في بداية الصفوف 4، 7، 9، 11 بسبب اختلاف بدء العام الدراسي (اليابان أوائل نيسان، الأمريكان – هاواي: بداية حزيران). وتكونت العينة من 649 طالب من الولايات المتحدة، و444 طالب من اليابان موزعين على الصفوف كما في الجدول 2-5.

وجدت هذه الدراسة (Whitman et al., 1997) أن هناك فرق يقارب العامين بين نتائج طلبة هاواي واليابان لصالح اليابان لاختلاف منهاج الهندسة وأساليب التدريس. فقد

كانت المعرفة الهندسية للطلبة اليابانيين مبنية على حل المشكلات أو الاستدلال، بينما اعتمد طلبة هاواي على المعرفة البصرية مثل" للمستطيل ضلعين طويلين، والمربع له أضلاع طويلة". يبين الجدول 2-6 أداء الطلبة في كل من البلدين.

الجدول 2-6: النسب المئوية للإجابات الصحيحة على اختبار فان هيل للهندسة في اليابان وهاواي (Whitman et al., 1997: 223)

مستويات فان هيل	الصفوف، اليابان				الصفوف، هاواي			
	4	7	9	11	3	6	8	10*
المستوى 0	73	87	87	96	55	61	66	83
المستوى 1	33	66	78	86	29	47	55	74
المستوى 2	31	51	62	77	22	34	40	63
المستوى 3			24	58			4	22
عدد الطلبة	131	113	109	91	99	232	159	159

* تم اختيار طلبة من الصفوف 9-12، ولكن معظمهم من الصف العاشر.

في ظل هذا الضعف العام الواضح لأداء الطلبة (ذكوراً وإناثاً) في تعلم الهندسة، لابد من التساؤل والبحث حول الأسباب وراء ذلك، ويبدو أن أكثر المرشحين للبحث حولهم هم المعلمون. فقد أظهرت الدراسات أن الطلبة لا يتعرفون على الأشكال إذا ما اختلفت عن الشكل المألوف لديهم. والمعلمون مسؤولون عن هذا القصور لأننا نرسم الأشكال بطريقة محددة واتجاهات ثابتة دائماً. كما أننا لا نستخدم وسائل في تعليم الهندسة تمكّن الطلبة من ممارسة الهندسة وليس مراقبتها أو مشاهدتها فقط (Prevost, 1985).

ثانياً- أنماط التفكير الهندسي لدى المعلمين وتقييمه:

ذكر فيجوتسكي (1962) "أن دراسة تفكير الطفل بمعزل عن أثر التدريس، كما فعل بياجيه، يستثني سبباً هاماً جداً في التغيير ويمنع الباحثين من دراسة أثر التداخل بين النمو والتدريس على كل فئة عمرية" (Fuys, Geddes & Tischler, 1988: 143).

ففي الوقت الذي اهتم فيه العديد من الباحثين بدراسة أنماط التفكير الهندسي للطلبة وقياس مستويات تفكيرهم الهندسي؛ قام باحثون آخرون بتناول تفكير المعلمين الهندسي في محاولة منهم للكشف عن أسباب الضعف لدى الطلبة في تعلم الهندسة. حيث أظهرت بعض الدراسات بأن أداء الطلبة في الهندسة يتحسن بواسطة المعلم والمنهاج (Senk, 1989)، وبعضها أوضح أن الطلبة والمعلمون لا يتحدثون في نفس مستوى التفكير الهندسي؛ فقد يتحدث المعلم عن تعريف المستطيل في المستوى الثالث، بينما يفكر الطالب في خصائص المستطيل (المستوى الثاني) (Usiskin, 1982).

وقد قامت بعض هذه الدراسات بفحص التفكير الهندسي للمعلمين مع انطلاقة الاهتمام بنظرية فان هيل، أهمها كان مشروع كلية بروكلين، الذي كان أحد أهدافه معرفة ما إذا كان بالإمكان تدريب معلمي الصفين السادس والتاسع ليتمكنوا من تحديد مستويات فان هيل لطلبتهم ولمنهاج الهندسة (Fuys, Geddes & Tischler, 1988).

ففي هذا المشروع (1980-1983) تم العمل مع 13 معلم: ثمانية قبل الخدمة (6 تخصص تربية أساسية، وطالب تخصص تربية طفولة مبكرة، وطالب تخصص رياضيات تعليم ثانوي)، وخمسة أثناء الخدمة (معلمان يعلمان الصف السادس، ومعلم يعلم الصف

السابع، ومعلمان يعلمان الصفين السادس والتاسع)، وتتراوح خبراتهم من 1–8 سنوات. وتمت مقابلة كل معلم من 5 إلى 6 ساعات على مدار أربعة لقاءات، حيث تم توضيح نظرية فان هيل، والتركيز على تقييم الوحدات التعليمية التي استخدمت في المشروع ومدى مناسبتها للاستخدام في الصف، وطُلب من المعلمين تحديد مستويات التفكير الهندسي بناء على مؤشرات مستويات فان هيل. من نتائج هذا المشروع:

1. سبعة معلمين لم يتأكدوا من مواصفات المستطيل: "أعتقد أن للمستطيل ضلعان طويلان وآخران قصيران، أليس من المفروض أن تكون أضلاعه مستقيمة؟، لست متأكداً إن كان للمستطيل زوايا قائمة، أنا لا أذكر إن كان المستطيل مربعاً أم المربع مستطيل، لأن المربع أضلاعه متساوية".
2. حول علاقة المستطيل بالمربع، وعلاقتها بمتوازيات الأضلاع، "اكتشف" بعض المعلمين العلاقات بشكل صحيح، لكن هذا "الاكتشاف" كان المرة الأولى بالنسبة لهم: "لقد تعلمت أن المربع هو حالة خاصة من المستطيل، ومن متوازي الأضلاع.. ولكني لم أفكر فيها من قبل ... لقد اكتشفت لتوي شيئاً جديداً" .. "حقيقة لا أعرف لماذا مجموع زوايا المثلث 180 درجة".
3. معظم المعلمين عند المستوى الثالث، وبعضهم حقق المستوى الرابع.
4. برزت ظاهرة "وجدتها!" أو "الآه" AHA Phenomena (الاستبصار). وكما عبر المعلمون، فإن معظم معرفتهم السابقة حول الهندسة هي من خلال الحفظ والتذكر.

وكان من أهم التوصيات أن هناك حاجة ماسة لتأهيل المعلمين جيداً في تعليم الهندسة اعتماداً على نظرية فان هيل.

أحد الدراسات البارزة التي تناولت التفكير الهندسي لدى المعلمين الطلبة كانت دراسة "مايبيري" (Mayberry, 1983) التي هدفت الى دراسة مستويات فان هيل التفكير الهندسي لدى 19 معلم ما قبل الخدمة (للمرحلة الابتدائية). وأظهرت النتائج أن المعلمين الطلبة يحققون مستويات تفكير مختلفة حسب المهام المختلفة، وأنهم غير قادرين (أو ليسوا جاهزين) على تحقيق المستوى الخامس أو الاستنباط الهندسي الرسمي.

وقد تم اختبار سبعة مفاهيم هندسية شائعة الاستخدام في رياضيات المرحلة الابتدائية وهي: المربعات، المثلثات القائمة الزاوية، المثلثات متساوية الساقين، الدوائر، الخطوط المتوازية، التشابه، التطابق. وتطوير سؤال واحد على الأقل لكل مفهوم في مستوى من المستويات الأربعة الأولى، أما أسئلة المستوى الخامس فكانت عامة. كما تمت مقابلة 19 طالباً (18 طالبة، وطالباً واحداً) ، 13 منهم تعلموا الهندسة في الثانوية العامة، ومدة كل مقابلة ساعة على مدار لقائين مع كل معلم. فيما يلي أبرز النتائج:

- المستوى الأول الأساسي: معلمان اثنان واجها صعوبات في التعرف على المربع في أوضاع غير شائعة.
- المستوى الثاني: خصائص الأشكال غير مفهومة لدى المعلمين. مثلا: بالرغم من أنهم رسموا مثلثاً قائم الزاوية، فإن 12 معلماً (63%) لم يعتقدوا بأن المثلث القائم الزاوية يجب أن يحتوي على ضلع أطول من الضلعين الآخرين، و7 معلمين (37%) لم يعرفوا أن المثلث القائم الزاوية يجب أن يحتوي على زاوية كبرى. 5 معلمين (26%) قالوا أنه إذا كان مثلثان س، ص متشابهان وكان معلوماً أن أضلاع

المثلث س هي أنصاف أطوال أضلاع المثلث ص فإن قياس زوايا المثلث س ستساوي نصف قياس زوايا المثلث ص. معلمان آخران حاولا قياس الزوايا بالمسطرة، وعبروا عن الحجم بالسنتمترات.

- المستوى الثالث: لم يظهر معظم المعلمين إدراكاً لمفاهيم الاحتواء بين المجموعات، أو العلاقات بينها، أو التضمين Implication. فقد أجابوا على أسئلة خاصة بأشكال محددة ولم يتمكنوا من الإجابة على الأشكال العامة. مثلاً في سؤال معطى فيه أن المثلثين أب ج ، د هــ و متماثلان (وفي سؤال آخر متطابقان)، اختار 9 معلمين (47%) الإجابة 3 من الخيارات (1. مؤكد، 2. ممكن، 3. مستحيل) على أن أ ب ≅ هــ و ، وزاوية أ ≅ زاوية هــ. كما أعطوا الإجابة 1 أو 3 على أن زاوية أ > زاوية هــ، وذلك بناء على الأشكال التي رسموها هم. فقط ثلاثة معلمين (16%) أجابوا على الأسئلة للمثلثات بشكل عام دون الاعتماد على أشكال محددة يرسمونها هم. يبين الجدولان 2–7 و2–8 إجابات المعلمين على أسئلة حول تشابه أو تطابق شكلين.

الجدول 2–7: إجابات المعلمين الطلبة على أسئلة التشابه (Mayberry, 1983)

هل هذه الأشكال متشابهة؟	دائماً	أحياناً	إطلاقاً لا	لا أعرف
مربعان	14	5	0	0
مثلثان متساويا الساقين	10	7	1	1
مثلثان متطابقان	11	4	3	1
مستطيل ومربع	5	7	7	0
مستطيل ومثلث	2	3	14	0

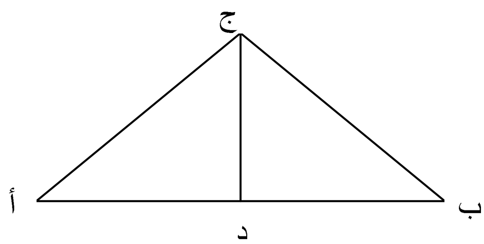
الجدول 2-8: إجابات المعلمين الطلبة على أسئلة التطابق (Mayberry, 1983)

هل هذه الأشكال متطابقة؟	دائماً	أحياناً	إطلاقاً لا	لا أعرف
مربع ومثلث	0	1	17	1
مربعان أطوال أضلاعهما 10 سم	16	2	0	1
مثلثان قائما الزاوية بوتر طوله 10 سم	15	3	0	1
دائرتان فيهما وتر طوله 10 سم	10	8	0	1
مثلثان متشابهان	3	11	3	2

مثال: في أحد الأسئلة معطى أن هناك مثلثاً أ ب ج فيه زاوية أ > زاوية ب، وكان السؤال هل يمكن أن يكون المثلث أ ب ج متساوي الساقين: 9 معلمين (47%) أجابوا لا، وأعطوا أسباباً مثل "يجب أن تكون هناك زاويتين متساويتين".

- المستوى الرابع: تطلبت الأسئلة حول هذا المستوى أن يقدم المعلمون تفسيرات لخطوات برهان ما، وتحديد ما تم إثباته بناءً على الخطوات المعطاة، وتقديم برهان.

مثال: في الشكل المقابل (2-1)، المثلث أ ب ج فيه المثلث أ د ج ≅ المثلث ب د ج (تم تفسير أن الرمز ≅ يعني يطابق أو "يساوي")، وتم سؤال المعلمين ما يلي:



الشكل 2-1

1. ما نوع المثلث أ ب ج؟ كيف عرفت؟ أجاب خمسة معلمين فقط إجابة صحيحة، وأجاب أربعة أن المثلث أ ب ج متساوي الساقين لأنه يبدو هكذا (من مظهره الخارجي– المستوى الأول من التفكير البصري)، وأجاب تسعة معلمين أنهم لا يعرفون.

2. لماذا يتساوى الضلعان أ د ، ب د ؟ كانت هناك ست إجابات صحيحة، وستة معلمين فسروا ذلك بأن ج د ينصف أ ب، ولكنهم لم يعرفوا لماذا، والآخرون لم يعرفوا.

3. لماذا يتعامد ج د مع أ ب ؟ معلمان اثنان أجابا بشكل صحيح، وستة أجابوا من خلال المظهر العام، ومعلم واحد قال بأن المستقيمين غير متعامدين لأنهما غير متقاطعين، والآخرون لم يعرفوا.

بشكل عام يبدو أن القدرة على استنباط حقائق من عبارات معطاة صعبة جداً على المعلمين الطلبة. مثلاً لم يتمكن غير طالب واحد فقط من الإجابة بشكل صحيح على أسئلة من نوع أ ← ب ← ج ← د (←يؤدي الى)، وكان السؤال ما الذي أثبتناه هنا. وقد أجاب معظم المعلمين الطلبة بأن ذلك يعني إثبات العبارة الثانية أو الثالثة من سلسلة كهذه. وعندما سُئلوا إذا كان هذا كل ما نستطيع إثباته، أجابوا "أعتقد ذلك" أو "أخمن ذلك". وهذا يظهر جلياً أن هؤلاء الطلبة المعلمين لا يدركون أن البرهان هو سلسلة منطقية تبدأ من المعطيات وتنتهي بالاستنتاج.

- المستوى الخامس: ركزت أسئلة هذا المستوى على (أ) البديهيات، (ب) البرهان غير المباشر من خلال افتراض وجود خطين لإثبات وجود خط واحد فقط، (ج) الهندسة المحدودة finite من خلال تقديم أشكال تناقض التعريفات. لم يستطع أي معلم الإجابة على هذه الأسئلة. حيث لم يفهم ثلاثة منهم أسئلة البرهان غير المباشر، واثنان أجابا بأنهما لا يحبذان افتراض خطين، ومعلم واحد قال بأنه يجب إثبات أنه

من الممكن وجود خطين، وآخر أراد معرفة ما إذا كانت ∠ تشكل زاوية قائمة، ومعلم آخر قال أنه إذا وجد خطان فلا بد أن يكونا فوق بعضهما البعض، ولكنه لم يدرك لماذا يتم افتراض الخطين.

برزت أيضاً نتيجة لم تكن متوقعة، وهي وجود مستوى ما قبل المستوى الأساسي الأول لدى المعلمين؛ إذ أن هناك 13% من إجابات المعلمين على المفاهيم الهندسية لم تحقق أي مستوى من مستويات فان هيل. كما أن 70% من إجابات المعلمين الذين تعلموا هندسة في الثانوية العامة كانت أقل من المستوى الرابع، الأمر الذي يعني أن هؤلاء المعلمين غير قادرين على فهم الهندسة الشكلية/ الرسمية، كما أن التعليم الذي حصلوا عليه لم يؤهلهم للمستوى الرابع (Mayberry, 1983).

ويعتقد (Ahuja, 1996) بوجوب أن يحقق المعلم المستوى الثالث (العلاقات) كحد أدنى فهذا المستوى هو "جوهر الهندسة" كما سمته دينا فان هيل. في دراسة لاستكشاف التفكير الهندسي لدى معلمي ما قبل الخدمة في سنغافورة، وجد الباحث أن 66.2% تم تصنيفهم على مستويات فان هيل، و33.8% لم يصنفوا حسب اختبار فان هيل المستخدم في مشروع شيكاغو (1982). تمت الدراسة مع 145 معلم (71 دبلوم تربية، و45 رياضيات مع دبلوم تربية، و20 دبلوم عالي في التربية) باستخدام اختبارين كتابيين أحدهما اختبار فان هيل الذي تم تطويره في مشروع شيكاغو (Usiskin, 1982) والآخر هو اختبار يتكون من ثلاثة أسئلة هي:

1. اكتب خصائص متوازي الأضلاع كما كنت ستصفه لصديق عبر الهاتف؟
2. اكتب خصائص متوازي الأضلاع باستخدام اقل عدد خصائص ممكنة والتي من خلالها يمكن التعرف على الشكل؟
3. صف المربع باستخدام كلمة "متوازي الأضلاع".

جاءت نتيجة هذه الدراسة (Ahuja, 1996) متقاربة مع نتائج الدراسات التي تم تناولها سابقاً، وهي أن هناك ضعف عام في أداء المعلمين في الهندسة. ويبين الجدول 2–9 تصنيف المعلمين على مستويات فان هيل حسب اختبار Usiskin (معيار التصحيح 3 من 5، ومع استثناء المستوى الخامس):

الجدول 2–9: النسب المئوية لمستويات فان هيل التي حققها معلمو ما قبل الخدمة (Ahuja, 1996)

لم يصنفوا	**المستوى الأول**	المستوى الثاني	المستوى الثالث	المستوى الرابع
2.1	8.3	38.6	42.8	8.3

ومن نتائج هذه الدراسة أيضاً (Ahuja, 1996)، أن معظم المعلمين الذين صنفوا على المستوى الثاني كانوا لا يزالون يستخدمون لغة المستوى الأول. والعديد من هؤلاء المعلمين يعتقد أن متوازي الأضلاع يجب أن يكون مائلاً أو منحرفاً، وبما أن المربع ليس مائلاً، إذن فهو ليس متوازي أضلاع. بعضهم قال: "متوازي الأضلاع هو مستطيل مائل*"، "هو مستطيل منحرف oblique"، "المربع يشبه متوازي الأضلاع له أربعة أضلاع متساوية و4 خطوط مستقيمة"، "المربع له 4 أضلاع متوازية ومجموع زواياه

* أنظر نتائج تفكير الطلبة الفلسطينيين في الفصل الرابع من هذه الدراسة.

360 درجة"، "المربع هو متوازي أضلاع غير مائل تم تحريكه moved to face the front، "المربع ليس متوازي أضلاع لأن جميع أضلاعه متساوية".

أما المعلمون الذين صنفوا على المستوى الثالث، فهم يعرفون علاقات الاحتواء بين الأشكال؛ إلا أن أغلبهم لم يعرف الحد الأدنى من الخصائص المقبولة لتحديد الشكل. أمثلة: "المربع هو متوازي أضلاع زواياه 90 درجة"، "المربع هو نوع خاص من متوازي الأضلاع، أضلاعه متساوية وأقطاره متساوية".

كما وجدت الدراسة أيضاً (Ahuja, 1996) أن التفكير الهندسي يعتمد على خلفية الطالب في الرياضيات المدرسية، ويبدو أن الرياضيات التي تلقاها المعلمون في الهندسة هي ضعيفة. كذلك وجدت الدراسة أنه وبالرغم من أن معظم المعلمين حققوا مستويات تفكير عليا؛ إلا أن بعض أفكارهم لا زالت عند المستوى الأول، فهم لا يزالون يعتمدون على وصف المربع من خلال مظهره العام لا من خلال خصائصه.

فلسطينياً، أجريت دراسة هدفت الى التعرف على المفاهيم الخاطئة لدى معلمي الرياضيات للصفوف الثامن والتاسع والعاشر الأساسية، والتعرف على العوامل المؤثرة في شيوع هذه المفاهيم (أبو شرخ وآخرون، قيد النشر). وقد شملت الدراسة 105 معلمين، وتناولت ثماني مجالات في الرياضيات: الهندسة، الاقترانات والعلاقات، المجموعات، نظرية الأعداد، الجبر، الحساب، حل المعادلات، الاحتمالات. ومن أصل 39 سؤالاً أُختبر فيها المعلمون، كان نصيب الهندسة المستوية ثلاثة أسئلة فقط تناولت شبه المنحرف، ومفهوم الدائرة، وخصائص المستطيل، وقد وجدت الدراسة ما يأتي:

1. التعرف على شبه المنحرف: قُدّم للمعلمين ثلاثة أشكال أحدها شكل خماسي فيه ضلعين متوازيين، والآخر شبه منحرف، والثالث متوازي أضلاع مألوف. وسُئل المعلمون عن الأشكال التي يمكن تسميتها شبه منحرف. تضمنت الإجابة أربع خيارات. كانت النتائج كالتالي: 61% من المعلمين عرفوا شبه المنحرف، 39.1% لم يعرفوه، وثلث المعلمين تقريباً (35.2%) اختاروا متوازي الأضلاع.
2. معرفة مفهوم الدائرة: قُدّم للمعلمين شكل دائرة مع ثلاثة نقاط، إحداها هي مركز الدائرة، والثانية تقع على محيط الدائرة، والثالثة تقع خارج الدائرة. وسُئل المعلمون حول النقاط التي تنتمي للدائرة من خلال أربعة خيارات. كانت النتائج أن ثلثي المعلمين تقريباً (65.7%) يعرفون تعريف الدائرة، وربعهم (29.7%) يعتقد بأن النقاط التي تقع داخل الدائرة تنتمي للدائرة.
3. معرفة خصائص المستطيل: سُئل المعلمون حول تنصيف قطري المستطيل لبعضهما ولزوايا المستطيل عبر أربعة خيارات. كانت النتائج أن ثلثي المعلمين (67.6%) عرفوا أن قطري المستطيل "ينصفان بعضهما ولا ينصفان زوايا المستطيل"، وثلثهم (32.4%) يعتقد بأن قطرا المستطيل "ينصفان بعضهما وينصفان زوايا المستطيل"، ويعتقد هؤلاء المعلمون أن خصائص المستطيل هي مثل خصائص المربع.
4. لا يوجد فرق بين المعلمين في مجال تعليم الهندسة يعزى لمتغير المؤهل العلمي أو الجنس أو سنوات الخبرة أو حالة التدريس (يدرسون مرحلة أساسية فقط أو يدرسون مرحلة أساسية وثانوية).

جانب هام تم بحثه مع المعلمين، هو توجهات المعلمين وآرائهم حول الهندسة. فقد وجدت (Backe-Neuwald, 1997) أن المعلمين يرون أن الهندسة موضوع مهمش وقليل الأهمية. فمن خلال الإجابة على أسئلة مفتوحة (ضمن استبانة وزعت على 128 معلم) مثل "أعتقد أن تدريس الهندسة في المدارس الابتدائية هو ..."؛ أجاب بعض المعلمون بأن "الهندسة قليلة الأهمية لأنني لم أحبها عندما كنت صغيراً"، وبعضهم أجاب بأن الهندسة "موضوع مثير، ولكنه من الصعب تخيل ما يدور في أذهان الطلبة". وحول أسباب تجاهل الهندسة، يعتقد المعلمون أن أهم هذه الأسباب هي: سيطرة الحساب والمهارات الحسابية، والوقت وضغط المنهاج. بعض المعلمين ذكروا أن "المعلمين لا يمتلكون المعرفة الكافية اللازمة لتدريس الهندسة"، إذ ذكر 43% من المعلمين المبحوثين أنهم لم يتلقوا تعليماً كافياً في الهندسة، وأنهم تعلموا الموضوع تعلماً ذاتياً، و29% منهم درسوا الرياضيات قبل 20 سنة.

يتضح من الاستعراض السابق محدودية قدرات المعلمين في الهندسة، الأمر الذي يُشكل أحد الأسباب الرئيسة للضعف العام لدى الطلبة في موضوع الهندسة. ولكن ماذا عن الأسباب الأخرى لهذا الضعف لدى الطلبة؟ فكما ذكرنا سابقاً أن المعلم والمنهاج هما من الأسباب الرئيسة لهذا الضعف، وقد تناولنا وضع المعلمين أعلاه، وفيما يلي نتناول السبب الثاني وهو المنهاج.

ثالثاً- أنماط التفكير الهندسي في المناهج المدرسية:

يصف فان هيل (1999) سوء الفهم الحادث في تعليم الهندسة في المدارس كما يلي:

"اعتمدت الهندسة في المدارس الثانوية لفترة طويلة على هندسة المسلمات الشكلية التي وضعها إقليدس قبل 2000 عام (المسلمات، والتعريفات، والنظريات، والبراهين). وتُقدّم الهندسة في المناهج المدرسية بنفس طريقة المسلمات الإقليدية، وتفترض هذه المناهج أن الطلبة يفكرون بطريقة استدلالية شكلية أيضاً. ولكن الواقع ليس كذلك عادة، إذ يفتقد الطلبة الى فهم أساسي حول الهندسة؛ الأمر الذي يخلق فجوة بين مستوى تفكير الطلبة الهندسي الفعلي وبين ما هو متوقع أن يتعلموه." (ص 310)

معظم كتب الهندسة تقدم مواد تتلائم مع المستوى الرابع (البرهان) لفان هيل، وتحتوي على مسائل تتطلب قفزات من المستوى الأول الى الرابع دون وضع أسئلة تتطلب المستوى التحليلي أو البرهان غير الرسمي (Shaugnessy & Burger, 1985; Burger & Shaugnessy, 1986). ففي دراسة حول كيفية بناء وحدة "مبادئ الهندسة المستوية" في الصف الأول المتوسط [السابع] في السعودية، وجد الباحث أن هناك ارتباطاً بين محتوى الوحدة بالمستويين الأول والثاني لمستويات فان هيل، ولكن هناك "إهمالاً كبيراً للمستوى الثالث"، بالإضافة الى عدم مراعاة خاصية الانتقال بين المستويات (الحربي، 2003).

وقد وجدت بعض الدراسات أن أداء الطلبة في البرهان يتحسن بواسطة المعلم والمنهاج (Senk, 1989). ووجدت أخرى عدم وجود فرق بين أداء طلبة الصف الرابع

والسادس في موضوع الهندسة وبين مواضيع أخرى لا تغطيها المناهج تقريباً مثل التقدير والتقريب؛ الأمر الذي "يوحي بأن الهندسة لا تُدرّس في الصفوف بقدر كاف ولا تغطى مادتها أفقياً أو رأسياً" (كمال ومسعد، 1991). وقد كان منهاج الهندسة أحد الأمور التي تناولها مشروع كلية بروكلين (1980−1983)، حيث كان أحد أهداف المشروع دراسة منهاج الهندسة الأمريكي (من الروضة حتى الثامن) في ضوء نظرية فان هيل وتحديد مستوى التفكير المتضمن في الأنشطة الهندسية، وقد تم وضع الأسئلة التالية لتحقيق ذلك (Fuys, Geddes & Tischler, 1988):

1. ما هي مواضيع الهندسة التي تٌعلّم لكل صف؟ هل يُظهر اختيار المواضيع أية استمرارية في التدريس أو أي إثراء للخبرات الهندسية؟
2. ما هي مستويات فان هيل لمنهاج الهندسة في كل صف؟
3. هل تتسلسل مستويات فان هيل للمادة التعليمية مع مستوى الصف؟
4. هل توجد أية قفزات في مستويات فان هيل للمادة التعليمية سواء في الصف الواحد أو عند الانتقال من صف لآخر؟
5. هل يتناسق عرض مواضيع الهندسة مع المبادئ التعليمية لمستويات فان هيل؟

وتم اختيار ثلاث سلسلات للكتب الدراسية بناءً على مدى استخدامها في المدارس الأمريكية، وخاصة في مدارس العينة، حيث تم النظر إلى المفردات المستخدمة في الهندسة، وعدد الصفحات، والأهداف، وعدد الدروس، والأسئلة، وكيفية رسم الأشكال. فيما يلي بعض النتائج:

1. المفردات الهندسية: بلغ عدد المواضيع الهندسية في السلسلات الثلاث 152 موضوعاَ، بدءاً بموضوع واحد في الروضة حتى 121 موضوعاً للصف الثامن. ومن هذه المواضيع والمصطلحات ما يلي:

أ – التعرف على الأشكال: أمثلة (المربع، المثلث، المستطيل، متوازيات الأضلاع، الأشكال الرباعية، المعين، المثلثات بأنواعها).

ب – القياس: (الوحدات، المساحة، قانون المساحة، مساحة السطح والحجوم).

ت – الزوايا: (معنى الزاوية، الزاوية القائمة والحادة والمنفرجة، مجموع زوايا المثلث)، بالإضافة إلى مواضيع مثل الأشكال الرباعية، والدوائر، والتطابق والتشابه، والتماثل والخطوط، .... إلخ.

2. يوضح الجدول 2–10 النسب المئوية للدروس في السلسلات الثلاث التي تحقق مستويات التفكير الهندسي الثلاثة الأولى وهي 0، 1، 2:

الجدول 2–10: النسب المئوية للدروس التي تحقق مستويات تفكير هندسي 0، 1، 2 كحد أقصى (Fuys, Geddes & Tischler, 1988: 167)

الصف	السلسلة 1			السلسلة 2			السلسلة 3		
	0	1	2	0	1	2	0	1	2
روضة	100	0	0	100	0	0	100	0	0
1	100	0	0	100	0	0	100	0	0
2	100	0	0	100	0	0	100	0	0
3	95	5	0	88	12	0	92	8	0
4	96	4	0	71	29	0	75	25	0
5	71	29	0	65	35	0	85	15	0
6	80	20	0	55	45	0	60	40	0
7	58	37	5	67	33	0	43	57	0
8	66	20	14	29	68	3	19	63	18

3. بالنسبة لطريقة رسم الأشكال: لا تقدم السلسلات الثلاث أشكالاً غير ممثلة للمفهوم أو مخالفة له non-examples، الأمر الذي يؤدي إلى تشكيل مفاهيم بديلة misconceptions. وفيما يلي أمثلة لعرض المفاهيم:

أ - المربع (أو المثلث أو المستطيل): أحد أضلاع كل منها أفقي دائماً.

ب - المثلث: دائماً حاد الزوايا، ولا تظهر مثلثات بزوايا صغيرة جداً.

ت - الزاوية القائمة أو المثلث القائم الزاوية: أحد أضلاعها (أضلاعه) أفقي دائماً.

ث - خطوط التماثل دائماً أفقية أو عمودية.

ج - عند تطبيق قانون المساحة، تُرسم قاعدة المثلث أفقية، ويُرسم الارتفاع عمودياً.

يبدو أن تغير المشهد التعليمي-التعلمي هو أحد أهم العوامل اللازمة لتطوير التفكير الهندسي لدى الطلبة. إذ يجب أن يتعلم الأطفال خصائص وتفاصيل الأشكال ويناقشوها، كما أن المناهج التعليمية يجب أن تتضمن العديد من الأنشطة التي تشجع الطلبة على التجريب والبناء والنقاش والحوار فيما بينهم. كذلك يجب استخدام التكنولوجيا والكمبيوتر والمواد المحسوسة في تعليم وتعلم الهندسة (Clements, 1998).

وقد أفرد المجلس القومي لمعلمي الرياضيات NCTM في الولايات المتحدة الأمريكية جزءاً هاماً للمنهاج في "معايير المنهاج والتقييم" عام 1989، وفي "مبادئ ومعايير الرياضيات المدرسية" التي وضعها عام 2000، إذ كان المنهاج أحد المبادئ الأساسية الستة التي بُنيت عليها الرياضيات المدرسية؛ بالإضافة الى المساواة، والتعليم،

والتعلم، والتقييم، والتكنولوجيا. كما أشارت هذه المعايير الى أهمية الهندسة كمجال "طبيعي" لتطور تفكير الطلبة ومهارات التفسير لديهم (NCTM, 2000).

بعض الدراسات جمعت بين معايير NCTM ونظرية فان هيل للنظر الى المنهاج المستخدم (Whitman et al., 1997) و(ياسين، 2003). حيث قامت دراسة (Whitman et al., 1997) بتحليل ومقارنة مناهج الهندسة في الولايات المتحدة (استناداً الى معايير NCTM ونظرية فان هيل) مع منهاج مامبوشو[2] في اليابان. وهدفت الى معرفة مدى اختلاف تدريس الهندسة في البلدين بسبب محتوى المنهاج وإستراتيجيات التدريس. حيث تم تحليل ومقارنة كتب صفوف الروضة حتى السادس، ومقارنة الشكل والمحتوى (المفاهيم أو المهارات) وتقنيات طرح الأسئلة، ومن ثم مقارنة المنهاجين حسب مستويات فان هيل. وقد وجدت هذه الدراسة أن هناك فرقاً يقارب العامين بين نتائج طلبة هاواي واليابان لصالح اليابان لأن منهاج الهندسة الياباني أكثر تقدماً وأكثر قوة من نظيره الأمريكي، وبسبب أساليب التدريس. إذ يعتمد التدريس في اليابان على حل المشكلات Problem-Solving Teaching Method، الأمر الذي يمكن الطلبة من الوصول إلى مستويات تفكير أعلى.

فقد تمت مراقبة حصص تدريسية في كل من البلدين في موضوع تطابق المثلثات تم فيه تقديم مفاهيم الاستدلال والبرهان الرياضي، ولمدة 13 يوماً في هاواي، وثمانية أيام في اليابان. تمت التجربة مع 13 طالباً فوق المتوسط من الصف العاشر في هاواي، و40

---

[2] منهاج اليابان الرسمي الذي وضعته الحكومة اليابانية، ويحتوي جميع المواضيع وطرق التدريس.

طالباً من الصف الثامن فوق المتوسط أيضاً في اليابان، وكان المعلمون ذوي قدرة عالية في الرياضيات في كلا البلدين. تم تصوير الحصص بالفيديو وترميز الكاسيتات وتحليلها وقد كان المعيار للترميز هو مدى ارتباط تعليم المعلمين بمراحل فان هيل للتدريس وبمستويات التفكير الهندسي لدى الطلبة. حيث تم اعتماد ترميز (Hoffer, 1994) كما ورد في الدراسة (Whitman et al., 1997) لتحديد مستويات التفكير الهندسي للطلبة، ومرحلة التدريس التي يستخدمها المعلم. وقد تكون مرحلة التدريس واحدة من المراحل الخمسة التالية:

1- الدراية/ الإلمام (Familiarization): حيث يصبح الطالب مُلماً بالمجال.
2- الإعداد الموجه: يتمكن الطالب من اكتشاف كيف تتشكل العلاقات.
3- التعبير اللفظي (Verbalization): يصبح الطالب واعياً بالعلاقات ويحاول التعبير عنها لفظياً بدرجة أكثر دقة، أي يتعلم الطلبة اللغة التقنية للموضوع.
4- الإعداد/ التوجه الحر: الطلبة أكثر قدرة على إيجاد شبكات العلاقات.
5- التكامل: يمتلك الطلبة نظرة شمولية للموضوع.

في هاواي، يعلم المعلم عند المرحلة الثانية، بينما كان التفكير الهندسي للطلبة عند المستوى الرابع. أما في اليابان، فقد كان تفكير الطلبة الهندسي عند المستوى الرابع والخامس، واختلفت مرحلة التدريس للمعلم عن مراحل هوفر Hoffer المذكورة حيث

ترددت بين المرحلة الثالثة والخامسة مع اختلاف الترتيب أيضاً. بشكل عام اعتمد التدريس في اليابان على حل المشكلات Problem-Solving Teaching Method، الأمر الذي يمكن الطلبة من الوصول إلى مستويات تفكير أعلى.

وقد تمت مقارنة منهاج الهندسة في بريطانيا مع نظيره في اليابان بالإضافة الى ولايات/مدن أو دول من العالم هي فرنسا، ومدينة ألمانية، وهولندا، وأونتاريو (كندا)، وبولندا، وسنغافورة، ومدينة سويسرية (Hoyles, Foxman & Küchemann, 2002). ركزت هذه الدراسة على التشابهات والاختلافات في هذه المناهج للفئة العمرية من 11 الى 16 عاماً، حيث شملت المقارنة المحتوى، وعلى أي المفاهيم الهندسية يتم التركيز، وعلى تطور المنهاج، وعلى العمر الذي تُقدم إليه مفاهيم معينة. وقد وجدت هذه الدراسة ما يأتي:

- توفر جميع مناهج الرياضيات في هذه الدول أساسيات الهندسة كالزوايا والقياس، ولكن هذه المناهج تختلف في مقدار ما تقدمه وعلى ماذا تركز، مثل التطبيق العملي للهندسة الذي برز في المنهاج الهولندي، وكان ذا طابع نظري أكثر في المناهج اليابانية والألمانية، والفرنسية.
- يلعب مفهوم التطابق دوراً مركزياً في تعليم الهندسة الإقليدية (المستوية والفضائية)، وأيضاً هناك دور كبير للتشابه والتحويلات الهندسية.

- تختلف مناهج الدول حول البرهان: بعضها يقدمه صراحة من خلال الخصائص والعلاقات التي يمكن من خلالها القيام باستدلالات بسيطة؛ وبعض الدول لا تقدمه. وبشكل عام يقدم البرهان دائماً بواسطة مفاهيم التطابق والتشابه ولكن ليس عبر التحويلات. وفي بعض الدول يُطلب "اكتشاف" البرهان أو تشكيله، وفي مناهج دول لم يذكر البرهان على الإطلاق.
- مقارنة مع منهاج بريطانيا، هناك تركيز أعلى لدى جميع الدول على الإنشاءات الهندسية ثنائية وثلاثية الأبعاد، والتصور والعمل المحسوس.
- هناك تغير مستمر في منهاج الهندسة في معظم هذه الدول دون معرفة السبب وراء ذلك؛ الأمر الذي يحتاج مزيداً من البحث لمعرفة السبب.
- رغم تأكيد غالبية الدول على ضرورة دمج الكمبيوتر والتكنولوجيا في تعليم الهندسة؛ إلا أن ذلك لم يظهر إلا قليلاً، ولا يبدو واضحاً حتى الآن كيف سيتم هذا الدمج. هذا الموضوع يحتاج الى مزيد من البحث.

أما دراسة (ياسين، 2003) فقد جمعت بين نظرية فان هيل ومعايير NCTM والمنهاج الياباني للنظر الى منهاج الهندسة الفلسطيني. ووجدت الدراسة أن المنهاج الفلسطيني لا يولي اهتماماً كافياً بالهندسة ثلاثية الأبعاد، ويقدم موضوع البرهان الهندسي مبكراً للطلبة، ويكثف موضوع هندسة التحويلات مقارنة بمعايير NCTM والمنهاج الياباني. وحول توافق أهداف وأنشطة منهاج الهندسة الفلسطيني مع مستويات فان هيل،

وجدت (ياسين، 2003) أن أهداف المنهاج الفلسطيني للصفوف الأول حتى التاسع الأساسي لم تتدرج حسب مستويات فان هيل، وأن المنهاج الفلسطيني:

"ركز على طرح أهداف وأنشطة ضمن مستوى (0) ومستوى (1) من الصف الأول وحتى السابع. وطرح بعض الأهداف ضمن مستوى (2) الاستنتاج غير الرسمي، وهذه ليست كافية (..) وتتضح القفزة السريعة بين أهداف الصف السابع وأهداف الصف الثامن بالنسبة لمستوى (3) الاستنتاج الرسمي" (ص 132-133)

حتى هنا نكون قد تناولنا تفكير الطلبة الهندسي عبر الدراسات التي تناولناها والتي أظهرت الضعف الشديد لدى الطلبة في معظم الدول. وقد تعرضنا لأسباب هذا الضعف عبر فحص تفكير المعلمين الهندسي وقدراتهم في موضوع الهندسة، وكذلك الكتب المدرسية التي يتعلم الطلبة من خلالها الهندسة، واكتشفنا الى حد بعيد أسباب ضعف الطلبة في الهندسة. ويبقى السؤال هل يمكن تطوير تفكير الطلبة (والمعلمين) الهندسي؟ وهل يمكن تحسين نوعية المناهج التي يتعرض لها الطلبة أو التأهيل/التدريب الذي يتلقاه المعلمون الطلبة من أجل رفع مستويات تفكيرهم الهندسي؟ هذا ما سنقوم بتناوله في الجزء المتبقي من هذا الفصل، بالإضافة الى استعراض بعض الدراسات التي تناولت تطوير أدوات لقياس التفكير الهندسي لدى الطلبة والمعلمين في سياق البحث حول تحسين هذا التفكير.

رابعاً- تطوير التفكير الهندسي لدى الطلبة:

كما ذكرنا سابقاً فقد أكدت بعض الدراسات على أن الطالب يبقى محتفظاً بمستوى التفكير الخاص به ما لم يُفعّل أو يُنشّط، وهذا دليل على أهمية استخدام الأنشطة لتطوير التفكير، وكذلك على أن مستويات التفكير لا تعتمد على العمر والنضج، إذ يؤدي العمل من خلال أنشطة إلى انتقال الطلبة من مستوى تفكير لآخر (Fuys, Geddes & Tischler, 1988).

بحسب فان هيل 1978 كما ورد في (Clements et al., 1999)، يفشل الطلبة في الوصول إلى المستوى الثالث-التحليل في تعلم الهندسة لأنهم لا يتعرضون لمشكلات هندسية خلال سنوات تعليمهم الأولى. وكما ورد في نفس المصدر، فإن الفترة الطويلة للبطالة/الكسل الهندسي في الصفوف الأولى للمدرسة تؤدي إلى أطفال محدودين هندسياً. إذ يصبح الأطفال قادرين على أداء المهام المدرسية الهندسية عندما يكتسبون مهارات التفكير وامتلاك الحس الهندسي والمكاني (Clements & Sarama, 2000).

وقد ذكر المجلس الوطني لمعلمي الرياضيات (NCTM, 2000) أن معايير الهندسة لطفل ما قبل الروضة حتى الصف الثاني عشر تشمل أربع قضايا أساسية هي: التعرف على الأشكال وخصائصها، الموقع location والعلاقات المكانية، التحويلات والتماثل، والتصور visualization. وتتوقع هذه المعايير أن يتمكن طلبة ما قبل الروضة حتى الصف الثاني عشر من:

أ – تحليل خصائص الأشكال الهندسية المستوية (ذات البعدين) والمجسمة (الثلاثية الأبعاد) وأن يطوروا عبارات/ ادعاءات رياضية حول العلاقات الهندسية.

ب –تحديد مواقع ووصف علاقات مكانية باستخدام إحداثيات هندسية أو أي نظم تمثيلية أخرى.

ج –تطبيق تحويلات واستخدام التماثل لتحليل مواقف رياضية.

د – استخدام التصور، والاستدلال المكاني، والنمذجة الهندسية لحل مشكلات.

واعتبر NCTM أن "التصور المكاني spatial visualization– أي بناء ومعالجة تمثيلات ذهنية لأجسام ثنائية وثلاثية الأبعاد، ورؤية جسم من زوايا رؤية مختلفة– هي مظهر هام للتفكير الهندسي" (NCTM, 2000). فالهندسة هي:

> "دراسة الفضاء أو الشكل. نحن ندرس الأجسام المكانية كالخطوط المستقيمة، والأشكال والشبكات؛ والعلاقات كالتساوي في القياس والتوازي؛ والتحويلات الهندسية كالانقلاب والدوران. يتضمن التفكير المكاني بناء ومعالجة تمثيلات ذهنية لهذه الأجسام والعلاقات والتحويلات". (Clements, 1998: p. 3)

وفي تقرير لمجموعة عمل الهندسة من الجمعية البريطانية للبحث في تعلم الرياضيات[3] خلال اجتماعها في حزيران 1998 (Jones, & Bills, 1998) حول أثر التصور visualization والتخيل imagery في التفكير الهندسي وفي تعلم الرياضيات بشكل عام – يذكر التقرير أن ثلاث عمليات تصاحب التفكير/الاستدلال الهندسي كما اقترحها دوفال Duval، وهي: (أ) التصور visualization، (ب) الإنشاء

[3] The British Society for Research into Learning Mathematics (BSRLM)

construction، (ج) الاستدلال أو التفكير وخاصة العمليات المنطقية الاستطرادية discursive من أجل توسيع المعرفة والتوضيح والبرهان. وفي تقرير سابق لنفس المجموعة أواخر شباط 1998 تحت عنوان "أطر عمل نظرية لتعلم التفكير الهندسي" (Jones, 1998) – تناول التقرير ثلاث أطر عمل لتعلم التفكير الهندسي وهي: نظرية فان هيل، ونموذج دوفال Duval الإدراكي (الذي تناولناه أعلاه)، ونظرية فيشبين Fischbein للمفاهيم الشكلية figural concepts.

لقد لاحظ فيشبين أن الشكل الهندسي geometrical figure يمتلك خصائص مفاهيمية وشكلية، وحسب قوله (1993) كما ورد في (Jones, 1998) فإن "الشكل الهندسي يمتلك خاصية لا تمتلكها المفاهيم العادية، فهي تشمل خاصية التمثيل الذهني للفضاء". وأن جميع الأشكال الهندسية تمثل بنى ذهنية لها خصائص مفاهيمية وشكلية، لذا فإن التفكير الهندسي يتميز من خلال التفاعل بين هاتين الخاصتين (المفهوم والصورة/الشكل).

ومن أجل تطوير التفكير الهندسي لدى الطلبة، لابد أن يتعلم الأطفال خصائص وتفاصيل الأشكال ويناقشوها، ولابد أن تتضمن المناهج التعليمية العديد من الأنشطة التي تشجع الطلبة على التجريب والبناء والنقاش والحوار فيما بينهم (Clements, 1998). لقد تم تطبيق برنامج تدخل تعليمي (2000–2002) لطلبة المرحلة الابتدائية (الصف السادس) في جنوب أفريقيا من خلال مجموعة ضابطة وأخرى تجريبية، وذلك لتقييم أثر استراتيجيات تدريس مختلفة على التفكير الهندسي (King, 2001). وقد أظهرت النتائج

الأولية (الجدول 2–11) أن برنامج التدخل أدى الى أثر إيجابي وملموس في أداء طلبة المجموعة التجريبية.

وتم استخدام اختبار قبلي وبعدي، واختبار مجموعة ضابطة ثانية من الصف السابع للمقارنة، بالإضافة الى أخذ ملاحظات وعقد مقابلات مع بعض الطلبة وبعض المعلمين ذوي العلاقة. هدف الاختبار الى قياس المستويين الأول والثاني من مستويات فان هيل، وتناولت أسئلته المضلعات مع اهتمام خاص بالمثلثات والأشكال الرباعية. خلال العمل مع المجموعة التجريبية، تم تقديم مفاهيم هندسية مختلفة باستخدام توجهات وطرق متعددة مثل العمل التطبيقي Hands-on؛ واستخدام استراتيجيات تدريس مختلفة مثل العمل الفردي، والعمل ضمن مجموعات، والنقاش الجماعي، ومن أمثلة الأنشطة: التصنيف، التجميع، الرسم، تكوين أشكال جديدة.

الجدول 2–11: النسب المئوية لأداء الطلبة في المجموعة التجريبية في بعض المفاهيم (King, 2001)

		اختبار قبلي	اختبار بعدي	اختبار بعدي متأخر
1	التعرف على المربعات	74	91	100
2	التعرف على المثلثات	43	51	63
3	قياس الزاوية القائمة	11	63	60
4	التعرف على نصف قطر الدائرة	3	51	66
5	حساب محيط شكل رباعي	17	31	57

يمكن اعتبار الأسئلة الثلاثة الأولى كأمثلة على المستوى الأول من التفكير الهندسي لفان هيل الذي يتطلب الإدراك البصري. أما الأسئلة التي تتطلب مستويات أعلى أو مفاهيم متقدمة مثل الخطوط المتوازية وتفسيرها؛ فلم يكن أداء الطلبة فيها ملحوظاً.

أما حول أثر استخدام مناهج مطورة على التفكير الهندسي للطلبة، فقد تناولت دراسة (Carroll, 1998) أثر "برنامج الرياضيات اليومية" ضمن "مشروع جامعة شيكاغو للرياضيات المدرسية" (UCSMP) الذي يركز على مناهج صفوف الروضة حتى السادس بما فيها الهندسة، حيث تستخدم الأنشطة العملية وحل المشكلات. حاولت الدراسة مقارنة المعرفة الهندسية لطلبة الصفين الخامس والسادس المشاركين في منهاج UCSMP مع معرفة طلبة يتعرضون لمنهاج تقيلدي، وخلال هذه المقارنة تم تشخيص مستوى التفكير الهندسي لكل طالب حسب فان هيل من خلال الإجابة على سؤال "ما مستوى التفكير الهندسي الذي يمكن أن يحققه الطالب في صف عادي إذا تم تطوير المنهاج؟"

تكونت عينة الدراسة من عشرة صفوف (6 سادس، 4 خامس) تعرضوا لمنهاج UCSMP منذ الروضة (المجموعة التجريبية)، ومثلهم تماماً تعرضوا لمنهاج عادي (المجموعة الضابطة للمقارنة)، وتم فحص جميع الطلبة أول العام الدراسي وفي نهايته من خلال اختبارين كتابيين متماثلين، احتوى كل منها 27 سؤال: 21 منها تقيس مستويات التفكير الهندسي الثلاثة الأولى، بالإضافة الى سؤالين مفتوحين لكل مستوى تتطلب كتابة تفسير، ولم تقس الدراسة المستويين الرابع والخامس. وكانت أعداد الطلبة المشاركين: 76 من الصف الخامس، و 109 من السادس (طلبة UCSMP؛ و91 من الصف الخامس، و 137 من السادس (منهاج تقليدي).

لقد كانت معظم النتائج في صالح طلبة UCSMP في الاختبارين القبلي والبعدي، حتى أن طلبة الخامس في منهاج UCSMP حققوا نتائج أفضل من طلبة السادس في المنهاج التجريبي على كل من الاختبارين، وحتى على مستويات فان هيل، مثلاً 20% من الصف الخامس، 29% من السادس UCSMP حققوا مستوى الثالث، بينما 7% فقط من طلبة الصف السادس من المنهاج التقليدي حققوا هذا المستوى (الجدول 2-12).

الجدول 2-12: النسب المئوية لطلبة المجموعتين حسب مستويات فان هيل في الاختبارين (Carroll, 1998)

المجموعة	أقل من المستوى 0		المستوى 0		المستوى 1		المستوى 2	
	قبلي	بعدي	قبلي	بعدي	قبلي	بعدي	قبلي	بعدي
خامس تقليدي	78	46	18	41	2	13	1	0
خامس UCSMP	34	18	31	32	26	30	9	20
سادس تقليدي	51	25	31	33	18	35	0	7
سادس UCSMP	26	6	28	31	35	35	11	29

وبالإضافة الى فحص مدى تطور التفكير الهندسي لدى الطلبة جرّاء استخدام مناهج مطوّرة، فحصت دراسة (Mistertta, 2000) توجه الطلبة نحو الهندسة، إذ وجدت أن حوالي 61% من طلبة العينة (23 طالباً) يشعرون بان الهندسة هي موضوع صعب وأنهم مضطرون لحفظ العديد من المعادلات والنظريات بدون فهم، ولا يستخدمون وسائل تعلمية غير القلم والورقة. تصف هذه الدراسة محاولة تجريبية لتدريس وحدة هندسة مساعدة/إكمالية supplementary هدفت الى رفع مستويات فان هيل للتفكير الهندسي

لمجموعة من طلبة الصف الثامن (23 طالب) من خلال جعلهم خبراء/ مهرة في استخدام مهارات التفكير العليا.

وقد تم العمل مع الطلبة من خلال اختبار كتابي قبلي وآخر بعدي (يقيسان المستويات الثلاثة الأولى فقط)؛ واستبانة تقيس توجهات الطلبة نحو الهندسة قبل وبعد تعلمهم الوحدة التعليمية؛ بالإضافة الى مقابلات فردية استغرقت كل منها 30 دقيقة من أجل التعمق في تفكير الطلبة وتوجههم نحو الهندسة. تم تطبيق الوحدة التعليمية لمدة شهر، وتضمنت العديد من الأنشطة والدروس التي تتطلب تفكيراً حسب المستوى الثالث لفان هيل.

