التحليل المعرفي لبنود اختبارات الاستدلال المجرد وعلاقته بصعوبة البند باستخدام نموذج راش

أ.م.د/ هشام فتحى محمد جادالرب
أستاذ مساعد علم النفس التربوي
كلية التربية جامعة المنصورة

ملخص:

هدفت الدراسة الحالية لبحث العلاقة بين العوامل المسئولة عن التعقيد المعرفي لبنود اختبارات الاستدلال المجرد غير اللفظي المعتمدة على الأشكال الهندسية بصفة عامة والمصفوفات بصفة خاصة على أهم خصائص البند السيكومترية (صعوبة البند) باستخدام نموذج راش، وهو ما يمكن اعتباره دليلاً قوياً على صدق التكوين الفرضي للاختبار. استخدمت الدراسة واحد من أشهر الاختبارات المستخدمة للمصفوفات وهو اختبار المصفوفات المتتابعة القياسية لرافن والذي يتكون من (60) بند، استخدم الباحث (48) بند منهم لتحليلهم معرفياً وفقاً لأربعة عوامل مسئولة نظرياً عن التعقيد المعرفي للبنود من هذا النوع. تكونت عينة الدراسة من 342 طالباً وطالبة (66.8% إناث)، وقد تم تحليل البيانات باستخدام نموذج راش لتقدير صعوبات البنود، كما استخدم الباحث تحليل التباين وتحليل الانحدار المتعدد للتحقق من أثر التعقيد المعرفي على صعوبات البنود. توصلت الدراسة لأثر دال لعوامل التعقيد المعرفي الأربعة على تقديرات صعوبات البنود، وقد تمكنت العوامل الأربعة مجتمعة من تفسير (94.2%) من تباين صعوبات البنود. تدعم هذه النتائج صدق التحليل المعرفي للبنود وصدق التكوين الفرضي للاختبار.

أ.م.د/ هشام فتحى محمد جادالرب
أستاذ مساعد علم النفس التربوي
كلية التربية جامعة المنصورة

مقدمة:

تعد اختبارات القدرات والاستعدادات من الاختبارات النفسية واسعة الاستخدام في حياتنا اليومية، وتسهم بفاعلية في اتخاذ قرارات علمية تتعلق بفئات كثيرة من المجتمع. وبصفة عامة يمكن النظر إلى اختبارات القدرات والاستعدادات على أنها طرق مقننة لتقييم الأداء الحالي أو المستقبلي للفرد عن طريق استجابته عن مهام أو مشكلات محددة تشترك فيما بينها في قياسها الجانب العقلي المعرفي. وقد أسهمت التطورات التي حدثت في ميدان علم النفس المعرفي في تنامي معلوماتنا حول الكيفية التي يقوم بها الأفراد في حل المشكلات المعرفية المختلفة والتي تكون اختبارات القدرات والاستعدادات. وفي هذا الصدد يرى أرفين (Irvine, 2005) ان استخدام النماذج المعرفية النظرية في ميدان قياس القدرات العقلية يعد من أهم التطورات التي ميزت بطاريات الاختبارات التي تم بناؤها منذ بداية 1990. فظهرت عدد كبير من اختبارات وبطاريات القياس في مجال القدرات والاستعدادات معتمدة على التطور في مجال البحث في علم النفس المعرفي في نهاية القرن الماضي منها بطارية كوفمان لذكاء المراهقين والراشدي KAIT (Kaufman & Kaufman, 1993) ، والمقاييس الفارقة للقدرات DAS (Elliot, 1990) ، وبطارية اختبارات وودكوك وجونسون للقدرات المعرفية WJ COG (Woodcock & Johnson, Woodcock–Johnson Psycho–Educational Battery–Revised, 1989) والتي طورت في ضوء نظريات بياجيه في النمو المعرفي، وكارول في القدرات المعرفية، وكاتل وهورن في الذكاء السائل (المائع) والمتبلور (Flanagan, Genshaft, & Harrison, 2003)، وكل هذه الاختبارات تنطوي على مشكلات (بنود) استدلالية.

من الاتجاهات الحديثة في تطوير الاختبارات النفسية هو الاتجاه الذي يعمل على التكامل بين علم النفس المعرفي والقياس النفسي معاً، وقد تبنى هذا الاتجاه كبار المتخصصين في القياس النفسي مثل امبرتسون (Embretson, 1996; 1998) وفريدركسون وميسليفي وبيجار (Frederiksen, Mislevy, & Bejar, 1993). وفي هذا الإطار ميزت امبرتسون (Embretson, 1998) بين إجراءين من إجراءات صدق التكوين الفرضي Construct Validity: الأول هي إجراءات صدق التكوين الفرضي الذي تتضمن التعرف على المكونات المعرفية المتضمنة في الأداء

