مقارنة بين أسلوبي نموذج (راش) اللوغاريتمي ونظرية القياس الكلاسيكية في تحليل و تدريج اختبار لمستويات التفكير الهندسي مبني وفق نظرية (فان هيل)

رشيد زياد* منصور بوقصارة
جامعة وهران (2)، الجزائر

استلم بتاريخ: 2017-09-02 تمت مراجعته بتاريخ: 2018-02-18 نشر بتاريخ: 2018-03-01

الملخص:

هدفت الدراسة إلى المقارنة بين النظرية الكلاسيكية للقياس ونموذج (راش) في تحليل وتدريج اختبار محكي المرجع لقياس مستويات التفكير الهندسي مبني وفق نظرية (فان هيل). تكون الاختبار من (28) مفردة من نوع الاختيار من متعدد. طبق الاختبار على عينتين: استطلاعية وأساسية، مكونتين من (681) تلميذا وتلميذة من تلامذة المرحلة الثانوية. أظهرت نتائج تحليل الاختبار وفق النظرية الكلاسيكية تمتعه بدلالات ثبات وصدق، وكذلك بمعاملات صعوبة وتمييز مقبولة. كما أظهرت نتائج تدريج الاختبار بعد استبعاد (6) مفردات و(11) فرد، بأن الاختبار ثابت، حيث بلغ معامل الثبات للمفردات (0.99) ومعامل الثبات للأفراد (0.65)، كما أن مفردات الاختبار غطت مدى الصعوبة بشكل جيد، تراوحت قيم الصعوبة للمفردات ما بين (-1.61؛ و1.46) لوجيت، وقيم قدرات للأفراد ما بين (-3.44؛ و4.63) لوجيت، ووقعت قيم جميع المفردات (22) مفردة ضمن قيمة احصائي الملائمة لنموذج (راش) (MNSQ) بين (0.7؛ و1.3)، وقيمة احصائي الملائمة (ZSTD) بين (-0.2؛ و0.2).

أظهرت نتائج الدراسة الحالية أفضلية نموذج (راش) في اختبار ثبات الاختبار وصدقه، ودراسة مساهمة كل مفردة أو فرد على حدة في جودته.

الكلمات المفتاحية: نظرية القياس الكلاسيكية؛ نموذج (راش)؛ نموذج (فان هيل)؛ التفكير الهندسي.

A comparison between the Rasch Model and Classical Test Theory methods in Analyzing and calibrating test of geometric thinking levels based on Van Hiele theory

Rachid ZIAD* **Mansour BOUKSARA**
Oran (2)University, Algeria

Abstract

The present study aims to compare Classical Test Theory (CTT) with Rasch model in Analyzing and calibrating a Criterion Referenced Test (CRT) to measure levels of geometric thinking based on Van Hiele Theory. The test of geometric thinking levels is a multiple choice test consisted of (28) items. The test was administered on an exploratory sample and basic one, both of them composed of (681 males and females) students of secondary school. The results of the test analysis according to the Classical Test Theory show good reliability and validity indices, as well as an acceptable discrimination and difficulty index. In addition, the results of the calibrated test, after excluding (6) item and (11) person, showed that the test was reliable. The reliability coefficient of the items is (0.99) and the reliability coefficient of persons is (0.65), and also the items of test covered the difficulty range well, between (-1.61 - 1.46) Logits, and values of the ability of persons between (3.44 - 4.63) Logits, and all the 22 items lies within an acceptable range of MNSQ value (0.7-1.3) and ZSTD value (-0.2,0.2).

The results of the study showed superiority of the "Rasch" model in testing the validity and the reliability of the test and examining the contribution of each item or person in its quality separately.

Keywords: Classical Test Theory (CTT); Rasch model; Van Hiele theory; geometric Thinking.

*** E. Mail :** *ziadpsy@gmail.com*

مقدمـــــة:

تسند نظرية الاستجابة للمفردة (Item Response Theory IRT) إلى مفاهيم ومبادئ تختلف اختلافا جوهريا عن تلك التي تستند إليها النظرية الكلاسيكية في القياس النفسي والتربوي (Classical Test Theory CTT). فمنهجية القياس التي تميز نظرية الاستجابة للمفردة تستند إلى نماذج رياضية احتمالية تعمل على ضبط العوامل المربكة المختلفة التي تؤثر في المقارنات بين الدرجات، وذلك بإجراء نوع من النمذجة الرياضية لبارامترات العملية الاختبارية. ويرجع الفضل في تقديم هذه المنهجية إلى كل من (Lord and Novick,1968)، حيث قاما بعرضها تفصيليا في كتابهما الأساسي "النظريات الاحصائية لدرجات الاختبارات العقلية Statistical Theories of Mental Test Scores"، واقتراح نماذج رياضية تمثل ما يحدث عندما يستجيب فرد معين لمفردة اختبارية بحيث يمكن التنبؤ بأدائه أو تفسير هذا الأداء عن طريق خصائص معينة يطلق عليها السمات. وتستخدم هذه النماذج في تقدير بارامترات للمفردات وكذلك بارامترات للأفراد في هذه السمات، حيث يمكن باستخدام القيم التقديرية لهذه البارامترات تفسير أداء كل فرد في الاختبار. ونظرا لأن هذه السمات يصعب ملاحظتها وقياسها قياسا مباشرا، وإنما يستدل عليها باستخدام هذه القيم التقديرية، فإنها يطلق عليها عادة " السمات الكامنة Latent Traits " أو "القدرات Abiliies". (علام ، 2013، 47)

الإشكالية:

سيطرت نظرية القياس الكلاسيكية على حركة القياس فترة ليست بالقصيرة فقد استخدمت أسس هذه النظرية في مواقف اختبارية مختلفة تتضمن بناء مختلف أنواع الاختبارات النفسية، وكذلك تحليل البيانات المستمدة من هذه الاختبارات اعتماداً على الافتراضات الخاصة بها. وبالرغم من سيطرة وانتشار تطبيق هذه النظرية وما ارتبط بها من مقاييس احصائية خاصة بتحليل مفردات الاختبار إلا أنه تبين قصور هذه النظرية في مواجهة كثير من المشكلات السيكومترية المعاصرة التي تقلل من دقة وموضوعية هذا الاستخدام (محاسنة، 2013، 96).

ومن بين أهم المشكلات التي تعاني منها النظرية الكلاسيكية في القياس، ما يلي:

- جميع الخصائص السيكومترية للاختبارات التي تستند في بنائها على المدخل الكلاسيكي، مثل معاملات التمييز والصعوبة والثبات تعتمد على خصائص عينة الأفراد التي يطبق عليها، وعلى مدى صعوبة عينة المفردات التي يشتمل عليها الاختبار (علام، 2001، 205).
- عدم وجود وحدة قياس ثابتة: إذ لا تحدد مواضع القياس على متصل المتغير بصورة خطية فاعتماد درجات الأفراد على مفردات الاختبار قد يؤدي إلى اختلاف المسافة بين درجتين متتاليتين ويؤدى هذا إلى اختلاف المعنى الكمي لأي فرد محدد عبر مدى درجات الاختبار.
- تأثر الدرجة الكلية للفرد في اختبار ما بمفرداته: إذ تكون درجة الفرد عندما يختبر بمفردات سهلة أعلى منها في حال المفردات الصعبة، فلا يمكن تقدير قدرته فيما تقيسه هذه المفردات دقيقاً، لذا تختلف نتيجة القياس باختلاف الاختبار المستخدم (محاسنة، 2013، 98).

- تأثر خصائص مفردات الاختبار بقدرة الأفراد: إذ تختلف معاملات الصعوبة أو السهولة والتمييز لمفردات الاختبار باختلاف قدرة أفراد العينة، فالمفردة التي يختبر بها أفراد ذوي قدرات عالية تبدوا سهلة، بينما تبدوا نفس المفردة صعبة لذوي القدرات المنخفضة. وإذا كانت العينة متجانسة نسبياً فإن قيم معاملات التمييز تكون أقل من القيم التي نحصل عليها من عينة غير متجانسة. (Hambleton & Swaminathan, 1985, 5)
- تقتصر الموازنة بين الأفراد في السمة أو القدرة التي يقيسها الاختبار على تطبيق نفس مفردات الاختبار أو مجموعة مفردات مكافئة أو موازية لها على كل فرد من الأفراد. وبالتالي لا نستطيع الموازنة بين مستويات القدرة اذا أجاب الأفراد على مفردات مختلفة ومتباينة في صعوبتها (عبد المسيح، 1991، 345).
- تأثر ثبات الاختبار بالموقف الاختباري: إذ يعتمد ثبات الاختبار في إطار هذه النظرية إما على تطبيق الصورة الاختبارية مرتين على أفراد العينة، أو على أعداد صور متكافئة من الاختبار ويعد هذا في الواقع أمراً صعباً، وبالرغم من أهمية ذلك، إلا أنه غير كاف، إذ يمكن أن يختلف الموقف الاختباري وظروف التطبيق في هاتين المرتين، إذ اعتبر (Hambleton & Swaminathan, 1985, 5) أن هذا الأمر يؤثر على دقة ثبات الاختبار.
- تساوي تباين أخطاء القياس لجميع أفراد العينة موضع الاختبار، وهذا بالرغم من أنه قد يكون أداء بعض الأفراد على الاختبار أكثر اتساقاً من غيرهم من الأفراد. وإن درجة هذا الاتساق تختلف باختلاف مستوى قدرة الأفراد أو بمستوى القدرة التي يقيسها الاختبار (Randall, 1998 , 6).

وقد استثارت تلك المشكلات العلماء المتخصصين في القياس النفسي والتربوي للبحث عن الدقة والموضوعية في القياس السلوكي حتى يقترب هذا القياس من القياس في العلوم الطبيعية، والتي تتميز بعدم تأثير نتائج القياس بالأداة المستخدمة طالما أنها أداة مناسبة لتقدير الظاهرة، كما يكون تدرج الأداة بوحدات قياس متساوية لا تعتمد ولا تتأثر بالعناصر التي تقدر عندها الظاهرة (شحاتة، 2012، 31).

كما ظهرت مجموعة من المشكلات عند استخدام النظرية الكلاسيكية للاختبار في بناء الاختبارات مرجعية المحك وهي اتساع حيّز الدقة والتغير في الدرجات. ولكن عند استخدام نماذج الاستجابة للمفردة لتصميم وبناء الاختبارات مرجعية المحك يمكن الحصول على معلومات دقيقة موجودة متساوية عن المدى الواسع للقدرات وتقديرات لمعالم المفردة بصورة مستقلة عن معالم الفرد. (السيد، 2014، 25)

وإلى جانب ذلك يشكو التربويون عامة ومعلمو الرياضيات خاصة، من تدني قدرات الطلبة في الهندسة، ورغم اتفاق الباحثين والتربويين على أهمية موضوع الهندسة، إلا أن هناك صعوبات تعترض تعلم وتعليم الهندسة (الرمحي، 2006، 2)، حيث يعتبر نموذج " بيير فان هيل وزوجته دينا" Pierre Van Hiele, Dina في الخمسينيات لتدريس الهندسة وكيفية اكتساب المفاهيم الهندسية وتنمية

التفكير الهندسي من النماذج الرائدة في العصر الحديث التي غيرت مجرى تدريس الهندسة. (عبد القوي، 2007، 167)

وقد أجريت أبحاث كثيرة استخدمت النظرية الحديثة في القياس وبالأخص نموذج (راش)، في بناء وتدريج وتطوير اختبارات لمستويات التفكير الهندسي وفق نموذج أو نظرية (فان هيل) في تطور التفكير الهندسي. على غرار دراسة كلا من (Stols, 2015) بعنوان "استخدام نموذج راش لقياس مستويات التفكير الهندسي"، ودراسة (Wilson, 1990) " قياس تسلسل هندسة (فان هيل): إعادة التحليل هو إعادة تحليل البيانات السابقة المستخدمة في مشروع جامعة شيكاغو 1982 (CDASSG) لتطوير اختبار لقياس مستويات التفكير الهندسي وقياس تسلسل عملية التعلم اعتمادا على نظرية (فان هيل) (Usiskin, 1982)، وبالتالي كانت هذه الدراسة امتدادا لدراسة (Usiskin, 1982) ولكن باستخدام النظرية الحديثة للقياس ونموذج "راش اللوغاريتمي" الذي يحدد كيفية ارتباط أداء الأفراد على المفردات وعلاقة هذا الأداء بالقدرة الكامنة لديهم وهو موضوع مخرجات التعلم.