أظهرت النتائج ضعف الطلبة في الوصول الى المستوى الثاني والثالث قبل تطبيق الوحدة، حيث أنهم لا يمتلكون فهما واضحا للمساحة ويخلطون بينها وبين المحيط، وعدم تمكنهم من إيجاد مساحة أشكال غير منتظمة، وضعف في تسمية ووصف وربط الأشكال مع بعضها، وعدم تمكنهم من وضع الخصائص الكافية للمربع، مثل القول أن "المربع له أربعة أضلاع متساوية، وأربع زوايا متساوية، وأربع زوايا قائمة"، أي وضع معلومات غير ضرورية – أحد صفات مستوى فان هيل ما قبل الثاني. كذلك لم يدرك الطلبة العلاقات بين الأشكال الرباعية (هل جميع المربعات هي مستطيلات ام العكس).

أما بعد الامتحان البعدي، فقد أظهرت النتائج (الجدول 2–13) أن الوحدة التعليمية نجحت في رفع مستويات التفكير الهندسي لدى الطلبة.

الجدول 2-13: مستويات فان هيل التي حققها الطلبة حسب الاختبار القبلي والبعدي (Mistertta, 2000: 377)

	المستوى 0 عدد (%)	المستوى 1 عدد (%)	المستوى 2 عدد (%)	غير مصنفين عدد (%)
اختبار قبلي	5 (22)	7 (30)	3 (13)	8 (35)
اختبار بعدي	1 (4)	6 (26)	16 (70)	0 (0)

كذلك أصبحت الهندسة موضوعاً ممتعاً ومثيراُ، وأسهل بعد تطبيق الوحدة كما ظهر من الاستبانة البعدية. كما بينت المقابلات أن الطلبة امتلكوا فهماً افضل للتمييز بين الأبعاد والمساحة، وأصبحوا أكثر تقديراً لدور الهندسة في الحياة العملية، كما طوروا استراتيجيات لإيجاد مساحة الأشكال غير المنتظمة، وفهماً افضل لخصائص الأشكال.

بالإضافة الى تطوير المناهج التعليمية المستخدمة في تعليم الطلبة، يجب استخدام التكنولوجيا والكمبيوتر والمواد المحسوسة في تعليم وتعلم الهندسة (Clements, 1998)، ويرى (Battista, 2002) أن تعلم الهندسة في بيئة محوسبة computerized يساعد الطلبة على بناء نماذج ذهنية لأفكارهم حول الأشكال، وتزيد نمو وفهم الطلبة للنظام المفاهيمي المبني على الخصائص المستخدم في الهندسة لتحليل الأشكال. كما أن هذه البيئة تشجع انتقال الطلبة إلى مستويات تفكير هندسي أعلى بدلا من تذكر خصائص الأشكال.

أثر التكنولوجيا ولغة لوغو على التفكير الهندسي:

تشير العديد من الدراسات أن استخدام التكنولوجيا في تعلم الهندسة (والرياضيات بشكل عام) له أثره الإيجابي الواضح (أنظر مثلاً: Battista & Clements, 1988;

Clements, 1988; Hershkawitz et al., 2002; Clements, 1999; Battista & Clements, 1990; Clements & Saram, 2002; Clements, 2001; NCTM, 2002)، بالإضافة الى (خصاونة والغامدي؛ 1998، أبو ريا وحمدي، 2001؛ الحازمي، 1995). حتى أن السؤال نفسه (حول أثر التكنولوجيا في التعليم) لم يعد قيد التساؤل (Clements, 1999).

إذ يرى (Battista & Clements, 1988) أن استخدام الكمبيوتر يوفر توجهاً بنائياً للتعلم، ويوفر تعلّماً بواسطة حل المشكلات من خلال تشكيل إجراءات وتصحيحها وتعديلها، بمعنى أن الكمبيوتر يشجع الطلبة على بناء شبكات معرفية وتطوير عمليات ذهنية. وبحسب (Papert, 1980)، كما ورد في (Clements, 1999)، يسمح الكمبيوتر أو يجبر الطفل على إظهار توقعاته الحدسية، الأمر الذي يمكننا من معرفة كيف يفكر الطفل، كما أن التكنولوجيا تستطيع تغيير طريقة تفكير الأطفال، وماذا يتعلمون وكيف يتفاعلون مع زملائهم والكبار.

وتسهّل الأنشطة المحوسبة تعلّم الأطفال لمهارة قراءة الاتجاهات والخرائط. حيث يجرد الأطفال ويعممون الاتجاهات والقياسات من خلال العمل على أنشطة محوسبة تتطلب منهم توجيه سيارة أو حيوان حول شاشة الكمبيوتر، وتزودهم ردود فعل البرنامج (الصوت مثلاً) بتغذية راجعة ذات معنى بالنسبة لهم (Clement & Sarama, 2000).

وقد وجدت دراسة حالة (Choi-Koh, 2001) لطالب واحد في الصف السادس أن البيئة المحوسبة تساعد على بناء روابط بين المظاهر الحدسية والتحليلية للإجراءات والكيانات objects الرياضية والتي هي أساس للتجريد. إذ تم العمل على استكشاف

مستوى تفكيره الهندسي وفهم عمليات تطور هذا التفكير حسب فان هيل وبرنامج كمبيوتر في موضوع المثلث (القائم، متساوي الساقين، متساوي الأضلاع). استغرقت الدراسة 21 ساعة عمل، ساعتان منها كانتا للاختبار القبلي والبعدي، والبقية كانت للعمل على مفاهيم هندسية ضمن تسع وحدات، مثل التعرف على خصائص المثلثات أو العلاقات بين المثلثات. وجدت هذه الدراسة (Choi-Koh, 2001) أن هناك تحسناً ملحوظاً طرأ على التفكير الهندسي للطالب (الجدول 2–14) كالتالي:

الجدول 2–14: مستويات فان هيل للطالب في الاختبارين القبلي والبعدي (Choi-Koh, 2001: 304)

المفهوم	المستوى	
	الاختبار القبلي	الاختبار البعدي
المثلث القائم	3–2	4
المثلث متساوي الساقين	2–1	4
المثلث متساوي الاضلاع	3–2	4

1–2 تعني أن الطالب عند المستوى الأول ولكنه يمتلك بعض خصائص المستوى الثاني، وهكذا بالنسبة للثاني والثالث (2–3).

كذلك يساعد الكمبيوتر على تمكين الأطفال من القيام بمعالجات manipulative أكثر قوة وأكثر مرونة، ويساعد على تشكيل صور ذهنية دقيقة للأشكال. على سبيل المثال، أثناء عمل طفل على رسم مستطيل باستخدام لوغو، فإنه يضطر الى تحليل الموقف (رسم المستطيل) والدخول في تفاصيل المستطيل، ويساعده على ربط معرفته السابقة بأفكار رياضية جديدة أكثر وضوحاً، كما تساعده على ربط الأشكال البصرية مع

الأعداد. والأكثر أهمية هنا أن الطفل نفسه يتعرض لمشكلات يقترحها هو بنفسه أثناء العمل ويحاول حلها ويستقبل تغذية راجعة حول أفكاره (Clement, 1999).

وتسهّل لغة لوغو الانتقال من الخبرة المحسوسة للأفكار الهندسية الى الاستدلال المجرد، أي تذويت الفعل المادي وتحويله الى فعل ذهني، مثال بدء تعلم لوغو من خلال تمثيل السلحفاة بالمشي ومن ثم الانتقال الى العمل مع السلحفاة على الكمبيوتر (Battista & Clements, 1988). وحسب تايلور (Tylor, 1980) كما ورد في (Battista & Clements, 1988)، فإن تعلم الهندسة من خلال لوغو تجعل الطلبة كالرياضيين بدلاً من كونهم يتعلمون الرياضيات فقط عندما يتعلمون الهندسة بدون لوغو. كما تساعدهم لوغو على أن ينتقلوا الى مستويات تفكير أعلى في الهندسة. كذلك فإن العمل على لوغو يجعل الطلبة يتبادلون معارفهم الحدسية وأن يحسّنوا من هذه المعرفة مما يجعلهم يتقدمون أسرع الى مستوى فان هيل الثالث (التحليلي) ومن ثم الى المستوى الرابع.

كذلك تساعد لوغو الطلبة على تشكيل مفاهيم مجردة ومتماسكة أكثر، واكتشاف واختراع نماذج وأفكار رياضية بطريقة فاعلة، من خلال تشجيعهم على تعريف أهدافهم واستراتيجياتهم قبل بدء العمل، وأن يضعوا عدة تمثيلات ويتخذوا القرارات التي تمثل مهارات حل مشكلات لا يتم تعليمها في المدراس. (Battista & Clements, 1988; Battista & Clements, 1990)

ويراجع "يوسف" (Yusuf, 1994) العديد من الدراسات السابقة التي تؤكد على أهمية لغة لوغو وأثرها على تطبيق المعرفة الرياضية، وبناء الأشكال الهندسية، وحل

المشكلات، والتفكير الهندسي، مما جاء في هذه الدراسات: بعض الأنشطة الرياضية التي تزودها لغة لوغو هي هندسية بطبيعتها (Thompson & Van de Walle)؛ لغة لوغو فعالة لتطوير التفكير الهندسي قبل البرهان (Lehrer, Randle, & Sancilio)؛ وتُثري قدرة الطلبة على بناء المفاهيم الهندسية، وتطوير تفكيرهم الهندسي (Clements & Battista).

وقد قام (Yusuf, 1994) بدراسة لاستكشاف أثر لغة لوغو على إدراك المفاهيم الأساسية الأربعة في الهندسة (النقطة، الشعاع، الخط، القطعة المستقيمة)، وفحص إمكانية إدماج لغة لوغو في منهاج الهندسة من خلال العمل مع 32 طالباً (16 ذكراً، 16 أنثى) في الصفين السابع والثامن، تم تقسيمهم الى مجموعتين: ضابطة وتجريبية. تضمن العمل مع المجموعة التجريبية (16 طالباً: 10 إناث، 6 ذكور) تم تعليمهم من خلال لغة لوغو سواء البرمجة أو التعامل مع المفاهيم الأربعة باستخدام لوغو، واستخدام الكمبيوتر وأنشطة عدة أثناء العمل مع هذه المجموعة. أما المجموعة الضابطة (6 إناث، 10 ذكور) فقد تم تعليمهم بطريقة المحاضرة والكتب المقررة دون استخدام الكمبيوتر. وقد أمضت كل مجموعة 200 دقيقة حيث قام معلمهم بتدريس المجموعتين. كما تمت مقابلة جميع الطلبة في كل من المجموعتين قبل وبعد التجربة لاستكشاف أي تغير في عملية التفكير وعملية بناء المفهوم لكل من المفاهيم الأربعة الأساسية (مدة المقابلة 15 دقيقة). كان تقييم هؤلاء الطلبة حسب معلمهم: 5 فوق المتوسط، 6 متوسط، 5 تحت المتوسط في كل مجموعة.

أظهرت النتائج أن الطلبة يتعلمون الهندسة عندما يشعرون بالاستمتاع والإثارة والاهتمام، وتوفر لغة لوغو والتعلم باستخدام الكمبيوتر هذه الأجواء. وحول مستويات التفكير الهندسي، أظهرت النتائج أن معظم الطلبة حققوا المستوى الأول قبل التجربة. أما بعد التجربة، فقد حقق 14 طالباً من المجموعة التجريبية (87.5%) المستوى الثالث، بينما حقق طالب واحد فقط من المجموعة الضابطة المستوى الثاني.

وهدفت دراسة مماثلة الى تقصي أثر استخدام بيئة لوغو في تعلم المفاهيم الهندسية ومدى تطور مستويات التفكير الهندسي لدى طالبات الصف الثامن من خلال تطوير مادة تعليمية (الخصاونة والغامدي، 1998). حيث تم تقسيم 40 طالبة من الصف الثامن الى مجموعتين ضابطة وتجريبية متساويتين في العدد، وطورت مادة تعليمية لكل مجموعة تم تعليمها للمجموعة التجريبية باستخدام لغة لوغو، وباستخدام أسلوب "قلم وورقة" للمجموعة الضابطة. واحتوت هذه المادة أنشطة على مفاهيم هندسية أساسية مثل: النقطة، الشعاع، المربع، المستطيل، المثلث، وبعض الخصائص مثل مساحة المثلث .. الخ. وتم اختبار الطالبات قبل وبعد التجربة لقياس مستويات التفكير الهندسي الثلاثة الأولى باستخدام اختبار مستويات التفكير في الهندسة، واختبار التحصيل في الهندسة. وأظهرت النتائج أن:

- جميع الطالبات صنفن قبل التجربة، على المستوى الأول أو دونه، وبعد التجربة حققت طالبتان فقط من المجموعة الضابطة المستوى الثالث، بينما حققت 70% من طالبات المجموعة التجريبية هذا المستوى (الجدول 2-15).
- أداء طالبات المجموعة التجريبية (في التحصيل وفي مستويات التفكير الهندسي) تحسّن مقارنة بالطالبات اللواتي لم يتعرضن لبيئة لوغو.

الجدول 2–15: توزيع طالبات الصف الثامن (الضابطة والتجريبية) على مستويات فان هيل قبل وبعد استخدام لغة لوغو (الخصاونة والغامدي، 1998)

	مستويات فان هيل قبل التجربة عدد (%)				مستويات فان هيل بعد التجربة عدد (%)			
	أقل من 0	0	1	2	أقل من 0	0	1	2
الضابطة	10 (50)	10 (50)	–	–	0 (0)	10 (50)	8 (40)	2 (10)
التجريبية	7 (35)	13 (65)	–	–	0 (0)	1 (5)	5 (25)	14 (70)

كذلك يسهّل الكمبيوتر التفاعل الاجتماعي والتفاعلات المعرفية الإيجابية (Clements, 1987) كما ورد في (Clements, 1995)، ويتغير دور الكبار والأهالي والمدارس والمعلمين، بحيث يصبح هذا الدور داعماً ومسانداً وموجهاً لتعلم الأطفال. وكما يعتقد (Papert, 1998) فإن طبيعة المدرسة ستتغير لتتلاءم مع التكنولوجيا، وسيضطر المعلمون للتعرف أكثر على التكنولوجيا والإنترنت بشكل خاص لأن طلبتهم يسبقونهم الى هذه المعرفة ويجلبونها معهم الى المدرسة والصف.

لقد هدفت معظم محاولات تطوير التفكير الهندسي للمعلمين و/أو المناهج المدرسية وطرق التدريس– الى تطوير التفكير الهندسي للطلبة بشكل رئيسي كما تبين في مراجعة الأدبيات حتى الآن (Fuys, Geddes & Tischler, 1988; Yusuf, 1994; Carroll, 1998; Mistertta, 2000)، (الخصاونة والغامدي، 1998). كما أوصت العديد من الدراسات بضرورة الاهتمام بتطوير أدوات لقياس التفكير الهندسي حسب فان هيل (Usiskin, 1982; Fuys, Geddes & Tischler, 1986; Burger & Shaugnessy, 1986; Gutiérrez & Jaime, 1998).

خامساً- تطوير أدوات بحث لتقييم أو قياس التفكير الهندسي:

تناولت الدراسات التي أجريت لفحص التفكير الهندسي للطلبة (أو للمعلمين) نموذج فان هيل نفسه كنظرية، ومدى نجاعة هذه النظرية في وصف التفكير الهندسي أو تعلم الهندسة عند الطلبة. وقد أجمعت معظمها على أن نظرية فان هيل تشكل إطاراً نظرياً يمكن استخدامه لتفسير كيفية تعلم الطلبة للهندسة، وتشخيص مشكلات تعلم الهندسة، وأنها تشكل أساساً بنائياً لتعليم الهندسة، وأن مستوياتها الثلاثة الأولى مفيدة وناجعة في وصف تفكير الطلبة في الهندسة. كما حاولت بعض الدراسات البحث في خصائص هذه النظرية ومستويات التفكير فيها من حيث كونها هرمية أم لا، وطبيعة هذه المستويات (منفصلة عن بعضها أم متصلة)، ودور اللغة فيها. وأوصت معظمها بضرورة الاهتمام بتطوير أدوات لقياس التفكير الهندسي حسب هذه النظرية (Usiskin, 1982; Shaugnessy & Burger, 1985; Burger & Shaugnessy, 1986; Fuys, Geddes & Tischler, 1988; Mayberry, 1983).

وقد استخدمت هذه الدراسات إما اختبار فان هيل للهندسة الذي صممه طاقم مشروع جامعة شيكاغو "مستويات فان هيل والتحصيل في هندسة المدارس الثانوية" (Usiskin, 1982) وهو عبارة عن اختيار من متعدد؛ أو مهام المقابلات التي صممت في مشروع جامعة أوريغون (Burger & Shaugnessy, 1986). ورغم استخدامهما الواسع في الدراسات؛ ظهرت بعض الملاحظات حولهما (Jaime & Gutiérrez, 1994):

- هناك بعض الشكوك حول قدرة اختبار فان هيل بأسئلته التي من نوع اختيار من متعدد على قياس التفكير الهندسي للطلبة (Crowley, 1990; Wilson, 1990) كما ورد في (Jaime & Gutiérrez, 1994). إلا أن أهم ما يتميز به هذا الاختبار هو سهولة تطبيقه مع أعداد كبيرة من الطلبة، وسهولة تصحيحه وتصنيفه للطلبة على مستويات فان هيل للتفكير.
- أما مقابلات (Burger & Shaugnessy, 1986) فتحتاج الى وقت طويل ولكنها تمتاز بالمعرفة العميقة التي تزود الباحثين بها حول التفكير الهندسي للطلبة.

وقد أدى ذلك الى محاولة بعض الباحثين الى تطوير أدوات لفحص خصائص هذه النظرية خاصة بعدما بينت بعض الدراسات أن الطلبة يتأرجحون في تفكيرهم الهندسي بين مستويين متتالين أو أكثر، وهذا يعني أن مستويات فان هيل ليست منفصلة discrete. أهم المبررات التي دفعت بعض الباحثين الى هذه المحاولات –بالإضافة الى المبررات المذكورة– هي ضرورة عدم النظر الى مستوى التفكير الهندسي على أنه عملية أحادية singular process إما أن يحققها الطالب أو لا، وإنما يجب النظر إليه على أنه مجموعة من العمليات (Gutiérrez, Jaime & Fortuny, 1991; Jaime & Gutiérrez, 1994; Gutiérrez & Jaime, 1998)، وقد تأثر هؤلاء الباحثون بآراء كل من (De Villiers, 1987) الذي اقترح فئات للتفكير الهندسي وزعت على مستويات التفكير الهندسي، و(Hoffer, 1981) الذي اقترح خمس مهارات يجب أن توجد في كل مستوى– كما ورد في (Gutiérrez & Jaime, 1998).

الفكرة الرئيسية في عمل هؤلاء الباحثين هي وجود العديد من عمليات التفكير الأساسية key thinking processes التي تصاحب كل مستوى من مستويات فان هيل. وبالتالي، من أجل قياس التفكير الهندسي لكل طالب، هناك ضرورة لقياس كيف يستخدم الطالب هذه العمليات في كل مستوى (Jaime & Gutiérrez, 1994). لذا وضع الباحثان أربع عمليات للاستدلال تميز مستويات فان هيل الأربعة الأولى (الجدول 2-16): الإدراك، التعريف، التصنيف، البرهان. وتقاس عملية التصنيف بشكل خاص من زاويتين: القدرة على استخدام تعريفات معطاة؛ والقدرة على وضع أو تشكيل تعريفات لمجموعة من "الأشياء"/"الكائنات" الهندسية.

الجدول 2-16: عمليات التفكير الأساسية المصاحبة لكل مستوى من مستويات فان هيل (Jaime & Gutiérrez, 1994: 43)

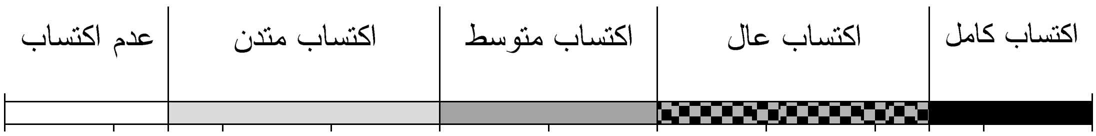
	الإدراك	التعريف	التصنيف	البرهان
المستوى الأول	X	تشكيل تعريف	X	---
المستوى الثاني	X	استخدام وتشكيل	X	X
المستوى الثالث	---	استخدام وتشكيل	X	X
المستوى الرابع	---	استخدام وتشكيل	---	X

X تعني أن هذه العملية هي جزء من المستوى ويجب أن تقاس.

--- تعني أن هذه العملية ليست جزءً من المستوى ويجب أن لا تقاس.

وفي محاولة لتقديم اختبار بديل لقياس التفكير الهندسي، تم تحليل استجابات تسعة طلاب في الصف الثامن، و41 معلم على اختبار لقياس التفكير الهندسي في الهندسة ثلاثية الأبعاد (Gutiérrez, Jaime & Fortuny, 1991). ووضع مقياس مدرج من صفر إلى 100 لقياس مدى اكتساب مستوى التفكير لكل طالب كالتالي (الشكل 2-1):

- لم يكتسب الطالب المستوى إذا حصل الطالب على نسبة (0%−15%)
- درجة اكتساب متدنية إذا حصل الطالب على نسبة (15%−40%)
- درجة اكتساب متوسطة إذا حصل الطالب على نسبة (40%−60%)
- درجة اكتساب عالية إذا حصل الطالب على نسبة (60%−85%)
- درجة اكتساب كاملة إذا حصل الطالب على نسبة (85%−100%)



الشكل 2−1: درجات اكتساب مستويات فان هيل
(Gutiérrez, Jaime & Fortuny, 1991: 238)

وتم تطوير أسئلة مفتوحة لقياس درجة اكتساب كل مستوى من مستويات فان هيل، وكذلك معايير لتقييم إجابات الطلبة على كل سؤال، حيث تم وضع علاقة رقمية ترتبط بمقياس درجات الاكتساب، وتُحدّد درجة الاكتساب من خلال حساب متوسط العلامات التي يحصل عليها الطالب. وتتم ملاحظة نمط Type التفكير الهندسي لكل طالب وليس احتساب الإجابات الصحيحة فقط بل أخذ الإجابات الخاطئة بعين الاعتبار، واقترحت ثمانية أنماط لإجابات الطلبة على الأسئلة المفتوحة، وهي:

- النمط 0: لا توجد إجابة.
- النمط 1: إجابات تُظهر أن الطالب لم يكتسب بعد مستوى التفكير الهندسي، ولكنها لا تعطي مؤشرات لمستوى تفكير أدنى.

- النمط 2: إجابات خاطئة وغير مكتملة، ولكنها تعطي بعض الدلالات حول مستوى تفكير معين؛ أو إجابات تحتوي إما على تفسيرات أو عمليات تفكير أو نتائج غير صحيحة ومختصرة.
- النمط 3: إجابات صحيحة ولكنها غير مكتملة، وتعطي بعض الدلالات حول مستوى تفكير معين؛ أو إجابات تحتوي على تفسيرات قليلة جداً، أو عمليات تفكير أولية أو نتائج غير كاملة.
- النمط 4: إجابات صحيحة أو غير صحيحة ولكنها تعكس بوضوح خصائص مستويي تفكير متتاليين، كما تحتوي على عمليات تفكير واضحة وتبريرات كافية.
- النمط 5: إجابات خاطئة تعكس بوضوح مستوى تفكير ما، أو إجابات تُظهر عمليات تفكير كاملة ولكنها خاطئة، أو إجابات تُظهر عمليات تفكير صحيحة ولكنها لا تؤدي إلى حل المشكلة.
- النمط 6: إجابات صحيحة تعكس بوضوح مستوى تفكير ما، ولكنها غير كاملة أو غير مبررة بشكل كافٍ.
- النمط 7: إجابات صحيحة وكاملة ومبررة بشكل كافٍ، وتعكس مستوى التفكير الهندسي.

فيما يلي جدول يبين دلالات هذه الأنماط بالنسبة لدرجات اكتساب المستوى.

الجدول 2–17: دلالات أنماط إجابات الطلبة بالنسبة لدرجات اكتساب المستوى
(Gutiérrez, Jaime & Fortuny, 1991)

النمط	**الدلالات**
0، 1	لا يتم اكتساب أي مستوى (لا يوجد اكتساب)
2، 3	بداية اكتساب المستوى (اكتساب منخفض)
4	تأرجح بين مستويين، وهي درجة الاكتساب المتوسطة
5، 6	مرحلة متقدمة في الانتقال من مستوى لآخر، ومع درجات مختلفة من اكتساب المستوى الأعلى (اكتساب عالي)
7	اكتساب كامل للمستوى (اكتساب كامل)

وهكذا تم اقتراح متجه (l, t) لكل سؤال من أسئلة الاختبار، حيث تعني l مستوى فان هيل الذي تعكسه الإجابات، و t هو نمط الإجابة. ويتم حساب درجة اكتساب مستوى ما من خلال حساب المتوسط الحسابي لأوزان هذه المتجهات لجميع الأسئلة. يبين الجدول الأوزان المقترحة لكل نمط بناء على الشكل:

الجدول 2–18: أوزان الأنماط المختلفة للإجابات

(Gutiérrez, Jaime & Fortuny, 1991: 241)

النمط	0	1	2	3	4	5	6	7
الوزن	0	0	20	25	50	75	80	100

كتطبيق لكل ما سبق، قام الباحثون (Gutiérrez, Jaime & Fortuny, 1991) بدراسة لقياس التفكير الهندسي من خلال اختبار حول الهندسة ثلاثية الأبعاد يتكون من تسعة أسئلة، ويقيس مستويات فان هيل الأربعة الأولى، ويشمل خمسة أنشطة. يركز النشاطان الأول والثاني على ملاحظة المجسمات كثيرة السطوح والعمل بها، حيث أُعطي كل طالب ستة مجسمات، وفي النشاط الثالث، أُعطي الطالب قائمة من الخصائص لمجسم كي يتعرف عليه الطالب. أما النشاطان الرابع والخامس فيتطلبان القيام باستنباطات منطقية (Gutiérrez, Jaime & Fortuny, 1991).

تم العمل مع 50 طالب ومعلم صُنفوا الى ثلاث مجموعات: (أ) 20 طالباً معلماً تخصص علوم في كلية تدريب معلمين، (ب) 13 طالباً معلماً تخصص روضة في كلية تدريب معلمين، وثمانية طلاب معلمين تخصص لغات حديثة، (ج) 9 طلاب في الصف الثامن في

مدرسة أساسية، ولم يحدد الاختبار بزمن معين، ولكنه استغرق مدة ساعة للإجابة عليه. أظهرت النتائج أن:

- الطلبة المعلمين من المجموعة أ حققوا المستوى 2 بشكل كامل (معظمهم حقق بعض اكتساب للمستوى 3). أما الطلبة المعلمين من المجموعة ب فقد حققوا المستوى 1 بشكل كامل (معظمهم حقق بعض الاكتساب للمستوى 2). أما طلبة المدرسة المجموعة ج فلم يحققوا المستوى الأول بدرجة كاملة أو عالية.
- مستويات فان هيل ذات طبيعة/ بنية هرمية.
- بعض الطلبة يستخدمون طرق تفكير أكثر من مستوى في نفس الوقت، وهذا لا ينفي البنية الهرمية لمستويات فان هيل، ولكن يجب موائمة نظرية فان هيل مع الطبيعة المعقدة لعمليات التفكير البشرية، إذ لا يفكر الناس بطريقة بسيطة وخطية. يمكن تطبيق هذه الطريقة مع أي موضوع هندسي، ومع المقابلات الفردية، وفي أي موضوع يستخدم فيه نظرية فان هيل.

كما حاولت دراسة أخرى الإجابة على سؤالين أساسيين هما: ما نوع الاختبار الذي يجب استخدامه لقياس مستويات التفكير الهندسي؟ وكيف يجب تقييم إجابات الطلبة على هذا الاختبار؟ (Gutiérrez & Jaime, 1998). وتم تصميم اختبار خاص لقياس التفكير الهندسي يتكون من ثمانية أسئلة تعكس عمليات الاستدلال، ويقيس المستوى الأول حتى الرابع فقط. تكونت العينة من 309 طلاب من الصف السادس حتى الصف 12 الذين تعرضوا لثلاثة نماذج من الاختبار بحيث يلائم كل نموذج اختبار قدراتهم وصفوفهم،

ويحتوي كل اختبار على خمس أسئلة. يبين الجدول 2–19 نسب توزيع الطلبة على مستويات فان هيل:

الجدول رقم 2–19: نسب توزيع طلبة العينة على مستويات فان هيل (Gutiérrez & Jaime, 1998)

الصف	الطلبة الذين صنفوا حسب مستويات فان هيل (%)			
	0	**1**	**2**	**3**
السادس	60	8	-	-
السابع	70	15	2	-
الثامن	88	25	3	-
الأول الثانوي	65	25	6	4
الثاني الثانوي	83	38	16	3
الثالث الثانوي	89	43	14	3
الرابع الثانوي	90	57	20	4

هذا الجدول هو قراءة ذاتية من دراسة (Gutiérrez & Jaime, 1998) وقد وضع على شكل رسم بياني (ص 44) وهي أرقام تقريبية.

وقد أوصت العديد من الدراسات بضرورة الاهتمام بتطوير أدوات لقياس التفكير الهندسي حسب فان هيل (Usiskin, 1982; Fuys, Geddes & Tischler, 1988; Burger & Shaugnessy, 1986; Gutiérrez & Jaime, 1998;)، ولا زالت الحاجة قائمة.

ملخص الدراسات السابقة:

تمحورت جهود الباحثين خلال البحث حول مستويات فان هيل حول ثلاثة محاور. الأول، فحص دقة النظرية و"صلاحيتها" في وصف التفكير الهندسي وكيف يمكن قياس أو تقييم هذه المستويات. المحور الثاني، قياس التفكير الهندسي للطلبة والمعلمين (قبل وأثناء الخدمة). والمحور الثالث، فحص فعالية نموذج فان هيل في التعليم المدرسي لدى الطلبة والمعلمين (Pusey, 2003).

وقد تناول هذا الفصل هذه المحاور من خلال مراجعة دراسات فحصت تفكير الطلبة والمعلمين الهندسي حسب نظرية فان هيل، وفحصت المنهاج المدرسي أيضاً. كما تناول الفصل دراسات حاولت تطوير هذا التفكير لدى الطلبة، وأخرى حاولت تطوير أدوات لقياسه حسب النظرية نفسها.

لقد وجدت الدراسات التي تناولت تفكير الطلبة الهندسي ضعفاً شديداً لدى الطلبة بشكل عام في معظم دول العالم التي أجريت فيها هذه الدراسات. إذ لا يتجاوز تفكير الطلبة في نهاية التعليم المدرسي المستوى الثالث من مستويات فان هيل للتفكير الهندسي، وأن معظم هؤلاء الطلبة ينهون دراسة الهندسة وهم لا يعرفون الأفكار والمصطلحات الهندسية البسيطة (Usiskin, 1982; Burger & Shaugnessy, 1986; Fuys, Geddes & Tischler, 1988). وكانت أهم توصيات هذه الدراسات ضرورة الاهتمام بالهندسة وتطورها كغيرها من مواضيع الرياضيات، وضرورة تطوير أنشطة تساعد الطلبة على الانتقال بين مستويات التفكير.

وحاولت دراسات أخرى استكشاف أسباب ضعف الطلبة في الهندسة من خلال فحص تفكير المعلمين الهندسي والمناهج التعليمية التي يتعرض لها الطلبة في مدارسهم، وتبين من هذه الدراسات أسباب هذا الضعف. فقد وجدت أن تفكير المعلمين أيضاً لا يتجاوز المستوى الرابع من مستويات فان هيل مثلهم مثل الطلبة. حتى أن بعض المعلمين هم عند مستوى ما قبل المستوى الأساسي الأول (Mayberry, 1983).

أما الدراسات التي تناولت المناهج المدرسية، فقد كشفت أيضاً عن أسباب أخرى لضعف الطلبة في الهندسة، مثل عدم تقديم أشكال غير ممثلة للمفهوم أو مخالفة له non- examples (Fuys, Geddes & Tischler, 1988)، وعدم تقديم أنشطة تساعد الطلبة على الانتقال من مستوى تفكير لآخر (الحربي، 2003؛ ياسين، 2003).

ونتيجة لهذه الدراسات؛ بادرت دراسات أخرى لفحص إمكانية تطوير التفكير الهندسي لدى الطلبة سواء من خلال تطبيق برامج تدخل أو وحدات تعليمية أو من خلال استخدام التكنولوجيا والبرامج المحوسبة. وقد أظهرت هذه الدراسات الأثر الإيجابي لهذه التدخلات خاصة البرامج المحوسبة (ولغة لوغو بشكل خاص) على تطوير تفكير الطلبة الهندسي. (Mistertta, 2000; Choi-Koh, 2001; Yusuf, 1994;)

كما حاولت دراسات أخرى تطوير أدوات لفحص تفكير الطلبة الهندسي استناداً الى بعض الجهود التي نظرت الى نظرية فان هيل نفسها. ووضعت هذه الدراسات أيضاً طرقاً لتقييم إجابات الطلبة (Gutiérrez & Jaime, 1998). ولازالت الحاجة قائمة للقيام بدراسات على جميع هذه المحاور.

الفصل الثالث

إجراءات الدراسة

يستعرض هذا الفصل الإجراءات التي قام بها الباحث بهدف تحقيق هدف الدراسة، وهو استكشاف أنماط التفكير الهندسي لدى الطلبة الفلسطينيين في صفوف السادس والثامن والعاشر الأساسية. حيث يشمل وصف مجتمع عينة الدراسة وطريقة اختيارها، وأدوات البحث المستخدمة وطريقة إعدادها، وإجراءات حساب الصدق والثبات، وآليات جمع البيانات وطرق إدخالها وترميزها.

مجتمع وعينة الدراسة:

بلغ عدد طلبة صفوف السادس والثامن والعاشر الأساسية في مديرية رام الله 18,773 طالب وطالبة (9,347 ذكر، 9,426 أنثى) موزعين على 189 مدرسة [حكومة (144)، ووكالة (12)، وخاصة (33)]. (وزارة التربية والتعليم العالي، 2004)

قبل جمع البيانات، تم اختيار عينة متوفرة convenience sample تتكون من 1,328 طالب وطالبة تقريباً موزعين على 15 مدرسة في المدينة والقرية والمخيم في مديرية رام الله والبيرة. وقد كان من أهم معايير اختيار العينة ضمان توزيع معقول للعينة حسب جنس الطلبة، وجهة الإشراف على المدرسة (حكومة، وكالة، خاصة)، وموقع المدرسة الجغرافي لضمان سهولة الوصول إليها بسبب صعوبة التنقل بين المدن والقرى

الفلسطينية ووجود الحواجز العسكرية العديدة لقوات الاحتلال الإسرائيلي، كما أن نوع الهوية الشخصية التي يحملها الباحث لا تمكنه من التنقل بين المدن.

تم تطبيق الدراسة على 1,288 طالب وطالبة في 40 صف/ شعبة في 15 مدرسة. وبعد جمع البيانات وتجهيزها للتحليل، أصبح العدد النهائي المؤهل للتحليل هو 1,240 طالب وطالبة. تبين الجداول التالية (3-1، 2، 3، 4، 5) والأشكال (3-1، 2) بعض الإحصائيات حول العينة.

الجدول رقم 3-1: توزيع طلبة عينة الدراسة حسب الصف والجنس

		السادس	الثامن	العاشر	مجموع
عدد الطلبة	ذكور	262	244	153	659
	إناث	226	243	112	581
المجموع		488 (%39.4)	487 (%39.3)	265 (%21.4)	1,240 (%100)

الجدول رقم 3-2: توزيع طلبة عينة الدراسة حسب الصف ومكان السكن

		السادس	الثامن	العاشر	مجموع
عدد الطلبة	مدينة	316	325	184	825
	قرية	79	77	76	232
	مخيم	93	85	5	183
المجموع		488	487	265	1,240

الجدول رقم 3–3: توزيع عينة الدراسة (الطلبة والمدارس) حسب مكان السكن

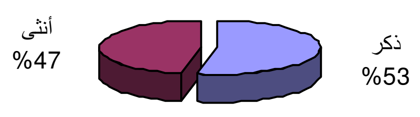
	مدينة	قرية	مخيم	مجموع
عدد الطلبة	825 (%66.5)	232 (%18.7)	183 (%14.8)	1,240
عدد المدارس	10 (%67)	3 (%20)	2 (%13)	15

الجدول رقم 3–4: توزيع عينة الدراسة (الطلبة والمدارس) حسب جهة الإشراف

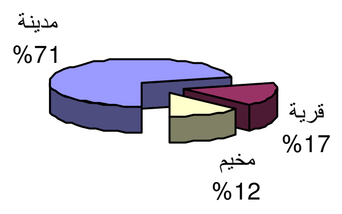
	حكومة	وكالة	خاصة	مجموع
عدد الطلبة	769 (%62)	337 (%27.2)	134 (%10.8)	1,240
عدد المدارس	8 (%53.3)	5 (%33.3)	2 (%13.3)	15

الجدول رقم 3-5: توزيع شعب العينة حسب الجنس وجهة الإشراف والصف

		السادس	الثامن	العاشر	المجموع
ذكور	حكومة	5	4	3	12
	وكالة	3	2	–	5
	خاصة	–	–	–	–
إناث	حكومة	4	3	3	10
	وكالة	2	3	–	5
	خاصة	–	–	–	–
مختلطة	حكومة	–	1	1	2
	وكالة	1	–	–	1
	خاصة	1	2	2	5
المجموع		16	15	9	40



الشكل رقم 3-1:
توزيع طلبة العينة حسب الجنس



الشكل رقم 3-2:
توزيع طلبة العينة حسب مكان السكن

أدوات الدراسة:

اعتمدت هذه الدراسة على أداتين في جمع البيانات، هما: اختبار فان هيل للتفكير الهندسي الذي يقيس مستوى التفكير الهندسي حسب فان هيل، ومقابلات فردية (عيادية clinical) هدفت الى التعرف على أنماط التفكير الهندسي لدى الطلبة وتحديد مستوى التفكير الهندسي حسب فان هيل أيضاً. فيما يلي تفصيل لكل أداة:

أولاً- اختبار فان هيل للهندسة The Van Hiele Geometry Test:

تم تطوير هذا الاختبار خلال مشروع تطوير التحصيل المعرفي في هندسة المدارس الثانوية The Cognitive Development Achievement in Secondary School Geometry (CDASSG)، الذي أشرف عليه "زلمان يوسيسكين" Zalman Usiskin، وطالبته للدكتوراة شارون سينك Sharon Senk، وقد استمر لمدة ثلاثة أعوام (1979-

1982)، وتم تطبيق هذا الاختبار مع 2700 طالب تقريباً (Usiskin, 1982; Senk, 1989). وقد قام الباحث بالحصول على إذن ترجمة هذا الاختبار للعربية واستخدامه من مصمم الأداة.

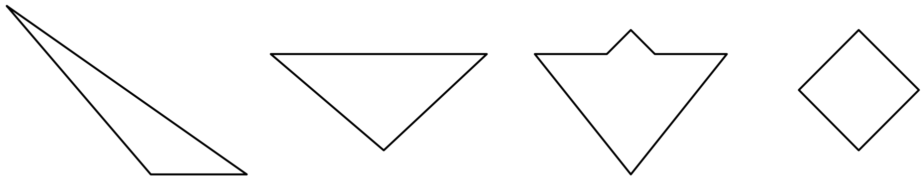
وصف الاختبار: صمم الاختبار لتحديد مستوى فان هيل للطلبة بالاستعانة بوصف الباحثين فان هيل لسلوك الطلبة المتوقع عند كل مستوى. فقد كان الهدف إنجاز اختبار بأسئلة سهلة أو بسيطة لكل مستوى؛ حيث لم تكن سهولة أو صعوبة الأسئلة معياراً في تصميم الاختبار. يتطلب تطبيق الاختبار 35 دقيقة، ويتكون من 25 فقرة من نوع الاختيار من متعدد، تنقسم الى خمس مجموعات متساوية في عدد الفقرات، وتفحص كل مجموعة مستوى معيناً من مستويات التفكير الهندسي حسب نظرية فان هيل كالتالي:

- الأسئلة 1 – 5: تفحص المستوى 0 (التعرف على الأشكال من مظهرها العام)
- الأسئلة 6 – 10: تفحص المستوى 1 (معرفة خصائص الأشكال)
- الأسئلة 11–15: تفحص المستوى 2 (العلاقات أو الاستنتاج غير الرسمي)
- الأسئلة 16 – 20: تفحص المستوى 3 (الاستنتاج الرسمي/الشكلي أو الإثبات)
- الأسئلة 21 – 25: تفحص المستوى 4 (الاستنتاج الشكلي الصارم)

ويتطلب حل كل سؤال اختيار إجابة واحدة صحيحة من خمس إجابات (أ–هـ) محتملة (Usiskin, 1982). فيما يلي خمسة أمثلة من الاختبار، بحيث يُمثل كل سؤال مستوى تفكير معين كما ذكر أعلاه.

- احدى فقرات المستوى الأول، وهي الفقرة رقم 2

أيّ مِنَ الأَشْكالِ التالية مُثَلَّثٌ؟



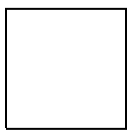
ك　　　ل　　　م　　　ن

(أ) ليس أيّاً منها مُثلّثاً .
(ب) ل فقط.
(ج) م فقط.
(د) م وَ ن فقط.
(هـ) ل وَ م فقط.

- احدى فقرات المستوى الثاني، وهي الفقرة رقم 6

ك ل م ن مربع
أيّ مِنَ العَلاقاتِ التّالِيَةِ صَحِيحَةٌ في كل مُرَبَّع؟

ل　　ك



م　　ن

(أ) ك م وَ م ن مُتَسَاوِيان.
(ب) ل ن وَ ك م مُتَعَامِدان.
(ج) ك ن وَ ل م مُتَعَامِدان.
(د) ك ن وَ ل ن مُتَسَاوِيان.
(هـ) قِيَاسُ زاوِيَة ل أَكْبَرُ مِنْ قِيَاسُ زاوِيَة م.

- احدى فقرات المستوى الثالث، وهي الفقرة رقم 14

أي من الخيارات التالية صحيح؟

(أ) جميع خصائص المستطيلات هي خصائص لجميع المربعات.
(ب) جميع خصائص المربعات هي خصائص لجميع المستطيلات.
(ج) جميع خصائص المستطيلات هي خصائص لجميع متوازيات الأضلاع.
(د) جميع خصائص المربعات هي خصائص لجميع متوازيات الأضلاع.
(هـ) لا يوجَدُ أيّ خَيَارٍ صَحيحٍ من (أ) الى (د).

- احدى فقرات المستوى الرابع، وهي الفقرة رقم 18

فيما يلي جملتان:

الجملة 1: إذا كان الشكل مستطيلا، فإن قطراه ينصف كل منهما الآخر.

الجملة 2: إذا كانت أقطار شكل ما ينصف كل منهما الآخر، فإن الشكل مستطيل.

أي من الخيارات التالية صحيح؟

(أ) لإثبات أن الجملة 1 صحيحة، يكفي أن نثبت أن الجملة 2 صحيحة.

(ب) لإثبات أن الجملة 2 صحيحة، يكفي أن نثبت أن الجملة 1 صحيحة.

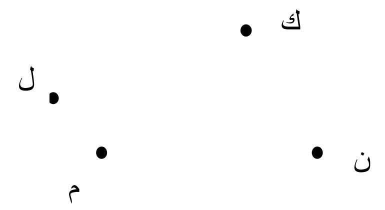
(ج) لإثبات أن الجملة 2 صحيحة، يكفي أن نجد مستطيلاً واحداً قطراه ينصف كل منهما الآخر.

(د) لإثبات أن الجملة 2 خاطئة، يكفي أن نجد شكلاً واحداً ليس مستطيلاً قطراه ينصف كل منهما الآخر.

(هـ) لا يوجَدُ أَيّ خَيَارٍ صَحِيحٍ من (أ) الى (د).

- احدى فقرات المستوى الخامس، وهي الفقرة رقم 21

في الهندسة **س** (هندسة تختلف عن تلك التي تتعلمها/تتعلمينها في المدرسة) توجد أربع نقاط وستة خطوط فقط. كل خط يحتوي على نقطتين فقط. إذا كانت النقاط هي: ك، ل، م، ن فإن الخطوط هي: {ك، ل}، {ك، م}، {ك، ن}، {ل، م}، {ل، ن}، {م، ن}



فيما يلي توضيح ماذا تعني كلمات "التقاطع" و "التوازي" في هندسة **س**:

- المستقيمان {ك، ل}، {ك، م} متقاطعان عند النقطة ك لأنهما يحتويان على نقطة مشتركة وهي ك.
- المستقيمان {ك، ل}، {م، ن} متوازيان لأنهما لا يحتويان على نقاط مشتركة.

من المعلومات السابقة، أي من التالية صحيحة؟

(أ) {ك، م} وَ {ل، ن} متقاطعان.

(ب) {ك، م} وَ {ل، ن} متوازيان.

(ج) {ل، م} وَ {م، ن} متوازيان.

(د) {ك، ن} وَ {ل، م} متقاطعان.

(هـ) لا يوجَدُ أَيّ خَيَارٍ صَحِيحٍ من (أ) الى (د).

يحتوى الملحق رقم 2 على الاختبار وملحقاته، ولتفاصيل أكثر يمكن الرجوع الى (Usiskin, 1982).

صدق الاختبار: اعتبر Usiskin خلال تواصل الباحث معه عبر البريد الإلكتروني أن الاختبار صادق طالما أن أسئلته تتناسب مع تفكير الطلبة والرياضيات التي تعلموها، وينبغي فحص الاختبار في السياق الفلسطيني. وقد قام الباحث بترجمة الاختبار، وللتحقق من دقة الترجمة وسلامة اللغة وملائمة السياقات للطلبة الفلسطينيين؛ تم عرض الاختبار على مختصين ومعلمين (1 دكتوراة، و4 معلمات ماجستير في تعليم رياضيات). وقد أوصوا بصدق الاختبار، وطلب بعضهم إجراء بعض التعديلات على اللغة لبعض البنود، وقد تم ذلك. كما قام الباحث نفسه بتجربة الاختبار مع ثلاثة طلاب من الصفوف السادس والثامن والعاشر (خارج عينة الدراسة) بشكل فردي وضمن الفترة الزمنية المتاحة التي قرر الباحث أنها كافية (35 دقيقة من لحظة بدء الاختبار).

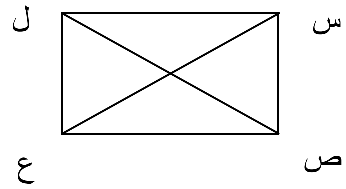
أُدخلت التعديلات وتم تطبيق الاختبار مع طلبة من الصف الثامن (عددهم 43 طالب/ة، من خارج عينة الدراسة أيضاً) لفحص الثبات (طلب الباحث آراء الطلبة المبحوثين من خلال استبانة قصيرة حول الاختبار: لغته، سهولته/صعوبته، ووقته. وقد عززت آراء الطلبة فكرة المضي في تطبيق الاختبار).

أيضاً تقرر إلغاء الأسئلة 21–25 لطلبة الصف السادس والثامن، وإبقائها لطلبة العاشر بالاتفاق مع المشرف، وبما يتناسب مع الدراسات السابقة حول صعوبة تحقيق

الطلبة للمستوى الخامس (Carrol, 1998; Senk, 1989; Usiskin, 1982; Wirzup, 1976)، وقد أيد Usiskin هذه الفكرة خلال تواصل الباحث معه عبر البريد الإلكتروني.

وأضيف تعديل آخر هو توضيح لغة الأسئلة التي اعتقد الباحث والمشرف أنها قد تسبب إرباكاً للطلبة في فهمها، وهي الفقرات 7، 8، 9، 10 في الاختبار. فيما يلي مثال على ذلك هو الفقرة رقم 7:

س ص ع ل مُسْتَطِيلٌ، قُطْرَاهُ س ع ، ص ل.



أَيّ الخَياراتِ من (أ) الى (د) التّالِيَةِ <u>ليسَ</u> صَحِيحاً <u>فِي كُلِّ</u> مُسْتَطِيلٍ؟

(أ) يوجد 4 زوايا قائمة.

(ب) يوجد 4 أضلاع.

(ج) القطران متساويان.

(د) الأضلاع المتقابلة متساوية.

(هـ) جَمِيعُ مَا وَرَدَ أَعْلاهُ صَحِيحٌ فِي كُلِّ مُسْتَطِيل.

لقد كان من الصعب على الطلبة –من خلال التجربة الميدانية– فهم "منطق" السؤال (رغم أنه نفس النص الإنجليزي ومنطقه). إذ اعتقد أغلب الطلبة أنه لا ضرورة للنظر الى الخيار (هـ)، وبعضهم ارتبك عند تطبيق شرط الجواب (ليس صحيحاً) – وبما أن الخيار (هـ) هو صحيح؛ إذن يجب عدم اختياره (في حال كون الخيار هـ هو الخيار الصحيح).

لذا قرر الباحث والمشرف إضافة مثالين وشرحهما للطلبة قبل تطبيق الاختبار لتوضيح الفكرة (أنظر الملحق رقم 2–ج).

ثبات الاختبار: أحد الانتقادات التي وجهت الى اختبار فان هيل للهندسة والذي طوّر بإشراف Usiskin هو انخفاض معامل الثبات (Usiskin, 1982, 1990; Crowley, 1990; Wilson, 1990; Teppo, 1991). حيث بلغ معامل الثبات باستخدام طريقة كودر– ريتشاردسون (K-R 20) لكل مستوى* هي 0.31، 0.44، 0.49، 0.13، 0.10 (في بداية مشاركة الطلبة في مشروعه)، أما في نهاية العام فبلغت: 0.39، 0.55، 0.56، 0.30، 0.26، وهذا متوقع بسبب انخفاض عدد البنود الاختبارية لكل مستوى–خمسة بنود لكل مستوى (Usiskin, 1982).

وكما ذكر يوسيسكين (Usiskin, 1982)، فإن اختباراً مشابهاً يحتوي على 25 سؤالاً في كل مستوى سيعطي معاملات ثبات لكل من الاختبارات الجزئية الخمسة مقدارها على التوالي: 0.74، 0.82، 0.43، 0.38 (في بداية العام)، أما في نهاية العام فتبلغ: 0.79، 0.88، 0.69، 0.65 (Usiskin, 1982). وفي حالة الاختبار الذي تم تطبيقه لهذه الدراسة، تم حساب كرونباخ ألفا (α) لحساب معاملات الثبات لكل مستوى تفكير والتي بلغت: 0.40، 0.09، 0.31، 0.23. وبتطبيق نفس الأسلوب الذي اتبعه (Usiskin, 1982)، تبلغ معاملات ثبات هذه المستويات، فيما لو كان كل مستوى يحتوي

* نفس قيمة كرونباخ ألفا (α) في هذه الحالة، لأن عدد خيارات الإجابة 2: إما 1 (صحيح) أو 0 (خطأ). أنظر معادلة KR20، ومعادلة كرونباخ ألفا.

على 25 سؤالاً، كالتالي: 0.77، 0.33، 0.69، 0.60، وذلك باستخدام معادلة سبيرمان–براون. (Carmines & Zeller, 1981)

تم توزيع نموذجين من الاختبار: الأول احتوى على الأسئلة العشرين الأولى للصفين السادس والثامن، والثاني احتوى على جميع الأسئلة (25 سؤالاً) للصف العاشر. قُدّم الاختبار على هيئة كتيب للطلبة. وطُلب من الطلبة عدم الكتابة على الكتيب، بل على ورقة الإجابة التي تظهر في الملحق 2–ب. وقد تمت قراءة ورقة التعليمات للصفين السادس والثامن، أما طلبة الصف العاشر فقد طُلب منهم قراءتها بأنفسهم.