على مهام الاختبار وهو ما أسمته تمثيل المفهوم Construct Representation، والثانية هو الربط بين درجات الاختبار ودرجات تكوينات افتراضية أخرى لها علاقة نظرية بمفهوم الاختبار والتي أسمتها الحدود العملية Nomothetic Span لصدق التكوين الفرضي. وقد أشارت امبرتسون أن الاهتمام في صدق التكوين الفرضي ينصب أساساً على الحدود العملية والتي تعطي معنى لدرجات الاختبار عن طريق ربطها بمقاييس أخرى، مع القليل من التركيز على إجراءات صدق التكوين الفرضي الذي تتضمن التعرف على المكونات المعرفية، مع أن التطورات التي حدثت في علم النفس المعرفي يمكن أن تستخدم لإعطاء معنى للدرجات ضمن إطار صدق التكوين الفرضي من خلال فهم العمليات والاستراتيجيات والمعلومات المتضمنة في سلوك حل المشكلة أثناء استجابة الفرد على كل بند من بنود الاختبار. ويلاحظ أن هذا الاتجاه يدعو متخصصي القياس النفسي عند تطويرهم للاختبارات النفسية، عدم التركيز فقط على الأدلة الاحصائية في التحقق من صدق التكوين الفرضي، وعدم اهمال التطورات الحادثة في مجال علم النفس المعرفي، والتكامل في تطوير الاختبارات النفسية خاصة في مجال القدرات والاستعدادات بين التطورات الحادثة في علم النفس المعرفي وكذلك التطورات الحادثة في القياس النفسي. كما أن هذا الاتجاه يدعو للتركيز على البند وأداء الفرد على كل بند بدلاً من التركيز على الاختبار ككل فقط.

اتجاه أخر في القياس النفسي يوافق هذا التوجه في التركيز على البند بدلاً من التركيز على الاختبار ككل، هذا الاتجاه اصطلح على تسميته نظرية الاستجابة على البند (IRT) Item Response Theory للتأكيد على أهمية البند الواحد وأن استجابة الفرد على البند هي أساس نمذجة العلاقة بين احتمالات استجابة الفرد بشكل معين على البند وبارامترات البند مثل صعوبته وقدرته على التمييز. هناك عدد من النماذج تنتمي لنظرية الاستجابة على البند، ومن الناحية الاحصائية نماذج الاستجابة على البند هي دوال رياضية احتمالية تربط بين الاستجابة المتوقعة على البند وخصائص البند (علام، 1985). والفكرة الرئيسة لنماذج الاستجابة على البند، في أنها تحاول اشتقاق قيم تقديرية للسمة التي تنطوي عليها مجموعة من الاستجابات لمجموعة من بنود الاختبار، وهذه القياسات تتميز بخصائص تفسيرية تتخطى حدود مجموع درجات الاختبار (علام، 1999). أحد النماذج المميزة والشهيرة لنظرية الاستجابة على البند هو نموذج راش. قد يكون أحد أسباب تميز هذا النموذج وشهرته هو ما يُعرف بفصل البارامترات، والمقصود هنا بارامتر صعوبة البند وبارامتر قدرة الفرد. حاول راش في نموذجه التوصل لتقديرات لقدرة الفرد وتقديرات لصعوبة البند مستقلة عن بعضها البعض ويمكن وضعهما على نفس خط القياس (كاظم، 1988). كما أنه تم التوصل لنتائج امبريقية تؤكد استقلال تقديرات صعوبة البنود المشتقة من نموذج راش عن عينة المستجيبين، الأمر الذي لا يتحقق في قيم صعوبة البنود وفقاً لنظرية القياس التقليدية (أنستازي و أورينا، 2015) مما يزيد من جاذبية النموذج

بالنسبة للمشتغلين بالقياس النفسي.

مشكلة البحث:

إن العلاقة السببية بين مستوى تعقيد المتطلبات المعرفية اللازمة للاستجابة على كل بند من بنود أحد الاختبارات النفسية والخصائص الاحصائية لهذه البنود تعد دليلاً هاماً لصدق التكوين الفرضي، ولا تقل أهمية عن دليل العلاقة بين درجات الاختبار وغيره من التكوينات الفرضية. ويعد صدق التكوين الفرضي أهم أدلة صدق الاختبار، بل ويعد مفهوماً شاملاً للصدق يضم في طياته أدلة الصدق الأخرى (American Educational Research Association, American Psychological Association, & National Council on Measurement in Education, 1999). وللتوصل لمستوى تعقيد المتطلبات المعرفية اللازمة للاستجابة على البند يجب أن يكون هناك نموذج معرفي يفسر كيفية استجابة الفرد على البند، من خلال هذا النموذج يمكن تحديد العمليات الأساسية التي تكون الأداء على البند وأثرها على خصائص البند، بالتالي يمكن القيام بالتنبؤات المناسبة لخصائص ذلك البند الاحصائية (مثل صعوبته). يمكن اختبار صحة النظرية عملياً من خلال مقارنة التعقيد المتوقع للمتطلبات المعرفية اللازمة للاستجابة على البند مع البيانات الفعلية التي تنتج من استجابات الأفراد على البند. لذلك فإن هذه المنهجية تفسر التباين في درجات الأفراد على البنود من خلال الفروق الفردية في العمليات المعرفية لديهم (Embretson & Wetzel, 1997) .