وانطلاقا مما سبق تتضح الحاجة الملحة إلى تطوير أدوات لقياس مستويات التفكير الهندسي وفق نظرية (فان هيل)، بشكل أكثر موضوعية، ومنه يمكن تحديد مشكلة الدراسة في التساؤلات الآتية:

1. ما الخصائص السيكومترية لاختبار مستويات التفكير الهندسي باستخدام النظرية الكلاسيكية في القياس؟
2. ما درجة ملاءمة افتراضات نموذج راش اللوغاريتمي لبيانات اختبار مستويات التفكير الهندسي المستمدة من استجابات العينة؟
3. ما تدريج صعوبة مفردات اختبار مستويات التفكير الهندسي باستخدام نموذج راش أحادي البارامتر؟

أهداف الدراسة:

ترمي الدراسة الحالية إلى تحليل وتدريج اختبار لقياس مستويات التفكير الهندسي لدى عينة من تلامذة المرحلة الثانوية مبني وفق نظرية (فان هيل) للتفكير الهندسي. وباستخدام أسلوبين من أساليب القياس، النظرية الكلاسيكية ونموذج (راش) اللوغاريتمي أحادي البارامتر.

أهمية الدراسة:

توفير اختبار لقياس مستويات التفكير الهندسي مبني وفق نظرية (فان هيل) للتفكير الهندسي للبيئة الجزائرية والعربية، واستخدام نموذج (راش) في تدريجه لما يوفره هذا النموذج من خطية في القياس يتيح الفرصة لتقدير صعوبة المفردة وقدرة الفرد بوحدة قياس معرفة مما يحقق دقة القياس وموضوعيته وتوفيره لاختبار يتميز بالصدق والثبات يمكن استخدامه للأغراض البحثية المختلفة.

حدود الدراسة:

تتحدد الدراسة الحالية بتلامذة المرحلة الثانوية للسنة الدراسية (2017/2016)، وبثانويات ولاية الوادي، وللمستويات الثلاثة (الأولى، الثانية، والثالثة ثانوي) الشعب العلمية.

تحديد مصطلحات الدراسة:

1. مستويات التفكير الهندسي Levels of Geometrical Thinking: عرفها **Van Hiele** (1986) بأنها مراحل تطور التفكير الهندسي وهي خمس مستويات: المستوى (0) يمثل المستوى الإدراكي والمستوى (1) يمثل المستوى التحليلي، والمستوى (2) يمثل المستوى الاستدلالي غير الشكلي والمستوى (3) يمثل الاستدلالي الشكلي، والمستوى (4) يمثل التجريدي (Van Hiele,1986, 35)

ويعرفها الباحثان إجرائيا: بأنها مراحل تطور التفكير الهندسي عند التلامذة، ويقاس كل مستوى بدرجة محكية (7/5) أي ما نسبة (71%) والتي تعبر عن تحقيق كل مستوى من مستويات (فان هيل).

الإطار النظري والدراسات السابقة

1. النظرية الكلاسيكية للقياس Classical Tests Theory (CCT):

هي نظرية تتحدث عن درجة الاختبار من خلال أبعاد ثلاث هي: الدرجة الحقيقية، والدرجة الظاهرية، ودرجة الخطأ (محاسنة، 2013، 299). ومن خلال تسميتها هي النظرية الأولى في القياس النفسي التي ظهرت في مطلع القرن العشرين على يد (Sbearman & Yule) وأوجدت المفاهيم التي كان القياس النفسي وما زال يعتمد عليها، وتسمى هذه النظرية أحيانا بنظرية الدرجة الحقيقية ودرجة الخطأ (Theory of True and Error Scores) لأنها فسرت التباين الذي نجده بين مرات القياس للفرد الواحد بوجود درجة الخطأ الذي منشؤه عوامل غير منتظمة يتداخل مع الدرجة الحقيقية التي تعكس ما يمتلكه الفرد من المتغير المقاس والعوامل المنتظمة الاخرى (Ghiselli et al, 1981,195).

ومن مسلمات النظرية الكلاسيكية:

(أ) أداء الفرد يمكن قياسه وتقديره؛

(ب) أداء الفرد إنما هو دالة لخصائصه؛

(ج) الخاصية والأداء والعلاقة بينهما تختلف من فرد لآخر "الفروق الفردية"؛

(د) القياس الظاهري الكلي يتكون من قياس حقيقي وأخر يرجع إلى الخطأ (محاسنة، 2013 ، 95) .

وترى النظرية الكلاسيكية أن درجة الفرد في الاختبار أو المقياس، هي دالة خطية مطردة، بمعنى كلما زادت درجة الفرد على الاختبار زاد مقدار وجود السمة لديه (Cronbach and Gleser, 1970, 116)

2. نظرية الاستجابة للمفردة Item Response Theory (IRT):

وهي من أهم التطورات الحديثة في مجال القياس والتقويم التربوي، حيث تتعلق هذه التطورات بالنظرية السيكومترية المعاصرة وهي ترتبط ارتباطا وثيقا بما يسمى نماذج السمات الكامنة. وتستخدم

نماذج الاستجابة للمفردة على نطاق واسع في الاختبارات السيكولوجية والتعليمية، حيث تهتم بقياس القدرة الكامنة للممتحنين مثل الذكاء والقدرات العقلية، وتهدف إلى دراسة مدى فعالية مفردات الاختبار في قياس السمة الكامنة، والتي تفترض أنه يمكن التنبؤ بأداء الأفراد (تفسير أدائهم) في ضوء خاصية أو خصائص مميزة لهذا الأداء تسمى السمات. (السيد، 2014، 53)

1.2. افتراضات نماذج الاستجابة للمفردة أحادية البعد: تستند نماذج الاستجابة للمفردة أحادية البعد إلى افتراضات قوية ينبغي أن تتوفر في البيانات المتعلقة بالاختبارات لكي تؤدي إلى نتائج يمكن الوثوق بها، حيث يتم اختبار النموذج الملائم للبيانات وفقا لمدى تحقق هذه الافتراضات في البيانات، حيث أن ذلك يؤدي إلى دقة وإحكام القياس، وفيما يلي الافتراضات الأساسية، وهي:

1. أحاديـــة البعد Unidimensionality.
2. الاستقـــلال الموضعي Local Independence.
3. المنحنيـــات المميزة للمفـــردة Item Characteristic Curve (ICC).
4. التخميـــن guessing.
5. السرعـــة Speediness . (السيد، 2014، 55)

ويوجد نوعان من النماذج الشائعة في وقتنا الحاضر، ومنها:

أ. **نماذج تتعلق بالمفردة ثنائية الدرجة:** ويقصد بها المناسبة للبيانات الثنائية حيث تكون الاستجابة إما نجاح (1) أو فشل (صفر)، وتهتم هذه النماذج بالقياس في وقت معين، كما تهتم بتحديد العمليات التي ينطوي عليها الأداء في الاختبارات النفسية والتربوية ويندرج تحتها:

1. النموذج أحـــادي المعلـــم (نموذج (راش).
2. النموذج ثنائـــي المعلـــم (نموذج بيرنبوم).
3. النموذج ثلاثـــي المعلـــم (نموذج لورد).

1.النموذج أحادي المعلم (نموذج (راش) One - Parameter Logistic Model or Rasch Model:

يعتمد هذا الأنموذج على الفرق بين القدرة (θ) التي يمتلكها الطالب (s) في الصفة التي يراد تقديرها (القدرة الكامنة وراء استجابات الطلبة)، ودرجة صعوبة المفردة (i) التي يرغب الطالب المفحوص الإجابة عنها والتي يمثلها الرمز (β)، وسيتم افتراض أن هنالك بعداً واحداً وراء الفروق الفردية في استجابات الطلبة المفحوصين (التقي، 2013 ، 18). وهو الأنموذج الأبسط من بين نماذج منحنى خصائص المفردة ويعرف بأنموذج جورج (راش) عالم الرياضيات الدانمركي إذ كان أول من قام بنشره ولذلك اقترن هذا الأنموذج باسمه منذ الستينات من القرن العشرين، اذ استخدم نظرية الاحتمالات في تحليل البيانات، وكان هذا الإنجاز مغايراً لما كان مألوفاً أنذاك، إذ أن النموذج الناتج لمنحنى خصائص المفردة هو نموذجاً لوغارتمياً، وحسب هذا الأنموذج سيتم تثبيت قيمة معلمة التمييز (c) على افتراض أنها متساوية لجميع المفردات وقيمتها العددية تساوي (1) أما المعلمة التي سوف

تأخذ قيماً مختلفة فهي معلمة الصعوبة (b) ولذلك سمي هذا الأنموذج بالأنموذج أحادي المعلمة (محاسنة، 2013، 182).

اما الصيغة العامة لهذا الأنموذج فتعطى كالتالي :

$$P_i(\theta) = \frac{e^{D(\theta - b_\tau)}}{1 + e^{D(\theta - b_\tau)}}$$

حيث أن :(i): المفردات وتساوي (1، 2، .....، n).

Pi (θ): إلى احتمالية ان يجيب المستجيب الذي قدرته (θ)على المفردة (i).

(bi): صعوبة المفردة i.

(e): إلى الاساس اللوغاريتمي الطبيعي وهو يساوي 20,718 تقريباً. (Mislevy, 1990, 195)

(D): إلى معامل القياس أو التدريج scaling factor وهو مقدار ثابت يساوي 1,7 أو 1,702، ويستخـــدم هذا المعامل ليؤكد أن الدالة اللوغاريتميـــة هي تقريب حقيقي للدالة التجميعية الطبيعية لهذا الأنمـــوذج، وبدون هذا المعامل تصبح الدالة اللوغاريتميـــة تحويلاً خطياً للدالة التجميعية الطبيعية.

3. نموذج " فـــان هيـــل " لتنميـــة التفكيـــر في الهندســـة:

وضع (بيير) وزوجته (دينا فـــان هيـــل) نموذجاً للتفكير الهندســـي أواخر الخمسينات (1957) أثناء دراستهم للدكتوراه في جامعة Utrecht في هولندا. كان موضوع دراسة بيير " دور الحـــدس 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 للدكتوراه بوقت قصير، وقام (بيير) بمهمة توضيح النظرية وتطويرها لاحقاً. في عام 1959 نشر (بيير فان هيل) 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, 1968/1981) كما ورد في (Fuys,Geddes and Tischler) فقد راجع السوفييت منهاج الهندسة لديهم على أساس مستويات فان هيل للتفكير الهندسي . (Fuys et al, 1988, 4)، ويتكون نموذج " فان هيل" من ثلاثة محاور أساسية، وهي:

أولاً: مستويات نموذج فان هيل van hiele Level of the Model:

- **المستوى (0) التعرف البصـــري visualization:** في هذا المستوى يتعلم التلميذ بعض المفردات ويدرك الأشكال الهندسيـــة ككل دون الانتباه إلى عناصرها أو إلى خصائصها، فهو يتعرف على شكل المستطيـــل لأنه – يشبه الباب أو الشباك – ، ولكنه لا يكون على علم بخواص المستطيـــلات، ومن خلال الشكل الكلي يستطيع التلميذ اكتشـــاف حلول المسائل، كما يمكنه أن يتعلم المصطلحات بشرط أن تكون في لغة محسوسة، وبأسلوب ملموس(رباب، 2008، 46).

▪ **المستوى (1) التحليـــل Analysis:** ويتحدد بملاحظة خواص الأشكـــال ووصفها دون ربطها ببعضها بعض، سواء على مستوى خواص الشكل الواحد، أو خواص الأشكال المختلفة، ويتميز بتحليل واع لخواص الشكل الهندسي، ورسم الشكل من خلال خواصه، فمثلاً يمكن أن يعرف أن جميع أضلاع المربع متساوية وأن كل من قطري المعين هو المنصف العمودي للآخر ولكن يصعب عليه في نفس الوقت إدراك أن كل مربع هو معين.