جمع البيانات: بعد اختيار العينة، تم إجراء (بمساعدة برنامج دراسات التربية في الجامعة) التنسيق الفني/الإداري اللازم مع كل من وزارة التربية والتعليم العالي، ووكالة الغوث الدولية، والمدارس الخاصة. وبعد الموافقة الأولية، تم التواصل مع مديري ومديرات المدارس لتحديد موعد لتطبيق الاختبار وإجراء المقابلات.

وتم تطبيق جميع الاختبارات مع 1,288 طالب وطالبة في 40 صف/ شعبة في 15 مدرسة، بشكل منفصل غير متزامن وتحت إشراف الباحث نفسه خلال شهري نيسان وأيار من سنة 2004. تطلب إنجاز الاختبار حصة دراسية كاملة (45 دقيقة)، حيث تم توضيح الهدف من الاختبار بأنه من أجل دراسة تربوية وعدم ارتباط نتائجه بعلاماتهم المدرسية، وتلخيص ورقة التعليمات الخاصة بالاختبار، وشرح المثالين التوضيحيين

(انظر المرفق رقم 2–ج)، وتطبيق الاختبار نفسه الذي يتطلب 35 دقيقة، وفُتح المجال أمام الطلبة للاستفسار في أي وقت من الاختبار.

زُوّد كل طالب بكتيب اختبار وورقة إجابة[†] كي يحل عليها (أنظر الملحق رقم 2–ب). بعد الانتهاء من الحل يسلّم الطالب الاختبار وورقة الإجابة للباحث الذي كان يجمعها في رزمة واحدة .. وهكذا مع كل صف، وبعد الانتهاء من الاختبار يتم إجراء المقابلة[‡]. بلغ عدد ساعات جمع البيانات (الاختبار والمقابلة) ما يقارب أربع ساعات في المدرسة الواحدة.

<u>إدخال البيانات وترميزها:</u>

إدخال البيانات: بعد تطبيق الاختبار وجمع إجابات الطلبة حسب الصف والمدرسة، استثنى الباحث 43 ورقة إجابة هي 41 ورقة لطلاب حاولوا الغش، وورقتان لطلبة ذكر معلموهم بأنهم يعانون من بطء التعلم. قام الباحث، بعد ذلك، بترقيم المدارس من 1 الى 15 (حسب تاريخ تطبيق الاختبار)، ثم ترقيم أوراق الإجابات تسلسلياً لجميع المدارس (1–1245). أيضاً تم استثناء 5 أوراق إجابة بسبب عدم استيفاء شروط الاستجابة المقبولة، وبالتالي أصبح العدد النهائي المؤهل للتحليل هو 1240 طالباً وطالبة.

[†] تتطلب هذه الورقة كتابة اسم الطالب، حيث اتفق الباحث والمشرف على أن وضع الاسم يحث الطالب على التعامل مع الاختبار بجدية أكثر، رغم المعرفة المسبقة بالقلق الذي يسببه هذا الموضوع.

[‡] لم يحدث سوى مرة واحدة أن أجرى الباحث المقابلات قبل تطبيق الاختبار.

ترميز البيانات: قبل إدخال البيانات في ورقة الإجابة على برنامج SPSS أعطيت هذه البيانات رموزاً خاصة ابتداءً من الرقم/الرمز 0. مثلاً: ذكر (أعطي الرمز 0) وأنثى (الرمز 1). أما رمز الصف فقد حمل نفس الرقم الدال عليه (رقم 6 للصف السادس، وهكذا). يبين الملحق 2–هـ الرموز المستخدمة في الإدخال.

تصحيح الاختبار وتحديد مستويات فان هيل[§]: بعد إدخال إجابات الطلبة كما هي على برنامج SPSS حسب ترميز البيانات المذكور، تم إعادة ترميز الإجابات لتصبح إما 0 للإجابة الخطأ، أو 1 للإجابة الصحيحة (أنظر الملحق رقم 2–د الذي يبين الإجابات الصحيحة للاختبار). ومن أجل تحديد مستوى فان هيل لكل طالب، تم جمع إجابات الطالب الخمسة لكل مستوى وتصحيحها حسب المعايير التالية (Usiskin, 1982):

(أ) الحصول على 3 إجابات صحيحة من 5 كحد أدنى.

(ب) تحقيق المستوى الأول كحد أدنى كي يتم تصنيف الطالب على مستويات فان هيل، وغير ذلك أُعتبر الطالب أنه غير مصنف.

(ج) تحقيق المستوى الأدنى لأي مستوى تالٍ.

[§] جميع العمل تم على برنامج SPSS، وقد قام به الباحث بنفسه بالعمل على البرنامج وبمساعدة بعض الأشخاص. يحتوي الملحق 2–و على تفاصيل عملية التصحيح وتحديد المستوى.

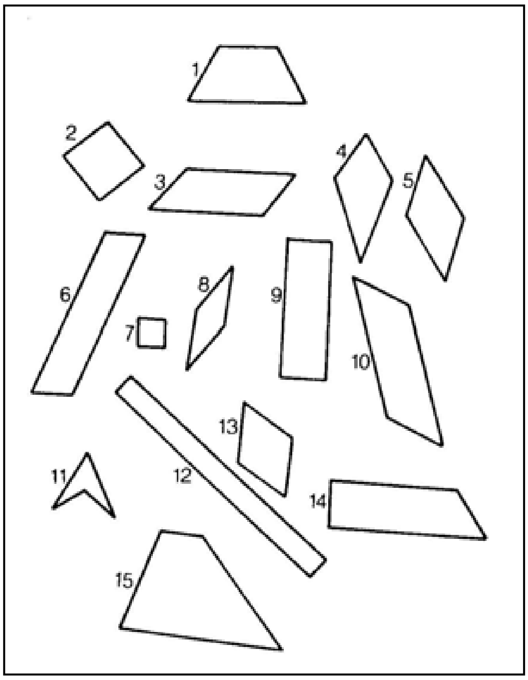
ثانياً- المقابلات الفردية:

وصف المقابلة: اعتمدت المقابلة بشكل أساسي على أسلوب تحديد مستوى فان هيل للطلبة والذي اتبعه كل من (Burger & Shaughnessy, 1986; Shaughnessy & Burger, 1985). وتطلبت المقابلة تنفيذ بعض المهام واعتمدت على أداء مهام هندسية مثل رسم الأشكال، التعرف على الأشكال وتعريفها، وتصنيف الأشكال، والاستدلال الشكلي، وغير الشكلي حول الأشكال الهندسية (Burger & Shaughnessy, 1986).

فيما يلي وصف لهذه المهام: (لمزيد من التفاصيل يمكن الرجوع الى الملحق رقم 3)

1. الرسم Drawing: طُلب من الطالب رسم أكثر من مثلث تختلف عن بعضها بطريقة ما، وسُئل كيف تختلف هذه المثلثات عن بعضها؟ وكم مثلثاً يمكنه أن يرسم؟ تكشف هذه المهمة الخصائص -التي يُشكلها الطالب- التي تجعل الأشكال مختلفة عن بعضها. كما تكشف هذه المهمة اعتقاد الطلبة حول عدد المثلثات التي يمكن رسمها (محدود أم غير محدود).
2. التعرف والتعريف Identifying and defining:

عرضت ورقة بها أشكال على الطالب (الشكل 3-3)، وطُلب منه التعرف على المربع، والمستطيل، ومتوازي الأضلاع



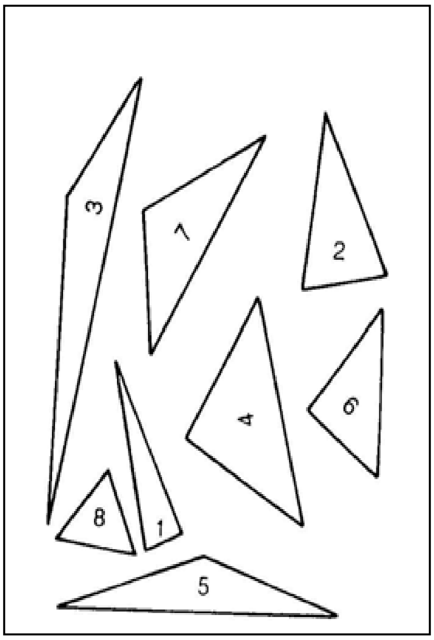
الشكل 3-3: الأشكال في مهمة التعريف والتعرف في المقابلة

والمعين. سُئل الطالب أسئلة مثل "ما الذي ستقوله لشخصٍ ما كي يجد جميع المستطيلات في ورقة الأشكال؟" هل رقم 2 مستطيل؟ هل رقم 9 متوازي أضلاع؟ تكشف هذه المهمة تعريفات الطلبة وعلاقات الاحتواء والشمول بين الأشكال.

3. التصنيف Sorting:

نُثرت مجموعة من المثلثات المقصوصة (الشكل 3-4) أمام الطالب. وطُلب منه تجميع بعض المثلثات التي تشبه بعضها بطريقة ما، مع توضيح كيف تشبه بعضها، وهل بالإمكان تجميع بعض المثلثات بطرق مختلفة عن الأولى، وهكذا.

ملاحظة: صمم الباحث الأشكال (في الشكل 3-4) حيث تم تكبير الأشكال وقصّها ووضع جلاتين عليها، كي يتمكن الأطفال من الإمساك بها وتنفيذ المهام المطلوبة. أما الشكل 3-3 فقد قُدم للطالب على ورقة A4 تتضمن اسم الطالب وصفه.



الشكل 3-4: الأشكال في مهمة التصنيف في المقابلة

4. ما هو الشكل؟ Mystery shape:

تم لعبة "ما هو الشكل؟"** مع الطالب، وهي لعبة استدلال منطقية، تتطلب أن يتعرف الطالب على الأشكال الهندسية من خلال تلميحات معينة. سُئل الطالب –

** أضاف الباحث لعبة أخرى من اقتراح مشرف الدراسة، التي تتطلب من الطالب التعرف على شكل يخفيه الباحث من خلال طرح أسئلة إجاباتها إما نعم أو لا. هدفت هذه اللعبة إلى استكشاف فهم الطلبة لخصائص الأشكال والعلاقات بينها.

عندما تعرف على الشكل– ما الذي يجعله متأكداً من معرفته للشكل. حاولت هذه المهمة إثارة الاستدلال الشكلي، والتعرف على الشروط الضرورية مقابل الكافية لتحديد الشكل. يشمل الجدول 3–6 التلميحات الخاصة بمتوازي الأضلاع.

الجدول 3–6: تلميحات متوازي الأضلاع في لعبة "ما هو الشكل؟"

.1	شكل مغلق، له أربعة أضلاع.
.2	له ضلعان طويلان، وآخران قصيران.
.3	الضلعان الطويلان متساويان.
.4	الضلعان القصيران متساويان.
.5	فيه زاوية قياسها أكبر من قياس زاوية أخرى.
.6	فيه زاويتان متساويتان.
.7	الزاويتان الأخريان متساويتان.
.8	الضلعان الطويلان متوازيان
.9	الضلعان القصيران متوازيان

إجراء المقابلات (جمع البيانات حسب المقابلة): جاء التحضير للمقابلات متزامناً مع التحضير لعقد الاختبارات. وقد طلب الباحث من كل مدير مدرسة ترشيح اسم طالب ممتاز التحصيل وطالب آخر متوسط التحصيل في الرياضيات (حسب العينة التي حددها الباحث– أنظر الجدول رقم 3–7، 8)، وذلك بالتعاون مع معلم الرياضيات[††]. ويعود اختيار الباحث لهذه العينة من الطلبة وتصنيفهم حسب التحصيل الى رغبة الباحث في التعرف على النمط السائد في تفكير الطلبة الهندسي من خلال اختيار الطلبة متوسطي التحصيل. أما الطلبة ممتازو التحصيل فقد اختارهم الباحث لرغبته في التعرف على أعلى

[††] أحياناً كان يتم ترشيح أسماء الطلبة مباشرة بين الباحث ومعلم/ة الرياضيات.

مستويات التفكير الهندسي الذي يمكن للطلبة الفلسطينيين تحقيقه، وكيف تفكر هذه الفئة من الطلبة (بشكل خاص) في الهندسة. وقد تساوى عدد الطلبة متوسطي وممتازي التحصيل في المجموعتين.

تمت المقابلات مع طلبة الصفوف السادس والثامن والعاشر الأساسية، حيث حدد الباحث 28 طالباً (13 طالباً، 15 طالبة)، وحسب قدرات الطلبة عن طريق الترشيح، كما روعي في التحديد جهة إشراف مدارس الطلبة وأماكن سكنهم. استغرقت المقابلة 30–50 دقيقة تقريباً، وتمت بين الباحث والمبحوث، ما لم يطلب الطالب/ة غير ذلك، وتم تسجيلها باستخدام الفيديو بعد موافقة الطالب نفسه.

في بعض الحالات فضّل الطلبة (الطالبات بشكل خاص) وجود مرافقين معهم، كما رفضت طالبتان تسجيل المقابلة معهما بالفيديو إلا باستخدام الصوت فقط، وقد تم ذلك فعلاً. وقد قام الباحث بتطبيق المقابلة مع طالبين (سادس وثامن أساسي) بشكل تجريبي وخارج العينة قبل البدء الفعلي بالمقابلات مع طلبة العينة كي يعتاد على جو المقابلة وكي يتعرف على متطلبات خاصة إن لزم الأمر.

الجدول رقم 3-7: توزيع الطلبة الذين تمت مقابلتهم حسب الجنس والصف ومكان السكن

مكان السكن	الصف السادس		الصف الثامن		الصف العاشر		
	ذكور	إناث	ذكور	إناث	ذكور	إناث	
مدينة	3	4	2	3	3	3	18
قرية	2	1	1	1		1	6
مخيم	1	1	1	1			4
المجموع	6	6	4	5	3	4	28

الجدول رقم 3-8:

توزيع الطلبة الذين تمت مقابلتهم حسب الجنس والصف ومكان السكن وتقييم المدرسة

الرقم	جنس المدرسة	الموقع	جهة الإشراف	الصف	ذكور	إناث	تقييم المدرسة[‡‡]
1	اناث	مخيم	وكالة	السادس		1	1
				الثامن		1	0
2	ذكور	مخيم	وكالة	السادس	1		0
				الثامن	1		1
3	مختلطة	قرية	وكالة	السادس	1		0
				الثامن		1	1
4	ذكور	مدينة	وكالة	السادس	1		0
				الثامن	1		1
5	اناث	مدينة	وكالة	السادس		1	1
				الثامن		1	0
6	مختلطة	مدينة	خاصة	السادس	1		0
				الثامن	-	-	-
				العاشر		1	1
7	ذكور	مدينة	حكومة	السادس	1		1
				الثامن	-		-
8	مختلطة	مدينة	خاصة	الثامن		1	1
				العاشر	1		0
9	اناث	مدينة	حكومة	السادس		1	1
				الثامن		-	-
				العاشر		1	1
10	ذكور	مدينة	حكومة	السادس	-		-
				الثامن	-		-
				العاشر	1		0
11	اناث	مدينة	حكومة	السادس		-	-
				الثامن		1	1
				العاشر		1	0
12	ذكور	قرية	حكومة	السادس	1		0
				الثامن	1		1
				العاشر	-		-
13	مختلطة	قرية	حكومة	السادس	-	1	0
				الثامن	-	-	-
				العاشر	-	1	1
14	ذكور	مدينة	حكومة	السادس	-		-
				الثامن	1		0
				العاشر	1		1
15	مختلطة	مدينة	حكومة	السادس		1	0
				الثامن		1	1
				العاشر		-	-

[‡‡] 0 تعني متوسط التحصيل، و 1 تعني ممتاز التحصيل حسب تقييم المدرسة.

الفصل الرابع

النتائج

حاولت هذه الدراسة الإجابة على الأسئلة التالية:

(1) ما هي أنماط التفكير الهندسي عند الطلبة الفلسطينيين؟

(2) كيف يمكن وصف أنماط التفكير الهندسي لدى الطلبة الفلسطينيين حسب الجنس ومكان السكن ضمن الصف الواحد؟

(3) ما هي مستويات فان هيل التي يبلغها الطلبة الفلسطينيون في الصفوف السادس والثامن والعاشر الأساسية؟

(4) هل تنسجم نتائج مستويات التفكير الهندسي للطلبة الفلسطينيين مع نظرية فان هيل؟

(5) كيف يمكن وصف مستويات التفكير الهندسي للطلبة الفلسطينيين مقارنة مع دول أخرى؟

يمكن القول بشكل عام أن نتائج الدراسة تظهر ضعفاً شديداً لدى الطلبة الفلسطينيين في موضوع الهندسة والتفكير الهندسي. فأكثر من ثلاثة أرباع الطلبة الفلسطينيين الذين تم اختبارهم يقعون عند المستوى الأول من مستويات فان هيل للتفكير الهندسي (وهو مستوى التفكير البصري للتعرف على الأشكال الهندسية) أو دونه. وفيما يأتي استعراض للنتائج الخاصة بكل سؤال من أسئلة الدراسة.

السؤال الأول: ما هي أنماط التفكير الهندسي عند الطلبة الفلسطينيين؟

تمت الإجابة على هذا السؤال من خلال النظر الى كيفية تفكير الطلبة ضمن خمسة مظاهر، تماثل مستويات التفكير حسب نظرية فان هيل، وهي:

(1) التعرف على الأشكال الأساسية،

(2) التعرف على خصائص الأشكال الأساسية،

(3) معرفة/إدراك العلاقات بين الأشكال (الاستدلال غير الرسمي)،

(4) الاستنتاج (الاستدلال الرسمي)،

(5) البرهان الصارم.

وتم تناول نتائج كل مظهر بالاعتماد على الاختبار الكتابي والمقابلة، كما تم تقديم ملخص للنتائج حول كل مظهر مع تبيان مدى توافق الاختبار والمقابلة. وتم أيضاً تناول المظهرين الرابع والخامس بصورة مختصرة وعامة نظراً لصعوبة تحقيقهما في التعليم المدرسي العام (خاصة المظهر الأخير)، ولأن الطلبة الفلسطينيين أظهروا ضعفاً شديداً فيهما. [يمكن الرجوع الى الملحق 4 الذي يعرض نتائج الطلبة حسب كل صف وحسب كل سؤال].

(1) التعرف على الأشكال الأساسية:

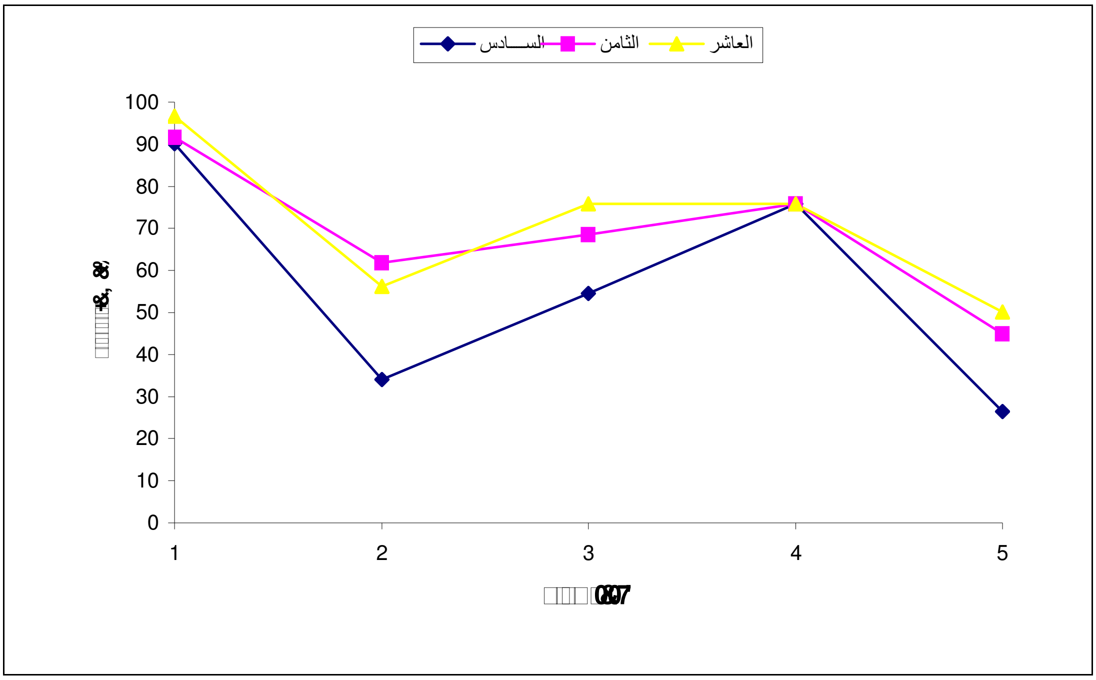
يمكن القول، بشكل عام، أن تفكير الطلبة الفلسطينيين الهندسي هو في مستوى متدنٍ، ويقتصر على التعرف على الأشكال الأساسية. وحتى أن الطلبة غالباً لا يتعرفون على هذه الأشكال الأساسية إذا ما تغيرت طريقة رسمها عما هو مألوف لديهم.

أولاً– نتائج تعرف الأشكال من الاختبار الكتابي: تتطلب الأسئلة الخمسة الأولى من الاختبار التعرف على الأشكال فقط. حيث طُلب من الطالب اختيار المربع أو المثلث أو المستطيل أو متوازي الأضلاع من بين مجموعة أشكال في أوضاع مختلفة. يبين الجدول رقم 4–1 النسب المئوية لإجابات الطلبة الصحيحة على هذه الأسئلة.

الجدول رقم 4–1: النسب المئوية لإجابات الطلبة الصحيحة على الأسئلة 1–5 حسب الصفوف

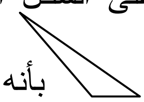
رقم السؤال	هدف السؤال	السادس	الثامن	العاشر
1	التعرف على المربع	90.2	91.6	96.6
2	التعرف على المثلث	34.0	61.8	56.2
3	التعرف على المستطيل	54.5	68.6	75.8
4	التعرف على المربع المائل	75.8	75.8	75.8
5	التعرف على متوازي الأضلاع	26.4	45.0	50.2

يبين الشكل رقم 4–1 توزيع هذه الإجابات



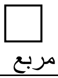
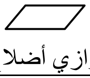
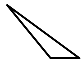
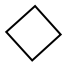
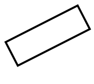
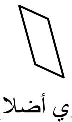
الشكل 4–1: النسب المئوية لإجابات الطلبة الصحيحة على الأسئلة 1–5 حسب الصفوف

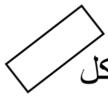
ويمكن تلخيص المعلومات في الجدول ومن الملحق 4–أ بالنتائج التالية:

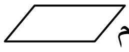
1. يمكن ترتيب الأشكال التي يتعرف عليها الطلبة من الأسهل الى الأصعب كما يلي: المربع والمستطيل والمثلث ومتوازي الأضلاع.
2. يزداد التعرف على الأشكال بازدياد درجة الصف. أي أن طلبة الصف العاشر أكثر معرفة بالأشكال من طلبة الثامن الذين هم أكثر معرفة من طلبة الصف السادس. وقد كان هناك استثناء في السؤالين الثاني والرابع حيث كان أداء طلبة الصف الثامن أفضل من أداء طلبة الصف العاشر في السؤال الثاني، بينما تساوى أداء الصفوف الثلاثة في السؤال الرابع.
3. ربع الطلبة تقريباً (في كل صف) لم يتعرفوا على المربع عندما أصبح مائلاً قليلاً عن الشكل المألوف لديهم (السؤال الرابع).
4. بينما تعرف أكثر من نصف (55.5%) طلبة الصف السادس على الشكل المألوف (التقليدي)* لديهم بأنه مثلث، لم يتعرف (66%) منهم على الشكل  بأنه مثلث. كما لم يتعرف على نفس الشكل ما يقارب $\frac{2}{5}$ طلبة الصف الثامن (38.2%) و43.8% من طلبة الصف العاشر.

---

*

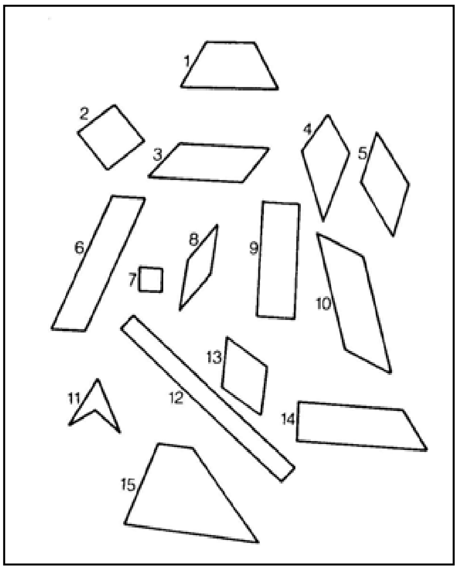
أشكال بأوضاع مألوفة/ تقليدية	 مثلث	 مربع	 مستطيل	 متوازي أضلاع
أشكال بأوضاع غير تقليدية	 مثلث به زاوية صغيرة جداً	 مربع مائل	 مستطيل مائل	 متوازي أضلاع

5. أكثر من $\frac{1}{3}$ طلبة الصف السادس (37.7%)، و $\frac{1}{4}$ طلبة الصف الثامن (24.6%) و $\frac{1}{5}$ طلبة الصف العاشر تقريباً (20.8%)- لم يتعرفوا على الشكل  بأنه مستطيل.

6. $\frac{3}{4}$ طلبة الصف السادس تقريباً (73.6%)، وأكثر من $\frac{1}{2}$ الصف الثامن (54.8%)، وما يقارب من $\frac{1}{2}$ طلبة الصف العاشر (49.8%)- لم يتعرفوا على متوازي الأضلاع في أوضاع أو اتجاهات مختلفة. إذ ذهبت غالبية الإجابات للشكل المألوف لديهم  على أنه الشكل الوحيد المتوازي الأضلاع (من بين جميع الأشكال التي هي متوازيات أضلاع).

<u>ثانياً- نتائج تعرف الأشكال من المقابلات:</u>

- من أجل التعرف على قدرة الطلبة على معرفة الأشكال الأساسية، تم عرض ورقة تحتوي على أشكال أساسية متعددة ومختلفة (الشكل 4−2) على كل طالب. حيث طُلب من الطالب وضع الحرف ع على المربع، والحرف ط على المستطيل. إذا أظهر الطالب معرفة عالية بكل من المربع والمستطيل، طُلب منه وضع الحرف ز على متوازي الأضلاع، والحرف ن على المعين. ثم سُئل الطالب لماذا وضع الإشارات على هذه الأشكال بالتحديد، ولماذا لم يؤشر على أشكال أخرى؟



الشكل 4−2

أظهرت النتائج أن المربع هو أسهل الأشكال بالنسبة للطلبة من حيث التعرف عليه* بشكل عام (23 طالب من 28 تعرفوا المربع). أما المستطيل ومتوازي الأضلاع فيواجه الطلبة صعوبة في التعرف عليهما (ما يقارب 15 طالباً فقط تعرفوا عليهما)، ثم المعين الذي أظهرت النتائج أنه أكثر الأشكال "صعوبة" بالنسبة للطلبة (سبعة طلبة فقط تعرفوا عليه بشكل صحيح).

معظم الطلبة يعتمدون على المظهر العام للتعرف على الأشكال، ويستندون الى الطريقة النمطية البصرية لتمييز الأشكال، وتضمين خصائص ليست ذات علاقة عند تمييز الشكل مثل اتجاه الشكل في الصفحة. وبعضهم كان يعبر عن ذلك صراحة بأنه تعرف على الشكل من مظهره العام مثل أن شكله "يشبه" المربع أو المستطيل ("شكله هيك"، "عالشكل")، أو استناداً الى خصائص بصرية غير دقيقة مثل أطوال الأضلاع مثل أن المربع أصغر أو أقصر من المستطيل بالقول "صغير"، أو أن أضلاع متوازي الأضلاع "مائلة" أو "فيه انحراف"، ، .. الخ. ولا يستثنى من ذلك الطلبة الممتازين في التعرف على الأشكال وإدراك العلاقات بينها. هذا حوار دار مع أحد الطلبة ذوي التقدير الممتاز في الرياضيات حسب مدرسته:

ب: [ممسكاً مربعاً باتجاه مألوف □] ما هذا؟

ط: مربع

ب: [محركاً نفس المربع بزاوية 45 ليصبح ◇] ما هذا؟

ط: معين

---

* أي يمكنهم أن يعرفوا الشكل أينما وجد في ورقة الأشكال بغض النظر عن كيفية رسمه على الورق.

فيما يلي نماذج من طرق تعرف الطلبة على الأشكال (الجدول 4–2).

الجدول 4–2 نماذج من طرق تعرف الطلبة على الأشكال

<table>
<tr>
<td>المربع:
• زواياه متساوية، الطول والعرض نفس متساويان.
• أتعرف عليه من صفاته.
• شكله صغير.</td>
<td rowspan="3">المعين:
من الشكل.
• لا يوجد فرق بين المعين وبين متوازي الأضلاع.
• يكون على شكل مثلثين متطابقين، لو نظرنا عليه من زاوية ثانية، يصبح متوازي أضلاع.
• الرأسان متقابلان، شكله من بعيد معين.
• مثل المربع، لكن زواياه ليست قائمة.
• من خصائصه.
• يكون معين للمربع والمستطيل [مساعد أو يساعد]</td>
</tr>
<tr>
<td>المستطيل:
• أحد الطلبة لم يتمكن من تعريف المستطيل شفوياً، حيث قام برسمه وقارن الأشكال مع الشكل المرسوم كي يحدد ما إذا كان الشكل الجديد مستطيل أم لا.
• الطول أكبر من العرض.
• أكبر من المربع.</td>
</tr>
<tr>
<td>متوازي الأضلاع:
• يكون فيه شبه انحراف متجه نحو جهة معينة.
• ضلعان طويلان.</td>
</tr>
</table>

• على صعيد الرسم: تستكشف هذه المهمة الخصائص –التي يُشكلها الطالب– والتي تجعل الأشكال مختلفة عن بعضها. كما تستكشف أيضاً اعتقاد الطلبة حول عدد المثلثات التي يمكن رسمها (محدود أم غير محدود)، حيث يُطلب من الطالب رسم أكثر من مثلث تختلف عن بعضها بطريقة ما، ويُسأل الطالب كيف تختلف هذه

المثلثات عن بعضها؟ وكم مثلثاً يمكنه أن يرسم؟ فيما يلي جدول يوضح نتائج معتقدات الطلبة حول عدد المثلثات التي يمكن رسمها:

الجدول 4–3: معتقدات الطلبة حول عدد المثلثات التي يمكن رسمها

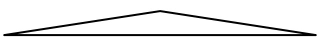
الصف		أعداد الطلبة حسب آرائهم	
		عدد محدود	عدد غير محدود
6	عدد %	8 %72.7	3 %27.3
8	عدد %	4 %40	6 %60
10	عدد %	5 %71.4	2 %28.6

معظم الطلبة خلط بين أنواع المثلثات والعدد الممكن رسمه من هذه المثلثات، رغم الحديث الصريح معهم حول هذا الأمر. غالبية طلبة الصفين السادس والعاشر (أكثر من 70%) و 40% من طلبة الصف الثامن – يعتقدون أن عدد المثلثات التي يمكن رسمها محدود، أي أنهم غير قادرين على إدراك التنوع اللانهائي لأنواع الأشكال. ثلاثة طلبة ممن يعتقدون بأن عدد المثلثات غير محدود (طالبة من الصف السادس، وطالبين من الثامن) لم يكونوا متأكدين تماماً من اعتقادهم هذا. أحدهم قال "أتوقع أننا نستطيع أن نرسم ما شئنا".

يمكن تصنيف آراء الطلبة حول عدد المثلثات (الجدول 4–4) الى ثلاثة فئات: (أ) عدد المثلثات محدود، (ب) عدد المثلثات غير محدود، (ج) إجابات غامضة. فيما يلي أمثلة من آراء الطلبة حول السؤال "الى متى نستطيع الاستمرار في رسم مثلثات؟"

الجدول 4-4: بعض إجابات الطلبة حول عدد المثلثات التي يمكن رسمها

عدد محدود	عدد غير محدود	إجابات غامضة
• 3 مثلثات • أقل من 100 • 180 مثلث • 150-200 مثلث • كثير كثير، ولكن عدد محدود. • يمكن أن ننتهي غداً، أكبر عدد 400	• لا أعتقد أننا ننتهي • لا نستطيع ذكر عدد محدد • الى ما لا نهاية	• المثلثات متشابهة ولكن نظرياتها مختلفة. كل مثلث مختص بنظرية معينة.

يبدو أن سبب اعتقاد الطلبة بمحدودية عدد المثلثات التي يمكن رسمها هو اعتقادهم بمحدودية القدرة على تغيير قياس زوايا المثلث. طالب في الصف السادس قال: "[نستطيع الرسم] لحد معين حتى تصغر الزاوية وتصبح 180، ولا يظل مثلث". طالب آخر قال: "نستطيع أن نرسم الى مثل هذا [ورسم الشكل]  ، كلما غيرنا في قياسات الأضلاع وارتفاع المثلث نستطيع أن نرسم مثلثات حتى يصبح خط مستقيم [أشّر بإبهاميه وسبابتيه ليعبر عن ارتفاع المثلث وكيف يصغر]".

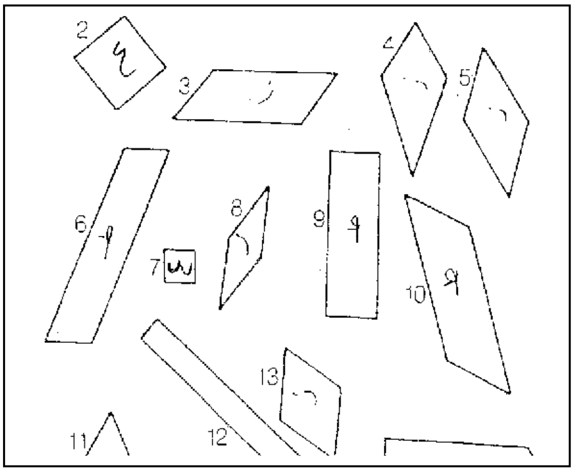
أما بالنسبة للإجابة الغامضة المذكورة، فقد أجابتها طالبة في الصف العاشر أصرت على الحديث عن أنواع المثلثات (قائم، منفرج، .. الخ) وليس عددها. رغم أنها ذكرت أن عدد المثلثات التي يمكن رسمها "ليس عدد نهائي". ويبدو أنها تقصد بقولها أن المثلثات متشابهة أن شكلها أو مظهرها العام متشابه، أو أنها متطابقة ولكنها تختلف في الأضلاع.

خلاصة المظهر الأول (التعرف على الأشكال):

تم ملاحظة أنماط مختلفة للتعرف على الأشكال لدى الطلبة الذين تمت مقابلتهم، أهم هذه الأنماط هي:

1. التعرف البصري أو الكلي على الشكل: تمت ملاحظة هذا النمط من لغة الطلبة المستخدمة (لاحظ قضية اللغة في نتائج السؤال الرابع من هذا الفصل). مثال: عند سؤال طالب عن كيفية معرفته بأن الشكل مربع أو مستطيل، أجاب "عالشكل" [يقصد من شكله العام].

2. امتلاك صورة ذهنية نمطية ما للأشكال: معظم الطلبة كانوا يحركون ورقة الأشكال باتجاهات مختلفة، ثم يضعون رمز الشكل بما يتلائم مع الصورة البصرية التي يحملونها (الشكل 4-3: لاحظ كتابة رموز الأشكال كيف تتجه مع اتجاه الصورة النمطية). بعض الطلبة يعتقدون أن الشكل الهندسي رقم 2 يكون مربعاً حسب اتجاه ما، ويصبح معيناً عند تحريك الورقة باتجاه يلائم أو يطابق الصورة النمطية المألوفة لديه، كما في الحوار التالي مع طالب في الصف السادس:



الشكل 4-3: نموذج من أداء طالب في المقابلة– امتلاك صورة ذهنية نمطية ما للأشكال

ب: هل شكل 2 معين؟

ط: نعم.

ب: لكنك اخترته كمربع!

ط: لأننا لو حركناه هكذا يصبح مربعاً [حرّك ورقة الأشكال باتجاه يلائم صورة المربع المألوفة □]

ب: لكن بدون تحريك الورقة، هل يكون الشكل مربعاً؟

ط: لا. هكذا هو معين. عندما نحرّك الورقة يصبح مربعاً.

3. اعتماد شكل ما، أو خصائص معينة، كأساس للتعرف على أي شكل: وُجد طالب يتعرف على أي شكل من خلال المثلث: جميع الأشكال هي مثلثات إما المثلث "العادي" أو "مثلث رباعي" [في وصف المستطيل أو المربع أو أي شكل رباعي]. جميع الطلبة (باستثناء المذكور أعلاه) يعتمدون على الزوايا والأضلاع سواء في التعرف على الأشكال أو القيام بعملية ما في الهندسة. وقد تمحور تفكيرهم على الأضلاع والزوايا في الإجابة على محدودية عدد المثلثات التي يمكن رسمها، أو في تصنيف المثلثات، أو في التعرف على الأشكال في اللعبتين، لكن هذا التمحور لم يكن منظماً في أغلب الأوقات، مثلاً:

ب: كيف تختلف هذه المثلثات عن بعضها؟

ط: هذا قائم الزاوية، وهذا حاد، وهذا منفرج [الزوايا]، وهذا أطول.

ب: كيف أطول؟

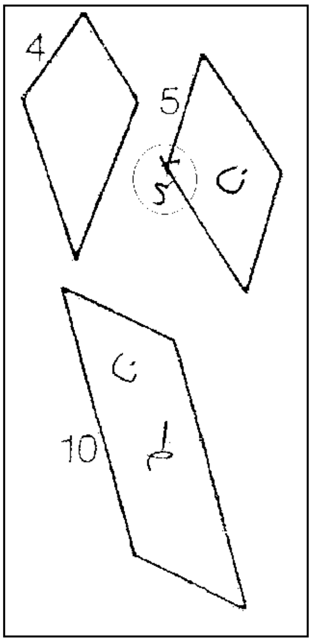
ط: هذا ضلعه أطول من هذا [تشير الى الأضلاع في المثلثات].

ب: كيف تجعلين المثلثات مختلفة؟

ط: بفكر أكبره، أرفعه، أطوله [تغيير زواياه وأضلاعه]

4. <u>بناء طرق خاصة في التعرف على الأشكال:</u>

يعتقد طالب واحد بأن الشكل الهندسي رقم 5 في الشكل 4-4 هو مربع "[لأننا] لو سحبنا النقطة د [حولها دائرة لإبرازها] الى أسفل يصبح الشكل مربع". ثلاثة طلبة آخرون يعتمدون على نفس الطريقة أثناء تعرفهم على الأشكال، لكن بدون فكرة "السحب" هذه. إذ يحاولون التعرف على "أصل" الشكل كما قالت إحدى الطالبات (الصف العاشر) عند سؤالها عن الشكل رقم 6 في ورقة الأشكال بعد اختيارها له على أنه مستطيل (راجع الشكل 4-2):



الشكل 4-4: نموذج من أداء طالب في المقابلة- بناء طرق خاصة في التعرف على الأشكال

ب: شكل 6، هل هو مستطيل؟

ط: هو مستطيل منحرف شبيه بالمتوازي

ب: هل هو مستطيل كما هو؟

ط: لأ. هو في الأصل مستطيل ولكنه منحرف قليلاً.

أما فيما يتعلق بنتائج الاختبار والمقابلة، فقد توافقت الى حد بعيد خاصة في استناد الطلبة الى الطريقة النمطية البصرية للتمييز بين الأشكال، وتضمين خصائص ليست ذات علاقة عند تمييز الشكل مثل اتجاه الشكل في الصفحة، وفي ترتيب الأشكال التي يمكن التعرف عليها من حيث السهولة. فقد اتضح من خلال الاختبار والمقابلة أن أسهل الأشكال في التعرف هو المربع، يليه المستطيل ثم متوازي الأضلاع. أما المعين فهو أصعب الأشكال بالنسبة للطلبة. كما تبين أن الطلبة الفلسطينيين لا يدركون التنوع اللانهائي لأنواع الأشكال كما ظهر في المقابلة، الأمر الذي توافق مع عدم قدرتهم على التعرف على الأشكال الأساسية عندما تصبح في أوضاع غير مألوفة أو غير تقليدية كما برز في نتائج الاختبار.

(2) التعرف على خصائص الأشكال الأساسية:

<u>أولاً- نتائج التعرف على خصائص الأشكال من الاختبار الكتابي:</u> يتضمن الاختبار أسئلة حول خصائص الأشكال وهي الأسئلة التي أرقامها من 6 الى 10، والتي تتطلب معرفة بعض خصائص المربع والمستطيل والمعين والمثلث متساوي الساقين وشكل رباعي على هيئة الطائرة الورقية فيما يلي عرض لإجابات الطلبة (أنظر الملحق 4-ب):

الجدول رقم 4-5: النسب المئوية للإجابات الصحيحة على الأسئلة 6-10 حسب الصفوف

رقم السؤال	هدف السؤال	السادس	الثامن	العاشر
6	خصائص المربع	23.2	33.7	40.4
7	خصائص المستطيل	64.8	66.7	80.0
8	خصائص المعين	18.4	24.6	30.2
9	خصائص المثلث متساوي الساقين	32.4	44.6	44.2
10	خصائص شكل رباعي ناتج عن تقاطع دائرتين (طائرة ورقية)	18.6	22.8	37.7

فيما يلي بعض النتائج:

1. أكثر من $\frac{1}{3}$ كل من طلبة الصف السادس (38.5%) والثامن (33.7%)، والعاشر (32.1%) يعتقدون أن ضلعي المربع المتقابلين متعامدين.

2. أكثر من $\frac{3}{4}$ طلبة الصف السادس (76.8%) و $\frac{2}{3}$ طلبة الصف الثامن (66.3%)، وما يقارب $\frac{3}{5}$ طلبة الصف العاشر (59.6%) لم يعرفوا أن قطري المربع متعامدين.

3. ما يقارب $\frac{2}{3}$ طلبة الصف السادس (64.8%) وطلبة الصف الثامن (66.9%)، و $\frac{4}{5}$ طلبة الصف العاشر (80%) عرفوا خصائص المستطيل العامة (سؤال 7).

4. أكثر من $\frac{4}{5}$ طلبة الصف السادس (81.6%)، و $\frac{3}{4}$ طلبة الثامن (75.4%)، وأكثر من $\frac{2}{3}$ طلبة العاشر (69.8%) يعتقدون أن قطري المعين متساويين.

5. أكثر من $\frac{2}{3}$ طلبة السادس (67.6%)، وأكثر من $\frac{1}{2}$ طلبة الثامن (55.4%) والعاشر (55.8%) لا يعرفون أنه في المثلث المتساوي الساقين، هناك على الأقل زاويتان متساويتان في القياس.

- لابد من الإشارة هنا الى مستوى التخمين الذي قد يقوم به الطلبة أثناء إجابتهم على الأسئلة، والذي يساوي 20% لكل سؤال. وبالتالي لابد من أخذ هذه الملاحظة بعين الاعتبار عند النظر في تقدير الأداء الحقيقي للطلبة بعد إزالة أثر التخمين.

يتضح من النسب المئوية المتدنية لإجابات الطلبة حول خصائص الأشكال أن الطلبة الفلسطينيين لا يعرفون الكثير عن تفاصيل الأشكال الأساسية التي يتعلمونها، ويبدو أنهم لا

يمتلكون المفاهيم الهندسية الأساسية كالتوازي والتعامد كما حدث في البند رقم 6 (المربع). إذ اختار أغلب الطلبة خيار أن الضلعين المتقابلين متعامدان (الملحق 4–ب).

ثانياً– نتائج التعرف على خصائص الأشكال من المقابلات: يمكن القول أن معظم مهام المقابلة تناولت خصائص الأشكال بشكل مباشر أو غير مباشر. وقد أظهرت جميع هذه المهام الضعف العام لدى الطلبة في معرفة خصائص الأشكال، ويبدو هذا منطقياً مع نتائج السؤال الأول. تم الاستناد الى مهمتي التعريف والتصنيف لوصف معرفة الطلبة لخصائص الأشكال.

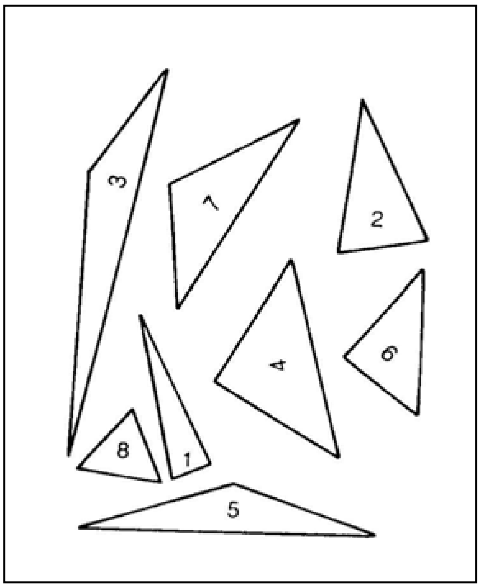
- مهمة التعريف: تستكشف هذه المهمة تعريفات الطلبة للأشكال وعلاقات الاحتواء والشمول بين الأشكال. وسنتناول هنا قضية تعريفات الطلبة للأشكال فقط. حيث يُسأل الطالب "ما الذي ستقوله لشخصٍ ما كي يجد جميع المستطيلات في ورقة الأشكال؟"

أظهرت النتائج أن تعريفات الطلبة تعتمد على المظهر العام للشكل وليس على خصائصه الهندسية، أو الخصائص الكافية لتمييز الأشكال. إذ يقومون بذكر خصائص ضرورية لكنها غير كافية لتحديد الشكل، أو التركيز على خصائص وحيدة مثل خصائص الأضلاع وتجاهل الزوايا، أو ذكر خصائص بها أخطاء أو تكرار. بل أن بعض الطلبة كانوا يستندون الى أشكال مألوفة لديهم ومعروفة (كالمربع) لتعريف أشكال لا يعرفونها أو غير متأكدين من خصائصها كالمعين. فيما يلي نماذج من تعريفات الطلبة للأشكال:

الجدول 4-6: نماذج من تعريفات الطلبة للأشكال الأساسية

<table dir="rtl">
<tr>
<td>المربع:
• جميع أضلاعه متساوية، زواياه متساوية.
• لا يجوز أن يكون مستطيلاً.
• أربعة أضلاع وزاوية قائمة، القطران متساويان، الزوايا متساوية.</td>
<td rowspan="3">المعين:
• المعين شبه مستطيل.
• جميع أضلاعه متساوية، الأقطار متعامدة.
• كل ضلعين متقابلين متساويان، كل زاويتين متقابلتين متساويتان. (زواياه غير قائمة)
• يكون مساعد للمربع والمستطيل
• قطراه متعامدان، أضلاعه متساوية، كل زاويتين متقابلتين متساويتان.
• الأقطار متعامدة، كل ضلعين متقابلين متساويان، الزوايا غير قائمة وليست دائماً حادة.
• شكل يشبه المثلث قطراه متعامدان.
• شكل فقط فيه ضلعان متوازيين.
• مثل المربع لكن زواياه ليست قائمة، وأضلاعه متساوية، وأقطاره متعامدة، كل زاويتان متقابلتان متساويتان.
• المعين .... [صمت]</td>
</tr>
<tr>
<td>المستطيل:
عدد أضلاعه متساوية [فيه ضلعان متساويان]
• زواياه متساوية، كل ضلعين متقابلين متساويين.</td>
</tr>
<tr>
<td>متوازي الأضلاع:
• كل ضلعين متقابلين متساويان، كل زاويتين متقابلتين متساويتان.
• كل أضلاعه متوازية.
• يجوز أن تكون جميع أضلاعه متساوية.
• شكل رباعي، قطراه ينصف كل منهما الآخر، زواياه قائمة.
• نفس المستطيل بس مائل.</td>
</tr>
</table>

- أما على صعيد <u>مهمة التصنيف</u> حيث تُنثر مجموعة من المثلثات المقصوصة (الشكل 4-5) أمام الطالب، ثم يُسأل: "هل يمكنك تجميع بعض المثلثات التي تشبه بعضها بطريقة ما؟ كيف تشبه بعضها؟" ثم يُسأل: "هل يمكنك تجميع بعض



الشكل 4-5

المثلثات التي تشبه بعضها بطريقة تختلف عن المرة السابقة؟ كيف تشبه بعضها؟" يستمر السؤال بنفس الطريقة طالما يمكن للطالب تصنيف المثلثات بطرق جديدة. أظهرت تصنيفات الطلبة (الجدول 4-7) أن:

- المثلث القائم الزاوية هو الأكثر تكراراً (20 تقريباً)، يليه منفرج الزاوية، ثم الحاد.
- أما بالنسبة للأضلاع، متساوي الساقين هو الأكثر تكراراً، يليه متساوي الأضلاع.
- يعتمد معظم الطلبة على التمييز البصري في التعرف على خصائص الأشكال، ويقومون بتضمين خصائص ليست ذات علاقة مثل اتجاه الشكل في الصفحة حيث استخدموا كلمات مثل: طويل، زي [مثل] بعض في الشكل. عندما سُئل أحد الطلبة لماذا لم يضع المثلث رقم 3 مع أي من المثلثات الأخرى، أجاب: "شايف [هل ترى] كيف هذا طويل، وهذا قصير، وهذا طويل كتير" [مشيراً الى أضلاع المثلث].
- لم يتبع الطلبة طريقة منظمة في التصنيف، طالبان فقط قاما بالتصنيف على أساس الزوايا والأضلاع بطريقة منظمة.

الجدول 4-7: تصنيفات الطلبة للمثلثات في مهمة التصنيف

أرقام المثلثات	السبب	أرقام المثلثات	السبب
1، 2	اتجاه الشكل / الطول	1، 4، 6	قائم الزاوية*
1، 2، 3	طويلة	1، 6	قائم الزاوية*
1، 2، 3، 5	مختلفة الأضلاع	2، 7	متساوي الساقين
2، 5	متساوي الساقين	2، 5، 8	متساوي الساقين
3، 5، 7	منفرج الزاوية*	3، 4، 5، 7	الزاوية العليا منفرجة، واللي تحت حادات/ منفرج الزوايا
3، 5	الشكل. نفس الصورة/ زوايا منفرجة/ مختلفة الأضلاع / طوال / الزاوية العليا منفرجة	2، 8	متساوي الساقين*، وزوايا حادة / زي بعض من الراس، الضلعين متساويين
6، 7	نفس الصورة	2، 4، 8	متساويات أضلاع وزوايا حادة
4، 7	حاد الزوايا/متساوي الأضلاع / الاتجاه / في الشكل زي بعض	2، 4، 5، 7، 8	متساوية الساقين*
3، 7	مختلفين الأضلاع/منفرج الزوايا	4، 8	متساوي الساقين/ متساوي الأضلاع
1، 3، 6	غير متساوية الساقين / مختلفة الأضلاع	1، 4، 7، 8	الزوايا العليا حادة متساوية

/ تفصل بين إجابة وأخرى. * تدل على عدد تكرارات عالي

يتضح أيضاً من المقابلة، كما في الاختبار، عدم إدراك الطلبة لتفاصيل الأشكال أو خصائصها. حيث أنهم لا يستندون في تعرفهم على الأشكال أو تصنيفهم لها، على خصائص هذه الأشكال أو يعتمدون على خصائص بصرية، أو أنهم يدركون بعض الخصائص وليس جميعها.