إذا نظرنا لبنود اختبارات القدرات والاستعدادات على أنها مشكلات، فإن استجابة الفرد على تلك البنود هي عبارة عن سلوك حل المشكلات Problem–Solving Behavior. تاريخياً في هذا السياق حدد ستيرنبرج (Sternberg, 1977) ثلاث عمليات متتابعة لحل المشكلات الاستدلالية: العملية الأولى هي عملية تكوين التمثيل العقلي Mental Representation للخصائص المميزة Attribute للمشكلة والقواعد Rules المتعلقة بتلك الخصائص المميزة وهذه تعد عملية تجريد Abstraction وتتضمن عملية الترميز Encoding، العملية الثانية هي عملية الربط Mapping بين القواعد التي تم تمثيلها عقلياً في العملية السابقة وبين الموقف الذي يمثل المشكلة الحالية، والعملية الثالثة هي عملية تطبيق القواعد والاستدلال على المعلومات المفقودة وبالتالي الاستجابة وحل المشكلة.

في العقدين الماضيين تنامت الأبحاث التي توصلت لوجود علاقة بين الذكاء المائع بصفة عامة والاستجابة الصحيحة على اختبارات الاستدلال بصفة خاصة وسعة الذاكرة العاملة (Ackerman, Beier, & Boyle, 2002; Conway, Cowan, Bunting, Therriault, &

Minkoff, 2002; Engle, Tuholski, Laughlin, & Conway, 1999; Kane, et al., 2004). في نفس الوقت تنامت الأبحاث حول مكونات الذاكرة العاملة التي تفسر أداء الفرد على اختبارات الاستدلال التي يمكن وصفها بالاستدلال المجرد (Embretson, Abstract Reasoning 1998)، ومنها مجموعة اختبارات المصفوفات المتتابعة لرافن. بالرغم من ذلك هناك القليل من الدراسات التي استخدمت التطور الحادث في نتائج علم النفس المعرفي في تطوير ودراسة الاختبارات النفسية لتحديد ما هي الجوانب التي تغطيها بالفعل تلك الاختبارات في التكوينات الفرضية وما هي الجوانب التي لم تتعرض لها وهو يصب مرة أخرى في صدق الاختبار. فوفقاً لتعريف انستازى Anastasi الشهير للاختبار النفسي على أنه مقياس موضوعي مقنن لعينة من السلوك (Anastasi & Uraina, 1997)، فإن دراسة هذه العينة وفحصها لتحديد مكوناته هو إجراء أساسي للوصول لدليل لصدق التكوين الفرضي للاختبار.

تعد اختبارات الاستدلال غير اللفظي المجرد من الأدوات التقليدية المعتاد استخدامها خاصة في التقييم متعدد الثقافات نظراً لاعتمادها على محتوى غير لفظي؛ من أشهر تلك الاختبارات المصفوفات المتتابعة لرافن. لذلك تم اختيار اختبار المصفوفات المتتابعة القياسي لرافن لتحليل بنوده معرفياً ودراسة مردود التعقيد المعرفي لمكونات البند على واحدة من أهم الخصائص السيكومترية للبند وهي صعوبة البند. بالرغم من ذلك لم يتم التحقق من صدق التكوين الفرضي لاختبارات الاستدلال بصفة عامة واختبارات المصفوفات المتتابع لرافن بصفة خاصة باستخدام المنهجية التي استخدمتها الدراسة الحالية من توظيف التحليل المعرفي للبنود والتوصل لدرجة كل بند من حيث العوامل المسهمة في التعقيد المعرفي. واستخدام نموذج راش للتحقق من صحة التحليل المعرفي للبنود وبالتالي صدق التكوين الفرضي للاختبار. ويمكن تحديد مشكلة الدراسة في الأسئلة الأتية:

1- ما مدى تباين بنود اختبار المصفوفات المتتابعة من حيث التعقيد المعرفي؟

2- ما مدى ملاءمة بنود اختبار المصفوفات المتتابعة لرافن لافتراضات نموذج راش باستخدام البيانات المستمدة من الطلاب المستجيبين على الاختبار؟

3- هل يمكن تفسير تباين مستويات صعوبة بنود اختبار المصفوفات المتتابعة لرافن والتي يتم تقديرها باستخدام نموذج راش باستخدام عوامل التعقيد المعرفي للبنود؟

4- هل يمكن التنبؤ بصعوبة البنود التي يتم تقديرها باستخدام نموذج راش باستخدام عوامل التعقيد المعرفي للبنود ؟

أهداف البحث:

تهدف الدراسة الحالية في المقام الأول تقديم منهجية للتحليل المعرفي لبنود اختبارات القدرات والاستعدادات غير اللفظية المعتمدة على الأشكال الهندسية بصفة عامة والمصفوفات بصفة خاصة وهي من أكثر صور بنود اختبارات الاستدلال والتي تنتشر في معظم اختبارات القدرات والاستعدادات والتحقق من مردود ذلك على أهم خصائص البند السيكومترية وهو صعوبة البند باستخدام نموذج راش، وهو ما يمكن اعتباره دليلاً قوياً على صدق التكوين الفرضي للاختبار. كما تهدف الدراسة إلى الإفادة من نتائج علم النفس المعرفي في مجال الاستدلال المجرد غير اللفظي في تحليل بنود المصفوفات المتتابعة بصفة عامة واختبار رافن خصوصاً بصفته أكثر الاختبارات الجمعية استخداماً في قياس الذكاء المائع.