▪ **المستوى (2) الاستـــدلال بطرق غير شكلية informal:** يتحدد بوعي المتعلم للعلاقات بين الأشكال الهندسيـــة وخواصها، ويتميز بالقدرة على إعطاء تعريف للشكل الهندســـي، وإيجاد علاقات بين خواص الشكل الواحد والأشكـــال المختلفة.

▪ **المستوى (3) الاستنبـــاط الشكليformal deduction:** ويتحدد بالقدرة على الاستنتاج من خلال بناء البراهين الرياضيـــة، والقدرة على التعليل ضمن خطوات البرهـــان، وفهم دور كل من التعريف والمسلمـــة والنظريـــة.

▪ **المستوى (4) الدقـــة البالغـــة Rigorous:** وهو أرقى مستويات (فان هيل) للتفكير الهندسي ويتميز بقدرة المتعلم على المقارنة بين أنظمة هندسية مختلفة (هندسة إقليدية، هندسة غير إقليدية هندسة محايدة لا تعتمد على مسلمة التوازي الإقليديـــة ولا على مسلمـــات التوازي اللا إقليدية) ويكون المتعلم على وعي وفهم لدور المنطق والطرق المختلفة للبرهان وأسانيده في المنطق الشكلي مثل البرهان المباشر والغير المباشر وذلك الذي يعتمد على رفض التعارض(عبد القوي، 2007، 168).

ثانياً: خصائص نموذج فـــان هيـــل: تتميز نموذج / مستويات (فان هيل) بعدة خصائص، وهي:

الخاصية1: الهرميـــة (أو التسلسل الثابت fixed sequence): لا يمكن للتلميذ الانتقال إلى مستوى معين (n) دون المرور بالمستوى السابق له (n-1).

الخاصية2: التجاور (adjacency): كل ما يكون ضمني في مستوى التفكير السابق، يصبح صريحاً في المستوى التالي، بمعنى أن التلميذ 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 على الأشكال من خلال خصائصها، ولكن التلميذ في هذا المستوى من التفكير لا يدرك هذه الخصائص أو يتعرف عليها إلا في المستوى الثاني (wirzup, 1976).

الخاصية3: التميز (أو التمايز distinetion): لكل مستوى تفكير لغته الخاصة، ورموزه الخاصة وشبكات علاقات خاصة تربط هذه الرموز ويرتبط الانتقال من مستوى لآخر بمدى توسع اللغة، بمعنى ظهور مصطلحات هندسية وتعريفات ورموز جديدة، مثال: العلاقة بين المربع والمستطيل التي لا تظهر ثباتاً في المستوى الأول، وتكون داخلية / باطنية في المستوى الثاني، حيث يتعرف التلميذ على المربع والمستطيل منفصلين ولا يربط بينهما، أما في المستوى الثالث فيصبح تعريف المربع أنه مستطيل أضلاعه متساوية.

الخاصية4: الانفصال (separation): لا يستطيع شخصان في مستوى تفكير مختلفين أن يفهم كل منهما الآخر، وهذا ما يحدث غالباً بين المعلم والتلامذة (wirzup, 1976)، فالمعلم يستخدم لغة من مستوى تفكير عالي لا يتمكن التلميذ من فهمها. (Fuys, Geddes, and Tischler, 1988)

الخاصية5: الاكتساب (attainment): يمكن لعملية التعليم أن تمكن التلميذ من الانتقال من مستوى الآخر، ولكنها يجب أن تمر بخمس مراحل (تقريبياً متسلسلة)، هي: الاستقصاء التوجيه المباشر؛ التوضيح أو التفسير؛ التوجيه الحر؛ التكامل (Usiskin,1982) .

ثالثاً: الانتقال بين المستويات في نموذج (فان هيل): كان (فان هيل) أكثر تفاؤلاً من (بياجيه) في هذا الشأن، حيث اعتقد أنه يمكن تسريع النمو المعرفي/ الذهني في تعلم الهندسة من خلال التعليم (Usiskin,1982) وليس العمر أو النضج البيولوجي (wirzup,1976 ; Fuys, Teppo,1991, van Hiele,1986)، ويرى (فان هيل) أن الانتقال من مستوى إلى الذي يليه يعتمد بشكل كبير على التدريس فضلاً عن العمر أو النضج (Hatfield et al,2001 , 113)، حيث يمكن لعملية التعليم أن تمكن التلميذ من الانتقال من مستوى لآخر من خلال خمس مراحل، وهي:

1. الاستقصاء inquiry.
2. التوجيه المباشر direct Orientation.
3. التوضيح explicitation .
4. التوجيه الحر free-Orientation.
5. التكامل integration.(Van Hiele, 1999, 310-316)

إجراءات الدراسة الميدانية

منهج الدراسة:

اتبع الباحثان المنهج الوصفي الإحصائي في تحليل وتدريج مفردات اختبار مستويات التفكير الهندسي، وفق نظرية القياس الكلاسيكية و نموذج (راش) اللوغاريتمي أحادي البارامتر.

مجتمع وعينة الدراسة:

تكون مجتمع الدراسة من جميع تلامذة المرحلة الثانوية المسجلين في السنة الدراسية 2016-2017 وعددهم (16896) تلميذا وتلميذة، منهم (7136) تلميذا و(9760) تلميذة. تم اختيار عينة متوفرة Convenience Sample مكونة من (104) تلميذا وتلميذة، منهم (54) تلميذا و(50) تلميذة للعينة الاستطلاعية، وبنفس الطريقة تم اختيار عينة أساسية مكونة من (577) تلميذا وتلميذة، منهم (248) تلميذا و(330) تلميذة، بمتوسط عمري (18) سنة، وانحراف معياري (1.61) سنة.

بناء أداة الدراسة وخصائصها السيكومترية:

لبناء الاختبار تم صياغة مفردات اختبار مستويات التفكير الهندسي مرجعي المحك في ضوء نموذج (فان هيل) بعد الاطلاع على التراث العلمي والدراسات السابقة في هذا المجال على غرار دراسة (Usiskin, 1982) في مشروع جامعة شيكاغو الأمريكية، ودراسة (شويخ، 2005) وترجمته للاختبار الأصلي لـــ(فان هيل) ودراسة (الرمحي، 2006) و(Mayberry,j.w, 1981) . تكوّن الاختبار في صورته الأولية من (40) مفردة في مختلف مستويات التفكير الهندسي وفق نموذج (فان هيل) من نوع الاختيار من متعدد بأربعة بدائل. تم إعداد تعليمات الإجابة عن الاختبار لتؤكد على التلامذة قراءة كل مفـــردة بدقة وتنفيذ ما هو مطلوب في صيغة المفـــردة الاختبارية على ورقة الاجابة المستقلة والإجابة عن جميع المفردات دون ترك أي منها بلا إجابة وعدم اختيار أكثر من إجابة والاهتمام بزمن الإجابة إضافة إلى توضيح الهدف من الاختبـــار.

اكتفى الباحثان في بناء الاختبار على أربعة مستويات: الأولى بناء على نتائج عدة دراسات سابقة في هذا الموضوع ومن أهمها دراسة (Usiskin, 1982) في مشروع جامعة شيكاغو، حيث كان من أبرز نتائج هذا البحث أن المستوى الخامس يشكل معضلة بالنسبة للنظرية، وإلغائه يعطي نتائج أفضل، فهو إما غير موجود أو لا يمكن قياسه أو فحصه (شويخ، 2003، 19).

بعد صياغة المفردات بشكلها الأول، قام الباحثـــان بعرض الاختبار بصيغتـــه الأولية على (10) محكمين[1] لغرض بيان رأي الخبراء بمدى صلاحيتها لقياس مستويات التفكير الهندسي للتلامذة وملائمتها لنموذج " فان هيل"، وعدت المفردة صالحـــة إذا حصلت على نسبة اتفاق (70%) أو أكثر من أداء الخبراء. وفي ضوء آراء الخبراء وملاحظاتهم باستخدام معادلة Lawshe (1975)، أظهر المحكمون نسبة اتفاق لمؤشر (CVR_s) مقداره (74.74%) على (28) بعد استبعاد (12) مفردة لعدم حصولها على نسبة اتفاق مقبولة.

وكما نعلم أنه تختلف إجراءات تحليل مفردات الاختبارات المحكية المرجع عن الاختبارات معيارية المرجع، وذلك لأن الاختبارات محكية المرجع تهدف إلى معرفة مدى تحقيق المتعلم لمستويات الاتقان المحددة، وبالتالي فهي تحدد أداء التلميذ أو موقعه في ضوء محكات محددة (مستوى الاتقان المطلوب) أو في ضوء أهداف سلوكية تصف الأداء المتوقع من التلميذ بعد الانتهاء من وحدة تدريسية معينة. وحيث أن بناء مثل هذه النوع من الاختبارات يتطلب ربط المفردة في الاختبار بهدف محدد تسعى إلى قياسه، فان تحليل المفردات في هذه الحالة بحيث يكون موجها لتحديد فاعلية كل مفردة وحساسيتها لعملية التدريس. لهذا تبنى وحدد الباحثان محك لكل مستوى (مستوى اتقان) بناء على دراسات سابقة في هذا المجال وخاصة دراسة (Usiskin,1982)، حيث أستخدم (يوسيسكين) في مشروعه لبناء اختبار مستويات التفكير الهندسي لفان هيل (25) مفردة بخمسة مستويات و (5) مفردات لكل مستوى، محك أو

---

[1]– منصر تيجاني، غمام العيد (دكتوراه في الرياضيات) بجامعة بسكرة والوادي على التوالي. – سعيدة عدوان، باية لعجال (ماجستير رياضيات) بجامعة بسكرة – مداس الطيب، جلالي لزهاري (مفتش تربية وطنية في مادة الرياضيات) مديرية التربية الوادي – دليلة بورحلي استاذ متوسط مكون في الرياضيات بالمسيلة – رشيد بن قدور ، آسيا بن زاوي، زوبير كروى (أستاذ تعليم ثانوي رياضيات) الوادي.

معيار (3 من 5) أي (60%)، وكذلك معيار (4 من5) أي (80%)، ويرى (يوسيسكين) أن اختيار أي من المحكين أو المعيارين يتم استنادا لطبيعة الاختبار، وما يرغب فيه الباحث في التقليل من الخطأ الأول أو الخطأ الثاني، حيث يمكن الوقوع في الخطأ الأول وهو الحكم على أن التلميذ حقق مستوى الاتقان أو المحك في كل مستوى وهو في الحقيقة لم يحققه، أما الاحتمال الوقوع في الخطأ الثاني وهو الحكم على أن التلميذ لم يحقق مستوى الاتقان أو المحك وهو في الحقيقة قد حققه. وانطلاقا مما سبق تبنى الباحثان في الدراسة الحالية المحك (5 من7) أي نسبة (71%) وهي نسبة تتوسط المعيارين الذين أعتمدهما يوسيسكين في دراسته، وهذا نظرا لطبيعة تكوين مفردات اختبارنا الحالي، حيث يحتوى كل مستوى من مستويات الاختبار الاربع على (7) مفردات.

إجراءات تطبيق الدراسة:

– طبق اختبار مستويات التفكير الهندسي على عينة استطلاعية قوامها (104) تلميذا وتلميذة من نفس مجتمع البحث ومن غير المشمولين بعينة البحث، وكان الهدف من تطبيق الاختبار تحديد الزمن الذي يحتاج اليه المفحوص للإجابة على الاختبار. والتعرف على المفردات التي قد يكون فيها غموض، وتم تحديد الزمن اللازم للاختبار بـــ(60) دقيقة أي حصة دراسية كاملة.

– طبق الاختبار في الأول على عينة مكونة من (682) تلميذا وتلميذة، تم إلغاء (105) استمارة لعدم استجابة التلامذة لتعليمات الاختبار، وبالتالي تكونت العينة الأساسية النهائية من (577) تلميذا وتلميذة.

– تصحيح إجابة التلامذة على الاختبار وباستخدام مفتاح التصحيح وكذلك المحك المختار (7/5).