<u>خلاصة المظهر الثاني (التعرف على خصائص الأشكال):</u>

توافقت نتائج الاختبار والمقابلة في إبراز ضعف الطلبة الفلسطينيين في التعرف على خصائص الأشكال الأساسية. إذ لا يزال الطلبة يعتمدون على التمييز البصري في التعرف على خصائص الأشكال، ويقومون بتضمين خصائص ليست ذات علاقة مثل اتجاه الشكل في الصفحة، أو يقومون بذكر خصائص ضرورية لكنها غير كافية لتحديد الشكل، أو التركيز على خصائص وحيدة مثل خصائص الأضلاع وتجاهل الزوايا.

(3) معرفة/إدراك العلاقات بين الأشكال:

<u>أولاً- نتائج الاختبار الكتابي:</u> يتضمن الاختبار أسئلة (أرقامها من 11 الى 15) حول العلاقات بين الأشكال سواء من خلال أسئلة مباشرة، أو من خلال معرفة هل تؤدي عبارة رياضية ما (حول العلاقات) الى عبارة أخرى (استدلال غير شكلي). يبين الجدول 4-8 كيف توزعت النسب المئوية لإجابات الطلبة الصحيحة على هذه الأسئلة (أنظر الملحق 4-ج):

الجدول رقم 4-8: النسب المئوية للإجابات الصحيحة على الأسئلة 11-15 حسب الصفوف

رقم السؤال	هدف السؤال	السادس	الثامن	العاشر
11	استدلال منطقي حول المستطيل والمثلث	21.5	27.1	38.1
12	المثلث والمثلث متساوي الساقين	22.7	36.6	40.8
13	علاقة المستطيل بالمربع	9.6	16.2	19.6
14	المربعات والمستطيلات ومتوازيات الأضلاع	9.6	13.8	14.0
15	المستطيلات ومتوازيات الأضلاع	16.8	20.9	28.7

لابد من التنويه هنا الى أن السؤالين 11 و 12 في الاختبار هما من أكثر الأسئلة التي طلب الطلبة توضيحاً لهما. بعض الطلبة سألوا "أين الشكلان؟"، غالبيتهم طلبوا أن يشرح المطلوب من السؤال. انعكس هذا الأمر على أداء الطلبة في هذا المستوى، كما نرى في الآتي:

1. أعلى نسبة إجابة صحيحة على الأسئلة الخمسة كانت للسؤال 12: 22.7% للصف السادس، 36.6% للصف الثامن40.8% للصف العاشر.
2. تُظهر خيارات الطلبة (الملحق 4−ج) ميل الطلبة الى التخمين باستثناء السؤال رقم 13 للصفوف الثلاثة، والسؤال 12 للصفين الثامن والعاشر، والسؤال 11 للعاشر.
3. ما يقارب $\frac{1}{5}$ طلبة الصف السادس (21.5%) ، و $\frac{1}{4}$ طلبة الثامن (27.1%)، و $\frac{2}{5}$ طلبة العاشر (38.1%) فقط − أدركوا أن أي شكل لا يمكن أن يكون مستطيلاً ومثلثاً في نفس الوقت.
4. ما يقارب $\frac{1}{5}$ طلبة الصف السادس (22.7%) ، و $\frac{1}{3}$ طلبة الثامن (36.6%)، و $\frac{2}{5}$ طلبة العاشر (40.8%) فقط − استنتجوا أنه إذا كان المثلث متساوي الأضلاع فإن زاويتين منه تكونان متساويتين.
5. <u>أكثر من $\frac{4}{5}$ الطلبة لا يدركون أن المربع هو حالة خاصة من المستطيل</u>: 90.4% من طلبة الصف السادس، 83.8% من طلبة الثامن، 80.4% من العاشر.
6. 86% من الطلبة (من كل صف) لم يدركوا علاقات الاحتواء والشمول بين المربعات والمستطيلات ومتوازيات الأضلاع.

7. ما يقارب $\frac{4}{5}$ طلبة السادس والثامن (83.2%، 79.1% بالترتيب) و $\frac{3}{4}$ الصف العاشر (71.3%) لم يعرفوا أن خاصية تساوي الأقطار صحيحة في جميع المستطيلات، ولكنها ليست كذلك في بعض متوازيات الأضلاع.

- لابد من الإشارة هنا مرة أخرى الى ضرورة الأخذ بعين الاعتبار مستوى التخمين الذي قد يقوم به الطلبة أثناء إجابتهم على الأسئلة.

تبدو نتائج الاختبار في هذا المظهر (العلاقات بين الأشكال) منطقية إذا ما أخذنا في الاعتبار نتائج الطلبة في المظهر السابق (خصائص الأشكال). فطالما أن الطلبة لا يعرفون خصائص الأشكال؛ فمن المتوقع أنهم ليسوا قادرين على إدراك العلاقات بينها. ويبين الملحق 4-ج كيفية استناد الطلبة الى التخمين في الإجابة على هذه الأسئلة.

<u>ثانياً- نتائج إدراك العلاقات بين الأشكال من المقابلات:</u> يتم الاستناد الى مهمة تعريف الأشكال (التي تستكشف معرفة الطلبة حول علاقات الاحتواء والشمول بين الأشكال). سُئل الطلاب أسئلة تستكشف العلاقات مثل: هل رقم 2 مستطيل؟ هل رقم 9 متوازي أضلاع؟ وطُلب منهم تقديم تفسير حول اعتقادهم بأن الشكل رقم 2 مستطيل، أو أن الشكل رقم 9 متوازي أضلاع. كما تم تعميم مثل هذه الأسئلة وسؤال الطلبة أسئلة مباشرة حول علاقة المربع بالمستطيل، وبالمعين، وعلاقة المستطيل بمتوازي الأضلاع.

أظهرت النتائج المستوى الضعيف الذي يحققه الطلبة في إدراك العلاقات بين الأشكال؛ إذ تمكن سبعة طلاب فقط من معرفة العلاقات بين الأشكال الأساسية معرفة قوية

(الجدول 4–9). من أمثلة الضعف المذكور: "المعين شبه مستطيل"، "المتوازي [متوازي الأضلاع] نفس المستطيل بس [لكنه] مائل".

كذلك لم يتمكن الطلبة من استنتاج أن المربع مستطيل أو أن المستطيل هو متوازي أضلاع، عند نقاشهم حول العلاقات بين الأشكال، والطلب منهم محاولة تطبيق خصائص المستطيل على المربع، أو خصائص متوازي الأضلاع على المستطيل. تبين الجداول 4–9، 4–10، 4–11 بعض التفاصيل عن معتقدات الطلبة وآرائهم بخصوص العلاقات بين الأشكال.

جدول 4–9: أعداد ونسب الطلبة حسب معرفتهم للعلاقات بين الأشكال

وجه المقارنة	المجموع العام	الصف 6			الصف 8			الصف 10		
		ذكر	أنثى	مجموع	ذكر	أنثى	مجموع	ذكر	أنثى	مجموع
لم يعرفوا أي علاقة	13	4	3	7	0	2	2	1	3	4
				%63.6			%20			%57.1
عرفوا علاقة واحدة على الأقل ولم يعرفوا جميع العلاقات	4	1	0	1	0	2	2	1	0	1
				%9.1			%20			%14.3
عرفوا العلاقات الأربعة	7	1	1	2	2	2	4	0	1	1
				%18.2			%40			%14.3
حالات خاصة*	4	0	1	1	2	0	2	1	0	1
				%9.1			%20			%14.3

* الحالات الخاصة هم طلبة يحفظون عن ظهر قلب العلاقات بين الأشكال كتعريفات، ولكنهم:

أ) لم يتمكنوا من تطبيق ذلك على ورقة الأشكال. مثلاً، طالبة منهم لم توافق على أن الشكل الهندسي رقم 2 (وهو مربع) هو مستطيل أو معين (أنظر الشكل 4–2)، ولم توافق على أن الشكل رقم 12 (وهو مستطيل) هو متوازي الأضلاع. كما وافقت

هي نفسها على أن المستطيل هو معين ولكن زواياه قائمة. طالب آخر قال أنه غير متأكد مما يقول.

ب) جميعهم لا يعرفون المعين؛ ورغم ذلك قالوا أن المربع هو معين. والمقصود بعدم معرفتهم للمعين أنهم لم يتمكنوا من التعرف عليه عندما عرض عليهم باتجاهات وأنماط مختلفة خلال مهام المقابلة.

جدول 4–10: أعداد الطلبة الذين عرفوا أي علاقة بين الأشكال

نوع العلاقة	الصف 6			الصف 8			الصف 10		
	ذكر	أنثى	مجموع	ذكر	أنثى	مجموع	ذكر	أنثى	مجموع
علاقة المربع بالمستطيل	2	1	3	2	3	5	1	1	2
علاقة المربع بالمعين	2	1	3	2	3	5	0	1	1
علاقة المستطيل بمتوازي الأضلاع	1	1	2	2	4	6	0	1	1
علاقة المربع بمتوازي الأضلاع	1	1	2	2	4	6	0	1	1

استنتاجات:

1. أسهل العلاقات بالنسبة للطلبة هي علاقة المربع بالمستطيل، ومن لم يعرفها/ يدركها لم يعرف غيرها، باستثناء طالبة.
2. سبعة (7) طلاب فقط أدركوا جميع العلاقات، وكان تقييمهم جميعاً حسب مدرس الرياضيات كطلبة ممتازين.
3. عدم فهم أو إدراك لمعنى الشمول أو الاحتواء: أظهرت النتائج أن بعض الطلبة (4 طلاب) يحفظون العلاقات بين الأشكال كتعريفات دون القدرة على تطبيقها. أي هناك فجوة بين النظري أو الذهني وبين القدرة على تطبيق هذه المعرفة.
4. لم يتمكن أي من الطلبة من تعريف المربع باستخدام كلمة مستطيل أو معين تعريفاً كاملاً (مثلاً: المربع هو مستطيل أضلاعه متساوية).

5. من أسباب الضعف الأساسية لعدم إدراك العلاقات هو عدم معرفة الأشكال أصلاً، وعدم استناد الطلبة الى التعريفات.
6. جميع الطلبة، ورغم قدرة بعضهم على معرفة العلاقات بين الأشكال، كانوا يحرّكون الورقة عند النظر الى الأشكال كي تتلائم مع الصور النمطية/ التقليدية التي يمتلكونها للأشكال. ويبدو أن حركة كهذه تساعدهم أيضاً على تقدير الزوايا بشكل أدق.
7. السبب الرئيسي لعدم قبول "أن كل مربع مستطيل" هو أن أضلاع المربع متساوية بينما أضلاع المستطيل ليست كذلك كما عبر معظم الطلبة (الذين عرفوا علاقة واحدة على الأقل ولكنهم لم يعرفوا جميع العلاقات). يُظهر الحوار التالي ذلك:

ب: هل شكل 2 مستطيل؟
ط: لأ، مربع. مش مستطيل.
ب: لماذا؟
ط: لأن ليس كل ضلعين متقابلين متساويين.

أي أن الطلبة غير قادرين على إدراك النتيجة المنطقية البسيطة التي تفيد بأن عبارة "جميع الأضلاع متساوية" تعني ضمناً أن "كل ضلعين متقابلين متساويين"، أي أنهم غير قادرين على تكوين روابط منطقية بين الأشكال والخصائص من خلال التعريفات، وهذه إحدى مظاهر المستوى الثالث لمستويات فان هيل.

نفس الأمر حدث بالنسبة لعلاقة المربع بالمعين أو بمتوازي الأضلاع، أو علاقة المستطيل بمتوازي الأضلاع. يبين الجدول 4-11 ذلك.

جدول 4-11: أنواع العلاقات وسبب عدم قبول الطلبة لها

نوع العلاقة	سبب عدم قبولها
المربع هو مستطيل	أضلاع المربع متساوية
المربع هو معين	زوايا المربع قائمة
المربع هو متوازي أضلاع	تساوي أضلاع المربع وزواياه القائمة
المستطيل هو متوازي أضلاع	زوايا المستطيل قائمة

تظهر نتائج المقابلات أن غالبية الطلبة لا يدركون العلاقات بين الأشكال؛ فنصفهم تقريباً (46%) لم يدرك أي علاقة بين الأشكال الهندسية الأساسية التي يتعلموها في المدرسة. وقد سبّب عدم إدراكهم لهذه العلاقات عدم قدرتهم على القيام باستدلالات غير شكلية/غير رسمية.

خلاصة المظهر الثالث (التعرف على العلاقات بين الأشكال):

يمكن تلخيص أنماط معرفة الطلبة للعلاقات بين الأشكال بأن الطلبة الفلسطينيين لا يدركون العلاقات بين الأشكال حتى البسيطة منها أي أنهم غير قادرين على القيام باستنتاج غير رسمي، وقد توافقت نتائج الاختبار والمقابلة في إبراز هذه النتيجة العامة. ومن أهم مظاهر هذا الضعف:

1. الأشكال في أذهان الطلبة عبارة عن أشكال منفصلة أو كيانات مستقلة بذاتها لا توجد روابط أو علاقات بينها.
2. عدم إدراك الطلبة لمعنى الاحتواء والشمول.
3. عدم استناد الطلبة الى التعريفات.

(4) الاستنتاج الرسمي/الشكلي:

<u>أولاً- نتائج الاختبار الكتابي:</u> يتضمن الاختبار أسئلة تتطلب استدلالاً شكلياً وهي الأسئلة التي أرقامها من 16 الى 20. حيث تُقدم معطيات للطالب ويطلب منه القيام إما بالاستنتاج أو الإثبات لاختيار الإجابة الصحيحة، مثل أن سبب توازي مستقيمين هو تعامدهما على ثالث، أو أي العبارات حول خصائص الأشكال تؤدي الى عبارات أخرى. يبين الجدول 4-12 كيف توزعت النسب المئوية لإجابات الطلبة الصحيحة على هذه الأسئلة (أنظر الملحق 4-د):

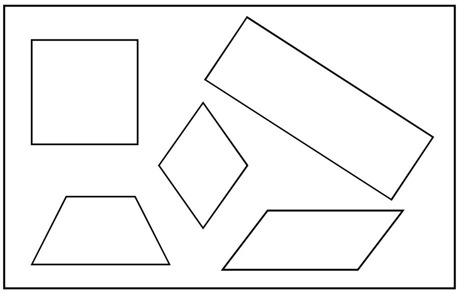
الجدول رقم 4-12: النسب المئوية للإجابات الصحيحة على الأسئلة 16-20 حسب الصفوف

رقم السؤال	هدف السؤال	السادس	الثامن	العاشر
16	استنتاج حول المثلث القائم	16.0	27.7	21.1
17	عبارات منطقية حول خصائص المربع والمستطيل والقطرين	21.1	18.1	18.5
18	إثبات حول المستطيل وقطريه	17.6	24.2	30.2
19	أساسيات حول بنية الهندسة	16.0	16.0	14.3
20	تفسير برهان (سبب توازي مستقيمين)	14.1	9.0	6.8

كما في المظهر السابق، العلاقات بين الأشكال، تبدو محاولات التخمين ظاهرة في إجابات الطلبة. حيث توزعت اختيارات الطلبة على الخيارات الخمسة على نحو متساوٍ تقريباً في معظم إجابات الطلبة في الصفوف الثلاثة، ومعظمها يقع ضمن مستوى التخمين المتوقع الذي قد يقوم به الطلبة أثناء إجابتهم على الأسئلة (يساوي 20% لكل سؤال).

ويبدو هذا أكثر وضوحاً عند ملاحظة أن طلبة الصف السادس حققوا نسبة إجابات صحيحة للسؤالين 17 و 20 أعلى من الصفين الثامن والعاشر. وتساوت إجاباتهم مع الثامن، وفاقت العاشر في السؤال 19. ويمكن استخلاص النتيجة التالية من الجدول:

- هناك ضعف عام في أداء الطلبة في هذا المظهر، فقد وجد أن أعلى النسب المئوية للإجابات الصحيحة في كل من الصفوف السادس والثامن والعاشر هي على الترتيب: 21%، 27.7%، 30.2%. وهذه النسب متدنية جداً وتقترب كثيراً من مستوى التخمين المتوقع.



الشكل 4-6: الأشكال في لعبة ما هو الشكل (أ) في المقابلة

ثانياً- نتائج المقابلات:

تم الاستناد هنا الى لعبتي "ما هو الشكل؟" (أ، ب).

- في اللعبة (أ)، يقوم الباحث بإخفاء شكل ما، ويطلب من الطالب معرفته من خلال أقل عدد ممكن من الأسئلة، بحيث تكون إجابة أي سؤال إما نعم أو لا. تهدف هذه اللعبة إلى استكشاف فهم الطلبة لخصائص الأشكال والعلاقات بينها وقدرة الطلبة على الاستدلال الشكلي. يبين الشكل 4-6 الأشكال التي تم العمل فيها مع الطلبة (أي التي كان يتم إخفائها) وقد كان يتم إعلام الطلبة بأن الشكل المخبأ هو أحد الأشكال التي يعرفوها، وفي أحياناً أخرى تم إعلامهم بأن الشكل هو رباعي يعرفوه.

واجه معظم الطلبة صعوبات في طرح أسئلة، وقد عبرت إحدى الطالبات عن ذلك أنها غير معتادة على طرح أسئلة، لذا فهي تجد صعوبة في ذلك. طالب آخر قال "كيف

أسألك وأنا لا أعرف الشكل". فيما يلي ثلاثة نماذج من طرح الأسئلة: غير الجيدة، والجيدة، والجيدة المنظمة، بالترتيب (الطالب يسأل/ والباحث يجيب بـــ نعم أم لا):

النموذج الأول:

[هل] جميع زواياه قائمة؟ / لا
إحدى زواياه قائمة؟ / لا
فقط ضلعين متساويين؟ / لا
أقطاره متعامدة؟ / نعم
زواياه متساوية؟ / لا

وعندما سُأل حول أي الأشكال يفكر، أجاب: "فش إشي" [لا يوجد ما أفكر به]

النموذج الثاني:

[هل] جميع أضلاعه متساوية؟ / لا
جميع زواياه متساوية؟ / لا
كل ضلعين متقابلين متساويين؟ / نعم
به 4 زوايا؟ / نعم
هل به زوايا قائمة؟ / لا
هل أقطاره متعامدة؟ / لا
الجواب: متوازي أضلاع

النموذج الثالث:

[هل له] 4 زوايا؟ / نعم
أضلاعه متساوية؟ / لا
زواياه قائمة؟ / لا
الزوايا المتقابلة متساوية؟ / لا
الجواب: شبه منحرف

أما فيما يتعلق بالطلبة الذين لم يصنفوا في المقابلة لأي مستوى، فقد ســأل أحــدهم الأسئلة التالية:

هل أضلاعه متوازية / ..
هل أضلاعه متساوية في الطول والحجم / ..
هل يحتوي على زوايا / ..

توفر هذه اللعبة فرصة لمراقبة المعرفة فوق الذهنية لدى الطلبة، أو كيف يمكنهم مراقبة تفكيرهم بأنفسهم، إذ أن غالبية من تمكنوا من طرح أسئلة كانوا غير منظمين في طرحها أو دون هدف واضح في أذهانهم، ولم يفكروا في "لماذا أسأل أسئلة كهذه". يبين الحوار التالي كيف توفر هذه اللعبة مراقبة المعرفة فوق الذهنية:

ب: كيف قررت أن الشكل متوازي أضلاع بالتأكيد؟
ط: سألتك عن أضلاعه هل هي متساوية، وقلت لي لا، إذن هو ليس مربع ولا معين. ثم سألتك عن الزوايا، وفهمت أنه ليس مثلث. وتبقى أن أسألك عن الأضلاع لأنني اعتقدت أنه قد يكون شبه منحرف أو مستطيل أو متوازي أضلاع؛ لذا سألتك هل كل ضلعين متقابلين متساويين. وعندما قلت لي نعم، قررت أنه إما مستطيل أو متوازي أضلاع؛ لذا سألتك السؤال الأخير هل زواياه قائمة، وعندما أجبتني لا، قررت أنه متوازي أضلاع.

- في اللعبة ب، وهي لعبة استدلال منطقية، يقول الباحث: "معي قائمة تحتوي على تلميحات لشكل ما. سأخبرك بهذه التلميحات واحداً تلو الآخر، وسأتوقف بين كل تلميح وآخر كي تفكر أنت هل عرفت الشكل أم لا. عندما تعتقد أنك عرفت

الشكل، أوقفني وأعلمني. أطلب مني تلميحاً آخراً إذا لم تعرفه. يمكنك الرسم أو استخدام أي من الأدوات أمامك".

تكشف هذه اللعبة معرفة الطلبة بالأشكال وخصائصها، وإدراكهم للعلاقات بين هذه الأشكال، واقتصرت التلميحات على المربع والمستطيل والمعين ومتوازي الأضلاع.

أظهرت هذه اللعبة أيضاً، كما في اللعبة أ، أن الطلبة لا يزالوا يعتمدون على المظهر العام للشكل حتى عند حصولهم على تلميحات أو معلومات عن الشكل. فقد كان معظم الطلبة (16 طالباُ) يجيبون بسرعة عند سماعهم بعض التلميحات التي تُدلل على وجود صورة ذهنية نمطية لشكل ما. مثلاً:

ب: شكل مغلق، له أربعة أضلاع.
ط: كمان [أحتاج تلميحاً آخراً]
ب: له ضلعان طويلان، وآخران قصيران.
ط: عرفته. مستطيل

وبعض الطلاب كانوا يعتقدون أن الشكل مربع بمجرد أن يسمعوا تلميح "جميع أضلاعه متساوية". كما أظهرت أن عدد قليل جداً (أربعة طلاب) من الطلبة يمتلكون قدرة عالية في معرفة الخصائص الكافية لتمييز الأشكال.

(5) البرهان الصارم:

أولاً- نتائج الاختبار الكتابي: يتضمن الاختبار أسئلة حول القدرة على التعامل مع أنظمة هندسية مجردة ومختلفة عن تلك التي يتعلمها الطالب. هذه الأسئلة هي التي أرقامها من 21 الى 25، ولم تُقدم إلا الى طلبة الصف العاشر. يبين الجدول 4-13 كيف توزعت إجابات الطلبة الصحيحة على هذه الأسئلة (أنظر الملحق 4-هـ):

الجدول رقم 4-13: النسب المئوية للإجابات الصحيحة على الأسئلة 20-25 حسب الصفوف

رقم السؤال	هدف السؤال	السادس	الثامن	العاشر
21	هندسة لا إقليدية (1)- التقاطع والتوازي	*	*	10.2
22	استحالة تثليث الزاوية	*	*	26.4
23	هندسة لا إقليدية (2)- مجموع زوايا المثلث	*	*	22.3
24	هندسة لا إقليدية (3)- خصائص المستطيل	*	*	26.8
25	استنتاج رسمي/شكلي	*	*	20.8

- يتضح من الجدول أعلاه مدى صعوبة هذا المظهر وضعف أداء الطلبة فيه. إذ لم تتجاوز أعلى نسبة إجابات صحيحة لأي سؤال 26.8%، وهي نسبة تقترب من مستوى التخمين المتوقع الذي قد يقوم به الطلبة أثناء إجابتهم على الأسئلة (20% لكل سؤال). ثلاث طلاب من الصف العاشر حققوا هذا المستوى على خلاف المألوف (أي أجابوا بشكل صحيح على ثلاثة أسئلة من أصل خمسة). إذ من غير المتوقع أن يستطيع طلبة التعليم العام (ما قبل التعليم العالي) تحقيق هذا المستوى، ويبدو أن طبيعة الاختبار (اختيار من متعدد) ودور التخمين فيه قد لعب دوراً في ذلك.

- يُظهر الجدول 4-13 عدم قدرة الطلبة على التعامل مع هندسة مختلفة. في السؤال 21 مثلاً، حيث يبدو المستقيمان المتقاطعان كمستقيمين متوازيين (في الهندسة المستوية الإقليدية) بينما هما (في هذه الهندسة "الجديدة") متوازيان. لم يتمكن سوى 10.2% من طلبة الصف العاشر من الإجابة على هذا السؤال بشكل صحيح. كما لم يتمكن أي من الطلبة الثلاثة -الذين حققوا هذا المستوى- من الإجابة على هذا السؤال. ويبدو أن الخيار أ لهذا السؤال (الملحق 4-هـ) قد كان أكثر "جاذبية" للطلبة، فقد اختاره 47.5% من الطلبة لأنه يتطابق أكثر مع ما يتعلمه الطلبة في الهندسة الإقليدية.

<u>ثانياً- نتائج المقابلات:</u> لم تحتوي المقابلة على مهام لاستكشاف مظاهر البرهان الصارم؛ إذ اكتفى الباحث بالاختبار للكشف عن هذه المظاهر إن وجدت. ولكن الباحث قام بمقابلة أحد الطلبة الثلاثة الذين حققوا هذا المستوى لفحص تفكيره الهندسي ومدى تلاؤمه مع خصائص هذا المستوى. أجريت المقابلة لمدة الساعة تقريباً، وطُلب من الطالب الإجابة على أسئلة من الاختبار كان الطالب نفسه قد أجاب عليها بشكل صحيح وبعضها كان قد أجاب عليها خطأ.

أظهرت هذه المقابلة أن هذا الطالب لا يحقق المستوى الخامس فعلياً؛ حيث بيّنت طريقة حلّه لأسئلة هذا المستوى أنه غير قادر على البرهان الصارم أو التعامل مع أنظمة هندسية أخرى (غير الهندسة الإقليدية) وهي أبرز مظاهر المستوى الخامس. ورغم أن هذا الطالب عند المستوى الرابع من التفكير؛ إلا أنه -كالعديد من الطلبة الآخرين في العينة- فشل في التعرف على المعين، الأمر الذي يؤكد مدى "صعوبة" هذا الشكل بالنسبة للطلبة الفلسطينيين.

السؤال الثاني: كيف يمكن وصف أنماط التفكير الهندسي لدى الطلبة الفلسطينيين حسب الجنس ومكان السكن ضمن الصف الواحد؟

تمت الإجابة على هذا السؤال بوصف أنماط التفكير الهندسي لكل من الجنس ومكان السكن (ضمن الصف الواحد) بالإطلاع على نتائج الاختبار فقط. وتم تناول المظاهر الخمسة –التي تعكس مستويات التفكير الهندسي– ككل دون التطرق الى تفاصيل كل سؤال، وهذه المظاهر هي:

(1) التعرف على الأشكال الأساسية،

(2) التعرف على خصائص الأشكال الأساسية،

(3) معرفة/إدراك العلاقات بين الأشكال (الاستدلال غير الرسمي)،

(4) الاستنتاج (الاستدلال الرسمي)،

(5) البرهان الصارم.

وبعد تقديم صورة عامة عن أداء الطلبة سواء حسب الجنس أو مكان السكن (الجدول 4–14)، تم تقديم نتائج عامة (يقدم الملحق 4 صورة تفصيلية). بشكل عام يمكن القول أن أداء الجنسين متقارب بدرجة كبيرة في كل الصفوف رغم وجود بعض الاختلافات البسيطة. أما أداء طلبة المدينة فقد كان أفضل قليلاً من أداء طلبة القرية والمخيم، كما يتضح لاحقاً.

يبين الجدول 4-14 معدلات النسب المئوية للإجابات الصحيحة لكل صف حسب أسئلة الاختبار الكتابي والجنس ومكان السكن.

الجدول 4-14: معدلات النسب المئوية لإجابات الطلبة الصحيحة حسب الصف والجنس ومكان السكن

الأسئلة	الصفوف	جنس		مكان السكن		
		ذكر	أنثى	مدينة	قرية	مخيم
5-1	السادس	56.6	55.7	58.1	52.7	52.7
	الثامن	64.6	72.5	70.8	66.7	61.6
	العاشر	72.4	68.9	72.7	67.1	64.0
10-6	السادس	32.1	30.7	32.4	30.4	29.2
	الثامن	35.3	41.6	39.8	34.0	37.7
	العاشر	50.2	41.4	47.2	45.2	40.0
15-11	السادس	18.9	12.8	16.8	13.7	15.5
	الثامن	22.1	23.7	24.8	19.2	19.3
	العاشر	31.5	23.7	28.2	28.4	28.0
20-16	السادس	17.7	16.1	16.8	16.7	17.8
	الثامن	17	21	18.0	24.7	17.7
	العاشر	19.3	16.6	18.8	16.8	16.0
25-21	السادس	*	*	*	*	*
	الثامن	*	*	*	*	*
	العاشر	20.3	22.7	21.4	21.6	12.0

تم الاعتماد على الجدول أعلاه في استنتاج ما يتعلق بالجنس ومكان السكن كما سيأتي، ولمزيد من التفصيل يمكن الرجوع الى الملحقين 4-ز، ح. وتجدر الإشارة مرة أخرى الى مستوى التخمين المتوقع الذي يقوم به الطلبة (20% على كل سؤال)؛ لذا لابد من الأخذ بهذه الملاحظة عند كل نسبة تقترب من هذا المستوى:

أولاً- الجنس:

- أفضل أداء حققه الطلبة بشكل عام (ذكوراً وإناثاً) جاء في الأسئلة العشرة الأولى.
- أداء الإناث في الصف الثامن أفضل من أداء الذكور في جميع المظاهر.
- متوسط أداء الإناث في التعرف على الأشكال الأساسية أفضل قليلاً من متوسط أداء الذكور (65.7%، 64.5% بالترتيب). أما في التعرف على خصائص الأشكال الأساسية فمتوسط أداء الذكور أفضل منه لدى الإناث (37.9% إناث، 39.2% ذكور).
- فيما يتعلق بالمظاهر الثلاثة المتبقية، يصعب وضع استنتاجات ذات معنى نظراً لاقتراب النسب المئوية من مستوى التخمين المتوقع (20%).

ثانياً- مكان السكن:

قبل البدء، لابد من الإشارة الى أن عدد طلبة الصف العاشر من المخيم هو خمسة فقط، وسيتم تجاهلهم من المقارنة في هذا الصف. تم النظر من خلال الجدول 4-14 إلى الأسئلة العشرة الأولى فقط نظراً لاقتراب النسب المئوية للأسئلة المتبقية من مستوى التخمين المتوقع (20%). بشكل عام يمكن القول أن أداء طلبة المدينة أفضل قليلاً من أداء كل من طلبة القرية والمخيم الذين يقترب أداءهم من بعضهم البعض، حيث بلغت متوسطات إجاباتهم بالترتيب في التعرف على الأشكال كالتالي: 67.2%، 62.2%، 59.4%.

السؤال الثالث: ما هي مستويات فان هيل التي يبلغها الطلبة الفلسطينيون في الصفوف السادس والثامن والعاشر الأساسية؟

بداية لابد من الإشارة الى أن أكثر من ثلثي $(\frac{2}{3})$ طلبة العينة (69.2%) تمكنوا من تحقيق المستوى الأول من التفكير الهندسي، بينما لم يتمكن الثلث الأخير (30.8%) من تحقيق هذا المستوى، أي لم يُصنفوا على مستويات فان هيل بحسب معايير التصنيف التي استخدمت في هذه الدراسة. تمت الإجابة على هذا السؤال من زاويتين: الاختبار والمقابلة، يتبعه خلاصة تظهر التوافق بين هاتين الزاويتين إن وجد.

أولاً- نتائج الاختبار الكتابي: يتم النظر هنا بشكل أساسي الى نتائج الطلبة الذين صنفوا على مستويات فان هيل، والاطلاع على متغيري الجنس ومكان السكن لهؤلاء الطلبة، ومن ثم إلقاء نظرة عابرة على أداء الطلبة الذين لم يُصنفوا. يبين الجدول 4-15 كيف يتوزع طلبة كل صف بحسب تحقيقهم للمستوى الأول أم لا.

الجدول 4-15: النسب المئوية لتحقيق أو عدم تحقيق طلبة العينة لمستويات فان هيل

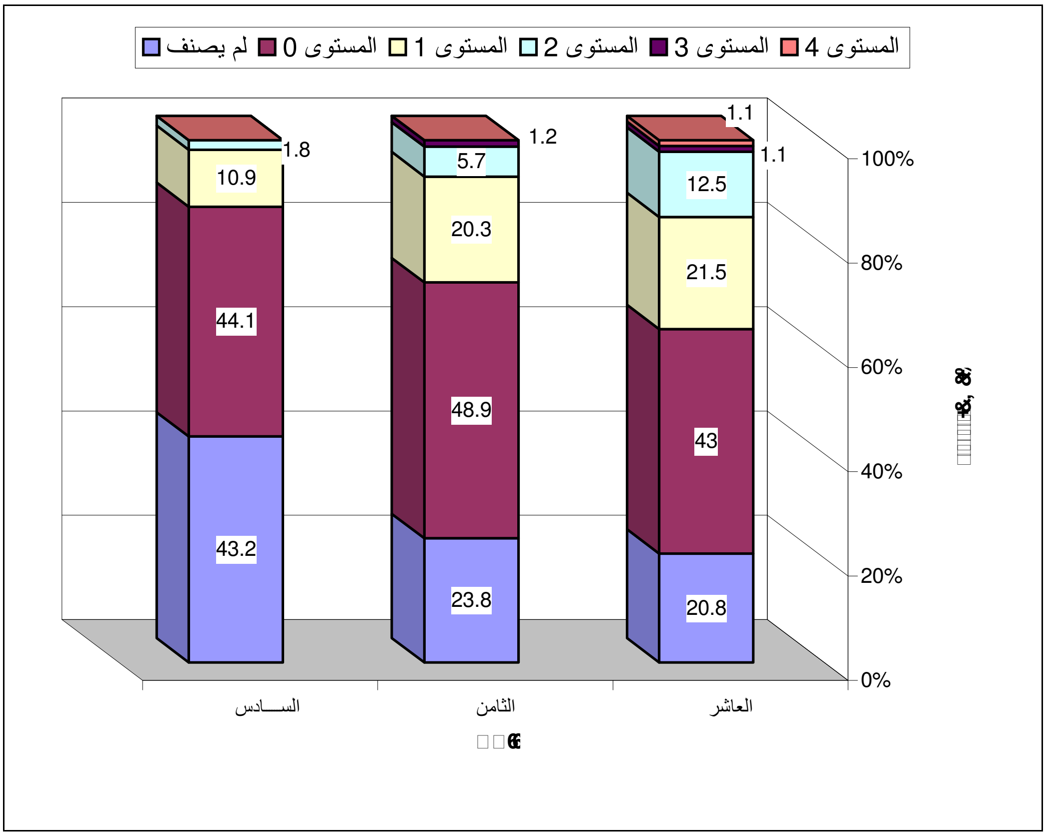
الصف	الطلبة الذين لم يصنفوا (%)	الطلبة الذين صنفوا (%)	المجموع
السادس	43.2	56.8	100
الثامن	23.8	76.2	100
العاشر	20.8	79.2	100

أكثر من $\frac{2}{5}$ طلبة الصف السادس لم يصنفوا، وما يقارب $\frac{1}{4}$ طلبة الثامن لم يصنفوا أيضاً، بينما حقق العاشر أفضل نسبة: فقط $\frac{1}{5}$ الطلبة لم يصنفوا.

يبين الجدول 4-16، والشكل 4-7 كيف يتوزع طلبة كل صف على مستويات فان هيل، أي ما هي المستويات التي يحققها الطلبة في كل صف:

الجدول 4-16: النسب المئوية لتوزيع الطلبة على مستويات فان هيل

الصف	**الطلبة الذين لم يحققوا المستوى 0**	**الطلبة الذين حققوا المستوى x وليس أعلى (x= 0، 1، 2، 3، 4)**				
		0	**1**	**2**	**3**	**4**
السادس	43.2	44.1	10.9	1.8	0	0
الثامن	23.8	48.9	20.3	5.7	1.2	0
العاشر	20.8	43.0	21.5	12.5	1.1	1.1



الشكل 4-7: النسب المئوية لتوزيع الطلبة على مستويات فان هيل

لابد من التنويه الى أن التصنيف لكل مستوى يعنى نسبة الطلبة الذين حققوا هذا المستوى على الأكثر، بمعنى أنهم قد يحققون الأدنى منه (إن وجد) ولكنهم لم يحققوا الأعلى منه. مثلاً، الطلبة الذين حققوا المستوى 1، يكونون قد حققوا المستوى 0 والمستوى 1، ولكنهم لم يحققوا المستوى 2 أو أكثر. بالنظر الى الجدول والشكل أعلاه، نلاحظ:

- طلبة الصف العاشر هم الأكثر تحقيقاً لمستويات فان هيل. ونسبتهم في المستوى الأول (0) تبدو أقل لأنهم توزعوا على جميع المستويات.
- أكثر من $\frac{2}{5}$ طلبة الصف السادس صنفوا على المستوى الأول.
- ما يقارب من $\frac{1}{2}$ طلبة الثامن صنفوا على المستوى الأول، و $\frac{1}{5}$ طلبة الثامن حققوا المستوى الثاني.
- $\frac{2}{5}$ طلبة الصف العاشر حققوا المستوى الأول، و $\frac{1}{5}$ حققوا المستوى الثاني، و $\frac{1}{8}$ حققوا المستوى الثالث.
- بعض الطلبة تجاوزوا المستوى الثالث في الصفين الثامن والعاشر. وقد تمت مقابلة أحدهم لاحقاً لاستكشاف تفكيره الهندسي، وهل يحقق فعلاً هذا المستوى، وكانت النتيجة أن هذا الطالب لم يحقق هذا المستوى.
- يمكن القول أن معظم الطلبة يقعون عند المستوى الأول من مستويات فان هيل للتفكير الهندسي، وهو التعرف البصري على الأشكال.

- نظرة على متغيري الجنس ومكان السكن:

في هذا العنوان يتم النظر بشكل سريع الى نسب توزيع الطلبة المصنفين على مستويات فان هيل حسب الصف والجنس (الجدول 4–26) ومكان السكن (الجدول 4–27). وتأتي هذه النظرة لتكمل أنماط التفكير للطلبة حسب الجنس ومكان السكن التي تم تناولها في السؤال الثاني السابق.

أ) الجنس: يبين الجدول 4–17 كيف يتوزع كل من الذكور والإناث في كل صف على مستويات فان هيل التي حققوها، ونسب من لم يُصنف منهم.

الجدول 4-17: النسب المئوية لتوزيع الطلبة على مستويات فان هيل حسب الصف والجنس

الصف	الجنس	الطلبة الذين صنفوا حسب مستويات فان هيل (%)					الطلبة الذين لم يصنفوا
		0	**1**	**2**	**3**	**4**	
السادس	ذكر	42.4	9.9	3.4	-	-	44.3
	أنثى	46.0	27.0	-	-	-	42.0
الثامن	ذكر	45.5	18.9	4.9	0.4	-	30.3
	أنثى	52.3	21.8	6.6	2.1	-	17.3
العاشر	ذكر	40.5	23.5	15.0	1.3	2.0	17.6
	أنثى	46.4	18.8	8.9	0.9	-	25.0

بالإطلاع على الجدول السابق يمكن استنتاج ما يأتي:

- أداء الإناث في الصف الثامن أفضل من أداء الذكور.
- أداء الذكور في الصف العاشر أفضل من أداء الإناث.
- يتقارب أداء الذكور والإناث في الصف السادس مع تفوق بسيط للذكور.

ب) مكان السكن: يبين الجدول 4–18 كيف يتوزع طلبة المدينة والقرية والمخيم في كل صف على مستويات فان هيل التي حققوها، ونسب من لم يُصنف منهم.

الجدول 4-18: النسب المئوية لتوزيع الطلبة على مستويات فان هيل حسب الصف ومكان السكن

الصف	الجنس	الطلبة الذين صنفوا حسب مستويات فان هيل (%)					الطلبة الذين لم يصنفوا
		0	**1**	**2**	**3**	**4**	
السادس	مدينة	47.2	11.7	2.8	-	-	38.3
	قرية	39.2	10.1	-	-	-	50.6
	مخيم	37.6	8.6	-	-	-	53.8
الثامن	مدينة	48.9	22.2	7.1	1.2	-	20.6
	قرية	57.1	11.7	2.6	1.3	-	27.3
	مخيم	41.2	21.2	3.5	1.2	-	32.9
العاشر	مدينة	42.4	22.3	13.0	1.1	1.6	19.6
	قرية	42.1	21.1	11.8	1.3	-	23.7
	مخيم*	80.0	-	-	-	-	20.0

* عدد طلبة العاشر من سكان المخيم هم خمسة فقط.

بالإطلاع على الجدول السابق يمكن استنتاج ما يأتي:

- أداء طلبة المدينة أفضل من أداء طلبة القرية والمخيم في كل صف. وتقل الاختلافات بينهم كلما زادت درجة الصف. مثلاً، الفرق بين الطلبة الذين لم يصنفوا في المدينة والقرية يقل عند الانتقال من الصف السادس الى الثامن فالعاشر (12.3، 6.7، 4.3 بالترتيب).
- طلبة المخيم هم الأقل إنجازاً في المستويات بشكل عام، وحتى ضمن المستوى الواحد، باستثناء المستويين الثاني والثالث في الصف الثامن.

ثانياً- النتائج من المقابلة:

تمت مقابلة 28 طالبة وطالباً من جميع مدارس العينة، 11 (سادس)، 10 (ثامن) و 7 (عاشر). يبين الجدولان 4-19، 4-20 بعض النتائج لهؤلاء الطلبة، يلي كل جدول عدد من النتائج:

الجدول 4-19: النسب المئوية لتوزيع الطلبة في المقابلات حسب مستويات فان هيل

الصف	الطلبة الذين صنفوا حسب مستويات فان هيل					لم يصنفوا
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	
السادس	27.3	36.4	-	-	-	36.4
الثامن	20.0	50.0	30.0	-	-	-
العاشر	71.4	14.3	14.3	-	-	-

- الطلبة الأربعة الذين لم يصنفوا هم من الصف السادس، وهم $\frac{1}{3}$ طلبة السادس تقريباً. والثلث الثاني صنف على المستوى الثاني، أما الباقي (أقل من الثلث) فقد صنف على المستوى الأول.
- نصف طلبة الثامن حققوا المستوى الثاني، و $\frac{1}{3}$ الطلبة وصل المستوى الثالث. وهذا أفضل إنجاز بين صفوف الطلبة جميعاً.
- غالبية طلبة العاشر عند المستوى الأول.

يقدم الجدول التالي (4-20) صورة تفصيلية عن النتائج التي حققها الطلبة أثناء المقابلة، مع مقارنة بين المستويات التي حققها الطلبة في المقابلة مع المستويات المقترحة حسب الاختبار.

الجدول 4- 20: توزيع الطلبة على مستويات فان هيل من خلال المقابلة والاختبار

الرقم	الصف	الجنس	التقييم حسب المدرسة	المستوى حسب المقابلة	ملاحظات	المستوى حسب الاختبار
.1	6	أنثى	ممتاز	1	تأرجح مع 2	1
.2	8	أنثى	متوسط	0		1
.3	6	ذكر	متوسط	لم يُصنف		لم يُصنف
.4	8	ذكر	ممتاز	1	تأرجح مع 2	1
.5	6	ذكر	متوسط	لم يُصنف		لم يُصنف
.6	8	أنثى	ممتاز	0		0
.7	6	ذكر	متوسط	0		لم يُصنف
.8	8	ذكر	ممتاز	2		2
.9	6	أنثى	ممتاز	1	تأرجح مع 0	1
.10	8	أنثى	متوسط	1	تأرجح مع 0	2
.11	6	ذكر	متوسط	1	تأرجح مع 0	0
.12	10	أنثى	ممتاز	0	تأرجح مع 1	1
.13	6	ذكر	ممتاز	1	تأرجح مع 0 و 2	لم يقدم الاختبار
.14	8	أنثى	ممتاز	2		2
.15	10	ذكر	متوسط	1	تأرجح مع 0 و 2	0
.16	6	أنثى	ممتاز	0	تأرجح مع 1	0
.17	10	أنثى	ممتاز	0	تأرجح مع 1	لم تقدم الاختبار
.18	10	ذكر	متوسط	0		1
.19	8	أنثى	ممتاز	1	تأرجح مع 2	1
.20	10	أنثى	متوسط	0		0
.21	6	ذكر	متوسط	لم يُصنف		0
.22	8	ذكر	ممتاز	1	تأرجح مع 0	0
.23	6	أنثى	متوسط	0		0
.24	10	أنثى	ممتاز	2	تأرجح مع 0 و 1	2
.25	8	ذكر	متوسط	1		1
.26	10	ذكر	ممتاز	0		0
.27	6	أنثى	متوسط	لم تُصنف		لم تُصنف
.28	8	أنثى	ممتاز	2	تأرجح مع 0 و 1	2

رغم العدد القليل نسبياً للطلبة الذين تمت مقابلتهم، وعدم إمكانية التعميم؛ إلا أنه يمكن القول بأن:

- المقابلة والاختبار اتفقتا في تصنيف الطلبة بنسبة 60.7% (17 طالب من 28)، ولم تتفق المقابلة والاختبار في تصنيف 9 طلبة (32.1%)، ولكن في هذه الحالات لم يزد الفرق عن مستوى واحد فقط (5 منهم أعطت المقابلة مستوى أقل، و4 أعطت الاختبار مستوى أقل). هناك طالبان (يشكلان نسبة 7.1%) لم يُقدما الاختبار لكن تمت مقابلتهما بهدف استكشاف تفكيرهما كغيرهما من الطلبة ولأن تقييمها ممتاز حسب المدرسة.

- أكثر من نصف الطلبة (53.6%) يتأرجحون بين مستويي تفكير متتاليين، وأحياناً بين أكثر من مستوى أو بين ثلاثة مستويات متتالية.

- الطلبة الأربعة الذين لم يصنفوا هم متوسطو التحصيل في الصف السادس.

- ثلاث طلبة فقط من ذوي التصنيف الممتاز في الصف الثامن (من أصل 7) وصلوا الى المستوى الثالث، وطالب واحد من العاشر (ممتاز التحصيل من أصل 4) صنف على المستوى الثاني.

- حول أداء الإناث والذكور: فقد بلغ عدد الإناث غير المصنفات طالبة واحدة فقط، بينما بلغ عدد الذكور ثلاثة، كا وصلت ثلاث إناث (2 في الثامن، و1 في العاشر) الى المستوى الثالث، بينما لم يصل هذا المستوى سوى طالب ذكر واحد (الثامن).

- أما عن أداء الطلبة حسب مكان السكن: بلغ عدد الطلبة غير المصنفين: 1 للمدينة، و 2 قرية، 1 مخيم. وحقق ثلاث طلبة من المدينة (الصف الثامن) المستوى الثالث، بينما حقق هذا المستوى طالب واحد من القرية (العاشر).

وكخلاصة، يمكن القول أن الاختبار والمقابلة اتفقا في أن معظم الطلبة يقعـــون عند المستوى الأول من مستويات فان هيل للتفكير الهندسي، وهو التعرف البـــصري على الأشكال. كما أن أداء الطالبات (خاصة الصف الثامن) أفضل الى حد ما من أداء الذكور، وأداء طلبة المدينة أفضل قليلاً من أداء طلبة القرية فالمخيم.

- نظرة على الطلبة الذين لم يصنفوا على المستوى الأول:

بلغ عدد الطلبة الذين لم يصنفوا* 382 طالب وطالبة (217، 165 على التوالي) أي ما نسبته 30.8% من مجموع العينة. يبين الجدولان 4−21، 4−22 بعض الإحصائيات عن هؤلاء الطلبة حسب الصف والجنس ومكان السكن.

---

* اعتبر الطالب أنه غير مصنف على مستويات فان هيل إذا لم يحقق المستوى الأول من التفكير الهندسي.

الجدول 4–21: توزيع الطلبة غير المصنفين حسب الصف والجنس

الصف		الجنس		مجموع غير المصنفين
		ذكر	أنثى	
السادس	عدد	116	95	211
	%	55.0%	45.0%	55.2%
الثامن	عدد	74	42	116
	%	63.8%	36.2%	30.4%
العاشر	عدد	27	28	55
	%	49.1%	50.9%	14.4%
المجموع	عدد	217	165	382
	%	56.8%	43.2%	

الجدول 4–22: توزيع الطلبة غير المصنفين حسب الصف ومكان السكن

الصف		مكان السكن			مجموع غير المصنفين
		مدينة	قرية	مخيم	
السادس	عدد	121	40	50	211
	%	57.3	19	23.7	
الثامن	عدد	67	21	28	116
	%	57.8	18.1	24.1	
العاشر	عدد	36	18	1	55
	%	65.6	32.7	1.8	
المجموع	عدد	224	79	79	382
	%	58.6	20.7	20.7	

من الجدولين السابقين يمكن قراءة التالي:

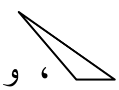
- أكثر من نصف الطلبة غير المصنفين جاءوا من الصف السادس، وثلثهم من الثامن.
- أداء الطالبات أفضل من أداء الطلبة الذكور، باستثناء الصف العاشر، فقد شكّل الطلبة الذكور أكثر من نصف الطلبة غير المصنفين.

يبين الجدول التالي (4–23) النسب المئوية لإجابات الطلبة غير المصنفين على أسئلة المستوى الأول من الاختبار الكتابي:

الجدول رقم 4–23:

النسب المئوية للإجابات الصحيحة على الأسئلة 1–5 للطلبة غير المصنفين

رقم السؤال	هدف السؤال	السادس	الثامن	العاشر
1	التعرف على المربع	84.4	82.8	94.5
2	التعرف على المثلث	2.8	6.9	1.8
3	التعرف على المستطيل	11.4	13.8	16.4
4	التعرف على المربع المائل	62.1	56.9	50.9
5	التعرف على متوازي الأضلاع	5.2	6.0	12.7

يتضح من الجدول السابق أن هؤلاء الطلبة يقتربون من الطلبة المصنفين فقط في التعرف على المربع سواء ذو الشكل المألوف أو المربع المائل، إذ أنهم لم يتعرفوا تقريباً إلا عليه. هذه النتيجة تؤكد سهولة المربع بالنسبة للطلبة الفلسطينيين. أكثر الأشكال صعوبة هو المثلث بالنسبة لهؤلاء الطلبة، إذ لم يتعرف معظم الطلبة على المثلث الذي يحتوي على زاوي حادة وصغيرة جداً  ، واقتصرت إجاباتهم على المثلث المألوف لهم.

كما أن 73.5%، 66.4%، 72.7% من هؤلاء الطلبة (السادس، والثامن، والعاشر على التوالي) تعرفوا فقط على المستطيل المألوف لهم بأنه مستطيل ولم يتعرفوا على المستطيل المائل قليلاً على أنه كذلك. ونفس الأمر بالنسبة لمتوازي الأضلاع؛ فقد تعرفوا على الشكل المألوف لديهم  بأنه متوازي أضلاع، ولم يعتبروا غيره كذلك رغم أن السؤال لم يتضمن إلا متوازيات أضلاع (35.5%، 28.4%، 36.4% بنفس الترتيب).

السؤال الرابع: هل تنسجم نتائج مستويات التفكير الهندسي للطلبة الفلسطينيين مع نظرية فان هيل؟

للإجابة على هذا السؤال ينبغي النظر الى الخصائص الأربعة الرئيسية للنظرية وهي: (Fuys, Geddes, & Tischler, 1988)

1. الطبيعة الهرمية للمستويات hierarchical or fixed-sequence nature.
2. انفصال المستويات عن بعضها البعض discontinuity between levels.
3. اللغة في كل مستوى.
4. خاصية الضمني والصريح بين المستويات المتجاورة، implicit-explicit nature of thinking at adjacent levels.