أهمية البحث:

يعد فهم العمليات المعرفية التي تفسر كيفية قيام الفرد بالاستدلال عامل رئيس في فهمنا لمفهوم للذكاء بصفة عامة (Primi, 2014)، فالاستدلال المائع هو عامل رئيس في كل اختبارات الذكاء التي تقيس الذكاء العام (Blair, 2006; Schneider & McGrew, 2012)، بل وأكثر من ذلك تشير بعد الأبحاث الحديثة إلى أن الاستدلال المجرد (والذي يقاس باختبارات الذكاء المائع) يلعب دورا رئيسياً في تفسير الفروق الفردية في التفكير الابتكاري (Silvia & Beaty, 2012). وتعد الاختبارات التي تستخدم مشكلات الاستدلال في صورة مصفوفات وأشهرها اختبارات المصفوفات المتتابعة لرافن من أفضل الاختبارات التي تقيس الذكاء المائع عن طريق الاستدلال غير اللفظي (Mackintosh & Bennett, 2005). لذا فإن الدراسة الحالية تسهم بشكل مباشر في التحقق من صحة التفسيرات المتعلقة بالذكاء الإنساني.

وتفيد نتائج الدراسة الحالية المتخصصين في بناء اختبارات الاستدلال والذكاء العام وتطويرها بصفة عامة، وفي اختيار بنود الاختبار بصفة خاصة، حيث تلقي الدراسة الضوء على العوامل التي تمكننا من التنبؤ بسلوك البند وكيفية تفاعل المستجيب عليه، وبالتالي التنبؤ بخصائص البند السيكومترية ولا سيما الصعوبة مسبقاً قبل تطبيق الاختبار، وبالتالي التحكم في تضمين الاختبار ببنود ذات خصائص سيكومترية محددة مسبقاً لتناسب الغرض من الاختبار وقدرات المستجيبين على الاختبار، مما يؤدى للتوصل لتقدير قدرة أدق للمستجيب على الاختبار.

يمكن الاستفادة أيضاً من نتائج الدراسة الحالية في عمليات تقدير الدرجات على الاختبار Scoring وفقاً لمدى تعقد العمليات المعرفية للبنود التي يستجيب عليها الفرد، كما تقدم الدراسة الحالية أساس منهجي يمكن استخدامه مع غيرها من الدراسات المستقبلية لتحليل بنود الاختبارات

معرفياً ودراسة علاقته بالخصائص السيكومترية للبند والاختبار وهو يعد منهجية جديدة لتقديم أدلة لصدق التكوين الفرضي للاختبارات.

مصطلحات البحث:

التحليل المعرفي لبنود الاختبار

هو تحديد المتطلبات المعرفية اللازمة للاستجابة على البند الاختباري بالاعتماد على العمليات المعرفية الأساسية اللازمة للتمثيل العقلي للمدخلات والمخرجات ومن ثم الاستجابة على البند وفقاً لإطار نظري محدد. (Yang, 2013)

صعوبة البند

هو بارامتر خاص لكل بند ويشير في نموذج راش إلى النقطة التي يكون عندها احتمالات الاجابة الصحيحة على البند تساوي 50% .(Anastasi & Uraina, 1997)

نموذج راش

هو نموذج رياضي يربط بين الفرق بين قدرة الفرد وصعوبة البند من ناحية واحتمالات حدوث الاستجابة الصحيحة من ناحية أخرى، حيث افترض راش أن الفرق بين قدرة الفرد وصعوبة البند يكون مساوياً لوغاريتم حاصل قسمة احتمال الاستجابة الصحيحة والاستجابة الخاطئة على البند (كاظم، 1988).

الإطار النظري ودراسات سابقة:

نتيجة لانتشار مكونات الاستدلال غير اللفظي (المجرد) والذكاء المائع في اختبارات الذكاء والقدرات العقلية والاستعدادات باعتبارها جزء أساسي من الاختبارات التي تقيس البنية العقلية، ولأن كثير من هذه الاختبارات يعتمد على الأشكال الهندسية، فقد أهتم علماء النفس المعرفي بالعمليات المعرفية التي يستخدمها الفرد عند استجابته على مهمة أو حل مشكلة تنطوي على التناظر الهندسي Geometric Analogy والتوصل للعوامل التي تؤدي أن تكون مهمة ما معقدة وأخرى مهمة بسيطة. وقد تنامت دراسات منذ نهاية القرن الماضي توضح العلاقة بين الاستجابة على مثل هذا النوع من المهام وكفاءة وسعة الذاكرة العاملة (Duncan, Emslie, & Williams, 1996; Embretson, 1998; Engle, Tuholski, Laughlin, & Conway, 1999; Hunt, 1999; Prabhakaran, Smith, Desmond, Glover, & Gabrieli, 1997)

يعرف الاستدلال المجرد على أنه " ضبط متعمد ومتروٍ ولكنه مرن للانتباه لحل مشكلات جديدة لا يمكن حلها بالاعتماد على عادات أو مهارات متعلمة مسبقاً فقط بل يجب استخدام معالجة جديدة للمعلومات التي تكون المشكلة " (Schneider & McGrew, 2012, p. 100). ووفقاً