الأساليب الإحصائية المستخدمة:

استخدم الباحثان الحزمة الاحصائية للعلوم الاجتماعية (Spss v21)، في إجراء المعالجة الاحصائية بالطرق الكلاسيكية، كما استخدمنا البرنامج الاحصائي (Winsteps v4.0.0) لـــ لينكر مايك (2017) Linacre,M، في تدريج الاختبار وفق لنموذج (راش) اللوغاريتمي أحادي البارامتر.

عرض نتائج الدراسة ومناقشتها:

1. ما الخصائص السيكومترية لاختبار مستويات التفكير الهندسي باستخدام النظرية الكلاسيكية في القياس؟

وللإجابة على هذا السؤال قام الباحثان بتحليل مفردات الاختبار (الصعوبة والتمييز)، والتحقق من الصدق والثبات بالطريقة الكلاسيكية :

1. صعوبة المفردات Item difficalty index:

لحساب معامل صعوبة مفردات اختبار مستويات التفكير الهندسي والذي هو عبارة عن النسبة المئوية للمفحوصين الذين أجابوا على المفردة اجابة صحيحة .(بوسالم، 2014، 181). تراوحت قيم معاملات صعوبة المفردات بين (**0.21–0.85**) بمتوسط حسابي (**0.53**)، فحسب (**1939**) Kelley معامل الصعوبة الأقل من(**0.20**) مفردة صعبة جدا و يجب أن تراجع، في حين أن هناك (**20**) مفردة

مناسبة تتراوح معاملات صعوبتها ما بين (0.3–0.7) أي ما نسبته (71.42٪) من مفردات الاختبار الكلي، بينما (6) مفردات كانت سهلة والتي تمثل (21.43٪) من مفردات الاختبار الكلي، ومفردتين فقط تمثل (7.14٪) من مفردات الاختبار كانت صعبة، حيث يرى بعض الباحثين أن مفردات الاختبار يجب أن تكون متدرجة في صعوبتها، بحيث تبدأ بالمفردات السهلة وتنتهي بالمفردات الصعبة، وبالتالي تتراوح قيمة معاملات صعوبتها ما بين 90٪ إلى 10٪ وبشرط أن يكون معدل الصعوبة للمفردات ككل في الاختبار في حدود 50٪ (أبوناهية، 1994، 310)، و حسب النتائج المحققة فإن مفردات اختبار مستويات التفكير الهندسي تتمتع بمعاملات صعوبة مقبولة.

2. القوة التمييزية للمفردات Item discrimination:

الطريقة التي أستخدمها الباحثان في ايجاد مؤشرات تمييز مفردات اختبار مستويات التفكير الهندسي هي طريقة معامل التمييز (ب) The **B** index Approach، والتي اقترحها (Brennan, 1972) في حساب مؤشرات تمييز مفردات الاختبارات محكية المرجع. لقد حققت جميع معاملات تمييز المفردات معاملات موجبة. كما أن أعلى قيمة وهي (0.60) كانت من نصيب المفردة (15) وأقل قيمة (0.21) كانت من نصيب المفردة (3)، أي أن قيم معاملات التمييز لمفردات اختبار التفكير الهندسي تراوحت ما بين (0.21–0.60) بمتوسط حسابي قدره (0.41)، فحسب كيلي (1939) Kelley فأن قيم معاملات التمييز التي تتراوح ما بين (0.10 إلى 0.30) قيم مقبولة، والقيم ما فوق 0.30 فهي قيم جيدة (Kelley, T. L. 1939 , 17-24)، كما أن هناك (23) مفردة تمثل ما نسبته (82.14%) من مفردات الاختبار لها معاملات تمييز جيدة وممتازة أكبر من القيمة (0.30)، بينما هناك (4) مفردات فقط تمثل (14.28%) من مفردات الاختبار لها معاملات تمييز هامشية بين (0.20 – 0.29)، ولا توجد أي قيمة لمعامل التمييز لمفردات الاختبار أقل من (0.20)، فحسب "كيلي" قيم تمييز المفردات التي تتراوح بين (0.10 إلى 0.30) قيم مقبولة، وهذا يدل على تمتع مفردات اختبار مستويات التفكير الهندسي بمعاملات تمييز مناسبة ومقبولة.

3. التحقق من صدق الاختبار:

1.3. صدق المحتوى: باستخدام معادلة (1975) Lawshe، أظهر المحكمون (10) (كما سبق توضيحه) نسبة اتفاق لمؤشر (CVR_s) مقداره (74.74٪) على (28) مفردة، و استبعاد (12) مفردة لعدم حصولها على نسبة اتفاق مقبولة.

2.3. صدق انتقاء النطاق السلوكي (التكوين الفرضي): يعتبر أحد التطبيقات لمحك الاتساق الداخلي ارتباط درجات الاختبارات الفرعية (المستويات) بالدرجة الكلية، فارتباطات الاتساق الداخلي سواء اعتمدت على المفردات أو الاختبارات الفرعية هي بدرجة أساسية مقاييس التجانس. ونظرا لأن درجة تجانس اختبار معين تفيد في وصف النطاق السلوكي أو السمة التي يعاينها الاختبار، فان هذه الدرجة توائم إلى حد ما صدق التكوين الفرضي للاختبار (أناستازي وسوزان، 2015، 169).

وبناء على ما سبق تأكد الباحثان من صدق الاتساق الداخلي لمفردات اختبار مستويات التفكير الهندسي، باستخدام معامل الارتباط "بيرسون" بين درجات الاختبارات الفرعية أو المستويات الأربعة بالدرجة الكلية للاختبار، وهي موضحة في الجدول(1) كالتالي:

جدول(1)

قيم معاملات الارتباط "بيرسون" بين درجات مستويات الاختبار الاربعـــة (الفرعية) ودرجة الاختبار الكلـــي وفقا للعينة الاساسيـــة (ن=577)

المستـــــوى	التحليلي أو الوصفي	شبه الاستدلالي	الاستدلالي	الاختبار الكلي
الإدراكي أو البصري	**0.385	**0.200	**0.288	**0.635
التحليلي أو الوصفي		**0.381	**0.330	**0.736
شبه الاستدلالـــــي			**0.330	**0.709
الاستدلالـــــي				**0.693

** دال احصائيا عند مستوى دلالة (0.01).

يتبين من الجدول (1) أن قيم معاملات الارتبـــاط بين الدرجة الكلية للاختبار والدرجة الكلية لكل مستـــوى من مستويـــات الاختبار الأربعة معاملات ارتباط قوية تراوحت بين (**0.635** و**0.736**) وجميعها قيم مرتفعة و دالة احصائيا عند مستوى معنوية **α=0.01**، كما يتضح أن هناك معاملات ارتباط بقيم متفاوتة ولكنها جميعها قيم دالة احصائيا عند مستوى معنوية **α=0.01** بين الاختبارات الفرعية (المستويات) الأربعة المكونة للاختبار في ما بين بعضها البعض، وهذا مؤشر دال وقوى على الاتساق الداخلي لمفردات اختبار مستويـــات التفكير الهندســـي ككل.

4. التحقق من الثبـــات: قدرت قيم معاملات الثبات لاختبار مستويـــات التفكير الهندسي(**28**) مفردة، باستخدام النظرية الكلاسيكيـــة في القيـــاس باستخـــدام معادلة كودر- ريتشاردسون (KR20)، وكذلك معادلة سبيرمان- براون لتصحيح الطول، كما استخدم الباحثان مؤشر ليفنجستون (Livingston,1972) والذي يستخدم في ايجاد معامل ثبـــات الاختبار محكيـــة المرجـــع وبناء على محـــك أداء معين.

جدول (2)

قيم معامل الثبات للاختبار وفقا للعينة الاساسية (577) تلميذا وتلميذة.

مستويات (فان هيل) للتفكير الهندسي	معادلة كودر- ريتشارسونKR20	معامل سبيرمان – وبراون بعد تصحيح الطول	معامل ليفنجستون (Livingston,1972)
الأدراكي أو البصري	**0.32**	**0.70**	**0.38**
التحليلي أو الوصفي	**0.39**	**0.76**	**0.66**
شبه الاستدلالي	**0.46**	**0.81**	**0.75**
الاستدلالي	**0.27**	**0.65**	**0.77**
الاختبار الكلي	**0.70**		

يتضح من الجدول(2) أن قيم معامل كيودر- ريتشاردسون (K-R20) للاختبارات الفرعية (المستويات) الأربعة المكونة للاختبار قيم منخفضة نوعا ما بعكس قيمة معامل الثبات للاختبار الكلي (0.70) فقد يرجع هذا إلى عدد المفردات المكونة لكل مستوى (7) مفردات فقط، كما يرد الباحثان هذا الانخفاض إلى تجانس عينة التلامذة المبحوثين في المستوى التعليمي ومستوى القدرة كذلك في أعمار العينة، كما نعلم أن التجانس الشديد لعينة الأفراد التي يحسب بها الثبات من خلال أدائهما إلى انخفاض ملموس في معامل ثبات الاختبار، ذلك أن التباين داخل هذه العينة المتجانسة يكون منخفضا بقدر لا يسمح بتقدير التباين الحقيقي للاختبار أي ثباته (صفوت، 2007، 352).

ومن أوجه الانتقادات التي وجهت إلى اختبار "فان هيل" الاصلي للهندسة والذي طور بإشراف (Usiskin, 1982)، هو انخفاض معامل الثبـــات كما جاء في دراسة كلا من (Usiskin,1982 ;Grawley ,1990; Wilson,1990;Teppo,1991) حيث بلغ معامل الثبات باستخدام طريقة كودر ريتشاردسون (K-R20) للمستويات الخمسة في بداية مشاركة الطلبة في مشروعه: 0.31، 0.44، 0.49، 0.13، 0.10 وفي نهاية العام فبلغت : 0.26، 0.30، 0.56، 0.55، 0.39، وهذا متوقع بسبب انخفاض عدد المفـــردات الاختباريـــة لكل مستوى خمسة مفردات لكل مستوى. وكما جاء في دراسة "اوسيسكين" فان اختبـــار مشابهـــا يحتـــوى على (25) سؤالاً في كل مستوى سيعطي معاملات ثبـــات أعلى في بداية العـــام: 0.74، 0.82، 0.43، 0.38، وفي نهاية العام: 0.79، 0.88 ،0.88، 0.69، 0.65 . (Usiskin, 1982, 29). وبنفس الأسلوب الذي أستخدمه (Usiskin, 1982) استخدم الباحثان معادلة (سبيرمان- وبراون) لتصحيح الطول، ووفقا لهذه المعادلة بلغت قيم معاملات الثبات للمستويات الأربعة، فيما لو كان كل مستـــوى يحتوي على 35 سؤالاً: المستوى الأول (0.70)، المستوى الثاني (0.76)، المستوى الثالث (0.81)، المستوى الرابع (0.65).