تلعب المقابلات الفردية دوراً حيوياً في استكشاف هذه الخصائص، ولا توفر الدراسات التي تقتصر على أداء اختبار كتابي معلومات معمقة حول هذه الخصائص باستثناء الخاصية الأولى، كما ورد في (Fuys, Geddes, & Tischler, 1988):

> "يبدو من الصعب تحديد مستوى التفكير الهندسي للطلبة باستخدام اختبار من متعدد، أما الأسئلة التي تتطلب تفسير –مثل أسئلة لماذا– (من خلال الرسم أو الإجابات المكتوبة) فتبدو أكثر دقة في تحديد المستوى" (ص 187)

أولاً– الطبيعة الهرمية للمستويات:

هذه خاصية أساسية في النظرية وتعني أن الطالب لا يمكن أن يحقق المستوى n دون المرور أو تحقيق المستوى (n-1) أو المستويات (.. ,n-2, n-3). بالتالي تم فحص ما إذا وجد طلبة حققوا مستو (أو مستويات) ما دون تحقيق المستوى (أو المستويات) الأدنى. يبين الجدول 4–24 أعداد هؤلاء الطلبة، مع ملاحظة أن جميع هذه الأعداد لم تصنف على أي مستوى تفكير.

جدول 4–24:

أعداد الطلبة الذين حققوا مستوى تفكير (أو أكثر) دون تحقيق الأدنى منه (منها)

		مستويات التفكير الهندسي التي حققها الطلبة					المجموع
		0	1	2	3	4	
مستويات التفكير الهندسي التي لم يحققها الطلبة	0		45*	15	13	5	78
	1			47*	36	16	99
	2				45*	20	65
	3					28*	28
	4						
المجموع			45	62	94	69	**270**

يظهر الجدول أن ما مجموعه 270 طالب وطالبة لم يتم تصنيفهم على أي مستوى (باستخدام معيار التصحيح 3 من 5) رغم أنهم قد حققوا مستويات تفكير معينة ولم يحققوا المستويات الأدنى منها. ويشكل هذا العدد ما نسبته 21.8% من العينة جميعها، وهي قريبة من النسبة التي وجدها Usiskin في دراسته والتي بلغت

29% (Usiskin, 1982: p. 96). وإذا نظرنا بشكل خاص الى الطلبة الذين حققوا المستوى (n) من التفكير الهندسي ولم يحققوا المستوى (n-1) (الأرقام التي تحمل إشارة * في الجدول 4–24)؛ نجد أن ما مجموعه 165 طالب قد حققوا مستوى ما ولم يحققوا المستوى الأدنى منه مباشرة، وهو يشكل ما نسبته 13.3% من العينة جميعها.

يمكن عزو هذه النسب الى التخمين الذي يقوم به الطلبة أثناء إجابتهم على اختبار الدراسة، وهو اختيار من متعدد. ومع الأخذ بعين الاعتبار أن احتمال الحصول على إجابة صحيحة من خمس خيارات هو 0.2، يكون احتمال تخمين ثلاث إجابات صحيحة –على الأقل– من خمسة خيارات يساوي 0.06* أي أن هناك ما يقارب من 74 طالب (= 0.06× 1240) يمكنهم تحقيق أي مستوى بالتخمين الصرف. وإذا ما نظرنا من خلال الجدول 4–24 الى معدل أعداد الطلبة الذين حققوا مستوى تفكير (أو أكثر) دون تحقيق الأدنى منه (منها) والذي يبلغ 67.5، نجده يقترب من مستوى التخمين.

بشكل عام تُظهر نتائج هذه الدراسة أن أنماط التفكير الهندسي للطلبة الفلسطينيين تتفق مع الطبيعة الهرمية لنظرية فان هيل.

$$* = \binom{5}{3}(0.2)^3(0.8)^2 + \binom{5}{4}(0.2)^4(0.8)^1 + \binom{5}{5}(0.2)^5(0.8)^0$$

ثانياً- انفصال المستويات عن بعضها البعض discontinuity:

تبدو نتائج هذه الدراسة مشوشة ومتفاوتة حول هذه الخاصية كما في دراسة (Fuys, Geddes, & Tischler, 1988). فقد أظهر بعض الطلبة تأرجحاً أو تذبذباً oscillation بين مستويي تفكير متجاورين أثناء المقابلات. مثلاً، بعض طلبة الصف السادس والثامن والعاشر تأرجحوا بين المستوى 0 و 1 حيث أظهروا معرفة بعلاقات الاحتواء بين الأشكال المألوفة لديهم ولكنهم لم يتمكنوا من التعرف على بعض الأشكال المألوفة لديهم.

وجد أربعة طلاب تأرجحوا بين ثلاثة مستويات تفكير (0، 1، 2)، حيث أظهروا معرفة بخصائص المستوى الثالث (2) كمعرفة العلاقات بين الأشكال، وتعريف الأشكال، أو استخدام عبارات مثل "إذا، فإن"؛ إلا أنهم في نفس الوقت أظهروا بعض خصائص مستوى التفكير البصري (الأول-0) مثل تحريك الورقة عند الحاجة للتعرف على شكل ما كي يتلاءم مع الصورة البصرية لديهم، أو عدم قدرتهم على التعرف على المعين.

ثالثاً- اللغة:

تركز نظرية فان هيل على قضية اللغة أثناء تعلم الهندسة، وأن لكل مستوى لغته الخاصة. ورغم أن هناك ضعفاً شديداً لدى الطلبة الفلسطينيين في قضية اللغة؛ إلا أن نتائج هذه الدراسة (المقابلات بشكل خاص) تتفق مع هذه القضية.

بشكل عام هناك ضعف في استخدام "لغة هندسية" تعبر عن مفاهيم أو عن علاقات، أو حتى أحياناً عن أسماء الأشكال. مثلاً، "المربع زواياه مثل بعض"، أو "زوايا المربع نفس الشيء"، "مثل طول بعض"، أو "لا يشبكوا [يتقاطعوا] مع بعض" [أي متوازيين]. "المعين شبه مستطيل"، "المعين بساعد" [لاحظ ارتباك المعنى: يعين أي يساعد]، "المثلث طويل"، "القاعدة عريضة"، "[المثلث 3 يشبه المثلث 5 بسبب] شكلهم وحجمهم"، "رفيعة"، و"طويلة"، و"خميلة". "[المثلثين] زي بعض من الراس"، أو "طوال"، أو "مثلث رباعي". وعلى صعيد العلاقات: "المستطيل أكبر من المربع"، "المتوازي [متوازي الأضلاع] نفس المستطيل بس مايل".

رابعاً- خاصية الضمني والصريح implicit-explicit nature:

لم يكن من أهداف الدراسة الحالية دراسة مدى تطور تفكير الطلبة من مستوى لآخر؛ وبالتالي لم يكن بالإمكان دراسة هذه الخاصية رغم أن بعض الدراسات قد دعمتها (Fuys, Geddes, & Tischler, 1988).

بشكل إجمالي، تدعم نتائج الدراسة الحالية الخصائص الأساسية لنظرية فان هيل باستثناء خاصية انفصال المستويات التي تم تناولها.

السؤال الخامس: كيف يمكن وصف مستويات التفكير الهندسي للطلبة الفلسطينيين مقارنة مع دول أخرى؟

يرى Wirzup (1976) أن معظم الطلبة في نهاية التعليم الثانوي يبقون في المستوى الأول من التفكير الهندسي نظراً لعدم تقدمهم الى مستويات أخرى. وحسب Hoffer (1981) فالهندسة هي الموضوع الأكثر كرهاً بين أوساط طلبة المدارس الثانوية.

بشكل عام، تشير نتائج الدراسات أن الطلبة في التعليم العام (الصف الأول حتى الثاني عشر) ضعيفو التحصيل الهندسي في معظم دول العالم (الحربي، 2003؛ Spitler, 2003; Mistretta, 2000; Fuys, Geddes, & Tischler, 1988; Senk, 1989; Carroll, 1998; Clements et al. 1999; Battisat & Clements, 1988). وفي هذا السياق لا يختلف الطلبة الفلسطينيون عن غيرهم من طلبة الدول الأخرى.

يتم استعراض بعض الدراسات التي استخدمت اختباراً كتابياً لقياس التفكير الهندسي لدى الطلبة، إذ يبين الجدول 4−25 مقارنة مختصرة بين عدة دراسات تناولت التفكير الهندسي للطلبة في عدة دول:

جدول 4−25:

بعض نتائج مستويات التفكير الهندسي لدى الطلبة في عدة دول باستخدام اختبار كتابي (%)

الدولة	اسم الباحث/ين	العينة	الصفوف	مستويات فان هيل (%)					لم يصنفوا
				0	1	2	3	4	
الولايات المتحدة	Usiskin, 1982	2361	12−7	32	21	9	2	1	35*
أسبانيا	Gutierrez & Jaime, 1988	309	12−6	47.7	20.1	6.5	3.5	−	22.1**
اليابان	Whitman et al., 1997	444	4، 7، 9، 11	50	16	25	9	−	−***
فلسطين	الطيطي، 2001	264	10	14	46.2	14.4	15.5	3.4	6.4
الأردن	عياصرة، 2002	532	10−6	36.5	24.9	12.9	0.8	−	24.9
فلسطين	هذه الدراسة	1240	6، 8، 10	45.7	16.8	5.6	0.7	0.2	30.9

ملاحظة 1: الاختبارات الكتابية ليست بالضرورة نفسها في جميع الدراسات.

ملاحظة 2: الأرقام المذكورة هي معدلات إجابات الصفوف المذكورة، وليست لكل صف.

ملاحظة 3: (−) تعني بأن الدراسة لم تفحص هذا المستوى

ملاحظة 4: أجرى الباحث تعديلات في طريقة عرض المعلومات بما يتلائم مع هذه الدراسة وكي تسهل المقارنة.

---

* استخدمت هذه الدراسة الترقيم 1−5 لمستويات فان هيل، واستخدم الرقم "0" للتعبير عن الطلبة الذين لم يصنفوا على المستوى الأول (التعرف على الأشكال)، وقد بلغت نسبة هؤلاء الطلبة 6%. أضاف الباحث هذه النسبة الى نسبة الطلبة غير المصنفين. كانت نسبة طلبة الصف العاشر في هذه الدراسة 56%، وطلبة الحادي عشر 26%.

** الأرقام المذكورة في هذه الدراسة تم استنتاجها ولم تذكر كما هي مذكورة في هذا الجدول، بل وضعت في الدراسة على شكل رسم بياني. كما أن هذه الدراسة لم تفحص المستوى الخامس.

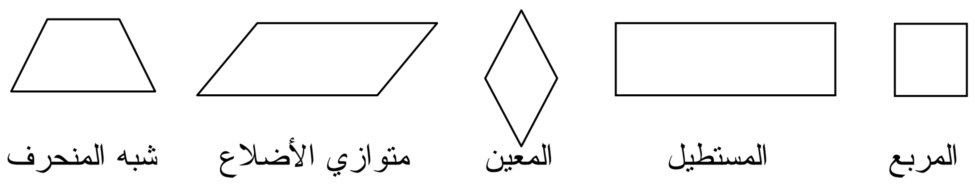
*** الأرقام المذكورة في هذه الدراسة تم استنتاجها ولم تذكر كما هي مذكورة في هذا الجدول، بل وضعت في الدراسة على شكل نص، وقام الباحث بعدة حسابات للوصول الى هذه النسب. كما أن هذه الدراسة لم تفحص المستوى الخامس.

يتضح من الجدول السابق مدى تقارب النتائج في مختلف الدول ومختلف المستويات. مثلاً معظم طلبة الدول يقعون في المستوى الأول من التفكير الهندسي، رغم أن غالبية الطلبة هم في المراحل العليا في التعليم المدرسي. هذا الأمر يتفق الى حد بعيد مع إدعاء Wirzup (1976).

ملخص النتائج:

يمكن القول بشكل عام أن نتائج الدراسة تظهر ضعفاً شديداً لدى الطلبة الفلسطينيين في موضوع الهندسة والتفكير الهندسي. فغالبية الطلبة الفلسطينيون (69.2%) هم عند المستوى الأول البسيط من التفكير الهندسي حسب فان هيل وهو التعرف على الأشكال. وقد اتفقت نتائج الاختبار والمقابلة فيما يتعلق بهذه النتيجة. وفيما يلي ملخص لأهم النتائج:

- فقط 69% تقريباً من الطلبة صُنفوا على مستويات فان هيل، حيث أن 31% لم يحققوا المستوى الأول من التفكير الهندسي (التعرف على الأشكال) أي أنهم لم يصنفوا.
- معظم الطلبة يعتمدون على "التفكير البصري" أو المظهر العام للتعرف على أي شكل، ولا يلجأون الى التعريفات أو الخصائص.
- يشكّل المعين معضلة حقيقية بالنسبة للطلبة الفلسطينيين.
- تشكّل "المظاهر المألوفة للأشكال" إطاراً مرجعياً يستند له الطلبة في التعرف على الأشكال، وهذه الأشكال هي:



ويبدو أن الطلبة لا يتعرضون لخبرات كافية أو لا يتعرفون على أمثلة مخالفة للأشكال. هذا الأمر يجعل مظهر هذه الأشكال واتجاهها (كيفية رسمها) مرجعاً للتعرف على الأشكال؛ بحيث إن "تعرضت" هذه الأشكال الى أي "حركة" تفقد اسمها ولا يستطيع الطالب التعرف عليها. وهذا بدوره يسبب عدم إدراك الطلبة للعلاقات بين الأشكال والتعامل مع هذه الأشكال ككيانات مستقلة بذاتها لا روابط أو علاقات بينها.

- معظم الطلبة كانوا يحركّون ورقة الأشكال أثناء مهمة التعرف على الأشكال؛ كي تتلاءم الأشكال فيها مع هذه الأطر المرجعية.
- يتقارب أداء الذكور والإناث في التعرف على الأشكال والعلاقات بينها؛ وأداء طلبة المدينة أفضل قليلاً من أداء طلبة القرية والمخيم.
- تتفق طبيعة إنجازات الطلبة الفلسطينيون مع نظرية فان هيل بالرغم من وجود حالات تشذ عن النظرية؛ الأمر الذي يتطلب البحث فيه أكثر بين أوساط الباحثين المهتمين بتطوير النظرية.
- هناك ضعف ملحوظ في لغة الطلبة الهندسية سواء في تسمية خصائص الأشكال أو العلاقات بينها، أو في استخدام مصطلحات غير هندسية –وغير دقيقة– للتعبير عن مفاهيم هندسية معينة.
- لا تختلف مستويات التفكير الهندسي لدى الطلبة الفلسطينيين عن أقرانهم في البلدان الأخرى. إذ أن هناك ضعفاً عاماً في موضوع الهندسة فيما يتعلق بالطلبة وحتى المعلمين أنفسهم كما ظهر من مراجعة الدراسات السابقة.

الفصل الخامس

مناقشة النتائج والتوصيات

يمكن القول بشكل عام أن نتائج الدراسة تظهر ضعفاً شديداً لدى الطلبة الفلسطينيين في موضوع الهندسة والتفكير الهندسي؛ فأكثر من ثلاثة أرباع الطلبة الفلسطينيين الذين تم اختبارهم يقعون عند المستوى الأول أو دونه، وثلثهم عند مستوى ما قبل الإدراك أو ما قبل البصري كما اقترحه (Clements & Battista, 1992). وقبل البدء بنقاش النتائج الخاصة بكل سؤال من أسئلة الدراسة، ينبغي الإشارة أو التنويه الى تحفظ عام على هذه النتائج خاصة تلك المستنبطة من الاختبار الكتابي بسبب ما يلي:

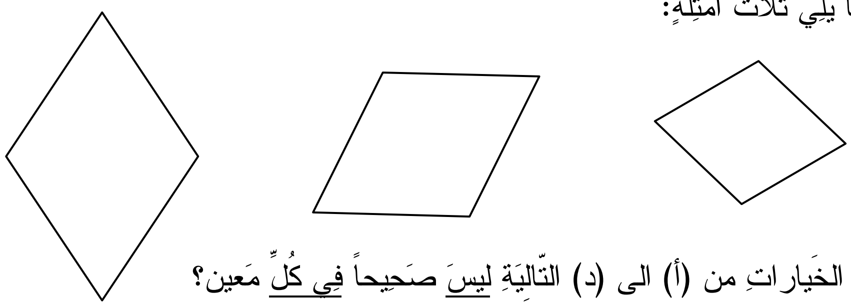
- الاختبار هو اختيار من متعدد؛ الأمر الذي يوفر فرصة للتخمين نسبتها 6% لتحقيق أي مستوى من مستويات فان هيل (أي الإجابة على ثلاث إجابات صحيحة أو أكثر في كل مستوى)، وقد ظهر أثر ذلك في النتائج.
- ثبات الاختبار وقدرته على قياس أو فحص التفكير الهندسي لدى الطلبة، أمر تناوله بعض الباحثين (Wilson, 1990; Crowley, 1990; Usiskin & Senk, 1990; Jaime & Gutiérrez, 1994). فهناك بعض الشكوك حول قدرة هذا الاختبار بأسئلته التي من نوع اختيار من متعدد على قياس التفكير الهندسي للطلبة.
- كان بالإمكان صياغة لغة الأسئلة بطريقة أبسط للتعرف على بعض مظاهر التفكير الهندسي لدى الطلبة، خاصة تلك المتعلقة بخصائص الأشكال (الأسئلة 6–10 في

الاختبار) التي سببت إرباكاً للطلبة في فهم المطلوب وهذا قد يفسر معامل الثبات المتدني جداً للمستوى الثاني (رقم 1). فقد تطلبت انتباه الطلبة الى أمرين آخرين عدا المهمة الأساسية وهي التعرف على الأشكال (أنظر المثال أدناه)، وهما: الانتباه الى الخيارات الأربعة الأولى بشكل مستقل عن الخيار الأخير؛ والأمر الثاني هو أن الإجابة الصحيحة للسؤال ليست بالضرورة هي الخصائص الصحيحة للشكل وأحياناً تكون خصائص خاطئة. وقد اضطر الباحث الى تقديم مثالين للطلبة عند تطبيق الاختبار لتوضيح النقطة السابقة.

مثال- السؤال رقم 8 من لاختبار:

المَعِينُ هُوَ شَكْلٌ رُبَاعِيٌّ جَمِيعُ أَضْلاعِهِ مُتَسَاوِيَةٌ

فِيمَا يَلِي ثَلاثُ أَمْثِلَةٍ:



أَيّ الخَياراتِ من (أ) الى (د) التّالِيَةِ ليسَ صَحِيحاً فِي كُلِّ مَعين؟

(أ) القطران متساويان.

(ب) كُلُّ قُطْرٍ يُنَصِّفُ زاوِيَتين مِنْ زَوَايا المَعِين.

(ج) القطران متعامدان.

(د) الزوايا المتقابلة متساوية.

(هـ) جَمِيعُ مَا وَرَدَ أَعْلاهُ صَحِيحٌ فِي كُلِّ معين.

في هذا الفصل، تمت مناقشة نتائج كل سؤال على حدة، ثم التعرض الى الطلبة الذين لم يُصنفوا على مستويات فان هيل (الذين لم يحققوا المستوى الأول)، وبعدها تم تناول العوامل التي تؤثر على تفكير الطلبة الهندسي مع ذكر لمحات نقدية، وأخيراً توصيات الدراسة.

مناقشة النتائج المتعلقة بالسؤال الأول:

كان نص هذا السؤال: ما هي أنماط التفكير الهندسي عند الطلبة الفلسطينيين؟ وتطلبت الإجابة عليه النظر الى إجابات الطلبة على أسئلة الاختبار الكتابي ومهام المقابلات الفردية.

وقد بينت النتائج أن الطلبة الفلسطينيين يعتمدون بشكل أساسي على المظهر العام للشكل، ويقتصر تفكيرهم الهندسي على التعرف على الأشكال الأساسية، وحتى أنهم غالباً ما لا يتعرفون على هذه الأشكال الأساسية إذا ما تغيرت طريقة رسمها عما هو مألوف لديهم: أو إذا اختلفت زاوية النظر إليها، أو باختلاف اتجاه رسمها على الورقة. كما أن الأشكال في أذهان الطلبة عبارة عن أشكال منفصلة أو كيانات مستقلة بذاتها لا توجد روابط أو علاقات بينها. وقد كان أداء الطلبة في الأسئلة التي يمكن حلها بصرياً أعلى من أدائهم في الأسئلة التي تتطلب تفكيراً مجرداً، وقد اتفق ذلك مع العديد من الدراسات التي تمت مراجعتها، أنظر مثلاً: (Wirszup, 1976; Fuys, Geddes, & Tischler, 1988; Kouba et al., 1988; Clements et al., 1999; Clements, 1998).

وقد فسر بعض الباحثين هذا الاعتماد البصري بأن الأطفال يبدأون بتشكيل مخططات ذهنية بناءً على ملاحظة المعالم البصرية للتمييز بين الأشكال؛ ويؤدي ذلك الى خلق نمط ما للربط بين خصائص الأشكال؛ مثلاً، يربط الأطفال الدائرة مع خصائص مثل مغلق و"مُدوّر"، أو أضلاع متقابلة متوازية و"طويلة" للربط مع المستطيل. وقد يؤدي ذلك الى ظهور النماذج التقليدية الشائعة التي قد تعمم أو لا تعمم، الأمر الذي يعتمد على

الأمثلة والأمثلة المخالفة التي يتم تقديمها للأطفال أثناء التعليم المدرسي (Clements et al., 1999). كما تتفق هذه النتيجة مع الإدعاء بأن معظم الطلبة في نهاية التعليم المدرسي يبقون عند المستوى الأول من التفكير نظراً لعدم تقدمهم الى مستويات تفكير أخرى (Wirszup, 1976). وقد ذكر (Shaugnessy & Burger, 1985) أنه في حالة حدوث تناقض أو صراع conflict بين البصري والتحليلي (أي المستويين الأول والثاني)؛ فإن البصري يفوز (ص 423).

إحدى التفسيرات الممكنة أيضاً للمظاهر المألوفة أو الشائعة للأشكال هو نموذج "إلينور روش" Eleanor Rosch للتصنيف أو نظرية النموذج الأفضل prototype theory. فعندما يقوم الإنسان بالتصنيف فإنه (أ) لا يستطيع ذكر الخصائص التي يستخدمها عند التصنيف، (ب) يجد بعض الفئات أقرب أو أفضل من غيرها، (ج) يصنف بعض الأشياء بسهولة أكثر من غيرها. وبدلاً من الاعتماد على الخصائص في التصنيف، يعتمد الإنسان على النموذج الأقرب أو الأفضل prototype، مثلاً: العصفور أقرب من النعامة كمثال للطيور (Giannakopoulou, without date; www.sis.pitt.edu). أي أن الطفل يبني نموذجاً أفضل أو أقرب لكل شكل من الأشكال الهندسية، ويعتمد على هذا النموذج في التعرف على الأشكال الهندسية الأخرى كما حدث مع أحد الطلبة في المقابلة عندما سُئل كيف يتعرف على المستطيل.

ويبدو أن الطلبة الفلسطينيين لا يتعرضون لخبرات كافية في تعلم الهندسة (أنظر الى "العوامل التي تؤثر على تفكير الطلبة الهندسي" من هذا الفصل). حيث يقتصر العمل معهم

على "مشاهدة" الهندسة أو حفظ "قوانينها" وقواعدها؛ الأمر الذي أثر أيضاً على نظرة الطلبة تجاه موضوع الهندسة كما سنرى لاحقاً. ويبدو أن التعليم الذي يقوم به المعلمون يتم في سياق واحد بحيث لا يتمكن الطلبة من نقل تعلمهم الى سياقات أخرى (Bransford, Brown, & Cocking, 1999). كما أن ضعف المعلمين في موضوع الهندسة (كما ظهر من مراجعة الدراسات السابقة) له أثره الواضح على قدرات الطلبة في الهندسة وفهمهم له.

لقد بحثت الاختبارات الوطنية الفلسطينية في الرياضيات للصفوف الرابع والسادس والعاشر الأساسية قدرات الطلبة الفلسطينيين في الهندسة أثناء تقييمهم لقدرات الطلبة في الرياضيات بشكل عام من خلال قياس ثلاثة أبعاد وهي فهم المفاهيم والمعرفة الإجرائية وحل المشكلات (وزارة التربية والتعليم/مركز القياس والتقويم: 1998، 2000 أ، 2000ب). ووجدت هذه الاختبارات أن أداء الطلبة متدن بشكل عام في الرياضيات، ويذكر التقرير الأولي لدراسة مستوى التحصيل في الرياضيات لدى طلبة السادس الأساسي أن:

"أداء الطلبة على جميع مجالات المحتوى الرياضي ضعيف. ولكن مواضيع الهندسة والتمثيل البياني والتناسب كانت الأصعب وهي بحاجة الى مزيد من الاهتمام. ويبدو أن ملاحظات العاملين في تعليم الرياضيات عن إهمال موضوع الهندسة الابتدائية صحيحة (..) وقد يساعد في تحسين الطلبة على الهندسة تخصيص وقت كاف للمفاهيم الهندسية، كما يمكن أن يبدأ المدرس بتدريس وحدة الهندسة في بداية العام الدراسي بدلاً من تركها حتى نهاية العام الدراسي. ومن المفيد ربط المفاهيم الهندسية بخبرات عملية كطي وقص الورق المقوى على أن يكون دور الطالب ممارساً للنشاط وليس مشاهداً له." (وزارة التربية والتعليم/مركز القياس والتقويم، 1998: 30)

مناقشة السؤال الثاني:

كان السؤال الثاني هو: كيف يمكن وصف أنماط التفكير الهندسي لدى الطلبة الفلسطينيين حسب الجنس ومكان السكن ضمن الصف الواحد؟ وجاءت نتيجة الإجابة عليه بأن أداء الجنسين متقارب بدرجة كبيرة في كل الصفوف رغم وجود بعض الاختلافات البسيطة، أما أداء طلبة المدينة فقد كان أفضل قليلاً من أداء طلبة القرية والمخيم.

لقد كان موضوع متغير الجنس مثار بحث أو اهتمام لدى بعض الباحثين، وقد اختلفت النتائج حول هذا الموضوع، فمنهم من وجد أن قدرات الطلبة الذكور تفوق الإناث في الهندسة (Usiskin, 1982; Fennema & Carpenter, 1981) و(الطيطي، 2001)؛ ومنهم من لم يتفق حول ذلك ولم يجدوا فروقاً بين الجنسين (Clements et al., 1997) و(عياصرة، 2002)؛ وبعض الدراسات وجدت تفوقاً للإناث (وزارة التربية والتعليم/مركز القياس والتقويم: 1998، 2000 أ، 2000 ب).

ويكاد يتشابه متغير مكان السكن مع متغير الجنس في قضية تفسير لماذا كان أداء طلبة المدينة أفضل من أداء طلبة القرية والمخيم، خاصة إذا ما عرفنا أن الاختبارات الوطنية قد أظهرت أن أداء طلبة المخيم كان أعلى من أداء طلاب المدينة والقرية (التربية والتعليم/مركز القياس والتقويم: 1998، 2000 ب) ربما بسبب اهتمام مدارس الوكالة بالتدريب والتأهيل لمعلميها. وتتفق الدراسة الحالية مع دراسة (التربية والتعليم/مركز القياس والتقويم: 1998) حول صعوبة تفسير هذه النتائج، وأن هذا الأمر يحتاج الى دراسة مستقلة خاصةً حول "خصائص المعرفة التي قد تميز تجمعاً سكانياً عن آخر بما في

ذلك أنواع الخبرات التي يتعرض لها أطفال ذلك التجمع السكاني" الأمر الذي قد يساعد في تقديم تفسيرات ملائمة. (التربية والتعليم/مركز القياس والتقويم: 1998: 32).

مناقشة السؤال الثالث:

كان نص هذا السؤال: ما هي مستويات فان هيل التي يبلغها الطلبة الفلسطينيون في الصفوف السادس والثامن والعاشر الأساسية؟

اتفقت المقابلة والاختبار في أن معظم الطلبة حققوا المستوى الأول من مستويات فان هيل للتفكير الهندسي، وهو التعرف البصري على الأشكال، ولم يحققوا أعلى منه (44.1% للصف السادس، 48.9% الثامن، 43% العاشر). وتكتمل الصورة عندما نعرف أن 43.2%، و23.8%، و20.8% من طلبة السادس والثامن والعاشر (على التوالي) لم يحققوا هذا المستوى الأول. أي ما يقارب من $\frac{4}{5}$ طلبة السادس، و $\frac{3}{4}$ طلبة الثامن، و $\frac{3}{5}$ طلبة العاشر هم عند المستوى الأول أو دونه. هذا الوضع لم يكن مختلفاً عن نتائج العديد من الدراسات التي تم تناولها في فصل مراجعة الدراسات السابقة؛ فيما يتعلق بضعف طلبة المدارس في موضوع الهندسة.

أمر لافت للانتباه هو اقتراب نتائج الصفين الثامن والعاشر من بعضهما البعض. أحد التفسيرات الممكنة لضعف أداء طلبة العاشر (طلبة العينة) مقارنة مع طلبة الثامن في بعض المهام أو المظاهر هو أنهم لا يتعلمون الهندسة في هذا الصف، أو أن هناك أثر إيجابي للمناهج الفلسطينية التي تعرض لها طلبة الصف الثامن ولم يتعرض لها طلبة

العاشر –هذا الأمر يحتاج الى فحص من خلال دراسات مستقلة– أو بسبب نسيان طلبة العاشر للمفاهيم والخصائص الهندسية.

وعند النظر الى أداء الطلبة الذين لم يصنفوا أو لم يحققوا أي مستوى من مستويات التفكير الهندسي؛ لاحظنا اقتراب أدائهم من الطلبة المصنفين فقط في التعرف على المربع سواء ذو الشكل المألوف أو المربع المائل. وتؤكد هذه النتيجة سهولة المربع بالنسبة للطلبة الفلسطينيين. ومثلهم مثل الطلبة المصنفين، كان المثلث أكثر الأشكال صعوبة، إذ لم يتعرف معظم الطلبة على المثلث الذي يحتوي على زاوية حادة وصغيرة جداً، واقتصرت إجاباتهم على المثلث المألوف لهم.

ويمكن القول في هذا الصدد أن الاختبار الكتابي أداة ناجحة في فرز الطلبة ذوي القدرات الضعيفة وتصنيفهم بأنهم لا يحققون المستوى الأول من مستويات فان هيل للتفكير الهندسي. وتعتبر نتائج هؤلاء الطلبة دليلاً آخر على وجود مستوى يسبق المستوى الأول البصري لفان هيل، وهو مستوى ما قبل الإدراك، أي أن هؤلاء الطلبة لا يزالون في طريقهم لتحقيق المستوى الأول كما طرحه (Clements & Battista, 1992).

ولابد هنا من التطرق مرة أخرى الى قضية التخمين التي تمت الإشارة إليها بداية هذا الفصل، والتحفظ على نتائج الطلبة خاصة في الاختبار الكتابي. وإذا أردنا إزالة أثر التخمين؛ ينبغي إلغاء مستوى التفكير الأعلى الذي حققه 6% (نسبة التخمين لتحقيق مستوى ما) من طلبة العينة الذين صنفوا على مستويات فان هيل.

تشير هذه النتائج مع نتائج السؤال الأول (أنماط التفكير لدى الطلبة) الى ضرورة الاهتمام بموضوع الهندسة وإعادة النظر في المناهج المدرسية وطرق التدريس وفحص معرفة المعلم وتقييمها وآليات تطويرها. وقد بين فان هيل أن تطوير التفكير الهندسي لا يعتمد على العمر أو النضج، إذ يُشكل المعلم والتدريس حجرا الأساس في هذا التطوير.

مناقشة السؤال الرابع:

كان نص هذا السؤال: هل تنسجم نتائج مستويات التفكير الهندسي للطلبة الفلسطينيين مع نظرية فان هيل؟

بشكل إجمالي، تدعم نتائج هذه الدراسة الخصائص الأساسية لنظرية فان هيل. وتظهر نتائج الإجابة على هذا السؤال أهمية خاصة لخاصية هرمية المستويات في نظرية فان هيل. حيث اتفق معظم الباحثين على طبيعة مستويات فان هيل الهرمية (Usiskin, 1982; Mayberry, 1983; Fuys, Geddes and Tischler, 1988; Senk, 1989).

ويمكن عزو أن ما نسبته 13.3% من طلبة العينة قد حققوا مستوى ما ولم يحققوا المستوى الأدنى منه مباشرة، أو أن هناك ما نسبته 22.6% من العينة حققوا مستوى تفكير ما دون تحقيق الأدنى منه (أي .. n-1, n-2,–(n) الى التخمين الذي قام به الطلبة في الاختبار.

ولكن في نفس الوقت، تُظهر نتائج الإجابة على هذا السؤال الحاجة الى فهم أو تفسير تحقيق الطلبة لمستويات معينة دون تحقيق الأدنى منها، ويقصد بذلك الحاجة الى

تفسير غير التخمين الذي يقوم به الطلبة. إذ تقترب نتائج هذه الدراسة من آراء (Burger & Shaugnessy, 1986; Fuys, Geddes & Tischler, 1988; Gutiérrez & Jaime; 1998)، في كيفية النظر الى مستويات فان هيل للتفكير الهندسي. حيث يبدو أن المستويات ديناميكية اكثر منها ثابتة، ومتصلة اكثر منها منفصلة، حيث "يتذبذب" تقدم الطلبة أو تراجعهم بين مستويين أثناء انتقالهم من المستوى الأدنى للأعلى. وقد ذكر (Burger & Shaugnessy, 1986) أن هذا التذبذب يتضح أكثر بين المستويين الأول والثاني، ولم يتضح بين المستويين الثاني والثالث، ولكن الدراسة الحالية وجدت أن هذا التذبذب يحدث بين المستويين الثاني والثالث، كما أنه قد يحدث بين ثلاثة مستويات متجاورة.

كما تدعم هذه الدراسة آراء (Gutiérrez & Jaime; 1998) في ضرورة النظر الى كل مستوى تفكير هندسي على أنه مجموعة من العمليات، وعدم النظر على أنه عملية أحادية singular process إما أن يحققها الطالب أو لا يفعل. فقد ظهر خلال العمل مع الطلبة أن بعض الطلبة يمتلكون العديد من خصائص مستوى تفكير هندسي ما (غالباً السائد لديهم)، ولكنهم لا يمتلكون جميع خصائص هذا المستوى، وفي نفس الوقت يمتلكون خصائص مستوى آخر (غالباً المستوى الذي يلي السائد لديهم). هذا الأمر يوحي بأن كل مستوى يتكون من أكثر من مرحلة أو مستوى فرعي، ولابد للطالب أن يتجاوز كل مرحلة داخل هذا المستوى كي يحقق هذا المستوى. ولكن ما يحدث أن الطالب لا يتجاوز جميع هذه المراحل أو أنه يتجاوز المراحل الأبسط، ويفعل نفس الأمر مع المراحل الأبسط في

المستوى التالي لمستوى تفكيره السائد، وهكذا. هذه "الحركة" قد تفسر تذبذب بعض الطلبة بين ثلاثة مستويات متجاورة.

مناقشة السؤال الخامس:

كان نص هذا السؤال: كيف يمكن وصف مستويات التفكير الهندسي للطلبة الفلسطينيين مقارنة مع دول أخرى؟

لا يختلف الطلبة الفلسطينيون كثيراً عن غيرهم من طلبة الدول الأخرى، بل وفي بعض الأحيان توافقت نتائجهم مع نتائج هؤلاء الطلبة. فمعظم طلبة الدول الأخرى يقعون في المستوى الأول من التفكير الهندسي، رغم أن غالبية الطلبة هم في المراحل العليا في التعليم المدرسي. هذا الأمر يتفق الى حد بعيد مع إدعاء (Wirzup, 1976).

صحيح أن هذا الأمر قد يبدو مطَمئِناً من زاوية، ولكنه يدعو الى ضرورة التحرك من زاوية أخرى خاصة عند النظر الى نتائج هذه الدراسة بمجملها، وإذا تذكرنا أن ثلث طلبة العينة (30.8%) لم يتمكنوا من تحقيق المستوى الأول من مستويات التفكير الهندسي، أي لم يُصنفوا على مستويات فان هيل بحسب معايير التصنيف التي استخدمت في هذه الدراسة. كذلك لابد من التعرف على العوامل التي تؤثر على التفكير الهندسي لهؤلاء الطلبة كما في القسم التالي، كي نتمكن من وضع الحلول.

العوامل التي تؤثر على تفكير الطلبة الهندسي[1]:

في هذا الجزء نتناول العوامل التي تؤثر على التفكير الهندسي من خلال ربط الدراسات التي تمت مراجعتها وما وجدته الدراسة الحالية، ويأتي هذا الجزء في إطار محاولة تفسير العديد من النتائج التي توصلت لها هذه الدراسة، والتوصيات التي تقدمها. حيث يتم تناول اللغة، والإدراك البصري والمفاهيم البديلة والمعرفة المسبقة، وتوجهات الطلبة وطرق تفكيرهم (خاصة المعرفة فوق الذهنية) وأنماط التعلّم، كما يتم التطرق الى دور المعلم والمنهاج مع نظرة عامة على الوضع الفلسطيني بشكل خاص، وأخيراً النظرة الى الهندسة كموضوع مهمش.

أولاً- اللغة:

"قد تكون الهندسة من أكثر المواضيع في الرياضيات التي تؤكد على استخدام اللغة" (Hoffer, 1981). واللغة بالنسبة لفان هيل تساعد على الانتقال الى مستويات تفكير جديدة، وتحدد العلاقات الجديدة بين الأشكال/المفاهيم من المستوى السابق؛ فهي متطلب ضروري لتطور البنى الذهنية للطالب (Pandiscio & Orton, 1998).

أكد فان هيل (كما ورد في Fuys, Geddes, & Tischler, 1988) أن أسباب الفشل في تعليم الهندسة تعود الى حواجز اللغة؛ إذ يستخدم المعلم لغة مستوى أعلى من المستوى الذي يتواجد به الطلبة. أو أن التواصل بين المعلم والطالب ضعيف بسبب اختلاف المعاني أو الأطر المرجعية لكل منهما (فان هيل كما ورد في Gravemeijr,

[1] تستند معظم الأفكار هنا الى دراسة (Fuys, Geddes & Tischler, 1988).

1998). مثلاً، معنى المعين بالنسبة للطالب يختلف عن معناه بالنسبة للمعلم. فقد يتمكن الطالب من التعرف على المعين من بعض الخصائص أو مظهره العام، وقد لا يعرف المربع على أنه معين. ولكن بالنسبة للمعلم، فالمعين هو مجموعة من الخصائص والعلاقات: متوازي أضلاع، متساوي الأضلاع، .. الخ، كما أن المربع معين. هذه الأطر المرجعية المختلفة تعيق التواصل بين المعلم والطلبة رغم استخدامهما للغة واحدة (أو تبدو أنها كذلك)، ولكنها مختلفة المعاني. والوسيلة الوحيدة التي يراها فان هيل (كما ورد في Gravemeijr, 1998) هي تمكين الطلبة من أن يشكّلوا أطراً مرجعية بواسطة العمل المحسوس.

كشفت الدراسة الحالية الضعف العام لدى الطلبة الفلسطينيين في اللغة التي يستخدمونها سواء لوصف الأشكال أو التعرف على خصائصها. فيما يلي أمثلة من "مصطلحات" الطلبة التي يستخدمونها ويقابلها المفاهيم الهندسية التي يقصدونها:

الجدول 5-1:

أمثلة من "مصطلحات" الطلبة التي يستخدمونها ويقابلها المفاهيم الهندسية التي يقصدونها

المفاهيم الهندسية	مصطلحات الطلبة
مختلف الأضلاع	غير متساوي الساقين
الضلع	سطر، طول أو عرض
الزاوية	الرأس
التساوي	نفس الشيء
التوازي	مائل، انحراف
المساحة	الحجم، أكبر من
عدد غير محدود/ لا نهائي	لا يوجد عدد معين يمكن ذكره

بعض الطلبة لم يتمكنوا من استخدام أي لغة لوصف الأشكال. مثلاً، أحد الطلبة لم يتمكن من تعريف المستطيل شفوياً، حيث قام برسمه وقارن الأشكال مع الشكل المرسوم كي يحدد ما إذا كان الشكل الجديد مستطيل أم لا.

ثانياً– الإدراك البصري، والمفاهيم البديلة، والمعرفة المسبقة:

اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع العديد من الدراسات الأخرى (Fuys, Geddes, & Tischler, 1988; Burger & Shaugnessy, 1986) حيث أن الطلبة الفلسطينيين يعتمدون بشكل أساسي على المظهر العام للشكل، وقد لا يتعرفون على الأشكال الأساسية إذا ما تغيرت طريقة رسمها عما هو مألوف لديهم، أو إذا اختلفت زاوية النظر إليها، أو باختلاف اتجاه رسمها على الورقة. وقد كان أداء الطلبة في الأسئلة التي يمكن حلها بصرياً أعلى من أدائهم في الأسئلة التي تتطلب تفكيراً مجرداً. كما وجدت الدراسة أيضاً أن الطلبة يفضلون الأشكال المرسومة باتجاه عمودي على الورقة، الأمر الذي برز من خلال تحريك جميع الطلبة لورقة الأشكال (في المقابلات) كي تتلاءم صورة هذه الأشكال مع الشكل المألوف لديهم.

يحمل الطلبة أفكاراً ومعتقدات حول الهندسة أكثر مما نعتقد؛ مثلاً، مفهوم المثلث: بعض الطلبة يشملون أشكالاً غير المثلث في هذا المفهوم، وبعضهم يستثنون مثلثات من هذا المفهوم (Shaugnessy & Burger, 1985). لقد برزت قضية المفاهيم البديلة والمعرفة المسبقة التي يحملها الطلبة أثناء المقابلات التي تمت معهم سواء من خلال اللغة التي يستخدمونها أو من خلال طرق حلولهم للمهام التي تعرضوا لها. فيما يلي بعض الأمثلة حول المفاهيم الخاطئة:

- يجب أن يحتوي المستطيل على ضلعين طويلين وآخرين قصيرين.
- يوجد عدد محدود من الأشكال التي يمكن رسمها.

- كل معين له رأسين متقابلين ويجب أن يكون على شكل ماسة diamond.
- الضلعان المتوازيان مائلان أو منحرفان، مثلاً، يجب أن يحتوي متوازي الأضلاع على أضلاع مائلة كي يكون متوازي، "نفس المستطيل لكنه مائل" كما قال بعض الطلبة.

أظهرت نتائج الأبحاث الحديثة حول طرق تعلم الانسان أن المعرفة المسبقة محور أساسي في قضية التعلم، حيث يأتي الطلبة الى المدرسة بمفاهيم مسبقة يجب الاهتمام بها، وإلا يحصل سوء فهم للمعرفة الجديدة أو تبقى مستخدمة في السياق الأكاديمي فقط (Bransford, Brown, & Cocking, 1999). وقد بينت بعض الدراسات دور هذه المفاهيم أو المعرفة المسبقة في إعاقة أو مساعدة اكتساب مفاهيم جديدة، كما أن هذه المفاهيم قد تكون مناقضة للأفكار التي من المتوقع تعلمها في المدرسة (المفاهيم البديلة)، ولابد من اكتشاف هذه المفاهيم ومواجهتها ومحاولة تغييرها (Hashweh, 1986) و(الحشوة والنجار، 1990). ومن أثر المفاهيم الخاطئة المذكورة أعلاه، برزت أخطاء ارتكبها الطلبة الفلسطينيون أثناء المقابلات الفردية/ من أمثلتها:

- عدم القدرة على استنتاج أن المربع مستطيل والسبب في ذلك أن أضلاع المربع متساوية بينما أضلاع المستطيل فيها الطويل والقصير.
- عدم إدراك الطلبة التنوع اللانهائي للأشكال، بمعنى أن الطلبة لا يدركون أنه يمكن رسم عدد لا نهائي من المثلث مثلاً، إذ يخلطون بين نوع المثلث الذي تعلموه (حاد، منفرج، قائم، متساوي الساقين، .. الخ) وبين كم مثلث يمكننا رسمه.

- عدم قبول أن المربع أو المستطيل هو متوازي أضلاع بسبب عدم وجود أضلاع "مائلة" فيهما.
- عدم قبول أن المربع هو معين بسبب زواياه القائمة.

ثالثاً– توجهات الطلبة، وطرق التفكير (المعرفة فوق الذهنية)، وأنماط التعلّم:

الموضوع الأكثر كراهية بين أوساط الطلبة هو الهندسة، ومن الأسباب التي يقدمها الطلبة لذلك أن الهندسة تتطلب إثباتات كثيرة، وأنهم لم يفهموا ماهية الهندسة، وأنها موضوع يتطلب حفظ براهين (Hoffer, 1981).

يعتبر توجه الطلبة نحو الرياضيات بشكل عام، والهندسة بشكل خاص من المشكلات الرئيسة التي تواجه تدريس الرياضيات والهندسة، ويكمن السبب في النظرة الثقافية المجتمعية السائدة حول الرياضيات بأنها موضوع صعب ومجرد لا نفهمه. لم يبدِ أي من الطلبة الفلسطينيين حماساً خاصاً تجاه الهندسة أثناء المقابلات التي تمت معهم. بل على العكس كما حدث مع إحدى الطالبات التي أعلنت موقفها صراحة تجاه الهندسة "أنا أكرهها"، وكانت طوال وقت المقابلة مستغربة كيف اختارتها معلمتها للمقابلة، وقد دار معها الحوار التالي:

ط: ما بحب الهندسة.
ب: لماذا؟
ط: أشكال ..لا أحبها، لا أعرف لماذا
ب: لا تحبينها، أم لا تعرفين فيها، أم الاحتمالين؟
ط: [مبتسمة] الاحتمالين ..

قضية هامة أثارتها دراسة (Fuys, Geddes & Tischler, 1988) حول المعرفة فوق الذهنية ضمن مستويات فان هيل، وضرورة إضافة مؤشرات تقيس هذه المعرفة، وقد تحدث فان هيل عن فكرة الاستبصار في كتاباته خاصة (1986) حيث يذكر أن الاستبصار هو أن يعمل الشخص بشكل ملائم وعن قصد أو وعي، كما يذكر (Hoffer, 1983) كما ورد في (Fuys, Geddes & Tischler, 1988: 185) أن الاستبصار هو أن يفهم الطلبة ما يفعلون، ومتى يفعلون، ولماذا يفعلون ذلك. ولقد أشارت الأبحاث الحديثة الى ضرورة تعليم المهارات فوق الذهنية أثناء تعليم المواضيع المختلفة لما لها من أثر إيجابي على تحسين فهم الطلبة في مواضيع عدة كالفيزياء والرياضيات، ولأنها تزيد من قدرة الطلبة على النقل والتطبيق في سياقات جديدة. (Bransford, Brown, & Cocking, 1999)

ولقد تمت ملاحظة المعرفة فوق الذهنية أثناء المقابلات الفردية مع الطلبة الفلسطينيين خاصة في لعبة التعرف على الشكل من خلال طرح أسئلة وهي من فكرة مشرف الدراسة وبتطوير من الباحث (أنظر الفصل الرابع). حيث توفر هذه اللعبة فرصة لمراقبة المعرفة فوق الذهنية لدى الطلبة، أو كيف يمكن للطلبة أنفسهم مراقبة تفكيرهم بأنفسهم. يبين الحوار التالي هذه الفكرة:

ب: كيف قررت أن الشكل متوازي أضلاع بالتأكيد؟

ط: سألتك عن أضلاعه هل هي متساوية، وقلت لي لا، إذن هو ليس مربع ولا معين. ثم سألتك عن الزوايا، وفهمت أنه ليس مثلث. وتبقى أن أسألك عن الأضلاع لأنني اعتقدت أنه قد يكون شبه منحرف أو مستطيل أو متوازي أضلاع؛ لذا سألتك هل كل ضلعين متقابلين متساويين. وعندما قلت لي نعم، قررت أنه إما مستطيل أو متوازي أضلاع؛ لذا سألتك السؤال الأخير هل زواياه قائمة، وعندما أجبتني لا، قررت أنه متوازي أضلاع.

كذلك تمت ملاحظة أنماط مختلفة للتعرف على الأشكال لدى الطلبة الذين تمت مقابلتهم، أهم هذه الأنماط هي: التعرف البصري أو الكلي على الشكل، امتلاك صورة ذهنية نمطية ما للأشكال، أي اعتماد شكل ما، أو خصائص معينة، كأساس للتعرف على أي شكل: (مثلاً المثلث هو الشكل الأساسي في التعرف على الأشكال الأخرى)، بناء طرق خاصة في التعرف على الأشكال مثل محاولة إعادة أي شكل الى "أصله" كما ذكرت إحدى الطالبات (أنظر النتائج الخاصة بالتعرف على الأشكال في الفصل الرابع من هذه الدراسة).

معظم الطلبة يمتلكون صوراً ذهنية للأشكال يبدو أنهم اكتسبوها من طريقة رسم الأشكال في أمثلة الكتاب أو المعلم (أنظر دور المعلم والمنهاج في رابعاً من العوامل المؤثرة على التفكير الهندسي). فقد كانوا يحركون الورقة أثناء تعرفهم على الأشكال كي يتلاءم الشكل مع صورته الذهنية لديهم.

<u>رابعاً– دور المعلم والمنهاج (الكتاب المدرسي)</u> – نظرة عامة على الوضع الفلسطيني:

أ) المعلم: صحيح أنه لا توجد دراسات حول التفكير الهندسي لدى المعلمين الفلسطينيين، إلا أنه يُسدل من الدراسات التي تمت مراجعتها أن معرفة المعلمين (سواء ما قبل الخدمة أو أثنائها) في موضوع الهندسة غير كافية، وهي سبب أساسي في ضعف أداء الطلبة في الهندسة (Mayberry, 1983; Fuys, Geddes & Tischler, 1988). فالأشكال التي يتم رسمها أثناء التعليم تقتصر على أنماط محددة وتخلق صورة ذهنية ضيقة حول الأشكال. مثلاً، يتم رسم المثلث ومتوازي الأضلاع والمعين والمستطيل

بصورة محددة غالباً كالتالي (بالترتيب): △ ▱ ◊ ▭ ، كما أن المعلمين لا يستخدمون وسائل تعليمية متنوعة أثناء تعليمهم الهندسة، حيث يقتصر عمل الطلبة على مشاهدة الهندسة وليس القيام بالعمل الهندسي (Prevost, 1985).

أما حول قدرات المعلمين وتمكنهم من موضوع الهندسة، فقد علّق أحد المعلمين (لا يعلّم الرياضيات) في إحدى المدارس التي تم فيها تطبيق الدراسة على أسئلة الاختبار أنه لو تم إعطاء هذه الأسئلة للمعلمين، فلن يتمكنوا غالباً من حلّها. وقد أظهرت دراسة قامت بها وزارة التربية والتعليم العالي الفلسطينية (أبو شرخ وآخرون، قيد النشر) حول الأخطاء المفاهيمية في الرياضيات في ستة مجالات أحدها الهندسة، أن $\frac{2}{5}$ المعلمين تقريباً (39.1%) لم يتعرفوا على شبه المنحرف، حيث يعتقد ثلثهم (35.2%) أن متوازي الأضلاع هو شبه منحرف.

كما أن نظرة المعلمين وتوجههم للهندسة ليس بالأمر المشجع كما تمت ملاحظته في المدارس الفلسطينية أثناء تطبيق الاختبار الكتابي والمقابلات في المدارس سواء من قبل مديري المدارس أو المعلمين أو الطلبة.

ب) المنهاج: يعتبر المنهاج المدرسي (بالإضافة للمعلم) مصدراً هاماً في اكتساب الطلبة المفاهيم والمهارات اللازمة، حيث يعتمد المعلمون الفلسطينيون في تدريسهم على هذا المنهاج، ويعملون على إنهائه في نهاية العام. يبدأ الطالب في التعرف على الهندسة من الصف الأول الأساسي حتى الصف الثاني عشر، ومن خلال تفحص سريع للمنهاج الفلسطيني، يتضح أن المنهاج يتعامل مع المواضيع والمفاهيم الأساسية في الهندسة كالهندسة المستوية، والهندسة ثلاثية الأبعاد، والتحويلات الهندسية.