لبادلي وهيتش (Baddeley & Hitch, 1994) فإن الذاكرة العاملة هي النظام الذي يجمع وحدات التخزين والمعالجة في أن واحد. وقد أشار وودكوك (Woodcock, 1990) إلى أن المهام التي تنتمي للاستدلال المجرد تتطلب كل من استدعاء المعلومات من مخازن المعلومات ومعالجتها في نفس الوقت – لذلك فهي أقرب لمكونات الذاكرة العاملة. وتنقسم سعة الذاكرة العاملة إلى عدة مخازن أحدها يعمل على تخزين المعلومات المسموعة وأخر يخزن المعلومات البصرية المكانية وكذلك يفترض نموذج الذاكرة العاملة لبادلي وهيتش وجود مكون تنفيذي مركزي مسئول عن التنسيق بين المكونات الأساسية وضبط الانتباه. الاسم المتداول لتلك المخازن هو الذاكرة قصيرة المدى والتي تحتفظ بكم محدود من المعلومات بحيث يظل في متناول الفرد ويمكن استدعائه سريعاً واستخدامه في وقت محدد. وتعمل الوحدة المركزية على إبقاء الفرد منتبهاً ومركزاً في المهمة التي يتعامل معها أنياً. وقد توصل أنجل وزملائه (Engle, Tuholski, Laughlin, & Conway, 1999) أن وظيفة مكون الوحدة المركزية الذي افترضه بادلي وهيتش في نموذجه هو ربط المعلومات التي خذنها المستجيب أنياً في الذاكرة قصيرة المدى لاستعمالها في حل المشكلة موضع الاهتمام، كما توصلوا إلى أن قدرة الفرد على الاستجابة الصحيحة على المشكلة ترتبط بشكل كبير بكفاءة مكون الوحدة المركزية لديه.

اعتماداً على هذه النتائج وغيرها وبمراجعة الدراسات المعرفية التي اهتمت بالنماذج المعرفية التي تفسر الفروق الفردية في الاستدلال المجرد، حدد بريمي (Primi, 2014) أربعة عوامل تؤثر في تعقيد المتطلبات المعرفية لحل المشكلات التي تنطوي على التناظر الهندسي ومنها اختبارات المصفوفات، هذه المتطلبات تمثل الامكانات المعرفية الأساسية التي تكون الاستدلال المجرد. اثنان من المكونات الأربعة كميين، والمكونين الأخيرين كيفيين. المكون الأول هو عدد العناصر المكونة للمشكلة، والمكون الثاني هو عدد التحويلات أو القواعد المستخدمة في حل المشكلة، والمكون الثالث هو نوع القواعد المستخدمة في حل المشكلة، والمكون الرابع هو التنظيم الإدراكي للشكل. فيما يلي عرض لهذه العوامل بالتفصيل.

عدد العناصر: عدد العناصر المكونة للمشكلة يمثل كمية المعلومات التي يتم معالجتها في نفس الوقت والذي تؤدي زيادتها إلي زيادة الحمل على الذاكرة العاملة، وفي مشكلات التناظر الهندسي تشير إلى عدد الأشكال الهندسية المتمايزة التي يتعامل معها الفرد في لحظة محددة للوصول لحل المشكلة. وقد توصل ملهولاند وبليجرينو وجلاسر (Mulholland, Pellegrino, & Glaser, 1980) في دراسة تجريبية أنه كلما زادت كمية المعلومات التي يتم معالجتها أنياً، كلما تطلب ذلك كفاءة أكبر لمخازن الذاكرة العاملة. وأن هناك سعة محددة لكم المعلومات التي يمكن معالجتها آنياً في

الذاكرة العاملة، وأن زيادة عدد العناصر التي يتم معالجتها في الذاكرة العاملة أثناء حل مشكلات الاستدلال المجرد المعتمد على التناظر الهندسي بشكل يفوق هذه السعة، يؤدي إلى حمل على الذاكرة العاملة (بصفة خاصة حمل على مخزن المعلومات البصرية المكانية وفقاً لبادلي وهيتش) يفوق المستوى الأقصى الذي يمكن توفيره، مما يتطلب معه استخدام استراتيجيات معرفية بديلة تتطلب وقت أكبر في تجهيز المعلومات.

عدد القواعد: عدد القواعد أو التحويلات المستخدمة في حل المشكلة يشير إلى عدد العلاقات بين الأشكال الهندسية المطلوب معالجتها في الذاكرة العاملة في وقت ما. في هذا الإطار توصل ملهولاند وزملائه (Mulholland, Pellegrino, & Glaser, 1980) إلى أنه في المهام التي تتطلب عدد كبير من التحويلات أو استخدام عدد كبير من القواعد لشكل واحد فإن الفرد يجب أن يقوم بعدد من العمليات المعرفية المتسلسلة والمرتبة ويجب أن يتم تخزين نتائج كل عملية وترتيبها في الذاكرة العاملة لكى يتم التوصل لحل المشكلة. كلما زاد عدد القواعد التي يتم استخدامها، فإن ذلك لا يتطلب فقط كفاءة لمخازن الذاكرة العاملة، بل وكفاءة أكبر لمكون الوحدة المركزية التي تكون مسئولة عن ربط القواعد والمعلومات والتحويلات اللازمة لحل المشكلة في نفس الوقت. وقد توصلت دراسات لاحقة (Duncan, Emslie, & Williams, 1996; Engle, Tuholski, Laughlin, & Conway, 1999; Kyllonen, 1994) أن أهم مكونات الذاكرة العاملة التي تؤثر في حل مشكلات الاستدلال المجرد وتتعلق بعدد القواعد التي يتم معالجتها هي كفاءة مكون الوحدة المركزية، خاصة عند تكوين استراتيجيات الحل ومرونة الانتقال بين الاستراتيجيات المختلفة.