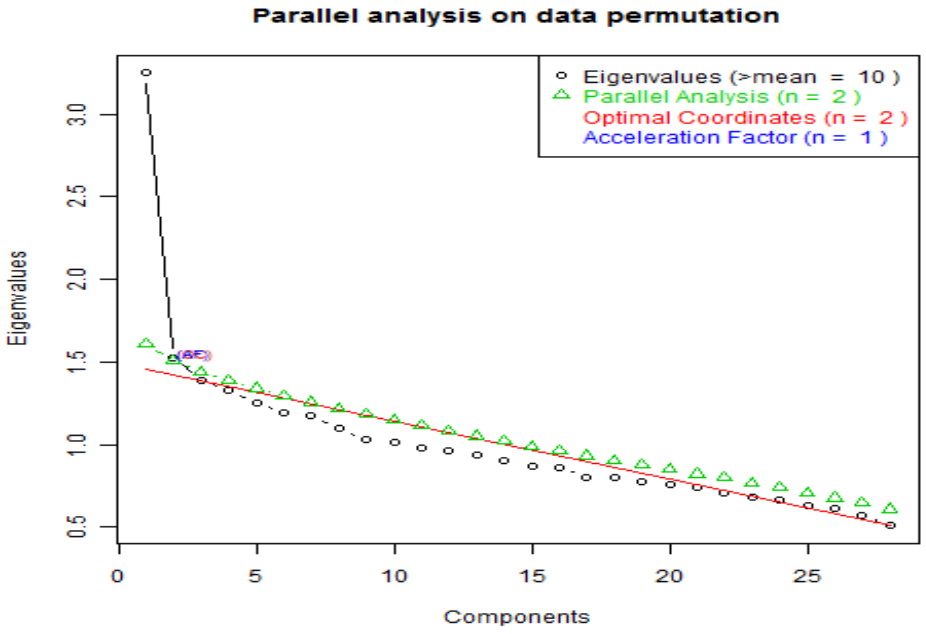
2. ما درجـــة ملاءمة نمـــوذج (راش) اللوغاريتمي لبيانات اختبار مستويات التفكير الهندســـي المستمدة من استجابات العينة ؟

1- التحقق من افتراض أحادية البعد Unidimensionality: على الرغم من أن الأبحاث أشارت إلى أن نماذج الاستجابة للمفردة متينة نسبيا لانتهاك فرضية أحادية البعد (Lau,1996 ; Spray,Addel-Fattah,Huamg and Lau,1997)، فقد تم اختبار هذا الافتراض بطريقتين ومنهجيتين مختلفتين، وهما: طريقة التحليل العاملي الاستكشافي (النظرية الكلاسيكة)، وطريقة تحليل نموذج (راش) للمكونات الأساسية المعتمدة على البواقي (Rasch-residual based Principal Components Analysis (PCAR)).

أولاً: استخدم الباحثان التحليل العاملي الاستكشافي بطريقة (التحليل العاملي الموازي) وباستخدام تقنية المكونات الأساسية مع تدوير المحاور بطريقة (varimax) لدرجات التلامذة بالبرنامج الإحصائي (Spss v21)، بعد تفحص شروط استخدام التحليل العاملي، حيث أن قيمة محدّد مصفوفة معاملات الارتباط المحسوبة (0.108) وهي تزيد عن الحد الأدنى المقبول (0.00001)، من جانب أخر أن قيمة مؤشر (KMO) (kaiser Meyer-Olkin) للكشف عن كفاية حجم العينة يساوي (0.731)

وهو يزيد عن الحد الأدنى المقبول لاستخدام أسلوب التحليل العاملي (0.50)، كما تم قياس ملاءمة المعاينة (MSA) والموجودة في قطر مصفوفة معاملات الارتباط الصورية (Anti-image Correlation)، والملاحظ بالنسبة لنتائج العينة الحالية أن جميع القيم الحرجة أكبر من 0.50 وهي تتراوح ما بين (0.548 و0.828)، كما أن قيم اختبار (Bartlett's Test) دالة احصائياً عند مستوى دلالة 0.000، وقيمة (χ^2) تساوي (846.474) ودرجة حرية (378)(تيغزة، 2011، 294).

أسفر التحليل العاملي الاستكشافي، باستخدام التحليل الموازي والاعتماد على تقنية محك العامل المتسارع (Acceleratiion Factor) لكل من (**2006**) Raiche, Roipel & Blais، حيث يظهر الشكل(**1**) تغير ميل المنحنى بشكل مفاجئ ليظهر أن هناك عامل واحد متسارع (Matthew and el, 2013, 3). وكذلك أن الجذر الكامن الأول قيمته (3.251) والذي يفسر (11.609٪) من التباين الكلـــي، وأن ناتج قسمة الجذر الكامن للعامل الأول على العامل الثاني الذي جذره الكامن (**1.524**) والذي يفسر (5.444٪) وهي قيمة أكبر من (**2**). وهو ما يمكن اعتباره عاملا سائدا حسب (Hambleton,2004).



الشكل(1) نتائـــج التحليـــل الاستكشافي باستخدام محك الجذر الكامن؛ والتحليل الموازي والاحداثيات المثلى والعامل المتسارع

ثانيا: طريقـــة تحليل نموذج (راش) للمكونات الأساسية المعتمدة على البواقي

:(Rasch-residual based Principal Components Analysis (PCAR))

نظرا لأن نموذج (راش) يفترض أحادية البعد إلا أن أحادية البعد ليست مطلقة. ويجب أن ينظر إلى مفهوم أحادية البعد كما يعنيها التحليل العاملـــي، حيث يختلف الهدف بينهما. فالتحليل العاملـــي

يهدف إلى تحديد العوامل التي يتكون منها الاختبار ولكن نظرية الاستجابة للمفردة تهدف إلى التعرف على: هل الانحـــرافات عن السمة المقاسة ترقى إلى أن تكون عامل مستقل أم لا؟. لذلك يوفر برنامج (winsteps v4.0.0) لـــ (Linacre,2017) تحليل نموذج (راش) للمكونات الأساسية المعتمدة على البواقي (Rasch-residual based Principal Components Analysis (PCAR))، والذي يظهر الاختلافات بين الابعـــاد، والجدول(3) يوضح نتائج ذلك:

جدول(3)

نتائج التحليل العاملي للمكونات الاساسية للبواقي باستخدام نموذج (راش).

حجم تباين البواقي المعيارية مقدرا بوحدات القيم **Eigen**.	الجذر الكامن	الملاحظ	المتوقع
التباين الكلي في الاستجابات .	**35.8189**	**٪100**	**٪100**
التباين الذي فسره العامل الرئيسي (تقديرات نموذج "(راش)")	**7.8189**	**٪21.8**	**٪22**
التباين المفسر بواسطة الأفراد.	**3.3385**	**٪9.3**	**٪9.4**
التباين المفسر بواسطة المفردات.	**4.4804**	**٪12.5**	**٪12.6**
مجموع التباين غير المفسر.	**28.0000**	**٪78.2**	**٪78.0**
التباين الذي فسره العامل الثاني (الأول في البواقي).	**1.6894**	**٪4.7**	

نلاحظ من الجدول(3) أن هناك فرقا بين مفهوم البعد في الاحصاء الكلاسيكي (CTT) ومفهومه في احصاءات نظرية الاستجابة للمفرد (IRT)، فالبعد في الاحصاء الكلاسيكي يعمل على الدرجات الخام، بينما تعمل نظرية الاستجابة للمفرد (IRT) على قدرات الأفراد. وللحكم على أحادية البعد بالتحليل العاملي بالمكونات الاساسية للبواقي باستخدام نموذج (راش)، هناك محكات يجب أن تتوفر، وهي:

1. المحك الأول وكقاعدة عامة إذا كانت قيمة التباين المفسر بواسطة التقديرات (Raw variance explained by measures) أكبر من أو يساوي (60%) أو (50%)، كما جاء في دليل البرنامج، واسترشادا بما حدده مطور برنامج (winsteps) مايك لينكر (Mike Linacre) في اتصال شخصي معه، حيث حدد المجال من 20 % إلى 80 % بأنه مجال مقبول و يعد مؤشرا قويا لأحادية البعد، وهو ما تحقق في الدراسة الحالية حيث سجلنا القيمة (21.7 %) لهذا المؤشر.

2. المحك الثاني هو أن نسبة التباين الذي فسره العامل الثاني (Unexplained Variance in 1st contrast) يجب أن تكون قيمته أقل من (**5**٪) وهذا ما تحقق في الدراسة الحالية بالقيمة (**4.7**٪). وهذا دليل آخر على أحادية البعد.

3. المحك الثالث هو قيمة الجذر الكامن لنسبة التباين الذي يفسره العامل الثاني (Unexplained Variance in 1st contrast) اذ يجب ألا تتعدى أو تكون أقل من القيمة (**3**)، وهذا ما تحقق كذلك بتسجيل القيمة (**1.6885**) وهي أقل من القيمة المحددة . (Linacre, 2006, 272)

2- التحقق من افتراض الاستقلال الموضعي (المحلي) Local Independence:

ظهرت طرائق عديدة يمكن الكشف بها عن الارتباط الموضعي بين المفردات الثنائية Dichotomous Items، ومن بين هذه الطرائق ما اقترحته لنا " يـن" (Yen,1984) الاحصائي **Q3** مؤشرا للارتباط الموضعي للمفردة. ومؤشر **Q3** هو معامل الارتباط للبواقي لزوج من المفردات بعد ضبط السمة المقدرة، وقد ذكر (Zenisky and Hammbleton and Sireci, 2002)، ويرى (Ayala, 2009) أن هذا الأسلوب الاحصائي من أكثر الأساليب كفاءة في الكشف عن افتراض الاستقلال الموضعي والذي يختبر علاقة البواقي ما بين أزواج المفردات، ولحساب مؤشر **Q3** يجب تقدير القدر $(\widehat{\theta i})$ لكل مفحوص وذلك ليتم استخدام هذه القدرة لتقدير احتمال الاجابة الصحيحة للمفحوص الذي يمتلك هذه القدرة لكل المفردات. وكقاعدة عامة لتقييم مؤشر الاحصائي **Q3** للحكم على الاستقلال الموضعي أن لا يكون ارتباط أزواج الفقرات من خلال هذا المؤشر **Q3** أكبر من القيمة **0.2** أو أصغر من القيمة **0.2**−. (Chen ;Thissen,1997)، أي اعتبار القيمة المطلقة للمؤشر **Q3** أكبر من $|Q3| > 0.2$ مؤشرا للتبعية أو الاعتماد (Ayala, 2009, 133) (Francis et al, 2001, 159-174) (Chrisitine, 2010, 48) . وهذا ما أتفق مع نتائج الدراسة الحالية، حيث تراوحت قيم مؤشر**Q3** ما بين (0.11− و0.17−) بمتوسط حسابي يساوي (0.12−)، وعموما فان هذه القيم لم تتجاوز مستوى الانتهاك 0.30 حسب زينسكي وهامبلتون وسيريسي (Zenisky and Hammbleton and Sireci,2002)، والمجال الذي أقترحه (Chen and Thissen,1997) ما بين (0.20 و 0.20−). وهذا يدل على أن مفردات اختبار مستويات التفكير الهندسي لا توجد فيها مفردات تتأثر الاجابة عنها بمفردات أخرى من مفردات نفس الاختبار، وهذا ما يشار اليه بالاستقلال الموضعي.

3- تساوي معاملات التمييز: تم حساب معاملات التمييز لمفردات الاختبار من خلال حساب معامل الارتباط الثنائي المتسلسل (باسيريال) (r_{pb}) بين أداء الأفراد على المفردة وأدائهم على الاختبار ككل، والذي يعتبر مؤشراً لدرجة تمييز المفردة ، والجدول(4) يبين ذلك.

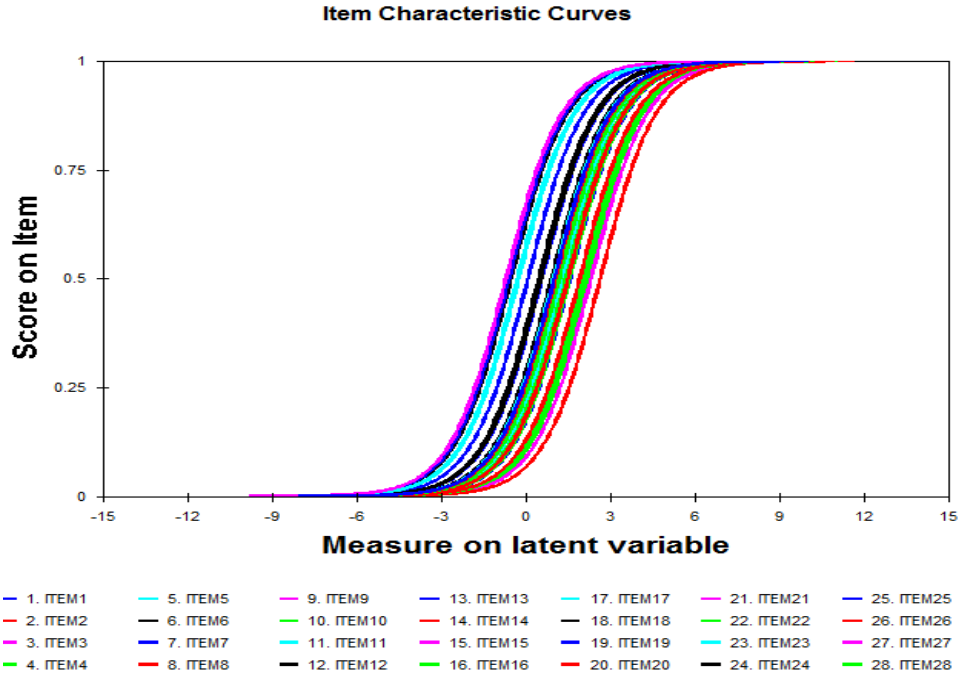
جدول(4)

معاملات التمييز لمفردات اختبار مستويات التفكير الهندسي.