كما يقدم المنهاج مجموعة من الأنشطة العملية يفترض استخدامها في الصفوف المدرسية، مثل قص وطي ورق واستخدام مواد من البيئة، واستخدام الرسومات والأمثلة ولعب الأدوار. ومن أهداف هذه المناهج: التعرف على الأشكال والمفاهيم الهندسية الأساسية، وإدراك العلاقات بينها، وتنمية التفكير الاستقرائي.

ب-1) ملاحظات على حول منهاج الهندسة الفلسطيني: قام الباحث بالنظر الى وحدات الهندسة في منهاج الرياضيات الفلسطيني من الصف الأول حتى الثامن الأساسي والتي تقدم الأشكال الأساسية، من ثلاث زوايا: (1) هل يتم تقديم الشكل بأكثر من نمط أو اتجاه، و/أو يتم تقديم أمثلة مخالفة للشكل؟ (2) ما هي نسبة صفحات وحدات الهندسة من منهاج الرياضيات في الفصل الواحد للصف الواحد؟ (3) ما هو ترتيب وحدة الهندسة في المنهاج؟ يلخص الجدول 5-2 هذه المعلومات:

الجدول 5-2: نظرة على منهاج الهندسة الفلسطيني

الصف	هل يتم تقديم الشكل بأكثر من نمط أو اتجاه، أو تقديم أمثلة مخالفة للشكل؟	نسبة صفحات وحدات الهندسة من منهاج الرياضيات	ترتيب وحدة الهندسة في المنهاج
الأول (الجزء1)	نعم	15%	4 (الأخيرة)
الثاني (الجزء1)	نعم	15%	5 (الأخيرة)
الثالث (ج 1)	نعم	12%	5 (الأخيرة)
الرابع (ج1)	نعم	17%	5 (الأخيرة)
الخامس (ج 1)	نعم	35%	3 (قبل الأخيرة)
السادس (ج 1)	نعم	28%	3 (قبل الأخيرة)
السادس (ج 2)	نعم	30%	الأولى
السابع (ج 2)	نعم	39%	الأولى
الثامن (ج 1)	نعم	60%	2 (الأخيرة)

يتضح من الجدول أن واضعي المنهاج يأخذون بعين الاعتبار تقديم الشكل بأكثر من نمط أو اتجاه، أو تقديم أمثلة مخالفة للشكل كي يتعرف الطلبة على الأشكال الأساسية. وطالما أن المنهاج يلعب هذا الدور، فلابد من التعرف جيداً كيف يتعامل المعلمون مع هذه المناهج داخل الصفوف الدراسية خاصة بعد أن تعرفنا على الضعف الشديد للطلبة الفلسطينيين في الهندسة. ويظهر اهتمام المناهج الفلسطينية بالهندسة كلما ازداد الصف وكلما كان الكتاب أحدث أو تمت تجربته كما حدث في الثامن الأساسي– الجزء الأول.

ومن المؤكد أن هناك حاجة لدراسة المنهاج بصورة معمقة أكثر، ولكن يبدو أن نسبة الهندسة من المنهاج لم تحسم بعد. ويظهر لنا من الجدول 5–2 أثر المناهج على توجهات الطلبة (وربما المعلمين أيضاً) تجاه الهندسة عندما يتم وضع وحدة الهندسة في نهاية الكتاب المدرسي.

ب–2) *الهندسة في المنهاج الفلسطيني ونموذج فان هيل:* تتوزع أنشطة منهاج الهندسة الفلسطيني على مستويات فان هيل في الصفين السادس والثامن كالتالي:

الجدول 5–3: النسب المئوية لتوزيع الأنشطة حسب مستويات فان هيل في المنهاج الفلسطيني (ياسين، 2003: ص 125)

مستويات فان هيل	الصف السادس	الصف الثامن
0	%12.5	%0
1	%50	%34.3
2	%37.5	%34.3
3	%0	%31.4

وحسب الدراسة نفسها (ياسين، 2003)، لا يوجد فرق كبير بين الصفين السادس والسابع، والثامن والتاسع في توزيع الأنشطة حسب فان هيل، وبمقارنة هذه النتائج مع

النتائج التي تم التوصل لها في الدراسة الحالية تتضح الفجوة بين أنشطة المنهاج وبين تفكير الطلبة الهندسي.

لا توجد دراسات محلية كثيرة حول علاقة محتوى (مفاهيم) منهاج الهندسة الفلسطيني مع نموذج فان هيل، وعندما قام الباحث بالنظر الى محتوى المنهاج الفلسطيني للمرحلة الأساسية نظرة عامة وسريعة وجد أن معظم هندسة المنهاج الفلسطيني في المرحلة الأساسية تقع ضمن المستويين 0 و 1 (الأساسي-البصري، والتحليلي). هذه النتيجة تتوافق مع ما وجدته دراسة (ياسين، 2003) حول توزيع الأنشطة في المنهاج الفلسطيني للصفوف الخمسة الأولى. هذا مع الأخذ بعين الاعتبار بعض التفاصيل التي لم يتضمنها المنهاج مثل تلك المتعلقة بالمراحل المطلوبة للانتقال من مستوى الى آخر؛ إذ لا يوفر المنهاج هذه المراحل التي تتطلب جهداً خاصاً من المعلم. ووجدت (ياسين، 2003) أن هناك انتقالات سريعة بين المستويات في المنهاج، بينما لا توجد أنشطة كافية تساعد الطالب على الانتقال من مستوى لآخر.

<u>خامساً- النظرة الى الهندسة:</u>

لعل المشكلة الأبرز في موضوع الهندسة هو اعتبارها موضوع رياضيات من الدرجة الثانية (Backe-Neuwald, 1997). بمعنى أن أهميته كموضوع لا تساوي أهمية مواضيع الرياضيات الأخرى. فمعظم مناهج الرياضيات التي تُدرس هنا في فلسطين تؤكد على هذه الميزة بشكل غير واع. المقصود هنا أن موضوع الهندسة في جميع المناهج (الفلسطينية، الأردنية، والمصرية، أي تلك التي درست لنا كفلسطينيين) يحتل عادة الفصل الأخير أو الوحدة الأخيرة من كتاب الرياضيات المدرسي باستثناء

كتابي الرياضيات في المنهاج الفلسطيني وهما الجزء الثاني في كل من الصف السادس والسابع كما في الجدول 5-2 حيث جاءت الهندسة في الوحدة الأولى.

النقطة الثانية هنا تتعلق بالمعلمين: آرائهم، توجهاتهم، طرق تدريسهم للهندسة. في دراسة (Backe-Neuwald, 1997) شملت 128 معلماً حول آراء المعلمين في تدريس الهندسة في المدارس الأساسية، وافق 80% من المعلمين على أن تدريس الهندسة موضوع مهمل ويتم تجاهله. وقد عللوا هذا الإهمال بسبب سيطرة الحساب والمهارات الحسابية، وضغط المنهاج، وعدم امتلاك المعلم المعرفة الكافية لتدريس الهندسة.

كما أن توجه الإدارة المدرسية أو التربوية يؤثر على تعليم الهندسة (وبالطبع على غيرها)، تصف Backe-Neuwald في دراستها -أعلاه- كيف كانت ردة فعل مديري ومديرات المدارس التي طبقت فيها استمارات الدراسة، من تشكك وتأنيب للضمير: "الهندسة! لا نعتقد أننا نستطيع مساعدتك. حقيقة نحن لا نُدرّس إلا القليل من هذا الموضوع". وأبدى بعض المديرين الاهتمام بقولهم: "الهندسة؟! نعم، من الضروري دفع تعليم هذا الموضوع مستقبلاً".

هذه التوجهات صادفها الباحث في المدارس الفلسطينية أثناء تطبيقه للاختبار في المدارس سواء من قبل مديري المدارس أو المعلمين أو الطلبة كما تم تناوله أعلاه. أحد المديرين قال، بعد أن اختار طالباً للمقابلة، "لو اخترت موضوعاً آخر غير الهندسة؛ لكان من السهل إيجاد طلبة للمقابلة".

ومن الضروري، في النهاية، التذكير بآراء فان هيل وغيره من الباحثين حول التفكير الهندسي وعدم ارتباطه بالعمر أو النضج البيولوجي، إنما بالتدريس والخبرات التعليمية التعلمية التي يمر بها الطلبة (Wirzup, 1976; Usiskin, 1982; Fuys, Geddes, & Tischler, 1988; Teppo, 1991).

> "أعتقد أن الانتقال يعتمد على التدريس أكثر من اعتماده على العمر أو النضج، وأن الخبرات التعليمية يمكنها أن تعزز أو تعيق هذا الانتقال أو النمو"
> (Van Hiele, 1999)

لمحات نقدية:

قبل الدخول الى توصيات الدراسة، لابد من التأكيد على التحفظ العام الذي تم ذكره على الاختبار الكتابي المستخدم في الدراسة الحالية وضرورة تحسينه والعمل على زيادة معامل ثباته.

أيضاً من الضروري لفت النظر الى بعض الدلائل التي تمس نظرية فان هيل نفسها أو طبيعة المستويات خاصة انفصال المستويات. ويبدو أن الدلائل تشير الى عدم وجود هذه الخاصية (Burger & Shaughnessy, 1986)، وقد دلت نتائج الدراسة الحالية أيضاً على ذلك.

كما أن المستوى الخامس من مستويات فان هيل محط تشكيك لدى بعض الباحثين فهو إما أنه غير موجود أو لا يمكن قياسه (Usiskin, 1982) أو بحاجة الى جهد خاص لقياسه.

نقطة رابعة تمس النظرية والأداة التي قد تقيس التفكير الهندسي لدى المتعلمين، وهي قضية هل من الضروري أن يكتسب المتعلم الحد الأقصى للمهارة كي يوصَف بأنه يمتلك هذه المهارة؟ مثلاً: هل من الضروري أن يعرف الطالب المعين في جميع أنماطه واتجاهاته كي يوصَف بأن يعرف المعين؟ ويبقى السؤال ماذا عن الطلبة الذين يعرفون الأشكال بشكل عام ولكنهم يخطئون أحياناً في التعرف عليها في سياقات مختلفة؟ وكيف يمكن وصف أدائهم؟ ويبدو أن اكتساب أي مستوى من مستويات التفكير الهندسي هي عملية process يمر بها الطالب ويحتاج فيها الى اكتساب خبرة أو مهارة بشكل تام كي يوصَف بأنه حقق هذا المستوى أو ذاك.

نقطة خامسة هي خاصية هرمية المستويات وانعكاسها على تصحيح الاختبار. إذ يبدو أن شرط تحقيق مستوى ما قبل تحقيق مستوى آخر يؤدي الى عدم التعرف على تفكير الطلبة الذين لا يحققوا هذه الخاصية. كما أن اعتبار ثلاث إجابات صحيحة على الأقل من خمسة موضع نقاش أيضاً: ماذا عن الإجابتين الصحيحتين؟ هل يمكن اعتبار الأسئلة الخمسة ضمن كل مستوى متماثلة ولها نفس الوزن؟ كما أن هذه المعيار لا يُظهر الطلبة الذين يتأرجحون بين المستويات كما برز من خلال المقابلات.

ولابد من التنويه الى أن هذه الملاحظات لا تقلل من قوة نظرية فان هيل وقيمتها التربوية التي أفادت العديد من الدول خاصة الإتحاد السوفييتي في حينه، وكما ذكرت العديد من الدراسات (مثلاً: Usiskin, 1982; Senk, 1989; Mayberry, 1983) أن نظرية فان هيل قادرة على وصف كيف يتعلم الطلبة الهندسة.

نقطة سادسة تثيرها الدراسة، وهي قضية لها علاقة بتعليم الهندسة، وهي علاقة الخاص بالعام بين الأشكال الهندسية، وكيفية تقديمها في الكتب المدرسية وكيفية تدريسها أيضاً. فنحن نقدم الأشكال الهندسية منفصلة في بداية تعليمنا الأشكال للطفل، ثم نقوم بتجميعها لاحقاً عبر علاقة الخاص بالعام، الأمر الذي يسبب إرباكاً للطفل. مثلاً: نقدم المربع والمستطيل كأشكال منفصلة في بداية تعلم الطالب الهندسة، وبعد فترة نقدم المربع على أنه حالة خاصة من المستطيل. وهنا لابد من التفكير ملياً في كيفية حل هذه الإشكالية: كيف يمكن تعليم الأشكال الهندسية بما يضمن عدم تشتت الطالب في تعرفه على الأشكال والعلاقات بينها؟

نقطة أخيرة حول لعبة ما هو الشكل التي يتم فيها إخفاء الشكل والطلب من الطالب التعرف عليه من خلال طرح أسئلة. هذه اللعبة هي فكرة مشرف الدراسة واستخدمها الباحث في الدراسة، وكانت دهشة الطلبة حول إمكانية تعلم الهندسة من خلال اللعب بارزة أثناء تطبيق اللعبة معهم، كما عبروا عن حبهم للعبة لأنها تثير التفكير. لابد من الإشارة هنا الى ضرورة تطوير هذه اللعبة واستخدامها في دراسات قادمة، حيث تعتبر هذه اللعبة أحد الإنجازات الهامة لهذه الدراسة.

التوصيات:

يتضح من هذه الدراسة الضعف الشديد للطلبة الفلسطينيين في موضوع الهندسة، ويمكن عزو ذلك للعديد من الأسباب أهمها المعلم والمنهاج. وكي لا نصدر أحكاماً غير علمية أو غير مدروسة؛ لابد من التعرف على معرفة المعلم في هذا الموضوع، ودرجة تأهله لذلك، وطرق تدريسه للهندسة. كما لابد من فحص محتوى منهاج الهندسة الذي يدرسه طلبتنا وطريقة عرضه لموضوع الهندسة. توصي هذه الدراسة بما يلي:

<u>أولاً- على صعيد تعلم الهندسة وتعليمها:</u>

1. تعميق فهم الطلبة للأشكال الأساسية من خلال:

- تقديم الأشكال الأساسية بأكثر من نمط أو اتجاه، وعدم تقديمها بالشكل التقليدي الذي تم تناوله في الدراسة.
- تقديم الأمثلة المخالفة كي يتعرف الطلبة على الأشكال بشكل أعمق.

2. التأكيد على تعريفات الأشكال وخصائصها كإطار مرجعي في التعرف على الأشكال لتطوير التفكير الهندسي للطلبة.
3. يشكّل المعين بشكل خاص معضلة حقيقية بالنسبة للطلبة الفلسطينيين كما تبين في هذه الدراسة. ويجب العمل على تقديمه بأكثر من نمط واتجاه، وتقديمه على شبكة مربعات، وعرض المربع كمثل على المعين، وتقديم المعين كمثل على متوازي الأضلاع، بالإضافة الى تقديم الأمثلة المخالفة للمعين.
4. تطوير لغة الطلبة الهندسية عبر انخراطهم في مشكلات تتطلب حوارات أو تبادل آراء.

5. تأهيل المعلمين بشكل أعمق لتدريس الهندسة، فقد تبين من مراجعة الأدبيات أن ضعف أداء المعلمين في الهندسة هو أحد الأسباب الرئيسية في ضعف تفكير الطلبة الهندسي. لذا يجب عقد دورات متخصصة سواء على صعيد محتوى الهندسة أو كيفية تدريس الهندسة، وكيف يفكر الطلبة في الهندسة بالاستناد الى نظرية فان هيل.

ثانياً- على صعيد الدراسات:

هناك العديد من الاقتراحات أو التوصيات التي برزت سواء من النتائج أو من مراجعة الأدبيات، من هذه التوصيات:

1. قياس التفكير الهندسي لدى المعلمين.
2. تتبع المفاهيم الهندسية في منهاج الهندسة الفلسطيني وتحليلها حسب نموذج فان هيل، ومدى ملائمتها لتفكير الطلبة الهندسي، ومقارنة النتائج مع نتائج هذه الدراسة، ودراسة الطيطي (2001) وياسين (2003).
3. كما توصي هذه الدراسة باستخدام المقابلات للتعرف بعمق أكبر على تفكير الطلبة الهندسي خاصة للعينات قليلة العدد، أما العينات كبيرة العدد؛ فتوصي الدراسة باستخدام اختبار فان هيل للتفكير الهندسي (Usiskin; 1982) مع تعديلات عليه لضمان معامل ثبات أكبر، ولإزالة أثر التخمين، وعدم استخدام الأسئلة الخمسة الأخيرة كما أوصى Usiskin خلال تواصل الباحث معه عبر البريد الإلكتروني. ومن الضروري الاستعانة باختبار الباحثين (Gutiérrez, Jaime & Fortuny, 1991) في قياس التفكير الهندسي.

ثانياً- المراجع الأجنبية (References):

Ahuja, O. P. (1996). An invistigation in the geometric understanding among elementary preservice teachers. <Available at http://www.aara.edu.au/96pap/ahujo96.485, retrieved 2/10/2004>

Backe-Neuwald, D. (1999). Teaching Geometry in Elementary Schools – results of the evaluation of an inquiry on teachers and teaching post candidates. In E. Cohors-Fresenborg, H. Maier, K. Reiss, G. Toerner, H. Weigand (eds.), *Selected Papers from the Annual Conference of Didactics of Mathematics 1997, (1-16).* Osnabrueck. <Available at: http://www.fmd.uni-osnabrueck.de/ebooks/gdm/PapersPdf1997/Backe-Neuwald.pdf, retrieved 30/1/2003 and 10/12/2004>

Ball, D. L., Lubienski, S., & Mewborn, D. (2001). Research on teaching mathematics: The unsolved problem of teachers' mathematical knowledge. In V. Richardson (Ed.), *Handbook of research on teaching, 4th ed.* (pp. 433-456). New York: Macmillan.

Baroody, A. J., (1993). Fostering the mathematical learning of young children. In Bernarrd Spodek (Ed.), *Handbook of research on the education of young children* (pp. 151-175). New York: Macmillan Publishing Company.

Battista, M. T. (2002). Learning geometry in a dynamic computer environment. *Teaching Children Mathematics, 8(6),* 333-343.

Battista, M. T., & Clements, D. H. (1988). A case for a logo-based elementary school geometry curriculum. *Arithmetic Teacher, 36,* 11-17.

Battista, M. T., & Clements, D. H. (1990). Constructing geometric concepts in logo. *Arithmetic Teacher, 38(3),* 11-17.

Battista, M. T., & Clements, D. H. (1995). Geometry and proof. *Mathematics Teacher, 88(1),* 48-54.

Battista, M. T., Clements, D. H., Arnoff, J., Battista, K., & Borrow, C. V. A. (1998). Students' spatial structuring of 2D arrays of squares. *Journal for Research in Mathematics Education, 29,* 503-532.

Binomial distribution. Retrieved in 28/12/2004 from: http://www.stat.wmich.edu/s216/binom/binom.html, also at: http://www.stat.wvu.edu/SRS/Modules/Binomial/binomial.html, retrieved 20/9/2004.

Bransford, J. D.; Brown, A. L.; Cocking, R. R. (1999, eds.). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, D. C.: National Academy Press.

Burger, W., & Shaughnessy, J. M. (1986). Characterizing the van Hiele levels of development in geometry. *Journal for Research in Mathematics Education, 17(1)*, 31-48.

Carmines, E. G. & Zeller, R. A. (1981). *Reiability and validity assessment*. Sage University Paper series on Quantitaive Application in the Social Sciences, series no. 07-017. Beverly Hills and London: Sage Publication.

Carroll, W. M. (1998). Geometric knowledge of middle school students in a reform-based mathematics curriculum. *School Science and Mathematics, 98(4)*, 188-197

Choi-Koh, S. S. (1999). A student's learning of geometry using the computer. *The Journal of Educational Research, 92(5)*, 301-311.

Clements, D. H. (1995). Playing with computers, playing with ideas. *Education Philosophy Review, 7(2)*, 203-207.

Clements, D. H. (1998). *Geometric and spatial thinking in young children.* (ERIC Document Reproduction Service No. ED. 436232)

Clements, D. H. (1999). The effective use of computers with young children. In J. V. Copley (Ed.), *Mathematics in the Early Years*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics (pp. 119-128).

Clements, D. H., & Battista, M. T. (1992). Geometry and spatial reasoning. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 420-464). New York: Macmillan.

Clements, D. H., & Sarama, J. (2000). The earliest geometry. *Teaching Children Mathematics, 7(2)*, 82-86.

Clements, D. H., & Sarama, J. (2002). The role of technology in early childhood learning. *Teaching Children Mathematics, 8 (6)*, 340-343.

Clements, D. H., Battista, M. T., Sarama, J., & Swaminathan, S. (1997). Development of students' spatial thinking in a unit on geometric mothinos and area. *The Elementary School Journal, 98(2),* 171-186.

Clements, D. H., Swaminathan, S., Hannibal, M. A. Z., & Sarama, J. (1999). Young Children's Concepts of Shape. *Journal for Research in Mathematics Education, 30(2)*, 192-212.

Crowley, M. L. (1987). The van Hiele model of the development of geometric thought. In M. M. Lindquist & A. Schulte (Eds). *Learning and teaching geometry, K-12. 1987 Yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics* (pp. 17-31). Reston, VA: NCTM.

Crowley, M. L. (1990). Criterion-referenced reliability indices associated with the van Hiele Geometry Test. *Journal for Research in Mathematics Education, 21(3)*, 238-241.

Fennema, E. & Carpenter, T. P. (1981). Sex-related differences in mathematics: Results from national assessment. *Mathematics Teacher, (October)*, 554-559.

Fennema, E. & Franke M. L. (1992). Teachers' Knowledge and Its Impact. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 147-163). New York: Macmillan.

Fuys, D. (1985). Van Hiele levels of thinking in geometry. *Education and Urban Society, 17(4)*, 447-462.

Fuys, D., Geddes, D., & Tischler R. (1988). The van Hiele model of thinking in geometry among adolescents. *Journal for Research in Mathematics Education Monograph Series*, No. 3, Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Giannakopoulou, A. (without date). *Prototype theory: An evaluation*. <Available at: www.strath.ac.uk/ecloga/Giannakopoulou.htm>

Gravemeijer, K. P. (1998). From a different perspective: Building on students' informal knowledge. In R. Lehrer & D. Chazan (Eds.), *Designing learning environments for developing understanding of geometry and space* (pp. 45-66). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Gutiérrez, A. & Jaime, A. (1994). A model of test design to assess the van Hiele levels. *Proceedings of the 18th PME conference (Lisboa), 3*, pp. 41-48.

Gutiérrez, A. & Jaime, A. (1998). On the assessment of the van Hiele levels of reasoning. *Focus on Learning Problems in Mathematics, 20(2&3)*, 27-46.

Gutiérrez, A., Jaime, A. & Fortuny, J. (1991). An alternative paradigm to evaluate the acquesition of the van Hiele levels. *Journal for Research in Mathematics Education, 22(3)*, 237-251.

Hashweh, M. Z. (1986). Toward an explanation of conceptual change. *European Journal of Scienece Education, 8(3),* 229-249

Hill, C. H. & Ball, D. L. (2004). Learning mathematics for teaching: Results from California's Mathematics Professional Development Institute. *Journal for Research in Mathematics Education, 35*(5), 330-351.

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

Holloway, G. E. T. (1967). *An introduction to the child's conception of geometry*. London: Routled and Kegan Paul.

Hoyles, C., Foxman, D., & Küchemann, D. (2002). A comparative study of geometry curricula. London: Qualifications and Curriculum Authority.

http://www.sis.pitt.edu/~mbsclass/hall_of_fame/rosch.htm

Jones, K. (1998). *Theoretical frameworks for the learning of geometrical reasoning*. <Available at http://www.soton.ac.ul/~dkj/bsrlmgeom/reports/K_Jones_Jan_Feb_1998.pdf>

Jones, K., Bills, C. (1998). *Visualization, imagery and the development of geometrical reasoning*. <Available at http://www.soton.ac.ul/~dkj/bsrlmgeom/reports/K_Jones_et_al_June_1998.pdf>

King, L. C. C. (2001). Assessing the effect of an instructional intervention on the geometric understanding of learners in a South African primary school. <Available at: http://www.aare.edu.au/01pap/kino1220.htm, retrieved 3/10/04>

Kouba, V. L., Brown, C. A., Carpenter, T. P., Lindquist, M. M., Silver, E. A., & Swafford, J. O. (1988). Results of the fourth NAEP assessment of mathematics: Measurement, geometry, data interpretation, attitudes, and other topics. *Arithmetic Teacher, (May),* 10-16.

Mayberry, J. (1983). The van Hiele levels of geometric thought in undergraduate preservice teachers. *Journal for Research in Mathematics Education, 14(1)*, 58-69.

Mistretta, R. M. (2000). Enhancing geometric reasoning. *Adolescence, 35(138)*, 365-379

National Association for the Education of Young Children (NAEYC)/National Council of Teachers of Early Childhood Mathematics (NCTM), (2002). *Promoting Good Beginnings.* <Available at: www.naeyc.org/resources/position_statements/psmath.html, retrieved 7/8/2004>

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Geometry Standards for Grades Pre-K - 2*. Available at <http://standards.nctm.org/document/chapter4/geom.htm, retrieved 30/4/2003, 13/5/2003, 16/9/2004>

Pandiscio, E. & Orton, R. E. (1998). Geometry and metacognition: An analysis of Piaget's and van Hiele's perspectives. *Focus on Learning Problems in Mathematics, 20(2&3)*, 78-87.

Papert, S. (1998). *Child power: Keys to the new learning of the digital century*. <Available at: http://www.papert.org/articles/Childpower.html, retrieved 17/5/2003>

Papert, S. (1999). *Papert on Piaget*. <Available at: http://www.papert.org/articles/Papertonpiaget.html, retrieved 19/6/2003>

Pennington, E. & Faux, G. (1999). *There is no royal road to Geometry.* Teachers' Resource Book. USA

Piaget, J., & Inhelder, B. (1967). *The child's conception of space* (F. J. Langdon & J. L. Lunzer, Trans.). New York: W. W. Norton.

Prevost, F. (1985). Geometry in the junior high school. *Mathematics Teacher, (September),* 411-418.

Pusey, E. L. (2003). The Van Hiele model of reasoning in geometry: A literature review. Unpublished master's of mathematics education paper, North Carolina State University.

Schell, V. (1998). Introduction to the special issue: Elements of geometry in the learning of mathematics. *Focus on Learning Problems in Mathematics, 20(2&3)*, 1-3.

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

Shaughnessy, J. M., & Burger, W. F. (1985). Spadework prior to deduction in geometry. *Mathematics Teacher, 16*, 419-428.

Spitler, M. E. (2003). *A preschooler's understanding of "triangle": A case study.* <Available at: http://www.gse.buffalo.edu/org/buildingblocks/writings/Triangle_Case_Study.pdf, retrieved 11/3/2004>

Teppo, A. (1991). Van Hiele levels of geometric thought revisited. *Mathematics Teacher, (March)*, 210-221.

Usiskin, Z. (1982). *Van Hiele levels and achievement in secondary school geometry (Final report of the Cognitive Development and Achievement in Secondary School Geometry Project)*. Chicago: University of Chicago, Department of Education. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 220 288)

Usiskin, Z. & Senk, S. (1990). Evaluating a Test van Hiele levels: A response to Crowley and Wilson. *Journal for Research in Mathematics Education, 21(3)*, 242-245.

Van Hiele, P. (1999). Developing geometric thinking through activities that begin with play. *Teaching Children Mathematics, 5(6)*, 310-316.

Whitman, N. C., Nohda, N., Lai, M. K., Hashimoto, Y., Iijima, Y., Isoda, M., & Hoffer, A. (1997). Mathematics education: A cross-cultural study. *Peabody Journal of Education, 72(1)*, 215-232.

Wilson, M. (1990). Measuring a van Hiele geometry sequence: A reanalysis. *Journal for Research in Mathematics Education, 21(3)*, 230-237.

Wirzup, I. (1976). Breakthroughs in the psychology of learning and teaching geometry. In J. Martin (Ed.), *Space and geometry: Papers from a research workshop* (pp. 75-97). Columbus, ohio: ERICK/SMEAC.

Wittrock, M. (1986). Students' thought processes. In M. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching*, 3rd ed., (pp. 297-314). New York: Macmillan.

Yusuf, M. M. (1994). Cognition of fundamental concepts in geometry. *Journal of Educational Computing Research, 10(4)*, 349-371.

المراجع:

أولاً- المراجع العربية:

أبو شرخ، غازي؛ عطوان، عمر؛ المغربي، نبيل؛ رشيد، جمال؛ اعبيد، موسى (قيد النشر). *المفاهيم الخاطئة في الرياضيات*. فلسطين: وزارة التربية والتعليم العالي.

الحازمي، مطلق (1995). استخدام الحاسب الآلي في تدريس الرياضيات: العلاقة بين البرمجة والتحصيل الدراسي للطلبة الموهوبين. *المجلة التربوية، 9(36)*، 193-219.

الحربي، طلال (2003). منهج الهندسة في رياضيات المرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية بين مراحل بياجيه ومستويات فان هيل. *المجلة التربوية، 69*، 81-119.

الحشوة، ماهر؛ والنجار، يوسف (1991). أثر تزويد معلمي العلوم بدليل معلم يعتمد على استراتيجية تغييرالمفاهيم. في عبد الرحمن زعرب، وعدنان شقير (تحرير)، *وقائع المؤتمر الأول للتعليم الفلسطيني* (ص ص: 265-286). جامعة بيت لحم: بيت لحم.

خصاونة، أمل؛ والغامدي، منى (1998). أثر استخدام بيئة "لوغو" لتدريس بعض المفاهيم الهندسية لطالبات الصف الثامن الأساسي في مستويات التفكير الهندسي والتحصيل في الهندسة. *دراسات/العلوم التربوية، 25(2)*، 401-416.

سليم، مريم (1985). *علم تكوين المعرفة: أبستمولوجيا "بياجيه"*. بيروت: معهد الإنماء العربي.

الطيطي، نايف (2001). *درجة اكتساب طلبة الصف العاشر لمستويات التفكير الهندسي وعلاقته بقدراتهم على كتابة البراهين الهندسية*. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة القدس، فلسطين.

عياصرة، طلعت (2002). مستويات التفكير الهندسي لدى طلبة المرحلة الأساسية العليا في محافظة جرش وعلاقتها بالجنس والتحصيل في الرياضيات. *رسالة المعلم، 41 (2)*، 39-47.

كمال، سفيان؛ ومسعد، فطين (1991). دراسة التحصيل في موضوعي اللغة العربية والرياضيات للصفين الرابع والسادس الابتدائيين في المنطقة الوسطى من الضفة الغربية (رام الله، القدس، بيت لحم). القدس، فلسطين: مؤسسة تامر.

وزارة التربية والتعليم/مركز القياس والتقويم (1998). *مستوى التحصيل في الرياضيات لدى طلبة نهاية المرحلة الأساسية الدنيا (الصف السادس الأساسي) في فلسطين "التقرير الأولي"*. رام الله، فلسطين.

وزارة التربية والتعليم/مركز القياس والتقويم (2000 أ). *دراسة مستوى تحصيل طلبة الصف الرابع الأساسي في فلسطين في اللغة العربية والرياضيات والعلوم للعام الدراسي 1999/1998 "التقرير الأولي"*. رام الله، فلسطين.

وزارة التربية والتعليم/مركز القياس والتقويم (2000 ب). *دراسة مستوى تحصيل طلبة الصف العاشر الأساسي في فلسطين في اللغة العربية والرياضيات والعلوم للعام الدراسي 1999/1998*. رام الله، فلسطين.

وزارة التربية والتعليم العالي (2004). *الكتاب الإحصائي التربوي السنوي للعامين الدراسيين 2003/2002 – 2004/2003*، رقم (8). رام الله–فلسطين.

وزارة التربية والتعليم العالي. الكتب المدرسية لمنهاج الرياضيات الفلسطيني للصفوف من الأول حتى العاشر الأساسية حسب آخر طبعة لكل منها.

ياسين، كوثر (2003). *مدى اقتراب أهداف تدريس منهاج الهندسة الفلسطيني في الصفوف من (1–12) من معايير سيكولوجية ودولية لتعليم وتعلم الهندسة*. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة بيرزيت، فلسطين.

الملاحق

- ملحق رقم 1 – نموذج / نظرية فان هيل للتفكير الهندسي

- ملحق رقم 2 – اختبار فان هيل للتفكير الهندسي ومرفقاته

- ملحق رقم 3 – المقابلة: مهامها وإجراءاتها

- ملحق رقم 4 – النسب المئوية لإجابات الطلبة على أسئلة الاختبار

ملحق رقم 1

نموذج فان هيل للتفكير الهندسي

ذكر (Wirzup, 1976) أن التطور الحاصل في منهاج الهندسة السوفييتي (في حينه) يعود الى جهود تربويَين وعالمي نفس أوروبيين اثنين هما بياجيه وفان هيل. إلا أن أفكار فان هيل شكلّت الأساس للمنهاج السوفييتي الجديد لتعليم الهندسة. ولولا حديث التربوي المشهور هانز فرودينثال Hans Freudenthal الذي أشرف على دكتوراة فان هيل؛ لظلت آراء فان هيل مجهولة في الولايات المتحدة، وربما في أوروبا نفسها.

وضع بيير وزوجته دينا فان هيل نموذجاً للتفكير الهندسي أواخر الخمسينات (1957) أثناء دراستهم للدكتوراة في جامعة Utrecht في هولندا. كان موضوع دراسة بيير "دور الحدس في تعليم الهندسة"، أما دينا فقد كان موضوعها تعليم الهندسة (Didactics in geometry)، وكان الاثنين يعملان معلمان للرياضيات في المدارس بهولندا. توفيت دينا بعد دراستها للدكتوراة بوقت قصير، وقام بيير بمهمة توضيح النظرية وتطويرها لاحقاً.

في عام 1959 نشر بيير دراسة بعنوان " الهندسة وتفكير الطفل" (The Thought of the Child and Geometry)، ناقش فيها خمسة مستويات تصف تطور التفكير الهندسي في الهندسة (Wirzup, 1976). وكما ذكر (Pyshkalo, 1968) كما ورد في

(Fuys, Geddes, & Tischler, 1988) فقد راجع السوفييت منهاج الهندسة لديهم على أساس مستويات فان هيل للتفكير الهندسي.

توجد ثلاث جوانب aspects أساسية في نظرية فان هيل، هي: مستويات التفكير الخمسة، وخصائص المستويات، والانتقال من مستوى لآخر (Usiskin, 1982).

أولاً- مستويات فان هيل للتفكير الهندسي:

بالنسبة الى الزوجان فان هيل (1958) كما ورد في (Fuys, Geddes, & Tischler, 1988; Wirzup, 1976) أن التعلم عملية غير متصلة discontinuous وأن هناك قفزات jumps في منحنى التعلم؛ الأمر الذي يعني وجود مستويات levels. تبدأ هذه المستويات من التفكير الكلي wholistic thinking (بغض النظر عن الأجزاء) مروراً بالتفكير التحليلي analytical thinking، وصولاً الى الاستنتاج الرياضي المنتظم (الصارم) rigorous mathematical deduction. بحث العديد من الباحثين مستويات فان هيل، إلا أن الوصف التالي لهذه المستويات سيعتمد على أعمال كل من: Wirzup, 1976; Hoffer, 1981; Usiskin, 1982; Burger & Shaughnessy, 1986; Crowley, 1987; Fuys, Geddes, & Tischler, 1988; Battista, & Clements, 1995- وهذه المستويات هي:

المستوى 0: البصري Visual أو الإدراكي Recognition

ويقتصر فيه تعلم الطالب على التعرف على أشكال معينة من مظهرها العام (بصورة كلية) دون الاهتمام الى أجزاء الأشكال أو تفاصيلها، ولا حتى العلاقات بين مكونات الشكل الواحد. مثلاً المستطيل يشبه الباب (وليس لأن له 4 أضلاع و 4 زوايا). يتعرف الطالب في هذا المستوى على الأشكال الهندسية كالمربع، والمستطيل، وغيرها؛ ولكنه لا يعرف العلاقات بين الأشكال. مثال: لا يعرف أن

المربع هو مستطيل، أو المعين هو متوازي أضلاع؛ فهذه الأشكال بالنسبة للطالب هي أشكال منفصلة.

المستوى 1: التحليل Analysis

يبدأ الطالب في رؤية مكونات الأشكال، ويبدأ ببناء علاقات بين هذه المكونات، ويكتشف خصائص/ قواعد مجموعة من الأشياء عملياً (طي، قياس، استخدام شبكات أو أشكال). وتكون هذه الخصائص هي وسيلة الطالب في التعرف على الأشكال. حيث تلعب الأشكال كحامل bearer أو سند لخصائصها، حيث يتعرف الطالب على الأشكال من خلال خصائصها. مثال: هذا الشكل مستطيل إذن له أربعة زوايا قائمة، وقطراه متساويان، وكل ضلعين متقابلين متساويين. مع ذلك، فإن هذه الخصائص غير مترابطة مع بعضها البعض؛ إذ لا يربط الطالب بين المستطيل ومتوازي الأضلاع رغم ملاحظته بأنهما يحتويان على خاصية عامة هي أن كل ضلعين متقابلين متساويين، ولا يستنتج أن المستطيل هو متوازي أضلاع.

المستوى 2: الترتيب Orderin / العلاقات Relationships /الاستنتاج غير الرسمي

يبدأ الطلبة في هذا المستوى في ربط الخصائص/القواعد (من المستوى السابق) في الشكل الواحد وبين الأشكال نفسها. حيث يقوم الطالب بترتيب منطقي لهذه الخصائص في الشكل الواحد وبين مجموعة من الأشكال، وإمكانية الوصول الى خاصية بواسطة خاصية أخرى. كما يدرك دور التعريف في هذا المستوى، وتكوين روابط منطقية بين الأشكال والخصائص من خلال التعريفات. إلا أن الطالب لا يزال غير قادر على امتلاك أو فهم معنى الاستنتاج Deduction؛ فالاستنتاج المنطقي logical conclusion يحدث بمساعدة المنهاج والمعلم. كما لا يزال الطالب غير قادر على الربط منطقياً بين الجمل، وغير قادر على فهم دور البديهيات axioms وبالتالي لا يستطيع فهم البرهان. مثال: المربع هو مستطيل ومتوازي أضلاع.

المستوى 3: الاستنتاج الرسمي Deduction

يدرك الطالب أهمية الاستنتاج (البرهان) كوسيلة لتشكيل وتطوير نظريات الهندسة من خلال فهم ماهية ودور البديهيات والتعريفات والنظريات، وفهم التركيب المنطقي للبرهان، وفهم العلاقات المنطقية بين المفاهيم والجمل.

ويبدأ الطالب، في هذا المستوى، في رؤية الطرق المختلفة لبناء نظرية ما. مثال: يمكن للطالب تعريف متوازي الأضلاع بأنه شكل رباعي فيه كل ضلعين متقابلين متوازيين. كما يمكنه بناء تعريف آخر: متوازي الأضلاع بأنه شكل رباعي فيه ضلعين متقابلين متساويين ومتوازيين.

المستوى 4: البرهان الصارم Rigor أو Axiomatic:

يكتسب الطالب هنا القدرة على التجريد دون الاستناد الى تفسير مادي ملموس، ويستطيع تشكيل نظريات بين أنظمة افتراضية مختلفة، وتحليل ومقارنة هذه الأنظمة حيث يمكن فهم الهندسة اللاإقليدية هنا (لطلبة التعليم العالي). مثال: يمكن التعامل مع العديد من الأشياء أو الظواهر كـــ "نقاط" points، والتعامل مع أي مجموعة من "النقاط" كـــ "شكل" figure، وهكذا.

قامت دينا فان هيل بتسمية المستويات الثاني حتى الخامس (1–4) تتابعياً كالتالي: مظاهر الهندسة، ماهية الهندسة، الاستبصار في نظرية الهندسة، الاستبصار العلمي في الهندسة (van Hiele-Geldof, 1957 كما ورد في Usiskin, 1982).

وقد أوضح فان هيل عام 1959 أن هذه المستويات تتميز من خلال اختلافات الأشياء قيد التفكير objects of thoughts. وكمثال، تكون الأشياء قيد التفكير، في المستوى 0، هي الأشكال الهندسية (التعرف عليها، المربع مثلاً). وفي المستوى 1 يقوم الطالب بتصنيف هذه الأشكال واكتشاف خصائصها (للمربع 4 أضلاع، 4 زوايا قائمة،

الأضلاع متساوية، ..). وفي المستوى 2، تصبح هذه الخصائص هي الأشياء قيد التفكير، حيث يقوم الطالب بترتيبها منطقياً. وفي المستوى 3، تصبح العلاقات المرتبة هي قيد التفكير، وهكذا ..

ثانياً- خصائص المستويات:

تتميز نظرية / مستويات فان هيل بعدة خصائص (Usiskin, 1982):

الخاصية 1: الهرمية (أو التسلسل الثابت fixed sequence)

لا يمكن للطالب الانتقال الى مستوى معين (n) دون المرور بالمستوى السابق له (n-1).

الخاصية 2: التجاور (adjacency)

كل ما يكون ضمني intrinsic/implicit في مستوى التفكير السابق، يصبح صريحاً extrinsic/explicit في المستوى التالي. بمعنى أن الطالب قد يتعرف على بعض الخصائص، ولكنه لا يعيها أو يدركها في مستوى ما، يدركها ويعيها ويصبح قادراً على التعبير عنها في المستوى التالي. مثال: في المستوى الأول، يتم التعرف الأشكال من خلال خصائصها، ولكن الطالب في هذا المستوى من التفكير لا يدرك هذه الخصائص أو يتعرف عليها إلا في المستوى الثاني. (Wirzup, 1976)

الخاصية 3: التميز (أو التمايز distinction)

لكل مستوى تفكير لغته الخاصة، ورموزه الخاصة، وشبكات علاقات خاصة تربط هذه الرموز. ويرتبط الانتقال من مستوى لآخر بمدى توسّع اللغة، بمعنى ظهور مصطلحات هندسية وتعريفات ورموز جديدة. مثال: العلاقة بين المربع والمستطيل- التي لا تظهر بتاتاً في المستوى الأول، وتكون داخلية/باطنية في

المستوى الثاني، حيث يتعرف الطالب على المربع والمستطيل منفصلين ولا يربط بينهما، أما في المستوى الثالث فيصبح تعريف المربع أنه مستطيل أضلاعه متساوية.

الخاصية 4: الانفصال (separation)

لا يستطيع شخصان في مستويي تفكير مختلفين أن يفهم كل منهما الآخر. وهذا ما يحدث غالباً بين المعلم والطلبة (Wirzup, 1976)، فالمعلم يستخدم لغة من مستوى تفكير عالي لا يتمكن الطالب من فهمها (Fuys, Geddes, & Tischler, 1988).

الخاصية 5*: الاكتساب (attainment)

يمكن لعملية التعليم أن تمكّن الطالب من الانتقال من مستوى لآخر، ولكنها يجب أن تمر بخمس مراحل (تقريباً متسلسلة)، هي: الاستقصاء، التوجيه المباشر، التوضيح أو التفسير، التوجيه الحر، التكامل (Usiskin, 1982).

تساعد هذه الخصائص على العديد من الأمور التي تحدث داخل صفوف تعليم الهندسة. تقول الخاصية 3 أنه إذا كان المعلم يستخدم البرهان (المستوى الرابع) بينما الطالب في المستوى الثالث؛ فإن الطالب لن يفهم ما يقوله المعلم.

ثالثاً- الانتقال بين المستويات:

كان فان هيل أكثر تفاؤلاً من بياجيه بهذا الشأن، حيث اعتقد أنه يمكن تسريع النمو المعرفي/ الذهني في تعلّم الهندسة من خلال التعليم (Usiskin, 1982) وليس العمر أو النضج البيولوجي (van Hiele, 1986 كما ورد في Teppo, 1991 وفي Fuys, Geddes, & Tischler, 1988; Wirzup, 1976). "أعتقد أن الانتقال يعتمد على

---

* أضاف Usiskin هذه الخاصية، وقد تحدثت معظم الدراسات عن الخصائص الأربعة الأولى، واعتبرت هذه الخاصية من ضرورات عملية التعليم لاكتساب التفكير الهندسي أو للانتقال من مستوى لآخر كما يلي لاحقاً.

التدريس أكثر من اعتماده على العمر أو النضج، وأن الخبرات التعليمية يمكنها أن تعزز أو تعيق هذا الانتقال أو النمو" (van Hiele, 1999). للمعلم دور جوهري وأساسي في انتقال الطلبة من مستوى لآخر، فقد قدّم الزوجان فان هيل وسائل تمكّن المعلم من مساعدة الطالب للانتقال من مستوى لآخر، أهمها فكرة المراحل. وقد اعتبر (Usiskin, 1982) ذلك كخاصية خامسة للمستويات (الاكتساب attainment). حيث يمكن لعملية التعليم أن تمكّن الطالب من الانتقال من مستوى لآخر من خلال خمس مراحل هي: الاستقصاء، التوجيه المباشر، التوضيح أو التفسير، التوجيه الحر، التكامل. وقد شرح فان هيل (1999) هذه المراحل كالتالي:

1. الاستقصاء inquiry: ينبغي أن يبدأ التدريس بتزويد الطفل بمواد تساعده على استكشاف بنى معينة.
2. التوجيه المباشر direct orientation: حيث تُقدم المهام بطريقة تظهر فيها خصائص البنى بالتدرج للطلبة.
3. التوضيح explicitation: يقدم المعلم المصطلحات الهندسية ويشجع الطلبة على استخدامها أثناء نقاشاتهم وكتاباتهم في الهندسة.
4. التوجيه الحر free orientation: يقدم المعلم مهاماً يمكن إنجازها بطرق مختلفة تصقل قدرات الطلبة التي اكتسبوها في المراحل السابقة.
5. التكامل integration: حيث تتوفر الفرصة للطلبة لتجميع ما تعلموه سابقاً، كأن يصمموا أنشطتهم بأنفسهم.

يرى فان هيل أن أدوار المعلم خلال هذه المراحل متعددة: التخطيط للمهام، لفت انتباه الطلبة الى الخصائص الهندسية للأشكال، استخدام مصطلحات (لغة) الهندسة وتشجيع الطلبة على استخدامها، وتشجيع التفسيرات وحل المشكلات التي تتطلب من الطلبة استخدام تفكيرهم التحليلي حول الأشكال. كذلك لابد من استخدام مواد محسوسة

مثل الأحجيات ولوحة المسامير geoboard، إذ "تبدأ الهندسة باللعب" (Van Hiele, 1999).

بالإضافة الى هرمية المستويات، ودور المعلم الأساسي في انتقال الطلبة من مستوى لآخر؛ فإن اللغة المستخدمة في التدريس لها دور جوهري في الانتقال من مستوى لآخر. أكد فان هيل (كما ورد في Fuys, Geddes, & Tischler, 1988) أن أسباب الفشل في تعليم الهندسة تعود الى حواجز اللغة؛ إذ يستخدم المعلم لغة مستوى أعلى من المستوى الذي يتواجد به الطلبة. أو أن التواصل بين المعلم والطالب ضعيف بسبب اختلاف المعاني أو الأطر المرجعية لكل منهما (فان هيل كما ورد في Gravemeijr, 1998). مثلاً، معنى المعين بالنسبة للطالب يختلف عن معناه بالنسبة للمعلم. فقد يتمكن الطالب من التعرف على المعين من بعض الخصائص أو مظهره العام، وقد لا يعرف المربع على أنه معين. ولكن بالنسبة للمعلم، فالمعين هو مجموعة من الخصائص والعلاقات: متوازي أضلاع، متساوي الأضلاع، .. الخ، كما أن المربع معين. هذه الأطر المرجعية المختلفة تعيق التواصل بين المعلم والطلبة رغم استخدامهما للغة واحدة (أو تبدو أنها كذلك)، ولكنها مختلفة المعاني. والوسيلة الوحيدة التي يراها فان هيل (كما ورد في Gravemeijr, 1998) هي تمكين الطلبة من أن يشكّلوا أطراً مرجعية بواسطة العمل المحسوس.

وفي هذا السياق يجدر التنويه الى أن فان هيل أعاد تصنيف مستويات التفكير الهندسي الى ثلاثة مستويات فقط وهي: المستوى البصري، والمستوى التحليلي، والمستوى النظري (Teppo, 1991)، وأكد فان هيل نفسه (1999) ذلك مع تسمية المستوى الثالث بالاستنتاج غير الشكلي informal deduction level. وقد بقيت خصائص النموذج/النظرية كما هي، واحتفظت فكرة المراحل بأهميتها. يلخص الشكل

(1) التالي هذه المستويات ومراحل التعلم، والفترات التعلمية learning periods التي تؤدي الى كل مستوى كما ورد في (Teppo, 1991):

الشكل (1): نموذج فان هيل ذو المستويات الثلاثة (بدل الخمسة)

النظري (المستوى 3)	يستخدم الطالب الاستدلال (البرهان) لإثبات العلاقات الهندسية.
الفترة التعلمية الثانية	**مرحل التعلم** التكامل التوجيه الحر التوضيح التوجيه المباشر المعلومات
التحليلي (المستوى 2)	يتعرف الطالب على الأشكال من خلال خصائصها الهندسية.
الفترة التعلمية الأولى	**مرحل التعلم** التكامل التوجيه الحر التوضيح التوجيه المباشر المعلومات
البصري (المستوى 1)	يتعرف الطالب على الأشكال ككل بصري.

ملحق رقم 2

اختبار فان هيل للتفكير الهندسي

ينقسم هذا الملحق الى أربعة أجزاء، هي:

2-أ) الاختبار نفسه كما قدم للطلبة

2-ب) ورقة إجابة الاختبار كما قدمت للطلبة

2-ج) المثالان التوضيحيان المرافقان للاختبار

2-د) الإجابات الصحيحة للاختبار

2-هـ) ترميز البيانات

2-و) تصحيح الاختبار وتحديد مستويات فان هيل

الملحق 2-أ) الاختبار نفسه كما قدم للطلبة

ملاحظات:

1. تم توزيع نسختين من الاختبار، الأولى تحتوي على الأسئلة العشرين الأولى للصفين السادس والثامن. والثانية احتوت على جميع الأسئلة (25 سؤال) للصف العاشر.
2. قُدّم الاختبار على هيئة كتيب للطلبة. وطُلب من الطلبة عدم الكتابة على الكتيب، بل على ورقة الإجابة التي تأتي في نهاية هذا الملحق. مع ملاحظة أن ورقة الإجابة احتوت على عدد الأسئلة المناسب لكل صف (20 سؤال للصفين السادس والثامن، 25 سؤال للصف العاشر).
3. بلغ عدد صفحات اختبار الصفين السادس والثامن 8 صفحات. أما اختبار الصف العاشر فاحتوى على 12 صفحة (مع ورقة التعليمات) بنفس خط اختبار السادس والعاشر.
4. تمت قراءة ورقة التعليمات للصفين السادس والثامن، أما العاشر فقد طلُب من الطلبة قراءتها بأنفسهم.

اختبار التفكير الهندسي*

تعليمات عامة

الرجاء عدم فتح كرّاس الامتحان قبل إعلامك بذلك

يحتوي هذا الامتحان على 25 سؤال (12 صفحة- بما فيها هذه الصفحة). **قد لا تستطيع الإجابة على كل سؤال في هذا الاختبار، ولكن يرجى بذل أكبر جهد ممكن للإجابة على كل سؤال.** يهدف الامتحان إلى قياس التفكير الهندسي لدى الطلبة الفلسطينيين في الصفوف السادس والثامن والعاشر الأساسية. **لا علاقة لنتيجة هذا الامتحان، بتقديرك في المدرسة.** تستخدم نتائج هذا الامتحان لغرض البحث العلمي فقط، وقد يؤثر على كيفية تقديم المعلومات في المناهج الفلسطينية لاحقاً. نشكرك لأخذه على محمل الجد.