يتفق هذا مع ما توصل له كاربنتر وجست وشل (Carpenter, Just, & Shell, 1990) في أن أهم العمليات اللازمة لحل المشكلات في اختبار المصفوفات المتتابعة المتقدمة لرافن هي تحليل المشكلة الأكبر لمشكلات أصغر، والتنظيم التدريجي للحل من خلال تكوين استراتيجية تربط بين المقدمات والنتائج والتركيز على المعلومات الهامة واستبعاد المعلومات غير الهامة، وقد وجدوا أن هذه العمليات تعتمد على إدارة مكونات الذاكرة العاملة بكفاءة للتغلب على سعة الذاكرة العاملة الصغيرة مقارنةً بكبر عدد عناصر المعلومات والقواعد اللازم استخدامها. بالإضافة إلي ذلك يستخدم المستجيب استراتيجيات عند معالجة البدائل والتي من أهمها استراتيجيتان هما المماثلة البناءة Constructive Matching وتعني تكوين تمثيل عقلي للحل بالاستعانة بالبدائل، وحذف الاستجابات Response Elimination والتي تتشكل أثناء تكوين استراتيجية الحل وتعني تكوين حلول غير نهائية ومؤقتة معتمدة على عدد أقل من العناصر أو القواعد لحذف البدائل غير الصحيحة.

نوع القواعد: في دراسته عن المشكلات التي تكون اختبار المصفوفات المتتابعة المتقدمة

لرافن أشار كاربنتر وزملائه (Carpenter, Just, & Shell, 1990) لنوع القواعد المستخدمة في حل المشكلة كعامل أساسي في تحديد درجة تعقيدها، وقد قاموا بتصنيف القواعد لخمسة أنواع مرتبة تصاعدياً حسب مستوى الضغط على الذاكرة العاملة كالأتي: (أ) نمط ثابت متتابع Constant in a Row عندما لا تتغير الخاصية التي تعرض في مجموعة من الأشكال المتسلسلة، (ب) التعاقب الثنائي الكمي Quantitative Pairwise Progressions والتي تتضمن التغيير المتتابع لعناصر الشكل في الحجم أو العدد أو الشكل أو الحركة، (ج) إضافة أو طرح الأشكال Figure Addition or Subtraction والذي يتضمن تكوين شكل جديد عن طريق إضافة شكل أو حذف شكل من باقي الأشكال المكونة للتصميم الهندسي، (د) توزيع ثلاث قيم Distribution of Three Values حيث تتماثل العناصر الممثلة للصف أو العمود ولكنها تختلف في خاصية ما مثل الحجم أو الظل، (هـ) توزيع قيمتين Distribution of Two Values حيث يظهر العنصر (أو عنصر متعلق مرتين) فقط في سلسلة الأشكال المكونة لصف واحد.

في دراسة حديثة لتعقيد مشكلات الاستدلال المعتمد على الأشكال الهندسية توصل بريمي (Primi, 2014) إلى أن هذه الأنواع الخمسة من القواعد يمكن أن تصنف في خمسة أنواع مرتبة تصاعدياً كالأتي: (أ) التتابع الكمي ويقصد به الزيادة أو النقصان التدريجي في خاصية من خواص العناصر مثل الحجم أو الشكل أو العدد أو التظليل أو الاتجاه والتي يمكن إدراكها من مقارنة عنصرين متتابعين فقط، (ب) إضافة أو حذف شكل، حيث يكون الشكل المكون لأحد العناصر عبارة عن إضافة أو حذف للأشكال السابقة، (ج) توزيع القيم حيث تختلف العناصر الممثلة للصف أو العمود في خاصية أو أكثر مثل الحجم أو التظليل أو اللون أو الإطار، (د) إضافة أو حذف الخواص، حيث يكون الشكل المكون لأحد العناصر عبارة عن اتحاد أو حذف خاصية أو أكثر من خواص الشكلين الأخرين، (هـ) توزيع قيمتين حيث يظهر العنصر (أو عنصر متعلق مرتين) فقط في سلسلة الأشكال المكونة لصف واحد.

وعن علاقة تعقيد العلاقات بين مقدمات حل المشكلة (الأشكال) بالذاكرة العاملة، توصلت امبرتسون (Embretson, 1998) أن كل نوع من القواعد تفرض متطلبات مختلفة على الذاكرة العاملة وفقاً لتعقيدها، كما يرجع هذا التعقيد إلى زيادة درجة التجريد التي ينشأ من عملية الانتباه الاختياري الذي له علاقة أساسية بمكون التنفيذ المركزي في الذاكرة العاملة، لذلك فإن الذاكرة العاملة لها علاقة أساسية بمستويات تعقيد القواعد السابقة عن طريق مكون التنفيذ المركزي. وقد أطلقت على نوع الانتباه الذي يستخدم في حالة الاستدلال المجرد بالترميز الانتقائي Selective Encoding، حيث تزيد درجة التعقيد كلما كانت القاعدة المطلوب استخدامها تتضمن تجاهل كم أكبر من الأشكال

الفرعية أو الخصائص في الشكل الهندسي المطلوب الاستجابة عليه. ولأن الأفراد يجربون أولاً القواعد الأسهل ثم ينتقلون إلى القواعد الأصعب فإن القواعد الأصعب تستغرق وقت أطول في المعالجة.