الإدراكي أو البصري		التحليلي أو الوصفي		شبه الاستدلالي		الاستدلالي	
رقم المفردة	م. التمييز	رقم المفردة	م. التمييز	رقم المفردة	م. التمييز	رقم المفردة	م. التمييز
1	0.31	8	0.26	15	0.43	22	0.34
2	0.24	9	0.35	16	0.31	23	0.35
3	0.29	10	0.35	17	0.37	24	0.30
4	0.22	11	0.35	18	0.29	25	0.30
5	0.33	12	0.34	19	0.31	26	0.27
6	0.35	13	0.42	20	0.49	27	0.34
7	0.28	14	0.33	21	0.31	28	0.18

أشار كل من (Swuminathan,1985, 27 & Hambelton) إلى أنه لكي يتحقق افتراض تكافؤ مؤشرات التمييز ومطابقتها للنموذج يجب أن تكون قيمتها واقعية ضمن حدود المدى (متوسط معاملات التمييز=**0.15**) وحيث أن متوسط معاملات التمييز (**0.32**) فان حدود المدى تتراوح ما بين (**0.18**) و (**0.49**) وبالتالي فان قيم معاملات الارتباط الثنائي المتسلسل (*pbis*) جميعها كان ضمن المدى. وكذلك قيم الانحراف المعياري لهذه المعاملات صغيرة، وهو مؤشر على تحقق هذا الافتراض. كما استخدم الباحثان كذلك برنامج (winsteps) والذي يوفر تقدير معلم التمييـــز، ولكن فقط في حالـــة طلب ذلك، والشكل**2** يوضح تساوي الميل (Slope) في منحنى خصائص مفـــردات الاختبـــار.

كما يرى (Linacre,2012) أن متوسط قيم تمييـــز الميل (Slope) للمفردات في نموذج (راش) يجب أن تكون قريبـــة من (1.0) تقريبـــا. وهذا ما تحقق في دراستنا هذه، حيث أن متوسط قيم التمييز سجلت القيمة (0.98) وهي قريبة جدا من الواحد. (Linacre, 2012, 597)



شكل(2) منحنى خصائص مفردات اختبـــار مستويات التفكير الهندســـي

4- التحقق من افتراض تدنـــي عامل التخميـــن (guessing) :

استخدم الباحثان البرنامج الاحصائي (winsteps) والذي يوفر تقدير معلم التخمين، ولكن فقط في حالة طلب ذلك، وتظهر قيم معلم التخميـــن تحت العمود "التخمين الأدنى"، وقيمه نظرياً بين (**0** و **1**)، (Baker, 2001, 28) وعمليا بين(**0** و**0.35**) وما فوق ذلك فهي ليست مقبولة. ويفضل (Warm, 1978) أن تكون قيم التخمين (**0.2**) أو أقل من ذلك، والجدول(**5**) يوضح نتائج مؤشرات التخميـــن.

جدول(5)

معاملات التخميــن لمفردات اختبــار مستويات التفكير الهندسي

رقم المفردة	معامل التخمين		رقم المفردة	معامل التخمين		رقم المفردة	معامل التخمين	
	الأعلى	الأدنى		الأعلى	الأدنى		الأعلى	الأدنى
1	1.00	0.08	11	1.00	0.09	21	0.90	0.10
2	0.88	0.06	12	1.00	0.00	22	0.93	0.00
3	1.00	0.00	13	1.00	0.00	23	1.00	0.00
4	0.92	0.12	14	0.96	0.00	24	0.98	0.02
5	1.00	0.00	15	1.00	0.00	25	0.87	0.00
6	1.00	0.00	16	0.99	0.03	26	0.99	0.07
7	1.00	0.00	17	1.00	0.00	27	1.00	0.00
8	0.82	0.03	18	0.99	0.10	28	0.83	0.06
9	1.00	0.02	19	1.00	0.09			
10	1.00	0.01	20	1.00	0.00			

يتضح من الجدول(**5**) أن جميع قيم التخمين الأدني لمفردات اختبار مستويات التفكير الهندسي أقل من (**0.10**)، ما عدا المفــردة رقم (**4**) والتي سجلت القيمــة (**0.12**)، وهي على العموم قيم منخفضة وقريبة من الصفر وفي المجال المقبول لقيم التخميــن الذي حدده كلا من (Linacre, 2012, 112) (Steven, 2003, 164-184) (Baker, 2001, 28).

5- التحقق من التحرر من عامل السرعــة (Non- Speediness): تم التأكد عملياً من خلال التطبيق من أن فشل التلامذة في الوصول للإجابة الصحيحة عن مفردة الاختبار يعود فقط لانخفاض قدراتهم، ولا يعود إلى ضيق وقت الاختبار أو لعوامل السرعة في الاستجابة، وذلك عن طريق إعطاء التلامذة الوقت الكافي للاستجابة عن أسئلة الاختبار، كما لم يظهر أي تلميذ أي شكوى أثناء التطبيق من ضيق الوقت وعدم كفايته.

3. ما تدريج صعوبــة مفردات اختبار مستويات التفكير الهندسي باستخدام نموذج (راش) أحادي البارامتر؟

للإجابة على السؤال تم تحليل استجابات التلامذة باستخدام برنامج (Winsteps) المصمم لتحليل النموذج أحادي البارامتر، حيث يقوم البرنامج بحذف استجابات الأفراد الذين أجابوا إجابة صــحيحة على جميع مفردات الاختبار وكذلك حذف الأفراد الذين لم يجيبوا على أي مفردة إجابة صحيحة، كما يقوم بحذف المفردات التي نجح جميع التلامذة في الإجابة عليها إجابة صحيحة، أو التي لم يجب عليها أي تلميذ إجابة صحيحة، ولم تظهر نتائج التحليل أي حالة من الحالات السابقة، لذلك نجحت المفردات جميعها (28 مفردة) في ادخالها إلى تحليل استجابات أفراد العينة (577) تلميذا وتلميذة.

وبعد استبعاد الأفراد غير المطابقين للنموذج، أي الذين تزيد حدود الملاءمة لهم عن (**2**) أو تقل عن (**-2**)، تمت اعــادة التحليل للكشــف عن المفــردات غير المطابقة للنموذج، حيث تم تقدير معلم الصعوبــة لكل مفــردة، والخطأ المعيــاري في قياس معلم الصعوبة، وقيم احصائي المطابقة الداخلية

للمفردات (The Standardized Information Weighted Fit Statistics for Items Infit ZSTD)، ويعبر عنه بإحصائي متوسطات المربعات للمفردات (Mean Square Infit Statistics,MNSQ). كما تم تقدير قيم احصائي المطابقة الخارجية للمفردات (The Standardized Information Weighted Fit Statistics for Items Outfit ZSTD)، ويعبر عنه بإحصائي متوسطات المربعات للمفردات (Mean Square Outfit Statistics,MNSQ)، لكل معلم من معالم الصعوبة مقدرة بوحدة اللوجيت، والجدول(6) يبين نتائج ذلك.

جدول(6)

صعوبة المفردات وأخطاؤها المعيارية مرتبة تنازلياً وفق صعوبة المفردات.

احصائي المطابقة الخارجية Outfit		احصائي المطابقة الداخلية Infit		الخطأ المعياري للنموذج Model S.E	الصعوبة Measure	ارتباط بونت بيسريال PTBIS-CORR	الدرجة الخام Raw Score	المفردة Item
قيمة الاحصائي ZSTD	متوسط المربعات MNSQ	قيمة الاحصائي ZSTD	متوسط المربعات MNSQ					
3.0-	0.77	2.5-	0.85	0.11	1.64	0.49	120	20
0.5-	0.96	0.00	1.00	0.10	1.30	0.34	146	27
3.4	1.23	2.5	1.12	0.10	1.16	0.18	156	28
0.1	1.00	0.1-	1.00	0.10	0.99	0.35	172	10
1.5-	0.92	0.2-	0.92	0.10	0.93	0.43	186	15
1.6	1.09	1.6	1.07	0.10	0.91	0.26	173	8
1.1	1.04	1.0	1.03	0.09	0.54	0.30	226	25
0.2	1.01	0.2-	0.99	0.09	0.54	0.34	229	22
0.3	1.01	0.2	1.01	0.09	0.46	0.33	241	14
0.7	1.03	0.5	1.02	0.09	0.41	0.31	247	16
1.2	1.04	1.9	1.06	0.09	0.40	0.27	246	26
0.9-	0.97	1.1-	0.97	0.09	0.24	0.37	266	17
2.6	1.09	3.4	1.09	0.09	0.20	0.22	278	4
3.4	1.17	3.2	1.09	0.09	0.18	0.31	273	21
1.9	1.07	2.7	1.07	0.09	0.07	0.24	294	2
0.8-	0.97	0.7-	0.98	0.09	0.05	0.35	294	9
0.4-	0.98	0.6	1.02	0.09	0.01	0.31	295	1
0.1-	0.99	0.3-	0.99	0.09	0.05-	0.35	303	23
1.3	1.05	0.9	1.02	0.09	0.08-	0.30	310	24
2.2-	0.89	2.4-	0.92	0.09	0.44-	0.42	354	13
0.5-	0.97	1.0-	0.97	0.09	0.48-	0.35	361	6
0.4	1.02	0.5	1.02	0.09	0.52-	0.29	355	18
0.5-	0.96	0.4-	0.98	0.10	0.95-	0.31	404	19
1.5-	0.87	0.9-	0.95	0.11	1.27-	0.35	441	11
1.3-	0.88	0.9-	0.95	0.11	1.32-	0.33	442	5
1.4-	0.85	0.9-	0.94	0.12	1.55-	0.34	465	12
0.7-	0.91	0.3-	0.98	0.12	1.68-	0.28	475	7
0.1-	0.89	0.6-	0.95	0.12	1.70-	0.29	475	3
1.00	0.99	2.0	1.00	0.10	0.00		293.8	المتوسط Mean
1.6	0.10	1.5	0.06	0.01	0.90		102.2	الانحراف م. S.D

بعد استبعـــاد الأفراد غير المطابقين، والمفردات غير المطابقة، ولغرض التأكد من مطابقة البيانات الناتجة عن استجابات أفراد العينة للاختبار والتحقق من موضوعية الاختبار بصورته النهائية (22) مفـــردة، والتحقق من افتراضات نظرية (نموذج) (فان هيل) لمستويات التفكير الهندســـي، تمت اعادة التحليل للحصول على تقديرات متحررة من صعوبة المفردات وقدرات الأفراد، والجدول7 يبين ملخص نتائج التحليل للقيم المتحررة من قدرات الأفراد.