معك 5 دقائق من الآن لتعبئة المعلومات في ورقة الإجابة.

عندما يتم إعلامك بأن تبدأ/ي بالإجابة:

1) إقرأ/ي كل سؤال بعناية. إقرأ/ي جميع خيارات الإجابة.

2) قرّر/ي أي إجابة هي تلك التي تعتقد/ين أنها صحيحة (**يوجد إجابة واحدة صحيحة لكل سؤال**). ضع/ي دائرة حول الحرف (أ، ب، ج، د، هـ؛ رمز الإجابة الصحيحة) في ورقة الإجابة حسب رقم السؤال.

3) استخدم/ي الفراغ على ورقة الإجابة للرسم. **لا تكتب/ي على كرّاس الامتحان.**

4) إذا أردت تغيير أي إجابة، امسح/ي الإجابة الأولى نهائياً.

5) **لا تخمن/ي الإجابة.**

6) إذا احتجت قلم رصاص آخر، ارفع/ي يدك لطلب ذلك.

7) وقت الامتحان: 35 دقيقة. الرجاء التوقف عن الكتابة ووضع الأقلام جانبا عند الإعلان عن نهاية الوقت.

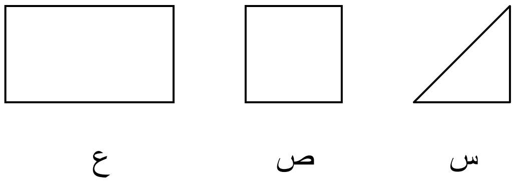
8) سيتم إعلامك بالوقت المتبقي قبل انتهاء الوقت بـــ 10 دقائق و 5 دقائق.

9) لا تنس تعبئة المعلومات الشخصية على ورقة الإجابة.

إبدأ/ي، بالتوفيق.

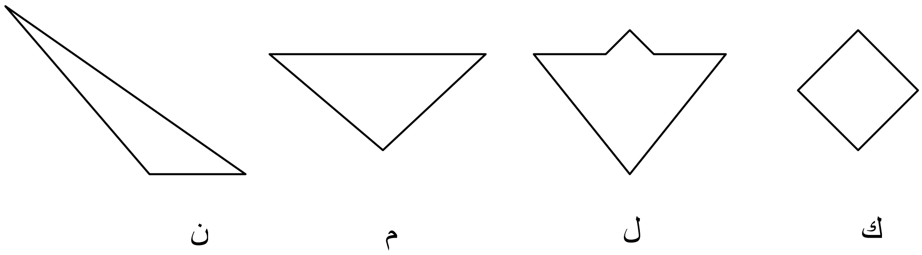
اختبار التفكير الهندسي

1) أَيّ مِنَ الأَشْكالِ المُقابِلَةِ مُرَبَّعٌ؟



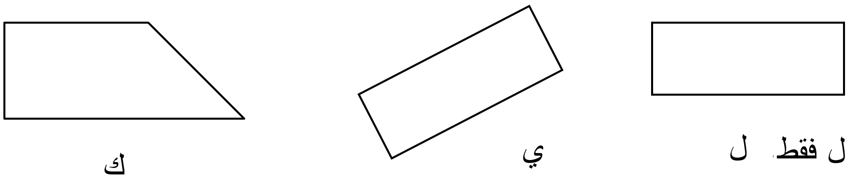
(أ) س فقط.
(ب) ص فقط.
(ج) ع فقط.
(د) ص وَ ع فقط.
(هـ) جَمِيعُها مُرَبّعَات.

2) أَيّ مِنَ الأَشْكالِ التالية مُثَلَّثٌ؟



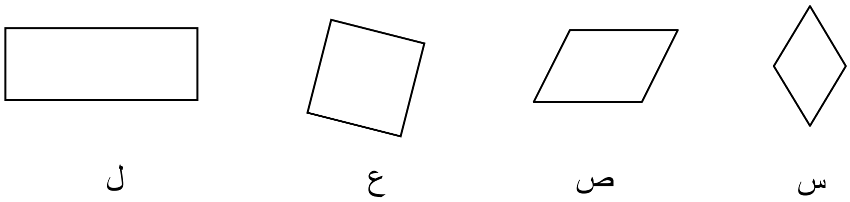
(أ) ليس أيّاً منها مُثَلّثاً .
(ب) ل فقط.
(ج) م فقط.
(د) م وَ ن فقط.
(هـ) ل وَ م فقط.

3) أَيّ مِنَ الأَشْكالِ التَّالِيَة مُسْتَطِيلٌ؟



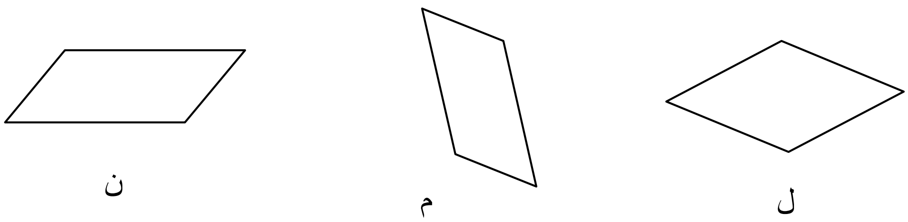
(أ) ل فقط.
(ب) ي فقط.
(ج) ل وَ ي فقط.
(د) ل وَ ك فقط.
(هـ) جَمِيعُها مُسْتَطِيلات.

4) أيّ مِنَ الأَشْكالِ التَّالِيَة مُرَبَّعٌ؟



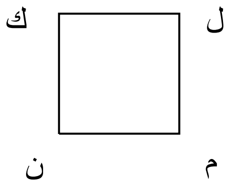
(أ) لَيْسَ أيّ شَكْلٍ مِنْهَا مُرَبّعاً.
(ب) ع فقط.
(ج) ل وَ ع فقط.
(د) ع وَ س فقط.
(هـ) جَمِيعُها مُرَبّعَات.

5) أيّ مِنَ الأَشْكالِ التَّالِيَة مُتَوَازي أَضْلاع؟



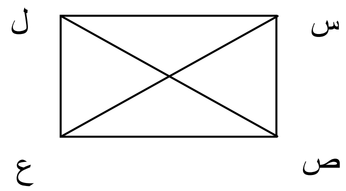
(أ) ن فقط.
(ب) ل فقط.
(ج) ن وَ م فقط.
(د) لَيْسَ أيّ شَكْلٍ مِنْهَا مُتَوَازي أَضْلاع.
(هـ) جميعُها مُتَوَازياتُ أَضْلاعٍ.

6) ك ل م ن مربع
أيّ مِنَ العَلاقاتِ التّالِيَةِ صَحِيحَةٌ في كل مُرَبَّع؟



(أ) ك م وَ م ن مُتَسَاوِيان.
(ب) ل ن وَ ك م مُتَعَامِدان.
(ج) ك ن وَ ل م مُتَعَامِدان.
(د) ك ن وَ ل ن مُتَسَاوِيان.
(هـ) قِيَاسُ زاوِيَة ل أَكْبَرُ مِنْ قِيَاسُ زاوِيَة م.

7) س ص ع ل مُسْتَطِيلٌ، قُطْرَاهُ س ع ، ص ل.

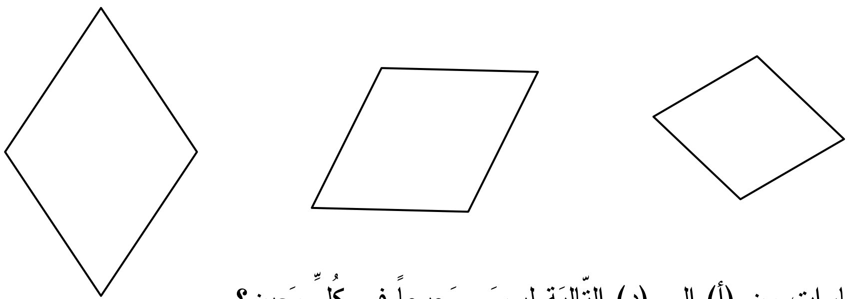


أَيّ الخَيارات من (أ) الى (د) التّالِيَةِ ليسَ صَحِيحاً فِي كُلِّ مُسْتَطِيلٍ؟

(أ) يوجد 4 زوايا قائمة.
(ب) يوجد 4 أضلاع.
(ج) القطران متساويان.
(د) الأضلاع المتقابلة متساوية.
(هــ) جَمِيعُ مَا وَرَدَ أَعْلاهُ صَحِيحٌ فِي كُلِّ مُسْتَطِيل.

8) المَعِينُ هُوَ شَكْلٌ رُبَاعِيٌّ جَمِيعُ أَضْلاعِهِ مُتَسَاوِيَةٌ

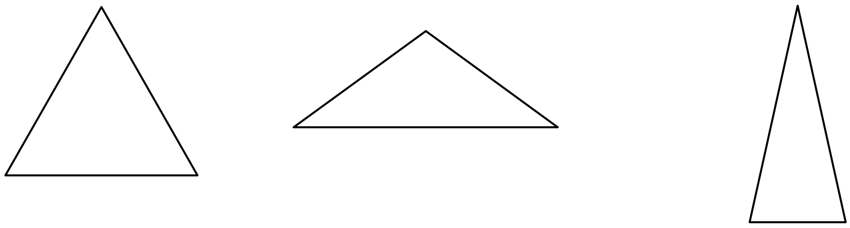
فِيمَا يَلِي ثَلاثُ أَمْثِلَةٍ:



أَيّ الخَيارات من (أ) الى (د) التّالِيَةِ ليسَ صَحِيحاً فِي كُلِّ مَعين؟

(أ) القطران متساويان.
(ب) كُلُّ قُطْرٍ يُنَصِّفُ زاوِيَتين مِنْ زَوَايا المَعِين.
(ج) القطران متعامدان.
(د) الزوايا المتقابلة متساوية.
(هــ) جَمِيعُ مَا وَرَدَ أَعْلاهُ صَحِيحٌ فِي كُلِّ معين.

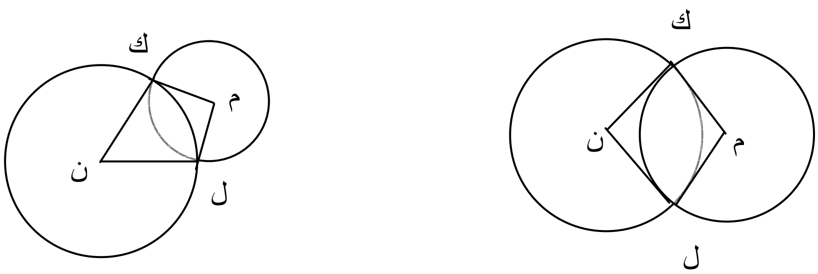
9) المُثَلَّثُ المُتَساوِي السَّاقَيْن هُوَ مُثَلَّثٌ فيهِ ضِلْعَانِ مُتَسَاوِيَان
فيما يلي ثلاث أمثلة:



أَيّ الخَيارات من (أ) الى (د) التّالِيَةِ صَحِيحٌ فِي كُلِّ مُثَلَّثٍ مُتَساوِي السَّاقَيْن؟

(أ) يَجِبُ أَنْ تَكُونَ الأَضْلاعُ الثَّلاثَةُ مُتَساوِيَةً.
(ب) يَجِبُ أَنْ يُسَاوِي طُولُ أَحَدِ الأَضْلاعِ ضِعْفَ طُولِ ضِلْعٍ آخَر.
(ج) يَجِبُ أَنْ تكون في المثلث زاويتان –على الأقل– مُتَساوِيَتينِ فِي القِيَاسِ.
(د) يَجِبُ أَنْ تكون الزوايا الثَّلاثَةُ مُتَساوِيَةً.
(هـ) لا يوجَدُ أَيّ خَيَارٍ صَحِيحٍ من (أ) الى (د).

10) م، ن مركزا دَائِرَتينِ تَتَقاطَعانِ عِنْدَ ل وَ ك، ويَنْتُجُ شَكْلٌ رُبَاعِيّ م ل ن ك.
فيما يلي مِثَالان:



أَيّ الخَيارات من (أ) الى (د) التّالِيَةِ <u>ليسَ</u> صَحِيحاً دَائِماً؟

(أ) هُنَاكَ ضِلْعَانِ في الشَّكْل م ل ن ك مُتَسَاوِيَان.
(ب) في الشَّكْلِ م ل ن ك ، هناك زَاوِيَتَانِ –عَلَى الأَقَلّ– مُتَسَاوِيَتَانِ.
(ج) المستقيمان م ن وَ ك ل مُتَعَامِدان.
(د) قِيَاسُ زَاوِيَة م يُسَاوِي قِيَاسُ زَاوِيَة ك.
(هـ) جَمِيعُ مَا وَرَدَ أَعْلاهُ صَحِيحٌ.

11) فيما يلي جملتان:

الجملة 1: الشكل س هو مستطيل.

الجملة 2: الشكل س هو مثلث.

أي من الخيارات التالية صحيح؟

(أ) إذا كانت الجملة 1 صحيحة فإن الجملة 2 صحيحة.

(ب) إذا كانت الجملة 1 خاطئة فإن الجملة 2 صحيحة.

(ج) لا يمكن أن تكون الجملتان 1 وَ 2 صحيحتين معاً.

(د) لا يمكن أن تكون الجملتان 1 وَ 2 خاطئتين معاً.

(هـ) لا يوجَدُ أَيّ خَيَارٍ صَحيحٍ من (أ) الى (د).

12) فيما يلي جملتان:

الجملة ل : المثلث أ ب ج متساوي الأضلاع.

الجملة م: في المثلث أ ب ج، قياس زاوية ب يساوي قياس زاوية ج.

أي من الخيارات التالية صحيح؟

(أ) لا يمكن أن تكون الجملتان ل وَ م صحيحتين معاً.

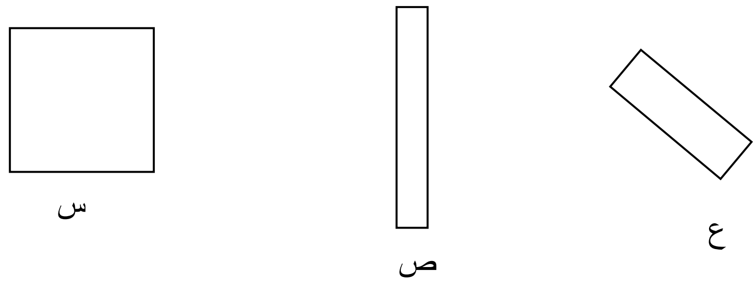
(ب) إذا كانت الجملة ل صحيحة فإن الجملة م صحيحة.

(ج) إذا كانت الجملة م صحيحة فإن الجملة ل صحيحة.

(د) إذا كانت الجملة ل خاطئة فإن الجملة م صحيحة.

(هـ) لا يوجَدُ أَيّ خَيَارٍ صَحيحٍ من (أ) الى (د).

13) أي من الأشكال التالية يمكن اعتباره مستطيلاً؟



(أ) جميعها.
(ب) ص فقط.
(ج) ع فقط.
(د) س وَ ص فقط.
(هـ) ص وَ ع فقط.

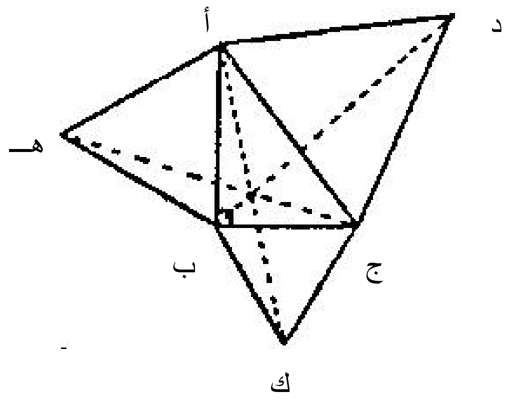
14) أي من الخيارات التالية صحيح؟

(أ) جميع خصائص المستطيلات هي خصائص لجميع المربعات.
(ب) جميع خصائص المربعات هي خصائص لجميع المستطيلات.
(ج) جميع خصائص المستطيلات هي خصائص لجميع متوازيات الأضلاع.
(د) جميع خصائص المربعات هي خصائص لجميع متوازيات الأضلاع.
(هـ) لا يوجَدُ أَيّ خَيَارٍ صَحيحٍ من (أ) الى (د).

15) ما الخاصية التي تتميز بها جميع المستطيلات، ولا تتميز بها بعض متوازيات الأضلاع؟

(أ) الأضلاع المتقابلة متساوية.
(ب) القطران متساويان.
(ج) الأضلاع المتقابلة متوازية.
(د) الزوايا المتقابلة متساوية.
(هـ) لا يوجَدُ أَيّ خَيَارٍ صَحيحٍ من (أ) الى (د).

16) المثلث أ ب ج قائم الزاوية في ب. تم إنشاء مثلثات متساوية الأضلاع أ ج د، أ ب هـ، ب ج ك على أضلاع المثلث أ ب ج، كما في الشكل التالي:



من هذه المعلومات يمكن إثبات أن أ ك، ب د، ج هـ، تتقاطع في نقطة.
ماذا يمكن أن نستنتج من هذا البرهان؟

(أ) فقط في هذا المثلث المرسوم، يمكننا أن نتأكد أن أ ك وَ ب د وَ ج هـ تتقاطع في نقطة واحدة.
(ب) في بعض (وليس في جميع) المثلثات القائمة الزاوية تتقاطع أ ك وَ ب د وَ ج هـ في نقطة واحدة.
(ج) في أي مثلث قائم الزاوية تتقاطع أ ك وَ ب د وَ ج هـ في نقطة واحدة.
(د) في أي مثلث تتقاطع أ ك وَ ب د وَ ج هـ في نقطة واحدة.
(هـ) في أي مثلث متساوي الأضلاع تتقاطع أ ك وَ ب د وَ ج هـ في نقطة واحدة.

17) فيما يلي ثلاث خصائص لشكل ما:
الخاصية ك: له أقطار متساوية.
الخاصية ل: هو مربع.
الخاصية م: هو مستطيل.

أي من الخيارات التالية صحيح؟

(أ) ك تؤدي إلى ل التي تؤدي بدورها إلى م.
(ب) ك تؤدي إلى م التي تؤدي بدورها إلى ل.
(ج) ل تؤدي إلى م التي تؤدي بدورها إلى ك.
(د) م تؤدي إلى ك التي تؤدي بدورها إلى ل.
(هـ) م تؤدي إلى ل التي تؤدي بدورها إلى ك.

18) فيما يلي جملتان:

الجملة 1: إذا كان الشكل مستطيلا، فإن قطراه ينصف كل منهما الآخر.

الجملة 2: إذا كانت أقطار شكل ما ينصف كل منهما الآخر، فإن الشكل مستطيل.

أي من الخيارات التالية صحيح؟

(أ) لإثبات أن الجملة 1 صحيحة، يكفي أن نثبت أن الجملة 2 صحيحة.

(ب) لإثبات أن الجملة 2 صحيحة، يكفي أن نثبت أن الجملة 1 صحيحة.

(ج) لإثبات أن الجملة 2 صحيحة، يكفي أن نجد مستطيلاً واحداً قطراه ينصف كل منهما الآخر.

(د) لإثبات أن الجملة 2 خاطئة، يكفي أن نجد شكلاً واحداً ليس مستطيلاً قطراه ينصف كل منهما الآخر.

(هـ) لا يوجَدُ أَيّ خَيَارٍ صَحِيحٍ من (أ) الى (د).

19) في الهندسة:

(أ) يمكن تعريف كل عنصر ويمكن إثبات صحة كل جملة صحيحة.

(ب) يمكن تعريف كل عنصر ولكن من الضروري افتراض أن بعض الجمل صحيحة.

(ج) يجب القبول ببعض العناصر غير معرّفة ولكن يمكن إثبات صحة كل جملة صحيحة.

(د) يجب القبول ببعض العناصر غير معرّفة ولكن من الضروري افتراض أن بعض الجمل صحيحة.

(هـ) لا يوجَدُ أَيّ خَيَارٍ صَحِيحٍ من (أ) الى (د).

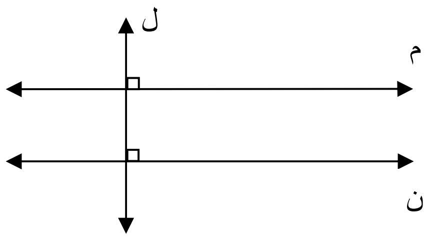
20) اقرأ الجمل الثلاثة التالية بعناية:

(1) المستقيمان العموديان على مستقيم ثالث متوازيان.

(2) المستقيم العمودي على أي من مستقيمين متوازيين، يكون عمودياً على الآخر.

(3) إذا كان البعد بين مستقيمان ثابت فإنهما متوازيان.

معطى في الشكل التالي أن المستقيمين م وَ ل متعامدان، وأن المستقيمين ن وَ ل متعامدان. أي من الجمل أعلاه يمكن أن تكون سبباً في أن المستقيم م يوازي المستقيم ن ؟



(أ) الجملة (1) فقط.

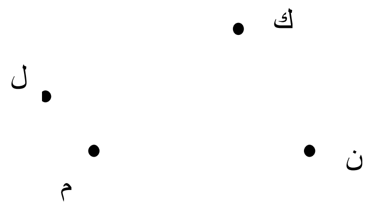
(ب) الجملة (2) فقط.

(ج) الجملة (3) فقط.

(د) إما الجملة (1) أو الجملة (2).

(هـ) إما الجملة (2) أو الجملة (3).

21) في الهندسة س (هندسة تختلف عن تلك التي تتعلمها/تتعلمينها في المدرسة) توجد أربع نقاط وستة خطوط فقط. كل خط يحتوي على نقطتين فقط. إذا كانت النقاط هي: ك، ل، م، ن فإن الخطوط هي: {ك، ل}، {ك، م}، {ك، ن}، {ل، م}، {ل، ن}، {م، ن}



فيما يلي توضيح ماذا تعني كلمات "التقاطع" و "التوازي" في هندسة س:

- المستقيمان {ك، ل}، {ك، م} متقاطعان عند النقطة ك لأنهما يحتويان على نقطة مشتركة وهي ك.
- المستقيمان {ك، ل}، {م، ن} متوازيان لأنهما لا يحتويان على نقاط مشتركة.

من المعلومات السابقة، أي من التالية صحيحة؟

(أ) {ك، م} وَ {ل، ن} متقاطعان.

(ب) {ك، م} وَ {ل، ن} متوازيان.

(ج) {ل، م} وَ {م، ن} متوازيان.

(د) {ك، ن} وَ {ل، م} متقاطعان.

(هـ) لا يوجَدُ أَيّ خَيَارٍ صَحَيحٍ من (أ) الى (د).

22) <u>تثليث</u> الزاوية يعني تجزئتها إلى ثلاثة أجزاء متساوية في القياس. في عام 1847 أثبت عالم رياضيات أنه من المستحيل تثليث الزوايا باستخدام فرجار ومسطرة غير مدّرجة فقط. ماذا يمكنك الاستنتاج من هذا الإثبات؟

(أ) من المستحيل <u>تنصيف</u> الزوايا باستخدام فرجار ومسطرة غير مدّرجة فقط.

(ب) من المستحيل تثليث الزوايا باستخدام فرجار ومسطرة <u>مدّرجة</u> فقط.

(ج) من المستحيل تثليث الزوايا باستخدام أدوات رسم.

(د) لا زال من الممكن أن يتمكن شخص، في المستقبل، أن يجد طريقة ما لتثليث الزوايا باستخدام فرجار ومسطرة غير مدّرجة فقط.

(هـ) لا يمكن لأي شخص أن يتمكن من إيجاد طريقة ما لتثليث الزوايا باستخدام فرجار ومسطرة غير مدّرجة فقط.

23) توجد هندسة اخترعها عالم رياضيات الحرف الأول من اسمه ص بحيث تكون الجملة التالية صحيحة:

<u>مجموع زوايا المثلث أقل من 180 درجة.</u>

أي من الخيارات التالية صحيح؟

(أ) أخطأ ص في قياس زوايا المثلث.

(ب) أخطأ ص في الاستدلال المنطقي.

(ج) لدى ص فهمٌ خاطئٌ لمعنى الصواب.

(د) بدأ ص من افتراضات مختلفة عن تلك التي نعرفها في الهندسة التي ندرسها.

(هـ) لا يوجَدُ أَيّ خَيَارٍ صَحِيحٍ من (أ) الى (د).

24) هناك كتابان في الهندسة وهما يعرفان كلمة مستطيل بطريقتين مختلفتين.

أي من الخيارات التالية صحيح؟

(أ) في أحد هذين الكتابين خطأ ما.
(ب) أحد هذين التعريفين خطأ. إذ لا يمكن أن يكون هناك تعريفان مختلفان للمستطيل.
(ج) لابد أن تكون المستطيلات في أحد هذين الكتابين لها خصائص مختلفة عن المستطيلات في الكتاب الآخر.
(د) لابد أن تكون المستطيلات في أحد هذين الكتابين لها نفس خصائص المستطيلات في الكتاب الآخر.
(هـ) قد تكون خصائص المستطيلات في الكتابين مختلفة.

25) افترض أنك قمت بإثبات الجملتين 1، 2 كما يلي:

الجملة 1: إذا كانت س ، فإن ص [وتكتب *س*←ص]
الجملة 2: إذا كانت ع ، إذن ليس ص [وتكتب *ع*← ~ ص]

أي جملة من الجمل التالية يمكن استنتاجها من الجملتين 1، 2؟

(أ) إذا كانت س ، فإن ع (س←ع)
(ب) إذا ليس س [تكتب ~ *س*]، إذن ليس ص (~ س← ~ ص)
(ج) إذا كانت س أو ص ، فإن ع (س ∨ ص ← ع)
(د) إذا كانت ع ، إذن ليس س (ع ← ~ س)
(هـ) إذا ليس ع ، فإن س (~ ع← س)

الملحق 2-ب) ورقة إجابة الاختبار كما قدمت للطلبة

اختبار التفكير الهندسي

ورقة الإجابة

الرجاء تعبئة المعلومات التالية:

الاسم الثلاثي: ______________________ العمر: ____________

الجنس: ❑ ذكر ❑ أنثى | الصف: ❑ 6 ❑ 8 ❑ 10

عنوان السكن: ______________________ ❑ مخيم ❑ قرية ❑ مدينة

اسم المدرسة: ______________________ ❑ مخيم ❑ قرية ❑ مدينة

نوع المدرسة: ❑ ذكور ❑ إناث ❑ مختلطة | جهة الإشراف: ❑ حكومة ❑ وكالة ❑ خاصة

تاريخ الامتحان: ______________________

<u>ضع/ي دائرة حول الجواب الصحيح</u>

1)	أ	ب	ج	د	هـ
2)	أ	ب	ج	د	هـ
3)	أ	ب	ج	د	هـ
4)	أ	ب	ج	د	هـ
5)	أ	ب	ج	د	هـ
6)	أ	ب	ج	د	هـ
7)	أ	ب	ج	د	هـ
8)	أ	ب	ج	د	هـ
9)	أ	ب	ج	د	هـ
10)	أ	ب	ج	د	هـ
11)	أ	ب	ج	د	هـ
12)	أ	ب	ج	د	هـ
13)	أ	ب	ج	د	هـ
14)	أ	ب	ج	د	هـ
15)	أ	ب	ج	د	هـ
16)	أ	ب	ج	د	هـ
17)	أ	ب	ج	د	هـ
18)	أ	ب	ج	د	هـ
19)	أ	ب	ج	د	هـ
20)	أ	ب	ج	د	هـ
21)	أ	ب	ج	د	هـ
22)	أ	ب	ج	د	هـ
23)	أ	ب	ج	د	هـ
24)	أ	ب	ج	د	هـ
25)	أ	ب	ج	د	هـ

<u>يمكن استخدام هذا الفراغ للرسم أو للحل (كما يمكنك استخدام ظهر هذه الورقة أيضاً)</u>

الملحق 2-ج) المثالان التوضيحيان المرافقان للاختبار*

اختبار التفكير الهندسي

مثالان توضيحيان

المثال الأول:

يمكن التعبير عن ناتج العملية الحسابية 2 + 2 بأكثر من خيار.

أَيّ الخَيارات من (أ) الى (د) التّالِيَةِ صَحِيحٌ؟

(أ) 5
(ب) 3 + 2
(ج) 2 × 2
(د) 32 ÷ 4
(هـ) من (أ)-(د)، لا يوجَدُ أَيّ خَيَارٍ صَحِيحٍ.

يتضح من المثال أن الخيار (ج) صحيح، بالتالي لا بد من اختياره.

المثال الثاني:

يمكن التعبير عن ناتج العملية الحسابية 2 + 2 بأكثر من خيار.

أَيّ الخَيارات من (أ) الى (د) التّالِيَةِ <u>ليسَ</u> صَحِيحاً <u>بشكل عام</u>؟

(ه) 4
(و) 3 + 1
(ز) 2 × 2
(ح) 32 ÷ 8
(هـ) جَمِيعُ مَا وَرَدَ أَعْلاهُ صَحِيحٌ <u>بشكل عام</u>.

يتضح من المثال أن جميع الخيارات من (أ) الى (د) هي صحيحة، لذا يجب أن لا نختارها (لاحظ المطلوب). بالتالي لا بد من اختيار (هـ) لأنها تؤكد أن جميع الخيارات (أ)-(د) صحيحة.

تذكر: **يوجد إجابة واحدة صحيحة لكل سؤال**

* قُدم هذين المثالين على ورقة أبعادها 90 سم × 135 سم، وكما تظهر هنا.

الملحق 2–د)   الإجابات الصحيحة للاختبار

(1	أ	**ب**	ج	د	هـ
(2	أ	ب	ج	**د**	هـ
(3	أ	ب	**ج**	د	هـ
(4	أ	**ب**	ج	د	هـ
(5	أ	ب	ج	د	**هـ**
(6	أ	**ب**	ج	د	هـ
(7	أ	ب	ج	د	**هـ**
(8	**أ**	ب	ج	د	هـ
(9	أ	ب	**ج**	د	هـ
(10	أ	ب	ج	**د**	هـ
(11	أ	ب	**ج**	د	هـ
(12	أ	**ب**	ج	د	هـ
(13	**أ**	ب	ج	د	هـ
(14	**أ**	ب	ج	د	هـ
(15	أ	**ب**	ج	د	هـ
(16	أ	ب	**ج**	د	هـ
(17	أ	ب	**ج**	د	هـ
(18	أ	ب	ج	**د**	هـ
(19	أ	ب	ج	**د**	هـ
(20	**أ**	ب	ج	د	هـ
(21	أ	**ب**	ج	د	هـ
(22	أ	ب	ج	د	**هـ**
(23	أ	ب	ج	**د**	هـ
(24	أ	ب	ج	د	**هـ**
(25	أ	ب	ج	**د**	هـ

ملاحظة: الإجابات الصحيحة هي التي تحتها خط

2-هـ) ترميز البيانات

أعطيت الرموز التالية للبيانات في ورقة الإجابة لإدخالها في برنامج SPSS كما في الجدول رقم (5) التالي:

الجدول رقم (5): ترميز بيانات الدراسة لإدخالها في برنامج SPSS

البيانات	البيانات التفصيلية	الرمز
الجنس	ذكر	0
	أنثى	1
الصف	السادس، الثامن، العاشر	كما هو (6، 8، 10)
مكان السكن أو موقع المدرسة الجغرافي	مخيم	0
	قرية	1
	مدينة	2
نوع المدرسة	ذكور	0
	إناث	1
	مختلطة	2
جهة الإشراف	حكومة	0
	وكالة	1
	خاصة	2
أسئلة الاختبار	1-25	كما هي مع إضافة الحرف q

2–و) تصحيح الاختبار وتحديد مستويات فان هيل[†]

بعد إدخال إجابات الطلبة كما هي على برنامج SPSS حسب ترميز البيانات المذكور، تم إعادة ترميز الإجابات لتصبح إما 0 للإجابة الخطأ، أو 1 للإجابة الصحيحة (أنظر الملحق رقم 2–د الذي يبين الإجابات الصحيحة للاختبار). وأصبحت أسئلة الاختبار الخمس والعشرون (q1، q2،...، q25) تحمل الرموز q1rcod، q2rcod، ....، q25rcod، وأصبح شكل البيانات إما 0 أو 1.

ومن أجل تحديد مستوى فان هيل لكل طالب:

1) تم جمع إجابات الطالب الخمسة لكل مستوى، وأُعطيت النواتج الخمسة الرموز: lvl0، lvl1، lvl2، lvl3، lvl4، كالتالي:

lvl0 = q1rcod + q2rcod + q3rcod + q4rcod + q5rcod
lvl1 = q6rcod + q7rcod + q8rcod + q9rcod + q10rcod
lvl2 = q11rcod + q12rcod + q13rcod + q14rcod + q15rcod
lvl3 = q16rcod + q17rcod + q18rcod + q19rcod + q20rcod
lvl4 = q21rcod + q22rcod + q23rcod + q24rcod + q25rcod

وبالطبع تتراوح قيمة كل منها بين 0 و 5 إجابة صحيحة.

2) أُعيد ترميز lvl0، lvl1، lvl2، lvl3، lvl4 لتصبح level0، level1، level2، level3، level4؛ لمعرفة المستويات التي حققها الطالب، وذلك ضمن المعايير التالية (Usiskin, 1982):

[†] جميع العمل تم على برنامج SPSS، وقد قام به الباحث بنفسه بالعمل على البرنامج وبمساعدة بعض الأشخاص.

(أ) من أجل تحقيق أي مستوى، لابد من أن يحصل الطالب على 3 إجابات صحيحة من 5 كحد أدنى.

(ب) أن يحقق الطالب المستوى الأول: وهذا هو الحد الأدنى كي يتم تصنيف الطالب على مستويات فان هيل، وغير ذلك أُعتبر الطالب أنه غير مصنف.

(ج) من أجل أن يحقق الطالب أي مستوى (n مثلاً)؛ لابد أن يتجاوز أو يحقق المستوى الأدنى منه (1+n) اعتماداً على خاصية الهرمية لمستويات فان هيل.

في حال تحقيق الطالب لأي مستوى ضمن المعايير السابقة يتم وضع الرمز 1، وفي حالة عد تحقيقه للمستوى يتم وضع الرمز 0. ومن الملاحظ أن برنامج SPSS قد وضع الرمز (.) للمستويات التي تلت آخر مستوى حققه الطالب.

3) لتحديد مستوى فان هيل لكل طالب، تم وضع متغير يحمل الرمز #level الذي يضع آخر مستوى حققه الطالب. يحمل هذا المتغير تصنيف مستويات فان هيل من 1 الى 5. ومن أجل إعادة التصنيف كما هو متبع في هذه الدراسة (أي من 0 الى 4) تم وضع متغير بإسم level من أجل تحديد مستوى فان هيل لكل طالب (leve# - 1).

ملحق رقم 3

المقابلة: مهامها وإجراءاتها

يستعرض هذا الملحق مهام المقابلات وإجراءاتها التي تمت مع الطلبة بالتفصيل. كما يتضمن هذا الملحق مرفقات المقابلة التي تم استخدامها لإنجاز المقابلات مثل مؤشرات تحديد المستوى، ونموذج مقابلة الطلبة، ونموذج تحديد المستوى بناءً على المؤشرات. وقد تم تصنيف هذا الملحق الى:

3-أ) المقابلة: أدواتها ومهامها ومرفقاتها

3-ب) مؤشرات تحديد المستوى

3-ج) نموذج تحديد المستوى بناءً على المؤشرات

3-د) نموذج مقابلة الطلبة

الملحق 3-أ) المقابلة: أدواتها ومهامها ومرفقاتها

أدوات للمقابلة: أقلام رصاص، محايات، مساطر، أوراق بيضاء

مهام المقابلة:

اعتمد الباحث في إنجاز المقابلات على أعمال (Burger & Shaughnessy, 1986; Shaughnessy & Burger, 1985) خلال مشروع لاستكشاف طرق تفكير طلبة المدارس حول المفاهيم الهندسية لتحديد مستوى فان هيل للطلبة. حيث حاول الباحثان وضع منهجية محددة لعقد مقابلات interview template قادرة على تحديد مستوى التفكير الهندسي بدلاً من الاختبار الكتابي (Pusey, 2003). تضمنت المقابلة إنجاز أربع مهام مع كل طالب، وهي:

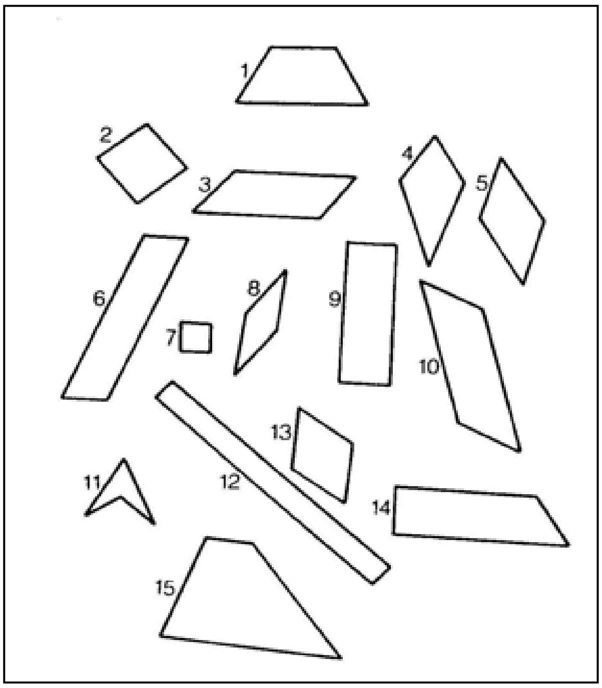
1. الرسم Drawing

يطلب من الطالب البدء برسم مثلث، ثم رسم مثلثٍ ثانٍ يختلف عن الأول بطريقة ما، ورسم مثلث ثالثٍ يختلف عن المثلثين الأول والثاني بطريقة أخرى، .. وهكذا دواليك طالما يأتي السؤال بنتائج مختلفة. ثم يُسأل الطالب كيف تختلف هذه المثلثات عن بعضها؟ وكم مثلثاً يمكنه أن يرسم؟

تستكشف هذه المهمة الخصائص -التي يُشكلها الطالب- التي تجعل الأشكال مختلفة عن بعضها. كما تستكشف هذه المهمة اعتقاد الطلبة حول عدد المثلثات التي يمكن رسمها (محدود أم غير محدود).

2. التعرف والتعريف Identifying and defining

أ) التعرف: تعرض ورقة بها أشكالٌ على الطالب (أنظر الشكل 1)، ويُطلب من الطالب وضع الحرف ع على المربع، والحرف ط على المستطيل. إذا أظهر الطالب معرفة عالية بكل من المربع والمستطيل، يُطلب منه أن يضع الحرف ز على متوازي الأضلاع، والحرف ن على المعين. ثم يُسأل الطالب لماذا وضع الإشارات على هذه الأشكال بالتحديد، ولماذا لم يؤشر على أشكال أخرى.

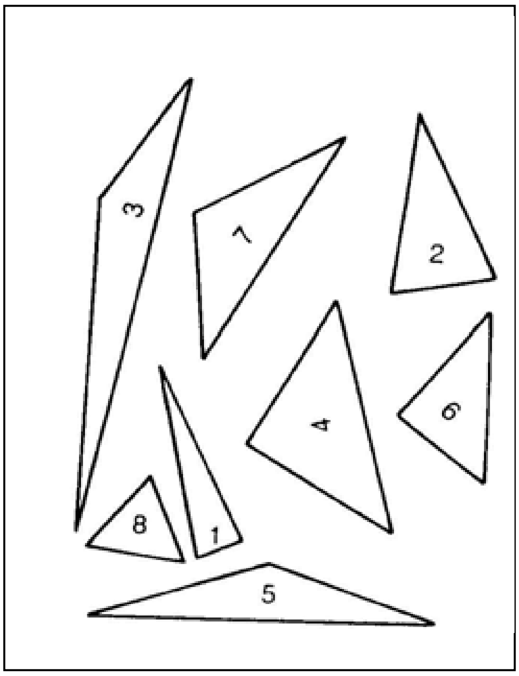


الشكل 1

ب) التعريف: يُسأل الطالب "ما الذي ستقوله لشخصٍ ما كي يجد جميع المستطيلات في ورقة الأشكال؟" هل يمكنك اختصار إجاباتك؟ هل رقم 2 مستطيل؟ هل رقم 9 متوازي أضلاع؟ ويُطلب من الطالب تقديم تفسير حول اعتقاده بأن الشكل رقم 2 مستطيل، أو أن الشكل رقم 9 متوازي أضلاع (تُسأل أسئلة مشابهة لكل من المربعات ومتوازيات الأضلاع والمعينات) تستكشف هذه المهمة تعريفات الطلبة وعلاقات الاحتواء والشمول بين الأشكال.

3. التصنيف Sorting

تُنثر مجموعة من المثلثات المقصوصة (الشكل 2) أمام الطالب، ثم يُسأل: "هل يمكنك تجميع بعض المثلثات التي تشبه بعضها بطريقة ما؟ كيف تشبه بعضها؟" ثم يُسأل: "هل يمكنك تجميع بعض المثلثات التي تشبه بعضها بطريقة تختلف عن المرة السابقة؟ كيف تشبه بعضها؟" يستمر السؤال بنفس الطريقة طالما يمكن للطالب تصنيف المثلثات بطرق جديدة.



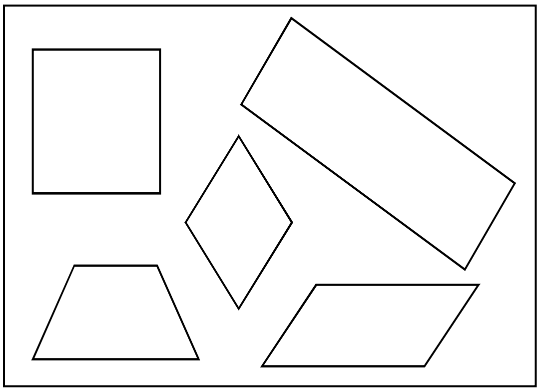
الشكل 2

4. ما هو الشكل؟ Mystery shape

<u>اللعبة أ)*:</u> يقول الباحث: "أنا أخبئ شكلاً ما الآن، والمطلوب منك أن تعرف ما هو الشكل بأن تسأل أقل عدد ممكن من الأسئلة. أنا سأجيب فقط بـــ نعم أو لا. يفضل أن تسأل عن اسم الشكل عندما تكون متأكداً منه، أي لا تسأل من بداية اللعبة مثل "هل هو مربع أو مستطيل أو .. الخ. اتفقنا؟"

* هذه اللعبة هي من ابتداع من مشرف الدراسة، وقد قرر الباحث والمشرف تضمينها ضمن المقابلات، حيث قام الباحث بتصميم بطاقات أشكال خاصة بهذه اللعبة.

تهدف هذه اللعبة إلى استكشاف فهم الطلبة لخصائص الأشكال والعلاقات بينها، ويتم تصنيف أسئلة الطلبة إلى جيدة وغير جيدة، بحيث تكون الأسئلة غير الجيدة هي المباشرة في طرح اسم الشكل دون وجود دلائل أو تلميحات كافية لمعرفة هذا الشكل (أي تخمين). مثال: هل هو مستطيل؟


الشكل 3

يبين الشكل 3 الأشكال الهندسية التي تم العمل فيها مع الطلبة (أي التي كان يتم إخفائها). وقد قام الباحث بتكبير الأشكال وقصّها ووضع جلاتين عليها، كي يتمكن الأطفال من الإمساك بها وتنفيذ المهام المطلوبة.

<u>اللعبة ب):</u> يتم لعبة "ما هو الشكل؟" مع الطالب، وهي لعبة استدلال منطقية. يقول الباحث: "معي قائمة تحتوي على تلميحات لشكل ما. سأخبرك بهذه التلميحات واحداً تلو الآخر، وسأتوقف بين كل تلميح وآخر كي تفكر أنت هل عرفت الشكل أم لا. عندما تعتقد أنك عرفت الشكل، أوقفني وأعلمني. أطلب مني تلميحاً آخراً إذا لم تعرفه. يمكنك الرسم أو استخدام أي من الأدوات أمامك."

عندما يذكر الطالب أنه عرف الشكل، يُسأل ما الذي يجعله متأكداً من معرفته للشكل، وهل يمكن لتلميح آخر أن يغير رأيه. تحاول هذه المهمة إثارة الاستدلال الشكلي،

والتعرف على الشروط الضرورية مقابل الكافية لتحديد الشكل. تشمل الجداول (1، 2، 3) التالية تلميحات لمتوازي الأضلاع، والمربع والمستطيل.

الجدول 1: تلميحات متوازاي الأضلاع في لعبة "ما هو الشكل؟" (كما ورد في Burger & Shaughnessy, 1986)

1. شكل مغلق، له أربعة أضلاع.
2. له ضلعان طويلان، وآخران قصيران.
3. الضلعان الطويلان متساويان.
4. الضلعان القصيران متساويان.
5. فيه زاوية قياسها أكبر من قياس زاوية أخرى.
6. فيه زاويتان متساويتان.
7. الزاويتان الأخريان متساويتان.
8. الضلعان الطويلان متوازيان
9. الضلعان القصيران متوازيان

وقد قام الباحث بتصميم تلميحات لكل من المربع والمستطيل كما في الجدول 2، و3 التاليين، مع ملاحظة أنه عند ذكر التلميح رقم 5 في الجدولين يفترض أن يتعرف الطالب على الشكل:

الجدول 2: تلميحات المربع في لعبة "ما هو الشكل؟"

1. شكل مغلق، له أربعة أضلاع.
2. كل ضلعين متقابلين متوازيين.
3. جميع أضلاعه متساوية.
4. قطراه متعامدان.
5. جميع زواياه متساوية.
6. جميع زواياه قائمة.

الجدول 3: تلميحات المستطيل في لعبة "ما هو الشكل؟"

1.	شكل مغلق، له أربعة أضلاع.
2.	له ضلعان طويلان، وآخران قصيران.
3.	الضلعان الطويلان متساويان.
4.	الضلعان القصيران متساويان.
5.	جميع زواياه متساوية.
6.	جميع زواياه قائمة.
7.	كل ضلعين متقابلين متوازيان.

ملاحظات تم أخذها بعين الاعتبار أثناء المقابلة:

- يسأل الطالب قبل التلميح الذي يكشف عن الأشكال التي تسبب له حيرة، ولماذا؟
- هل اكتفى الطالب بالتلميح رقم 5 أم طلب تلميحات أخرى؟

الملحق 3-ب) مؤشرات تحديد المستوى

(Burger & Shaughnessy, 1986)

المستوى الأول (0):

1. استخدام خصائص (صفات) غير دقيقة لمقارنة الأشكال وتحديدها وتمييزها وتصنيفها.
2. الاستناد إلى الطريقة النمطية البصرية لتمييز الأشكال
3. تضمين خصائص ليست ذات علاقة عند تمييز الأشكال ووصفها، مثل اتجاه الشكل في الصفحة (كيفية رسم الشكل على الصفحة)
4. عدم القدرة على إدراك/فهم التنوع اللانهائي لأنواع الأشكال.
5. تناقض أو عدم انسجام التصنيفات، بمعنى أن التصنيف حسب الخصائص لا يرتبط بالأشكال المصنفة.
6. عدم القدرة على استخدام أو الاستفادة من الخصائص كشروط ضرورية لتحديد الشكل، مثلا، تخمين الشكل في لعبة ما هو الشكل بعد تلميحات قليلة وبعيدة، كما لو كانت التخمينات تبعث على صورة بصرية.

<u>المستوى الثاني (1):</u>

1. مقارنة الاشكال بشكل صريح باستخدام خصائصها.
2. عدم الخلط في علاقات الاحتواء بين الأشكال مثل الأشكال الرباعية.
3. التصنيف حسب خصائص وحيدة، مثل خصائص الأضلاع وتجاهل الزوايا، والتماثل، .... وهكذا.
4. تطبيق خصائص ضرورية بدلا من تحديد الخصائص الكافية لتمييز الأشكال، وتفسير هذه التمييزات، وتحديد الشكل (في لعبة ما هو الشكل).
5. وصف الأشكال من خلال استخدام صريح ومباشر لخصائصها بدلا من أسمائها حتى لو كان يعرف هذه الأسماء، مثال: بدلا من المستطيل، شكل له أربعة أضلاع، وأربع زوايا قائمة.
6. رفض صريح لتعريفات الكتاب المدرسي للأشكال، وتفضيل الوصوفات الشخصية.
7. التعامل مع الهندسة كالفيزياء عند فحص صدق الفرضية، مثال: الاعتماد على رسومات متنوعة، وملاحظتها.
8. نقص واضح لفهم البراهين الرياضية.

المستوى الثالث (2):

1. تشكيل تعريفات كاملة للأشكال.
2. القدرة على تعديل التعريفات وقبولها، واستخدام هذه التعريفات في مفاهيم جديدة.
3. استناد واضح على التعريفات.
4. القدرة على قبول أشكال متكافئة للتعريفات.
5. قبول ترتيب جزئي منطقي للأشكال بما في ذلك من علاقات احتواء.
6. القدرة على تصنيف أشكال حسب خصائص متنوعة ودقيقة رياضياً.
7. استخدام صريح لجمل " إذا، فإن".
8. القدرة على تكوين ادعاءات استنتاجية غير شكلية صحيحة، واستخدام ضمني لمثل هذه التكوينات المنطقية مثل قاعدة التعدي (إذا كانت ب تؤدي إلى ج ، وكانت ج تؤدي إلى د، فان ب تؤدي إلى د).
9. الخلط بين البديهيات والنظريات.

المستوى الرابع (3):

1. توضيح الأسئلة الغامضة وإعادة صياغة المشكلات بلغة دقيقة.
2. تخمين دائم، ومحاولات إثبات/ برهنة التخمينات بواسطة الاستنباط/ الاستنتاج.
3. الاستناد إلى البرهان كـــ"سلطة" نهائية في تقرير حقيقية الفرضية الرياضية.
4. فهم أدوار العناصر في الخطاب الرياضي، مثل: البديهيات، التعريفات، النظريات، البرهان.
5. قبول صريح لمسلمات الهندسة الإقليدية.