التنظيم الإدراكي: العامل الأخير هو عامل التنظيم الإدراكي ويتضمن تطبيق مبادئ نظرية الجشتلط الشهيرة في تنظيم عناصر الموقف المدرك مثل مبدأ التقارب، والتماثل، والاتصال والتي تغير من احتمالات إدراك التناظر بين الأشكال الفرعية، مما يؤدي لزيادة أو نقصان تعقيد المشكلة المطلوب حلها. ويشير هذا العامل إلى التضخيم أو التقليل في ظهور العناصر البصرية التي يجب إدراكها وتنظيمها لحل المشكلة. وقد حدد بريمي (Primi, 2014) مستويين لعامل التنظيم الإدراكي هو التنظيم الإدراكي البسيط والتنظيم الإدراكي المعقد. فالمشكلات المعقدة إدراكياً تزداد فيها احتمالات تكوين تنظيمات غير صحيحة من العناصر بناءاً على خصائصها الإدراكية أكبر من المشكلات الأبسط إدراكياً. لذلك فإن المشكلات الأبسط (مستوى التنظيم الإدراكي البسيط) تتطلب تركيز انتباه أقل على العناصر المطلوب تنظيمها إدراكياً لحل المشكلة لأن العناصر الأخري المشتتة المطلوب تجاهلها تكون أوضح، بينما في المشكلات الأصعب (مستوى التنظيم الإدراكي المعقد) يكون من المطلوب تركيز أكثر للانتباه على العناصر التي ليس من الواضح أساس تنظيمها معاً لأن العناصر الأخرى المشتتة تتداخل مع العناصر المطلوب تنظيمها إدراكياً أثناء حل المشكلة مما يحمل الذاكرة العاملة بشكل أكبر خاصة التحميل على مكون التنفيذ المركزي.

بصفة عامة فإن العوامل الأربعة السابقة لها علاقة بمكونات الذاكرة العاملة، بمعنى أن زيادة أو انخفاض تعقيد المشكلات المكونة لاختبارات الاستدلال المجرد المعتمد على الأشكال الهندسية يرتبط بشكل مباشر بما تفرضه متطلبات الاستجابة الصحيحة على تلك المشكلات من أحمال على الذاكرة العاملة سواء بشقها التخزيني أو بشق معالجة المعلومات خاصة مكون التنفيذ المركزي الذي يرتبط بالانتباه الانتقائي الذي يعد العامل الرئيس في حل تلك المشكلات. وبتحليل المشكلات التي تكون أي من اختبارات الاستدلال المجرد التي توظف الأشكال الهندسية في بناء بنودها، يمكن التحقق امبريقياً من صدقها التكويني عن طريق التحقق من صحة هذا التعقيد في متطلبات الاستجابة الصحيحة على البنود، والتوصل لعلاقة احصائية بين مستوي تعقيد البنود ومستويات صعوبتها.

تحديد درجة التعقيد المعرفي للبنود

كلما زادت قيمة العوامل المسئولة عن تعقيد البند كلما زاد مستوى تعقيد البند لأن هذه العوامل تزيد من الحمل على الذاكرة العاملة حيث يزيد الحمل على مخازن الذاكرة وعلى وحدات

معالجة المعلومات والوحدة المركزية التي تربط بين مكونات الذاكرة العاملة، ولكن بالطبع ليست كل العوامل لها نفس الوزن من حيث إسهامها في التعقيد المعرفي للبنود، كما أن الانتقال صعوداً أو نزولاً في درجة كل عامل من العوامل لا يؤثر في صعوبة البند بشكل منتظم وثابت. على سبيل المثال، تأثير عدد العناصر على التعقيد المعرفي للبنود ليس بالضرورة يساوى تأثير عدد القواعد. كما أن التعقيد المعرفي لبند يلزم للإجابة عليه قاعدة واحدة لا يساوي نصف تعقيد بند يلزم للإجابة عليه قاعدتان، كما أنه ليس بالضرورة أن يتساوى التعقيد المعرفي لبند يلزم الإجابة عليه قاعدتان مع بند أخر يلزم الإجابة عليه قاعدتان مختلفتان حتى لو تساوت العوامل الأخرى. مستويات التعقيد المعرفي متغير يقع في المستوى الرتبي بمعنى أننا نعلم أن زيادة عدد مستويات كل عامل من العوامل الأربعة السابقة تؤدي لزيادة تعقيد البند، ولكن ليس بمقادير متساوية. فعند تساوى العوامل الأخرى يمكن مقارنة التعقد المعرفي لبندين عن طريق نوع القواعد المستخدمة في حل المشكلة التي يعرضها البند على سبيل المثال. يمكن الاستفاذة من ذلك في التحقق من صدق هذه العوامل عن طريق مقارنة مستوى صعوبة بندين لهما نفس قيم عوامل التعقيد المعرفي؛ فمن المتوقع أن تكون صعوباتهما متساوية لأنهما في نفس المستوى الرتبي من حيث التعقيد المعرفي، وإذا تحقق بشكل متكرر عبر عدد من البنود المتساوية في رتبة التعقيد المعرفي، دل ذلك على صدق العوامل التي وضعتهم في نفس الرتبة.