جدول(7)

ملخص نتائج التحليل للقيم المتحررة من قدرات الأفراد

الاحصاءات	الدرجة الخام Raw Score	القدرة Measure	الخطأ المعياري للنموذج Model S.E	احصائي المطابقة الداخلية Infit		احصائي المطابقة الخارجية Outfit	
				متوسط المربعات MNSQ	قيمة الاحصائي ZSTD	متوسط المربعات MNSQ	قيمة الاحصائي ZSTD
المتوسط الحسابي	11.9	0.30	0.50	1.00	0.0	0.99	0.0
الانحراف المعياري	3.4	0.84	0.06	0.17	0.9	0.26	0.9
أعلى علامة	21.0	3.38	1.04	1.56	2.8	1.89	2.6
أدنى علامة	3.0	2.10-	0.47	0.57	2.7-	0.53	2.6-

يتضح من الجدول(7) أن التقديرات النهائية المتحررة من قدرات الأفراد تراوحت مابين (3- 21)، ومتوسط توزيع القدرة بلغ (0.30) لوجيت، والانحراف المعياري بلغ (0.84) لوجيت، أما الخطأ المعيـــاري للوسط الحسابـــي لتقديرات القـــدرة فقد بلغ (0.50)، وهي قيمة تقترب مما يفترضـــه النمـــوذج، ما يشير إلى دقة تحديد مواقع الأفراد على متصل السمـــة، والجدول(8) يبين ذلك:

جدول(8)

ملخص نتائج التحليل المتحرر من صعوبـــة المفردات

الاحصاءات	الدرجة الخام Raw Score	الصعوبة Measure	الخطأ المعياري للنموذج Model S.E	احصائي المطابقة الداخلية Infit		احصائي المطابقة الخارجية Outfit	
				متوسط المربعات MNSQ	قيمة الاحصائي ZSTD	متوسط المربعات MNSQ	قيمة الاحصائي ZSTD
المتوسط الحسابي	306.9	0.00	0.10	1.00	0.1	0.99	0.1
الانحراف المعياري	103.4	0.93	0.01	0.04	1.1	0.08	1.2
أعلى علامة	475.0	1.46	0.12	1.09	1.2	1.13	2.4
أدنى علامة	146.0	1.61-	0.09	0.90	2.6-	0.84	2.0-

يشير الجدول(8) إلى أن متوسط توزيع الصعوبة بلغ (صفراً) لوجيت، والانحراف المعياري بلغ (0.93) لوجيت، وقيم التقديرات المتحررة من صعوبـــة المفردات تراوحت ما بين (−1.61) إلى (1.46)، أما الخطأ المعيـــاري للوسط الحسابي لتقديرات الصعوبة فقد بلغ (0.10) وهي قيمة متدنية نوعا ما، مما يشير إلى دقة تقديرات الصعوبة، وقد تم تقدير قيم معالم مفردات اختبار مستويات التفكير الهندســـي بصورته النهائية (22) مفردة، باستخدام طريقة الارجحية العظمى غير المشروطة (Un conditional maximum likelihood estimation (UCON))، لتقدير أدق القدرات والصعوبة ولتقليل الخطأ في التقدير لصعوبة المفردات. يتضح أن مؤشرات المطابقة لكل مفردة من مفردات اختبار مستويات التفكير الهندسي المطور كانت ضمن حدود المطابقة الداخلية (التقاربية) والخارجية (التباعدية)، والشكل(3) يوضح مجال قيم الاحصائي متوسط المربعات التباعدي للمفردات (Mean Square Outfit Statistics, MNSQ)، وقيم الاحصائي متوسط المربعات التقاربي للمفردات (Mean Square Infit Statistics, MNSQ) لصعوبة مفردات الاختبار المدرج.

ITEM FIT GRAPH: MISFIT ORDER

ENTRY NUMBER	MEASURE - +	INFIT MEAN-SQUARE 0.0 1 2	OUTFIT MEAN-SQUARE 0.0 1 2	ITEM
6	*	: *	: .*	ITEM8
19	*	: *	: .*	ITEM24
20	*	: *	: *	ITEM25
21	*	: *	: *	ITEM26
1	*	: *	: *	ITEM1
8	*	: *	: *	ITEM10
22	*	: *	: *.	ITEM27
13	*	: *	: *	ITEM16
11	*	: *	: *	ITEM14
15	*	: *	: *	ITEM18
17	*	: *.	: *	ITEM22
18	*	: *.	: *	ITEM23
5	*	: *.	: *.	ITEM7
16	*	: *.	: *.	ITEM19
2	*	: *.	: *.	ITEM3
4	*	: *.	: *.	ITEM6
7	*	: *.	: *.	ITEM9
14	*	: *.	: *.	ITEM17
3	*	: *.	: * .	ITEM5
10	*	: *.	: * .	ITEM12
9	*	: *.	: * .	ITEM11
12	*	: * .	: * .	ITEM15

شكل(3) احصائـــي متوسط المربعات التباعدي والتقاربي لمفردات الاختبار (MNSQ).

يتضح من الشكل(3) إلى أن قيم الصعوبـــة لمفردات اختبار مستويات التفكير الهندســـي المطور (22) مفردة (والمعبر عنها في العمود Measure) بأنها في المجال المقبول، كما تشير قيم مؤشرات الملاءمة الاحصائية لمتوسط المربعات التباعدية والتقاربية لمفردات الاختبار إلى أنها قريبة من الوضع المثالي الذي يفترضه النموذج وهو القيمة (1)، حيث تراوحت قيمه ما بين (0.84− 1.13)

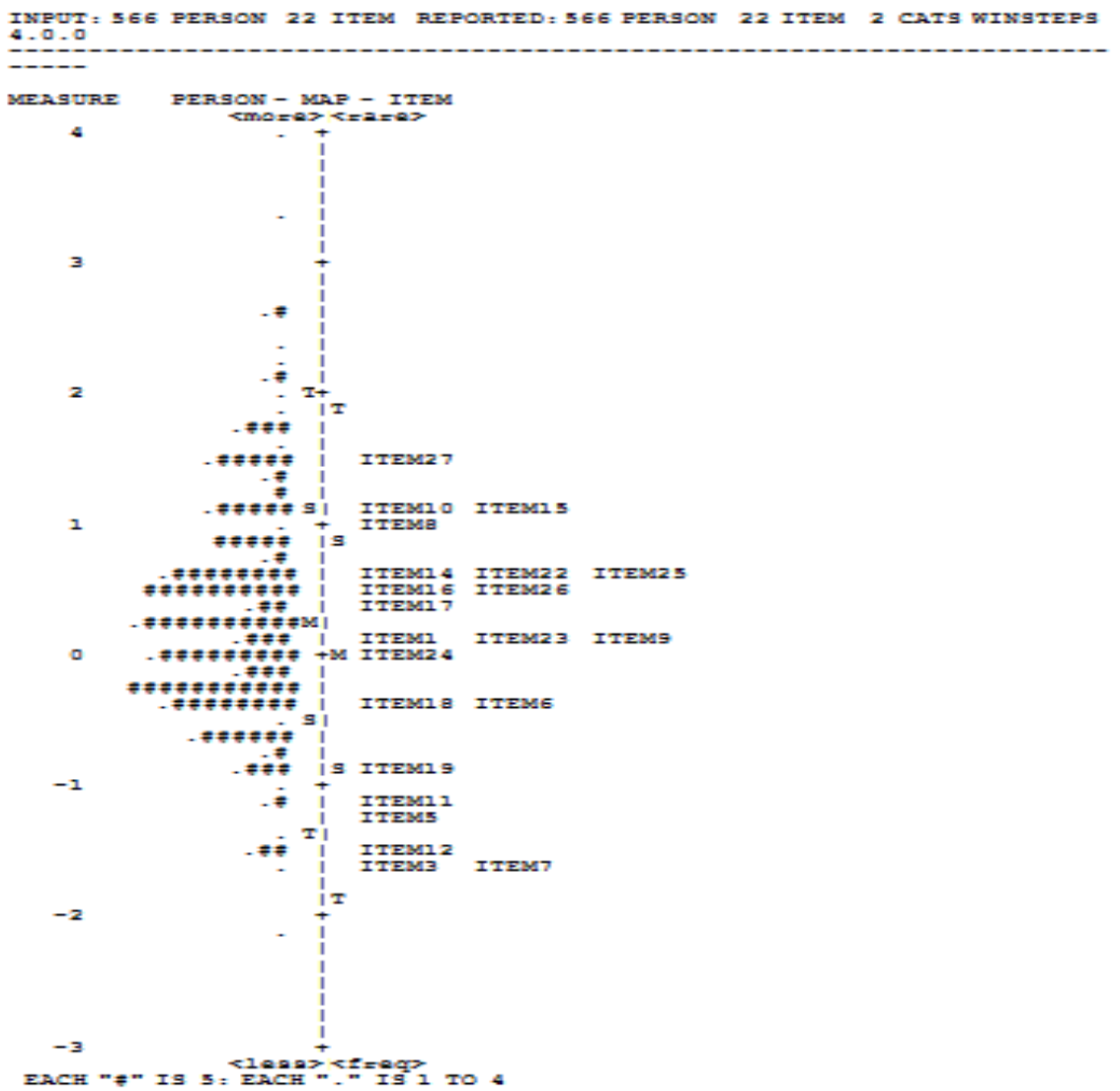
بمتوسط حسابي (0.99) وانحراف معيـــاري (0.08)، وهو في مجال القيـــاس المنتج الذي حدده كلا من (Wright and Linacre, 1994) بالقيم (1.30–0.70) أو القيم (1.5–0.50) عموما والقريبة من الواحد، وهو مؤشر إحصائي أكثر حساسية للسلوكيات غير المتوقعة من النموذج (المتطرفة مثل التخمين والاخطاء غير المتوقعة) التي تؤثر في الاستجابات عن المفردات التي تكون بعيدة عن مستوى قدرة الفرد. لذلك فالقيمة أكبر من (1.0) لمؤشر (Outfit-Underfit) أو مؤشر (MNSQ <0.7 /-2) تعني وجود تباين كبير أو تداخل في البيانات غير مبرر. والقيمة أقل من (1.0) لمؤشر (Infit-Overfit) أو مؤشر (MNSQ >1.3 /2) يعني أن النموذج مفرط في البيانات وقد يتسبب في تضخم احصاءات الثبات (William et al, 2014, 166) .

تدل هذه المؤشرات على اقتراب المنحنى الملاحظ من المنحنى المتوقع (أفضل منحنى له يطابق النموذج) وبذلك يتوافر لهذا المنحنى ما يتوافر للمتوقع من النموذج من استقلال لمعلمة الصعوبة للمفردات عن خصائص توزيع القـــدرة لعينة التلامذة.

صدق الاختبار:

وللتحقق من الصدق البنائي للاختبار يجب الاجابة على السؤال التالي وهو: هل تظهر مستويات التفكير الهندسي وفق نظرية (فان هيل) ترتيب هرمي متسلسل أم أنها منفصلة؟

استخدم الباحثان خريطة Wright بعد التدريج النهائي لاختبار مستويات التفكير الهندسي والشكل(4) التالي والذي يظهر خريطة "رايت" بأن المفردات المصممة لاختبار كل مستوى من مستويات التفكير الهندسي لـــ(فان هيل) بأنها تميل إلى أن تكون متسلسلة، فالزيادة في متوسط عتبة صعوبة المفردات لكل مستوى تدعم الأدلة البحثية الأخرى أن المستويات تشكل التسلسل الهرمي. إلا أن هناك بعض التداخل في عتبات الصعوبة بالنسبة لبعض المفردات والتي تشير إلى أنها ليست منفصلة، وقد يعزى جزئيا لبعض المفردات والتي لم تكن دقيقة في اختبار مستويات التفكير الهندسي المبني وفق نظرية (فان هيل). وعموما، على الرغم من أن المستويات الاربعة أظهرت بأنها تكون هرمية طبيعياً. والنتائج تدعم الفكرة القائلة بأن مستويات التفكير الهندسي وفق نظرية (فان هيل) بدلا من كونها ذات طبيعة ثابتة، هي في الواقع أكثر دينامية، وأن التلامذة تتزايد قدراتهم في عدة مستويات في وقت واحد.



شكل4 خريطة رايت (Wright) لتدريج الأفراد ومفردات اختبار مستويات التفكير الهندســي المطور (22) مفردة

وعند تحليل احصاءات برنامج "Winsteps" يظهر بأنها تدعم الفكرة القائلة بأن مستويات "فان هيل" للتفكير الهندسي هرمية، ولكنها تشير إلى أن المستويات ذات طبيعة ديناميكية وليست منفصلة وتبين خريطة "رايت" عدم انتظام توزيع المفردات عبر المستويات قد يكون راجع إلى أن المفردات المصممة غير كافية. وبشكل عام فان مفردات اختبار مستويات التفكير الهندسي تقيس مستويات " فان هيل" للتفكير الهندسي التي تم تصميمها، ومع ذلك فإن هناك بعض الشذوذ يستحق مزيدا من التحقق في دراسات لاحقة.