الملحق 3-ج) نموذج تحديد المستوى بناءً على المؤشرات

الاسم: ____________	الجنس: ❑ ذكر ❑ أنثى	الصف: ❑ 6 ❑ 8 ❑ 10
اسم المدرسة: ____________	التاريخ: ________	ساعة بدء المقابلة: ____________
		ساعة انتهاء المقابلة: ____________

مؤشرات تحديد المستوى:

المستوى الأول (0)		المستوى الثاني (1)		المستوى الثالث (2)		المستوى الرابع (3)
1. استخدام خصائص غير دقيقة لمقارنة الأشكال وتحديدها وتمييزها وتصنيفها.		1. مقارنة الأشكال بشكل صريح باستخدام خصائصها.		1. تشكيل تعريفات كاملة للأشكال.		1. توضيح الأسئلة الغامضة وإعادة صياغة المشكلات بلغة دقيقة.
2. الاستناد إلى الطريقة النمطية البصرية لتمييز الأشكال.		2. عدم الخلط في علاقات الاحتواء بين الأشكال مثل الأشكال الرباعية.		2. القدرة على تعديل التعريفات وقبولها، واستخدام هذه التعريفات في مفاهيم جديدة.		2. تخمين دائم، ومحاولات إثبات/ برهنة التخمينات بواسطة الاستنباط/ الاستنتاج.
3. تضمين خصائص ليست ذات علاقة عند تمييز الأشكال ووصفها، مثل اتجاه الشكل في الصفحة.		3. التصنيف حسب خصائص وحيدة، مثل خصائص الأضلاع وتجاهل الزوايا، والتماثل، .... وهكذا.		3. استناد واضح على التعريفات.		3. الاستناد إلى البرهان كـ"سلطة" نهائية في تقرير حقيقية الفرضية الرياضية.
4. عدم القدرة على إدراك/فهم التنوع اللانهائي لأنواع الأشكال.		4. تطبيق خصائص ضرورية بدلا من تحديد الخصائص الكافية لتمييز الأشكال، وتفسير هذه التمييزات، وتحديد الشكل (في لعبة ما هو الشكل).		4. القدرة على قبول أشكال متكافئة للتعريفات.		4. فهم ادوار العناصر في الخطاب الرياضي، مثل: البديهيات، التعريفات، النظريات، البرهان.
5. تناقض أو عدم انسجام التصنيفات، بمعنى أن التصنيف حسب الخصائص لا يرتبط بالأشكال المصنفة.		5. وصف الأشكال من خلال استخدام صريح ومباشر لخصائصها بدلا من أسمائها حتى لو كان يعرف هذه الأسماء، مثال: بدلا من المستطيل، شكل له أربعة أضلاع، وأربع زوايا قائمة.		5. قبول ترتيب جزئي منطقي للأشكال بما في ذلك من علاقات احتواء.		5. قبول صريح لمسلمات الهندسة الإقليدية.

6. عدم القدرة على استخدام أو الاستفادة من الخصائص كشروط ضرورية لتحديد الشكل، مثلا، تخمين الشكل في لعبة ما هو الشكل بعد تلميحات قليلة وبعيدة، كما لو كانت التخمينات تبعث على صورة بصرية.		6. رفض صريح لتعريفات الكتاب المدرسي للأشكال، وتفضيل الوصوفات الشخصية.		6. القدرة على تصنيف أشكال حسب خصائص متنوعة ودقيقة رياضياً.		
		7. التعامل مع الهندسة كالفيزياء عند فحص صدق الفرضية، مثال: الاعتماد على رسومات متنوعة، وملاحظتها.		7. استخدام صريح لجمل " إذا، فإن".		
		8. نقص واضح لفهم البراهين الرياضية.		8. القدرة على تكوين ادعاءات استنتاجية غير شكلية صحيحة، واستخدام ضمني لمثل هذه التكوينات المنطقية مثل قاعدة التعدي (إذا كانت ب تؤدي إلى ج ، وكانت ج تؤدي إلى د، فان ب تؤدي إلى د).		
				9. الخلط بين البديهيات والنظريات.		

استعان الباحث بهذا النموذج أثناء مقابلة الطلبة لوضع مقترح أولّي لمستوى تفكير كل طالب حسب استجابات الطالب للمهام، من خلال وضع إشارة ✓ بجوار المؤشر الذي يعبر عما قام به الطالب. يعتبر الطالب عن مستوى معين حسب العدد الأكبر لإشارات ✓ عند كل مستوى. ويعتبر الطالب متأرجحاً بين مستويين معينين إذا تساوت الإشارات ✓ عند كل منهما.

الملحق 3-د) نموذج مقابلة الطلبة

لتسهيل مهمة إجراء المقابلة، قام الباحث بتلخيص إجراءات المقابلة كالتالي:

1. الرسم Drawing

- ارسم مثلث
- ارسم مثلثٍ ثانٍ يختلف عن الأول بطريقة ما.
- ارسم مثلث ثالث يختلف عن المثلثين الأول والثاني بطريقة أخرى.
- ...
- .. وهكذا دواليك طالما يأتي السؤال بنتائج مفيدة/مختلفة.

- كيف تختلف هذه المثلثات عن بعضها؟
- كم مثلثاً يمكنك أن ترسم؟

2. التعرف والتعريف Identifying and defining

أ) <u>التعرف: تعرض ورقة بها أشكالٌ على الطالب (أنظر الشكل 1)،</u>

- ضع الحرف ع على المربع، والحرف ط على المستطيل.
- (إذا أظهر الطالب معرفة عالية بكل من المربع والمستطيل)
- ضع الحرف ز على متوازي الأضلاع، والحرف ن على المعين.

- لماذا وضعت الإشارات على هذه الأشكال بالتحديد، ولماذا لم تؤشر على أشكال أخرى.

ب) التعريف:

- مالذي ستقوله لشخصٍ ما كي يجد جميع المستطيلات في ورقة الأشكال؟
- هل يمكنك اختصار إجاباتك؟
- هل رقم 2 مستطيل؟
- هل رقم 9 متوازي أضلاع؟
- <u>(تُسأل أسئلة مشابهة لكل من المربعات ومتوازيات الأضلاع والمعينات).</u>

3. التصنيف Sorting: (تُنثر مجموعة من المثلثات المقصوصة أمام الطالب)
- هل يمكنك تجميع بعض المثلثات التي تشبه بعضها بعضها بطريقة ما؟
- كيف تشبه بعضها؟
- هل يمكنك تجميع بعض المثلثات التي تشبه بعضها بطريقة تختلف عن المرة السابقة؟
- كيف تشبه بعضها؟

(يستمر السؤال بنفس الطريقة طالما يمكن للطالب تصنيف المثلثات بطرق جديدة)

4. ما هو الشكل؟ Mystery shape

اللعبة أ):

يقول الباحث: "أنا أخبئ شكلاً ما الآن، والمطلوب منك أن تعرف ما هو الشكل بأقل عدد ممكن من الأسئلة. أنا سأجيب فقط بـ نعم أو لا. يفضل أن تسأل عن اسم الشكل عندما تكون متأكداً منه، أي لا تسأل من بداية اللعبة مثل "هل هو مربع أو مستطيل أو .. الخ. اتفقنا؟"

اللعبة ب):

يقول الباحث: "معي قائمة تحتوي على تلميحات لشكل ما. سأخبرك بهذه التلميحات واحداً تلو الآخر، وسأتوقف بين كل تلميح وآخر كي تفكر أنت هل عرفت الشكل أم لا. عندما تعتقد أنك عرفت الشكل، أوقفني وأعلمني. أطلب مني تلميحاً آخراً إذا لم تعرفه. يمكنك الرسم أو استخدام أي من الأدوات أمامك."

عندما يذكر الطالب أنه عرف الشكل:
- ما الذي يجعلك متأكداً من معرفتك للشكل؟
- هل يمكن لتلميح آخر أن يغير رأيك؟

الجدول 1

تلميحات متوازي الأضلاع في لعبة "ما هو الشكل؟"

1. شكل مغلق، له أربعة أضلاع.
2. له ضلعان طويلان، وآخران قصيران.
3. الضلعان الطويلان متساويان.

4. الضلعان القصيران متساويان.
5. فيه زاوية قياسها أكبر من قياس زاوية أخرى.
6. فيه زاويتان متساويتان.
7. الزاويتان الأخريان متساويتان.
8. الضلعان الطويلان متوازيان
9. الضلعان القصيران متوازيان

الجدول 2

تلميحات المربع في لعبة "ما هو الشكل؟"

1. شكل مغلق، له أربعة أضلاع.
2. كل ضلعين متقابلين متوازيين.
3. جميع أضلاعه متساوية.
4. قطراه متعامدان.
5. جميع زواياه متساوية.*
6. جميع زواياه قائمة.

الجدول 3

تلميحات المستطيل في لعبة "ما هو الشكل؟"

1. شكل مغلق، له أربعة أضلاع.
2. له ضلعان طويلان، وآخران قصيران.
3. الضلعان الطويلان متساويان.
4. الضلعان القصيران متساويان.
5. جميع زواياه متساوية.*
6. جميع زواياه قائمة.
7. كل ضلعين متقابلين متوازيان.

* يفترض أن يتعرف الطالب على الشكل بعد ذكر هذا التلميح. ويجب ملاحظة ما إذا اكتفى الطالب هنا أم طلب تلميحات أخرى.

- يسأل الطالب قبل التلميح الذي يكشف عن الأشكال التي تسبب له حيرة، ولماذا؟

ملحق رقم 4

إجابات الطلبة على أسئلة الاختبار

يستعرض هذا الملحق إجابات الطلبة (حسب الصف، والجنس ومكان السكن) على أسئلة الاختبار بشيء من التفصيل. الهدف من هذا الملحق تبيان كيفية تفكير الطلبة الهندسي، بالإضافة الى تمكيننا من قراءة المفاهيم الخاطئة التي يحملها الطلبة. كما يمكننا من رؤية أداء الطلبة حسب جنسهم وأماكن سكناهم. تم تصنيف هذا الملحق الى:

4-أ) إجابات الطلبة على الأسئلة 1-5
4-ب) إجابات الطلبة على الأسئلة 6-10
4-ج) إجابات الطلبة على الأسئلة 11-15
4-د) إجابات الطلبة على الأسئلة 16-20
4-هـ) إجابات الطلبة على الأسئلة 21-25 (الصف العاشر فقط)
4-و) شكل يوضح نسب إجابات الطلبة الصحيحة على جميع الأسئلة (1-25)
4-ز) إجابات الطلبة الصحيحة حول أسئلة الاختبار حسب الصف والجنس.
4-ح) إجابات الطلبة الصحيحة حول أسئلة الاختبار حسب الصف ومكان السكن.
4-ط) النسب المئوية لأداء الذكور والإناث في الصف السادس حسب الإجابات الصحيحة (شكل).
4-ي) النسب المئوية لأداء الذكور والإناث في الصف الثامن حسب الإجابات الصحيحة (شكل).
4-ك) النسب المئوية لأداء الذكور والإناث في الصف العاشر حسب الإجابات الصحيحة (شكل).
4-ل) النسب المئوية لأداء طلبة الصف السادس حسب أماكن سكناهم وإجاباتهم الصحيحة (شكل).
4-م) النسب المئوية لأداء طلبة الصف الثامن حسب أماكن سكناهم وإجاباتهم الصحيحة (شكل).
4-ن) النسب المئوية لأداء طلبة الصف العاشر حسب أماكن سكناهم وإجاباتهم الصحيحة (شكل).

4-أ) إجابات الطلبة على الأسئلة 1-5

نسب إجابات الطلبة على الأسئلة 1-5 حسب الخيارات (أ-هـ)

الصف	رقم السؤال	هدف السؤال	أ	ب	ج	د	هـ	إجابات أخرى*	إجابة صحيحة	إجابة خطأ
السادس	1.	التعرف على المربع	0.8	90.2	3.3	3.3	1.6	0.8	90.2	9.8
	2.	التعرف على المثلث	3.5	2.0	55.5	34.0	3.3	1.6	34.0	66.0
	3.	التعرف على المستطيل	37.7	3.1	54.5	1.6	1.8	1.2	54.5	45.5
	4.	التعرف على المربع المائل	7.0	75.8	7.2	7.4	1.6	1.0	75.8	24.2
	5.	التعرف على متوازي الأضلاع	23.2	18.9	20.3	10.2	26.4	1.0	26.4	73.6
الثامن	1.	التعرف على المربع	1.4	91.8	1.8	4.3	0.2	0.4	91.8	8.2
	2.	التعرف على المثلث	2.1	1.2	31.0	61.8	2.3	1.6	61.8	38.2
	3.	التعرف على المستطيل	24.6	2.1	68.8	1.8	1.6	1.0	68.8	31.2
	4.	التعرف على المربع	4.9	76.0	4.1	9.2	4.3	1.4	76.0	24.0
	5.	التعرف على متوازي الأضلاع	15.6	11.5	21.8	3.5	45.2	2.5	45.2	54.8
العاشر	1.	التعرف على المربع	1.1	96.6	0.8	0.8	0.4	0.4	96.6	3.4
	2.	التعرف على المثلث	2.6	0.4	37.7	56.2	2.6	0.4	56.2	43.8
	3.	التعرف على المستطيل	20.8	1.9	75.8	0.0	1.1	0.4	75.8	24.2
	4.	التعرف على المربع	9.4	75.8	2.6	10.6	1.1	0.4	75.8	24.2
	5.	التعرف على متوازي الأضلاع	11.7	9.1	27.2	1.5	50.2	0.4	50.2	49.8

ملاحظة: الإجابة الصحيحة هي التي تحتها خط.

* إجابات أخرى تعني إما أن الطالب اختار أكثر من خيار، أو أنه لم يختر أي خيار (وفي الحالتين احتسبت إجابته خاطئة).

4–ب) إجابات الطلبة على الأسئلة 6–10

نسب إجابات الطلبة على الأسئلة 6-10 حسب الخيارات (أ–هـ)

الصف	رقم السؤال	هدف السؤال	أ	ب	ج	د	هـ	إجابات أخرى*	إجابة صحيحة	إجابة خطأ
السادس	6.	خصائص المربع	11.5	23.2	38.5	15.6	5.5	5.7	23.2	76.8
	7.	خصائص المستطيل	6.1	8.0	9.4	9.0	64.8	2.7	64.8	35.2
	8.	خصائص المعين	18.4	16.2	15.0	6.4	40.0	4.1	18.4	81.6
	9.	خصائص المثلث متساوي الساقين	18.6	7.2	32.4	14.5	25.6	1.6	32.4	67.6
	10.	خصائص شكل رباعي ناتج عن تقاطع دائرتين (طائرة ورقية)	17.6	12.7	16.0	18.6	29.3	5.7	18.6	81.4
الثامن	6.	خصائص المربع	11.3	33.7	33.7	14.4	2.9	4.1	33.7	66.3
	7.	خصائص المستطيل	11.9	6.8	5.3	7.0	66.9	2.1	66.9	33.1
	8.	خصائص المعين	24.6	11.1	11.5	4.5	45.6	2.7	24.6	75.4
	9.	خصائص المثلث متساوي الساقين	11.9	6.4	44.6	10.5	24.6	2.1	44.6	55.4
	10.	خصائص شكل رباعي ناتج عن تقاطع دائرتين (طائرة ورقية)	12.3	14.0	15.4	23.0	30.8	4.5	23.0	77.0
العاشر	6.	خصائص المربع	10.2	40.4	32.1	8.7	4.2	4.5	40.4	59.6
	7.	خصائص المستطيل	7.9	4.2	3.8	2.6	80.0	1.5	80.0	20.0
	8.	خصائص المعين	30.2	5.7	8.7	7.5	43.0	4.9	30.2	69.8
	9.	خصائص المثلث متساوي الساقين	9.1	3.0	44.2	9.4	31.7	2.6	44.2	55.8
	10.	خصائص شكل رباعي ناتج عن تقاطع دائرتين (طائرة ورقية)	9.8	8.3	12.8	37.7	26.0	5.3	37.7	62.3

ملاحظة: الإجابة الصحيحة هي التي تحتها خط.

* إجابات أخرى تعني إما أن الطالب اختار أكثر من خيار، أو أنه لم يختر أي خيار (وفي الحالتين احتسبت إجابته خاطئة).

4-ج) إجابات الطلبة على الأسئلة 11-16

نسب إجابات الطلبة على الأسئلة 11-16 حسب الخيارات (أ-هـ)

الصف	رقم السؤال	هدف السؤال	أ	ب	ج	د	هـ	إجابات أخرى*	إجابة صحيحة	إجابة خطأ
السادس	.11	استدلال منطقي حول المستطيل و المثلث	12.5	24.8	21.5	7.2	29.3	4.7	21.5	78.5
	.12	المثلث و المثلث متساوي الساقين	13.1	22.7	15.2	19.1	20.5	9.4	22.7	77.3
	.13	علاقة المستطيل بالمربع	9.6	10.2	19.3	4.1	53.9	2.9	9.6	90.4
	.14	المربعات و المستطيلات ومتوازيات الأضلاع	14.0	11.9	26.1	14.2	29.8	4.1	14.0	86.0
	.15	المستطيلات ومتوازيات الأضلاع	25.6	16.8	14.3	16.6	22.5	4.1	16.8	83.2
الثامن	.11	استدلال منطقي حول المستطيل و المثلث	9.4	22.0	27.1	10.5	26.9	4.1	27.1	72.9
	.12	المثلث و المثلث متساوي الساقين	13.3	36.6	14.4	11.7	16.6	7.4	36.6	63.4
	.13	علاقة المستطيل بالمربع	16.2	6.6	8.8	4.5	62.4	1.4	16.2	83.8
	.14	المربعات و المستطيلات ومتوازيات الأضلاع	14.0	15.5	11.7	10.9	44.9	3.0	14.0	86.0
	.15	المستطيلات ومتوازيات الأضلاع	18.1	20.9	12.1	16.0	28.7	4.1	20.9	79.1
العاشر	.11	استدلال منطقي حول المستطيل و المثلث	6.0	18.1	38.1	6.4	26.4	4.9	38.1	61.9
	.12	المثلث و المثلث متساوي الساقين	7.5	40.8	19.2	7.5	14.7	10.2	40.8	59.2
	.13	علاقة المستطيل بالمربع	19.6	3.8	5.3	4.2	67.2	0.0	19.6	80.4
	.14	المربعات و المستطيلات ومتوازيات الأضلاع	14.0	11.9	26.1	14.2	29.8	4.1	14.0	86.0
	.15	المستطيلات ومتوازيات الأضلاع	18.1	28.7	7.2	14.7	28.3	3.0	28.7	71.3

ملاحظة: الإجابة الصحيحة هي التي تحتها خط.

* إجابات أخرى تعني إما أن الطالب اختار أكثر من خيار، أو أنه لم يختر أي خيار (وفي الحالتين احتسبت إجابته خاطئة).

4-د) إجابات الطلبة على الأسئلة 16-20

نسب إجابات الطلبة على الأسئلة 16-20 حسب الخيارات (أ-هـ)

الصف	رقم السؤال	هدف السؤال	أ	ب	ج	د	هـ	إجابات أخرى*	إجابة صحيحة	إجابة خطأ
السادس	16.	استنتاج حول المثلث القائم	25.4	19.3	16.0	14.3	13.9	11.1	16.0	84.0
	17.	عبارات منطقية حول خصائص المربع والمستطيل والقطرين	18.4	16.2	21.1	15.8	20.1	8.4	21.1	78.9
	18.	إثبات حول المستطيل وقطريه	13.6	14.0	20.5	24.2	21.8	6.0	24.2	75.8
	19.	أساسيات حول بنية الهندسة	25.6	13.9	17.4	16.0	18.0	9.0	16.0	84.0
	20.	تفسير برهان (سبب توازي مستقيمين)	14.1	17.0	26.6	16.6	17.2	8.4	14.1	85.9
الثامن	16.	استنتاج حول المثلث القائم	24.2	16.8	27.7	14.6	9.7	7.0	27.7	72.3
	17.	عبارات منطقية حول خصائص المربع والمستطيل والقطرين	24.4	17.5	18.1	18.9	15.4	5.7	18.1	81.9
	18.	إثبات حول المستطيل وقطريه	14.0	13.2	18.1	30.2	15.8	8.7	30.2	69.8
	19.	أساسيات حول بنية الهندسة	32.2	12.5	14.2	16.0	17.9	7.2	16.0	84.0
	20.	تفسير برهان (سبب توازي مستقيمين)	9.2	20.5	26.7	19.1	18.3	6.2	9.2	90.8
العاشر	16.	استنتاج حول المثلث القائم	23.0	12.5	21.5	18.1	14.0	10.9	21.5	78.5
	17.	عبارات منطقية حول خصائص المربع والمستطيل والقطرين	34.7	13.6	18.5	9.8	16.2	7.2	18.5	81.5
	18.	إثبات حول المستطيل وقطريه	13.6	14.0	20.5	24.2	21.8	6.0	24.2	75.8
	19.	أساسيات حول بنية الهندسة	34.0	12.5	15.8	14.3	16.6	6.8	14.3	85.7
	20.	تفسير برهان (سبب توازي مستقيمين)	6.8	15.1	31.3	22.3	15.5	9.1	6.8	93.2

ملاحظة: الإجابة الصحيحة هي التي تحتها خط.

* إجابات أخرى تعني إما أن الطالب اختار أكثر من خيار، أو أنه لم يختر أي خيار (وفي الحالتين احتسبت إجابته خاطئة).

4-هــ) إجابات الطلبة على الأسئلة 20-25

نسب إجابات الطلبة على الأسئلة 20-25 حسب الخيارات (أ-هــ)

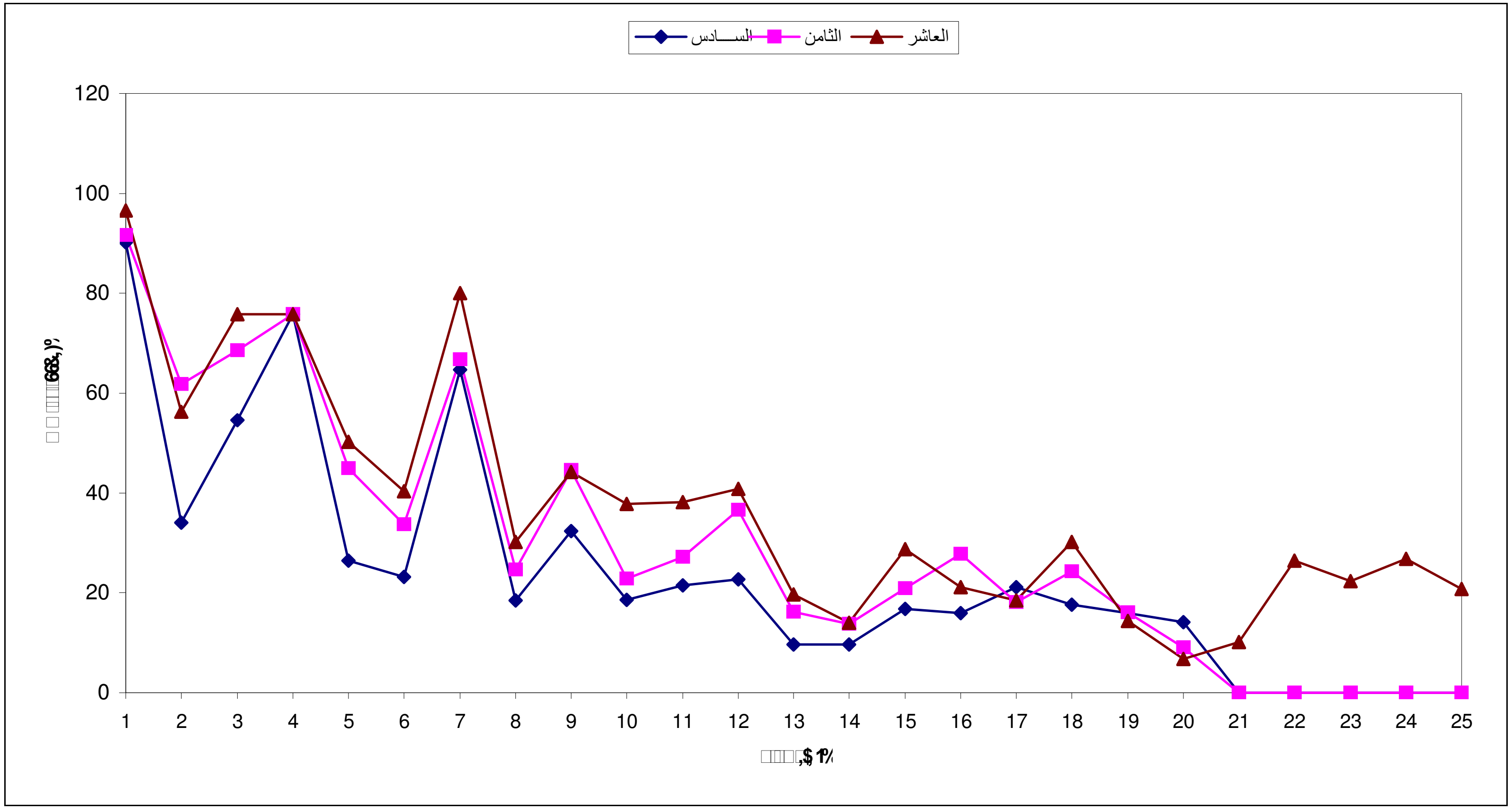
الصف	رقم السؤال	هدف السؤال	أ	ب	ج	د	هــ	إجابات أخرى*	إجابة صحيحة	إجابة خطأ
العاشر	.21	هندسة لا إقليدية (1)- التقاطع والتوازي	47.5	10.2	3.8	6.4	19.2	12.8	10.2	89.8
	.22	استحالة تثليث الزاوية	13.6	11.7	9.1	22.3	26.4	17.0	26.4	73.6
	.23	هندسة لا إقليدية (2)- مجموع زوايا المثلث	20.8	7.9	8.3	22.3	26.0	14.7	22.3	77.7
	.24	هندسة لا إقليدية (3)- خصائص المستطيل	6.8	12.1	15.8	21.9	26.8	16.6	26.8	73.2
	.25	استنتاج رسمي/شكلي	21.1	12.5	10.6	20.8	10.6	24.5	20.8	79.2

ملاحظة 1: الإجابة الصحيحة هي التي تحتها خط.

ملاحظة 2: لم يتم اختبار الصفين السادس والثامن في هذه الأسئلة.

* إجابات أخرى تعني إما أن الطالب اختار أكثر من خيار، أو أنه لم يختر أي خيار (وفي الحالتين احتسبت إجابته خاطئة).

4-و)   شكل يوضح النسب المئوية لإجابات الطلبة الصحيحة على جميع الأسئلة (1-25)



4-ز) إجابات الطلبة الصحيحة حول أسئلة الاختبار حسب الصف والجنس.

النسب المئوية لإجابات الطلبة الصحيحة حول أسئلة الاختبار حسب الصف والجنس

رقم السؤال	هدف السؤال	السادس		الثامن		العاشر	
		ذكر	أنثى	ذكر	أنثى	ذكر	أنثى
1	التعرف على المربع	88.5	92.0	89.8	93.4	96.1	97.3
2	التعرف على المثلث	35.9	31.9	57.0	66.7	60.1	50.9
3	التعرف على المستطيل	56.9	51.8	63.5	73.7	75.8	75.9
4	التعرف على المربع المائل	74.4	77.4	73.0	78.6	78.4	72.3
5	التعرف على متوازي الأضلاع	27.5	25.2	39.8	50.2	51.6	48.2
6	خصائص المربع	21.4	25.2	26.6	40.7	40.5	40.2
7	خصائص المستطيل	62.2	67.7	59.4	74.1	78.4	82.1
8	خصائص المعين	16.8	20.4	26.2	23.0	39.2	17.9
9	خصائص المثلث متساوي الساقين	37.0	27.0	44.7	44.4	49.0	37.5
10	خصائص شكل رباعي ناتج عن تقاطع دائرتين (طائرة ورقية)	23.3	13.3	19.7	25.9	43.8	29.5
11	استدلال منطقي حول المستطيل والمثلث	25.2	17.3	25.8	28.4	40.5	34.8
12	المثلث والمثلث متساوي الساقين	26.3	18.6	32.8	40.3	44.4	35.7
13	علاقة المستطيل بالمربع	9.9	9.3	16.0	16.5	23.5	14.3
14	المربعات والمستطيلات ومتوازيات الأضلاع	13.4	5.3	15.6	11.9	16.3	10.7
15	المستطيلات ومتوازيات الأضلاع	19.8	13.3	20.5	21.4	32.7	23.2
16	استنتاج حول المثلث القائم	17.6	14.2	25.8	29.6	19.0	24.1
17	عبارات منطقية حول خصائص المربع والمستطيل والقطرين	24.0	17.7	16.4	19.8	22.2	13.4

رقم السؤال	هدف السؤال	السادس		الثامن		العاشر	
		ذكر	أنثى	ذكر	أنثى	ذكر	أنثى
18	إثبات حول المستطيل وقطريه	17.6	17.7	19.7	28.8	35.3	23.2
19	أساسيات حول بنية الهندسة	13.4	19.0	13.5	18.5	15.0	13.4
20	تفسير برهان (سبب توازي مستقيمين)	16.0	11.9	9.8	8.2	5.2	8.9
21	هندسة لا إقليدية (1)- التقاطع والتوازي	*	*	*	*	9.8	10.7
22	استحالة تثليث الزاوية	*	*	*	*	25.5	27.7
23	هندسة لا إقليدية (2)- مجموع زوايا المثلث	*	*	*	*	22.2	22.3
24	هندسة لا إقليدية (3)- خصائص المستطيل	*	*	*	*	25.5	28.6
25	استنتاج رسمي/شكلي	*	*	*	*	18.3	24.1

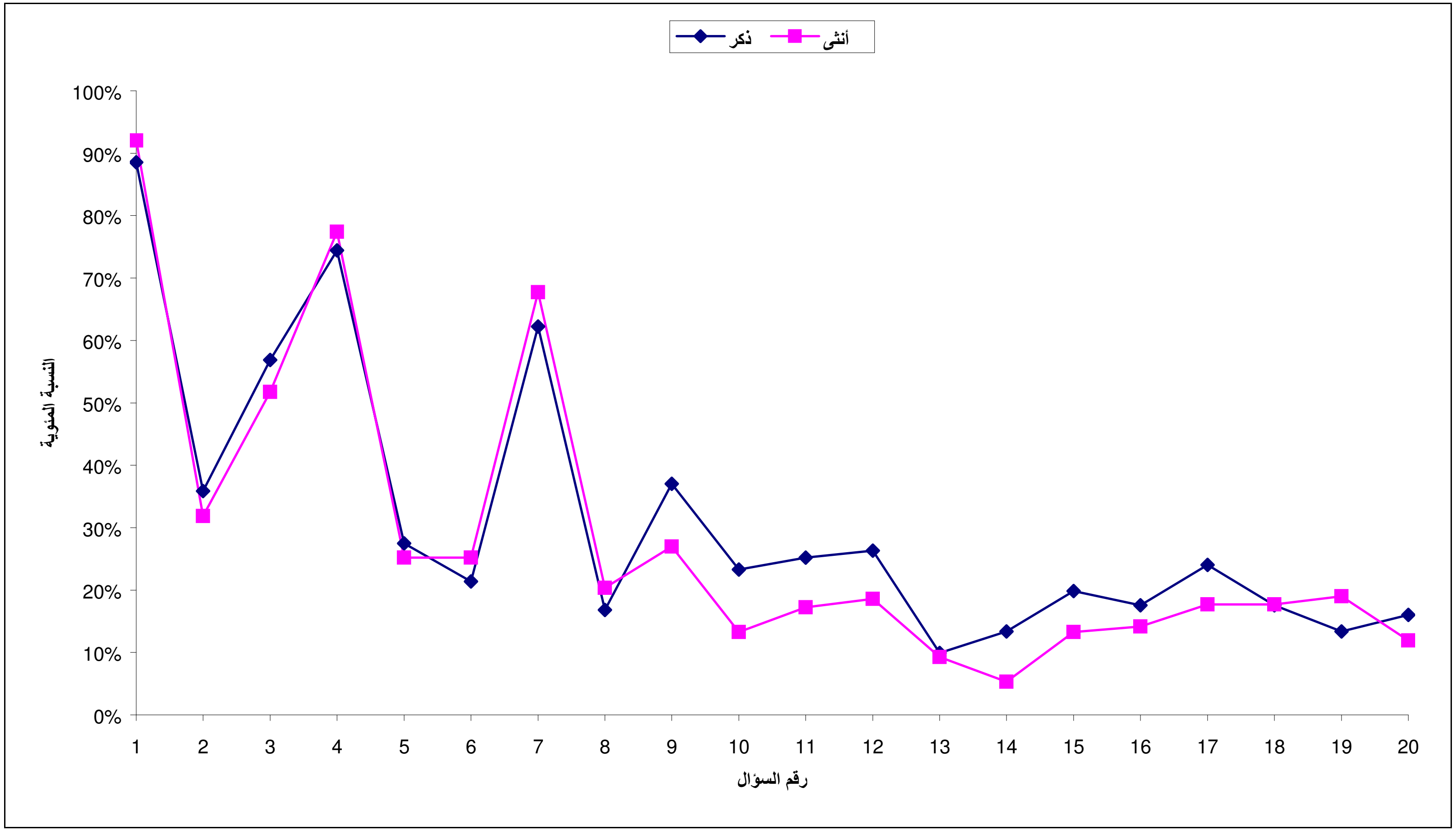
4-ح) إجابات الطلبة الصحيحة حول أسئلة الاختبار حسب الصف ومكان السكن.

النسب المئوية لإجابات الطلبة الصحيحة حول أسئلة الاختبار حسب الصف ومكان السكن

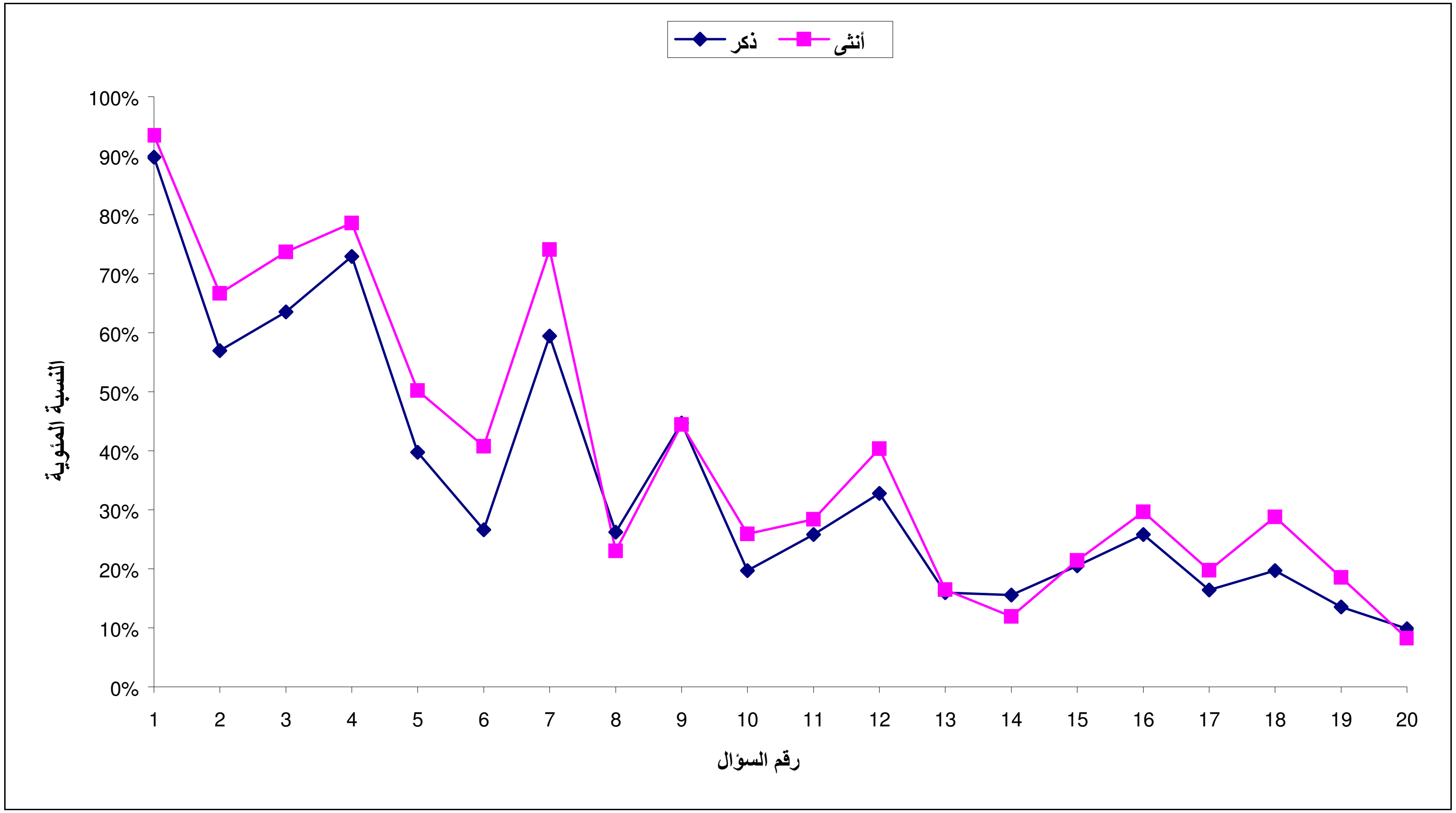
رقم السؤال	هدف السؤال	السادس			الثامن			العاشر		
		مدينة	قرية	مخيم	مدينة	قرية	مخيم	مدينة	قرية	مخيم
1	التعرف على المربع	90.2	93.7	87.1	92.0	96.1	85.9	96.2	97.4	100.0
2	التعرف على المثلث	39.2	26.6	22.6	64.6	59.7	52.9	59.8	47.4	60.0
3	التعرف على المستطيل	58.9	41.8	50.5	72.0	63.6	60.0	81.5	61.8	80.0
4	التعرف على المربع المائل	75.3	74.7	78.5	77.8	72.7	70.6	76.6	76.3	40.0
5	التعرف على متوازي الأضلاع	26.9	26.6	24.7	47.4	41.6	38.8	49.5	52.6	40.0
6	خصائص المربع	25.0	16.5	22.6	33.8	33.8	32.9	39.1	44.7	20.0
7	خصائص المستطيل	61.1	64.6	77.4	66.2	61.0	74.1	79.9	78.9	100.0
8	خصائص المعين	20.9	19.0	9.7	25.2	24.7	22.4	31.5	28.9	0.0
9	خصائص المثلث متساوي الساقين	35.8	32.9	20.4	47.4	35.1	42.4	45.7	40.8	40.0
10	خصائص شكل رباعي ناتج عن تقاطع دائرتين (طائرة ورقية)	19.3	19.0	16.1	26.2	15.6	16.5	39.7	32.9	40.0
11	استدلال منطقي حول المستطيل والمثلث	22.5	17.7	21.5	27.4	26.0	27.1	35.3	44.7	40.0
12	المثلث والمثلث متساوي الساقين	23.7	22.8	19.4	39.7	36.4	24.7	41.3	40.8	20.0
13	علاقة المستطيل بالمربع	10.4	8.9	7.5	18.5	7.8	15.3	23.4	9.2	40.0
14	المربعات والمستطيلات ومتوازيات الأضلاع	10.4	8.9	7.5	16.0	7.8	10.6	14.7	11.8	20.0

رقم السؤال	هدف السؤال	السادس			الثامن			العاشر		
		مدينة	قرية	مخيم	مدينة	قرية	مخيم	مدينة	قرية	مخيم
15	المستطيلات ومتوازيات الأضلاع	17.1	10.1	21.5	22.2	18.2	18.8	26.1	35.5	20.0
16	استنتاج حول المثلث القائم	15.2	16.5	18.3	27.1	28.6	29.4	22.3	18.4	20.0
17	عبارات منطقية حول خصائص المربع والمستطيل والقطرين	19.6	21.5	25.8	16.9	22.1	18.8	19.6	17.1	0.0
18	إثبات حول المستطيل وقطريه	17.4	25.3	11.8	23.7	35.1	16.5	31.5	26.3	40.0
19	أساسيات حول بنية الهندسة	15.8	15.2	17.2	14.8	26.0	11.8	15.2	11.8	20.0
20	تفسير برهان (سبب توازي مستقيمين)	15.8	5.1	16.1	7.7	11.7	11.8	5.4	10.5	0.0
21	هندسة لا إقليدية (1)- التقاطع والتوازي	*	*	*	*	*	*	9.2	13.2	0.0
22	استحالة تثليث الزاوية	*	*	*	*	*	*	26.1	27.6	20.0
23	هندسة لا إقليدية (2)- مجموع زوايا المثلث	*	*	*	*	*	*	25.5	13.2	40.0
24	هندسة لا إقليدية (3)- خصائص المستطيل	*	*	*	*	*	*	23.9	35.5	0.0
25	استنتاج رسمي/شكلي	*	*	*	*	*	*	22.3	18.4	0.0

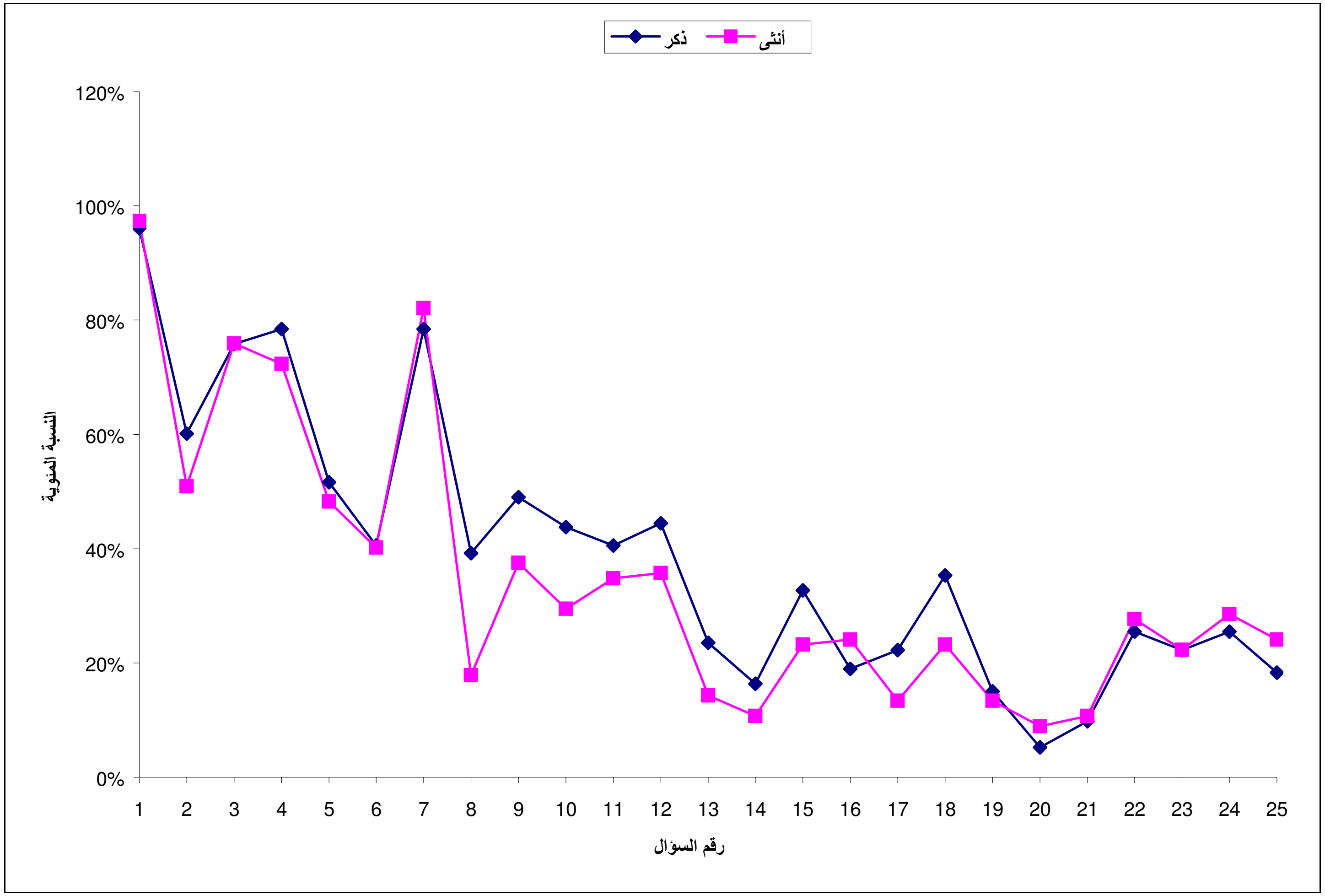
4-ط)   النسب المئوية لأداء الذكور والإناث في الصف السادس حسب الإجابات الصحيحة



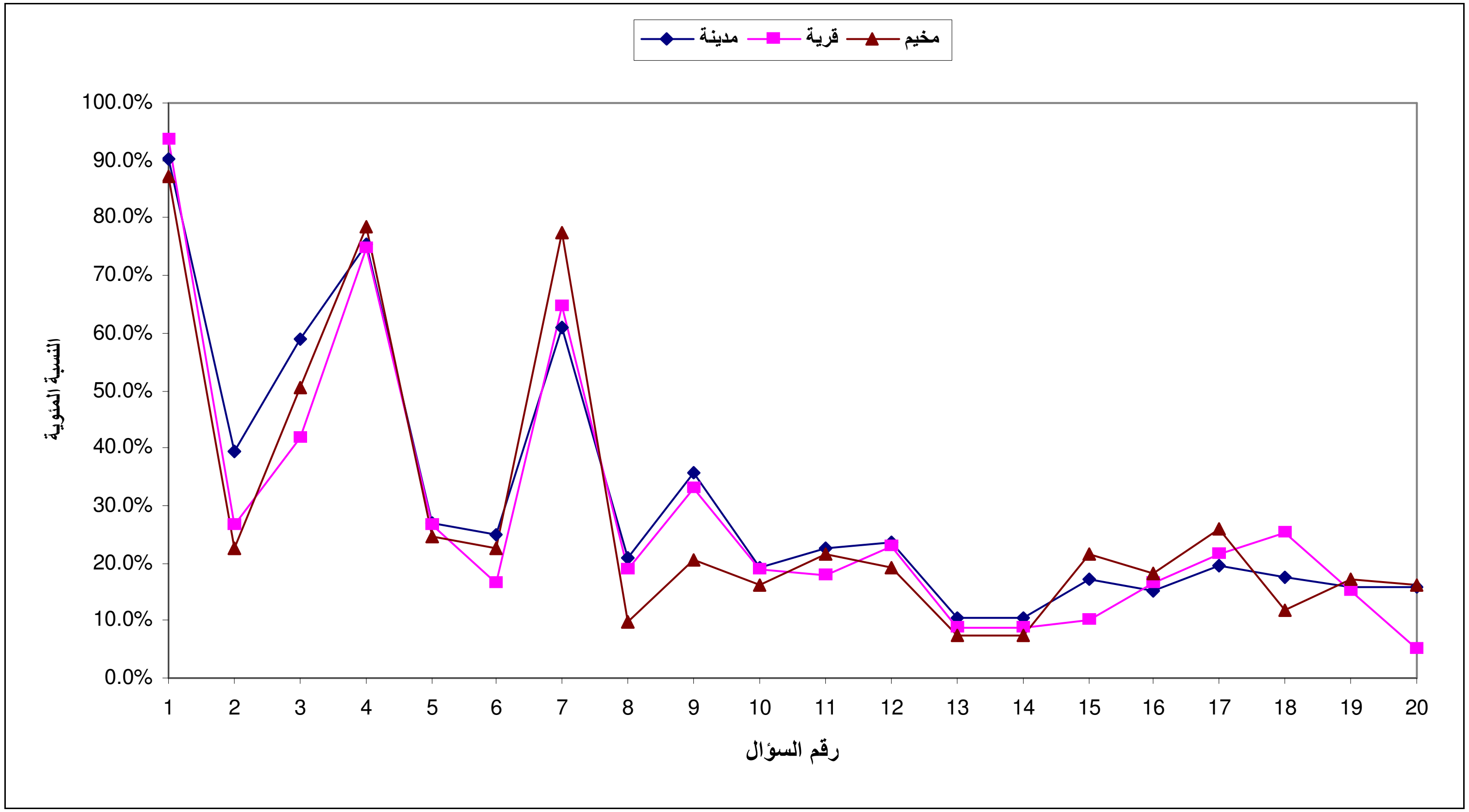
4–ي)   النسب المئوية لأداء الذكور والإناث في الصف الثامن حسب الإجابات الصحيحة



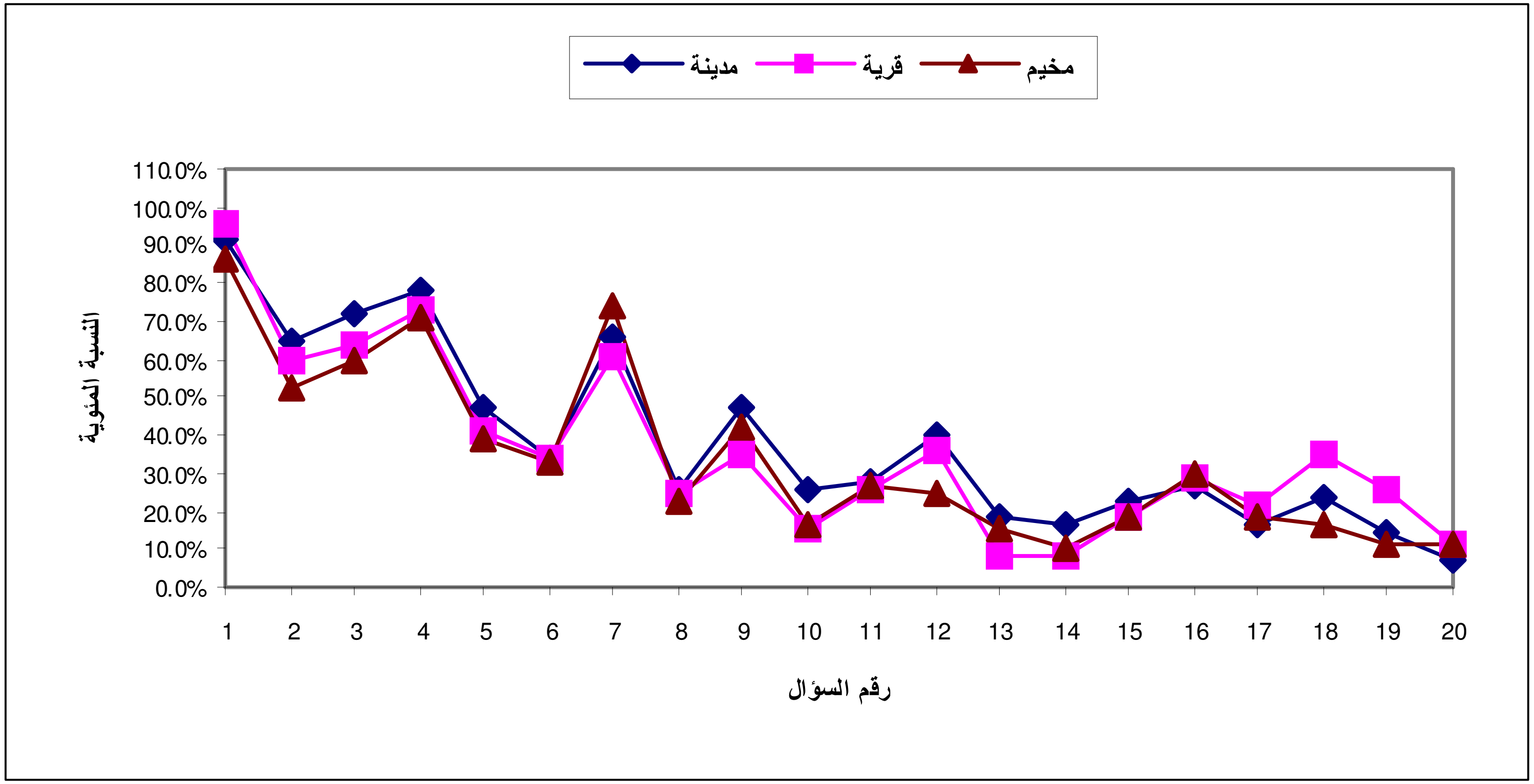
4–ك)   النسب المئوية لأداء الذكور والإناث في الصف العاشر حسب الإجابات الصحيحة



4–ل)   النسب المئوية لأداء طلبة الصف السادس حسب أماكن سكناهم وإجاباتهم الصحيحة



4-م)   النسب المئوية لأداء طلبة الصف الثامن حسب أماكن سكناهم وإجاباتهم الصحيحة



4-ن)   النسب المئوية لأداء طلبة الصف العاشر حسب أماكن سكناهم وإجاباتهم الصحيحة