ثبات الاختبار:

تم الحصول على نوعين من المعاملات: معامل الثبات الخاص بالأفراد (Person Reliability) ومعامل الثبات الخاص بالمفردات (Item Reliability)، فالثبات وفق نظرية الاستجابة للمفردة يعني الدقة في تقدير موقع كل من الأفراد والمفردات على متصل السمة، والجدول(9) يوضح ذلك:

جدول(9)

ملخص لنتائج معاملات الثبات والفصل وأخطاءهما المعيارية للأفراد والمفردات وفق نموذج (راش) بعد التدريج النهائي لاختبار مستويات التفكير الهندسي (22) مفردة

معامل الثبات		معامل الفصل		الانحراف المعياري SD		جذر متوسط الخطأ المعياري RMSE	
الأفراد	المفردات	الأفراد	المفردات	الأفراد	المفردات	الحقيقي للأفراد REAL RMSE	الحقيقي للمفردات REAL RMSE
0.63	**0.99**	**1.32**	**9.13**	**0.70**	**0.92**	**0.53**	**0.10**
						لنموذج الأفراد MODEL RMSE	لنموذج المفردات MODEL RMSE
0.65	**0.99**	**1.37**	**9.20**	**0.71**	**0.92**	**0.52**	**0.10**

– معامل الثبات ألفا كرونباخ أو(KR-20) ،أي ثبات الاختبار يساوي **0.64** . SEM=**2.09**

يتضح من الجدول(**9**) أن قيمة معامل الفصل لمفردات اختبار مستويات التفكير الهندسي تساوي (**9.20**) وهي قيمة أكبر من (**2**)، وبالتالي تأكد على التسلسل الهرمي لصعوبة مفردات الاختبار في التدريج النهائي، وأن أقل قيمة لفصل المفردات هي (**3**)، وأقل قيمة لثبات المفردات (**0.90**)، لكي تعد هذه المفردات كافية لتعريف متصل السمة التي تقيسها وهي التفكير الهندسي، وكفاية عينة الأفراد لتأكيد هرمية صعوبة المفردات، وهي تكافئ الصدق البنائي للأداة (Linacre, 2012, 644). كما أن معامل الفصل يشير إلى عدد الطبقات التي تكون صعوبـــة مفردات الاختبار، ولهذا فان المفردات تنتشر بشكل جيد على سلم لوغاريتمي مع ثبات عالي. وهذا ما تم تسجيله في الدراسة الحالية بالقيمة (**0.99**) لمعامل ثبات المفردات. كما بلغت قيمة معامل الفصل للأفراد (Person Separation Index (GP)) (**1.32**) وهي قيمة قريبة من (**2**) نوعا ما، حيث أن أقل قيمة لفصل الأفراد هي (**2**)، وثبات الأفراد (**0.80**) لكي تكون عينة الأفراد حساسة للتمييز بين الأداء العالي والمنخفض، وفي الدراسة الحالية تعتبر قيم كلا من معامل الفصل والثبـــات قيم مقبولة نوعا ما إلا أنها تشير إلى حاجة اختبار مستويات التفكير الهندسي لمزيد من المفردات، ومن خلال هذه المعاملات (GI) و(GP) تم حساب معامل الثبات لكل من المفردات والأفراد، وفق الصيغة الرياضية التالية: ($R=G^2/1+G^2$) (Andrich, 1982, p95-104)، حيث أن (G) ترمز إلى معامل الفصل، و(R) ترمز إلى معامل الثبـــات. وتتراوح قيم مؤشرات الفصـــل من (**0**) إلى ما لانهاية والقيم الأعلى هي الأفضل.

وقد بلغت قيمة معامل الثبات للمفردات (**0.99**)، وهي قيمة مرتفعة وتدل على كفاية عينة الأفراد في الفصل بين المفردات، وبالتالي في تعريف متصل السمة الذي تقيسه هذه المفردات، وهو مستقل عن طول الاختبار. كما بلغت قيمة معامل الثبـــات للأفراد (**0.65**)، بخطأ معياري للقياس (**2.09**) للأختبار وهي مقبولة نوعا ما والتي تدل على أن نطاق القدرة ضيق نوعا ما، أي هناك ضعف في تباين قدرات الأفراد، وبالتالي فالاختبار في حاجة لمزيد من المفردات، وهو مستقل عن حجم العينة. وتجدر الاشارة أن قيمة معامل ثبات الأفراد في نموذج (راش) يكافي ثبات الاختبار في

النظرية الكلاسيكية ألفا كرونباخ (α) أو كودر–ريتشارسون (KR-20) تقريبا، والذي يمثل الحد الأدنى لمعامل الثبات.(Linacre, 2012, 645)

خلاصة الدراسة:

أظهرت نتائج الدراسة التجريبية أن ستة (6) مفردات من اختبار مستويات التفكير الهندسي المبني وفق نظرية "فان هيل"، غير صالحة وغير مطابقة لنموذج (راش) اللوغاريتمي أحادي البارامتر، كما تم الحصول على مفردات متحررة من خصائص الأفراد، وتحرر الأفراد من خصائص المفردات، وكانت هذه المفردات تتمتع بدرجة مقبولة من الصـــدق والثبـــات وقد بلغ عددها (22) مفردة . في حين لم يتم حذف أي مفردة من مفردات الاختبار (28) باستخدام النظرية الكلاسيكية للاختبارات.

التوصيات والمقترحات:

في ضوء النتائج التي توصلت اليها الدراسة الحالية، يوصي الباحثان بما يلي:

1. إجراء المزيد من الدراسات على الصورة الأولية لاختبار مستويات التفكير الهندسي (28) فقرة المبني في الدراسة الحالية، باستخدام نماذج نظرية الاستجابة للمفردة المختلفة، وإجراء مقارنة بينها وتطبيقه ليشمل جميع المناطق والمراحل التعليمية الأخرى، من أجل تأكيد الثقة حول صدق وثبات الاختبار في تحديد مستويات التفكير الهندسي وفق نموذج " فان هيل" لدى التلامذة في المراحل التعليمية قبل الجامعية.

قائمة المراجع

المراجع العربية:

أبو ناهية، صلاح الدين(1994). *القياس التربوي*، مصر: مكتبة الأنجلو مصرية.

أناستازي و سوسن، أرينا(2015). *القيـــاس النفســـي* (ترجمة: صلاح الدين محمود علام).عمان: دار الفكر.

بوسالم، عبد العزيز(**2014**). *القياس في علم النفس والتربية الأسس النظرية والمبادئ التطبيقيـــة*، منشورات مخبر القياس والدراسات النفسية ،الجزائر، دار: قرطبة للنشر والتوزيع.

تيغزة، أمحمد(2011). اختبار صحة البنية العاملية للمتغيرات الكامنة في البحـــوث: منحى التحلـــيل والتحقق، بحث علمي محكم، قسم علم النفس، كلية التربية، جامعة الملك سعود، الرياض.

رباب، الطنة (2008). *تحليل محتوى منهاج الرياضيات للصف الثامن الأساسي في ضوء مستويات التفكير الهندسي لفان هيل*، رسالة ماجستير غير منشورة بكلية التربية بالجامعة الاسلامية، غزة.

الرمحي، رفاء جمال(2006). *مستويـــات التفكيـــر الهندســـي لدى المعلمين وفي كتب الرياضيـــات المدرسية في فلسطين*، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة بيرزيت، فلسطين.

شحاتة، ساميه سمير(2012). *دروس في القيـــاس النفسي والتربوي*، القاهرة ،مصر: مكتبة ايتراك للنشر والتوزيع.

صفوت، فرج(**2007**). *القياس النفسي*. ط**6**، القاهرة: مكتبة لأنجلو مصرية.

عبد القوي، مصطفى(2007). *فاعلية استراتجيـــة التدريس بحل المشكلة في تنمية التفكيـــر الهندسي والتحصيل لدى تلاميذ الصف الأول الثانوي*، مجلة دراسات في المناهج وطرق التدريس، مصر، المجلد:125،ص162–202.

عبد المسيح، عماد (1991): *استخدام نموذج (راش) اللوغاريتمـــي أحادي البارمتر في تحليل مفـــردات الاختبارات المعرفية مرجعية المعيار ثنائية القطب (دراسة تجريبية)*، مجلة البحث في التربية وعلم النفس، العدد (4).

علام، صلاح الدين محمود(2001).الاختبارات *التشخيصية مرجعية المحك في المجالات التربويـــة والنفسية*، القاهرة: دار الفكر للنشر والتوزيع.

علام، صلاح الدين محمود(2013). *نماذج الاستجابة للمفردة الاختبارية أحادية البعد ومتعددة الأبعاد وتطبيقاتها في القياس النفسي والتربوي*، القاهرة: دار الفكر العربي.

محاسنة، ابراهيم محمد. (2013). *القياس النفسي في ظل النظرية التقليدية والنظرية الحديثة*، عمان، الأردن، دار جرير للنشر والتوزيع.

ميمي السيد، أحمد(2014). *التوجهات الحديثـــة في القياس النفســـي والتربوي* ،القاهرة : دار الكتاب الحديث.

المراجع الأجنبية:

Ayala , j (2009). *The Theory and Practice of item Response Theory* . A division of Guilford Publications , Ine 72 Spring Street ,New York,Ny 10012. www.guilfford.com

Andrich, David (1982) .An Index of Person Separation in Latent Trait Theory, the Traditional KR-20 Index, and the Guttman Scale Response Pattern. *Education Research and Perspectives*, 9:1, 95-104.

Baker , F.B (2001).*The Basics of Item Response Theory* ,ERIC clearinghouse on Assessment and Evaluation, University of Maryland,College Park,MD.

Chrisitine, D (2010). *Item Response Theory Understanding Statistics Measurement* . Oxford University Press,Inc.

Cronbach , L .J (1970). *Essentials of Psychological testing* , New york : Harper and Row publishers.

Francis, T , and Paul, D (2001). Non – modeled item interactions lead to distrorted discrimination parameters : A case Study *Methods of Psychological Research* Online 2001,Vol6, No2, p159 -174. http://www.mpr-online.de

Fuys,D ; Geddes,D ;Tischler,R.(1988). The van hiele Model of Thinking in Geometry Among Adolescent.The National Council of Teachers of Mathematics,INC.*journal for Research in Mathematics Education*, Monograph Numer 03 .pp.01-195.

Ghiselli, E, and Compell, J, and Zedeck, S (1981). *Measurement Theory for behavioral sciences* .San Francisco, W.H, Freeman Company.

Hambleton, R, and Swaminathan, H (1985). *Item Response Theory: Principles and Applications*, Boston, Kluwer, Nijhoff Publishing.

Kelley, T. L (1939). The selection of upper and lower groups for the validation of test items. *Journal of Educational Psychology, 30,* 17-24.

Linacre, J, M (2012).*A User's Guide to Winsteps Ministep Rasch- Model Computer Programs*. Winsteps.com

Linacre, J, M (2006b). *Auser's guide to WINSTPES MINISTEP Rasch model computer programme manual 3.92.1* Retrieved from http://www.Winsteps.com.

Matthew, G and Ray, C (2013). Determining the Number of Factors to Retain in EFA : Using the SPSS R-Menu v2.0 to Make More judicious Estimations.*Practical Assessment Research and Evaluation*,Vol 18,No 8,p1-14

Mislevy, R. T (1990). Modeling Item Response When Different Subjects Employ Different Solations Strategies, Netherlands: *Psychometrica*, Vol. 55, No., PP. 195-215.

Randall, s (1998). Company measurement theories paper present at the annual meeting of the *American educational research association san Diego*, CA, April, 13-17.

Steven, p, and Reise, N, G and Walle .(2003).How Many IRT Parameters Does It Take to Model Psychopathology Items?, *Psychological Methods*, 2003, 8, 2, 164-184.

Van hiele, and Pierr, M (1986).*Structure and Insight a theory of Mathematics Education*, New York,Academic Press.

Van Hiele, and Pierre, M (1999). Developing Geometric Thinking Through Activities That Begin with Play.Theaching Children Mathematics .pp 16-310. *Natienal Council of Teachers of Mathimatics*,inc.www.nctm.org.

William, j and Boone (2014). *Rasch Analysis in the Human Sciences*. Spinger Dordrecht Heidelberg New York London . http:// extras.springer.com