المصفوفات المتتابعة لرافن

صممت المصفوفات المتتابعة لرافن Raven's Progressive Matrices (RPM) بالأساس كمقياس للعامل العام لسبيرمان أو الذكاء العام ويتطلب بدرجة أساسية حل مشكلات للعلاقات بين المفردات المجردة (Raven, Raven, & Court, 1998). وتشمل بنود الاختبار مجموعة من المصفوفات أو ترتيبات من عناصر ذات تصميمات هندسية في صفوف وأعمدة، وقد تم حذف جزء من كل منها، ويُطلب من المستجيب اختيار الجزء المحذوف من بين بدائل معطاة، وتتطلب المفردات السهلة دقة التمييز، بينما تتضمن المفردات الأكثر صعوبة متشابهات، وتباديل، واستبدال الأنماط، والعلاقات المنطقية الأخرى (أنستازي و أورينا، 2015).

اختبار المصفوفات المتتابعة لرافن متوفر في ثلاث صيغ تختلف في مستوى صعوبتها؛ المصفوفات المتتابعة القياسية وتناسب الأفراد الذين تتراوح أعمارهم بين 6 و 80 عاماً، والمصفوفات المتتابعة الملونة للأطفال الأصغر سناً ولمجموعات خاصة لا يمكن اختبارهم بدرجة كافية باستخدام الصيغة القياسية، والصيغة الثالثة هي المصفوفات المتتابعة المتقدمة والتي تم اعدادها للمراهقين

والراشدين ذوي الذكاء فوق المتوسط (أنستازي و أورينا، 2015).

فروض الدراسة:

1- تتباين بنود اختبار المصفوفات المتتابعة لرافن من حيث التعقيد المعرفي من البنود البسيطة جداً إلى المعقدة معرفياً.

2- تلاءم بنود اختبار المصفوفات المتتابعة لرافن افتراضي نموذج راش (احادية البعد وتوازي المنحنيات المميزة للبنود).

3- تتساوي البنود التي تتكافأ من حيث التعقيد المعرفي في تقديرات الصعوبة بعد الأخذ في الاعتبار الأخطاء المعيارية لتقديرات الصعوبة.

4- يوجد أثر دال إحصائياً للتأثيرات الأساسية لعوامل التعقيد المعرفي (عدد العناصر، عدد القواعد، نوع القواعد، التنظيم الإدراكي) على تقديرات صعوبات البنود.

5- يمكن التنبؤ بشكل دال إحصائياً بتقديرات صعوبات البنود التي يتم تقديرها باستخدام نموذج راش باستخدام عوامل التعقيد المعرفي للبنود.

منهج الدراسة

عينة الدراسة

تكونت عينة الدراسة من (342) من طلبة الفرقة الأولى بكلية التربية جامعة المنصورة تراوحت أعمارهم بين 17 و 19 عام بمتوسط عمر (18.32) وانحراف معياري (0.63) عاماً، (66.8%) منهم كانوا من الإناث. تم تطبيق اختبار المصفوفات المتتابعة القياسي لرافن في زمن (75) دقيقة في الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي 2015/2014. لم يستطيع أي من الطلبة إجابة جميع البنود إجابة صحيحة، كما لم يحصل أي من الطلبة على الدرجة (صفر) في الاختبار. تراوحت الدرجة الكلية على الاختبار بين (7) و (59) بمتوسط (46.04) وانحراف معياري (14.34).

أدوات الدراسة

اختبار المصفوفات المتتابعة الصيغة القياسية لرافن

يتكون اختبار المصفوفات المتتابعة الصيغة القياسية لرافن من (60) مصفوفة مقسمة إلى خمس مجموعات، تتكون كل مجموعة من (12) مصفوفة (أنظر ملحق الدراسة). والمصفوفة عبارة عن شكل أساسي يحتوى على تصميم هندسي ينقص منه جزء، يليه مجموعة من البدائل يتراوح عددها بين (6) أو (8)، وعلى المستجيب أن يختار البديل المتمم للتصميم الهندسي ويسجل رقمها في نموذج

تسجيل الإجابات. يختار المستجيب البديل الصحيح عن طريق إدراك العلاقات بين الأجزاء المكونة للتصميم الهندسي، ولكن كل مجموعة من مجموعات المصفوفات تتطلب نمطاً مختلفاً من الاستجابة:

– في المجموعة الأولى (أ) يقوم المستجيب بتكملة المساحة المحذوفة.

– في المجموعة الثانية (ب) يقوم المستجيب بقياس التماثل بين الأشكال على المستويين الأفقي والرأسي.

– في المجموعة الثالثة (ج) يقوم المستجيب بتغيير أنماط الأشكال بصورة منتظمة.

– في المجموعة الرابعة (د) يقوم المستجيب بإعادة ترتيب الأشكال أو تغييرها.

– في المجموعة الخامسة (هـ) بتحليل الأشكال إلى أجزاء على نحو محدد والتوصل للعلاقة بينها.

وللاختبار خصائص سيكومترية جيدة، حيث تتراوح قيم الثبات في مجموعات الراشدين بطريقة إعادة الاختبار بين (0.7) و (0.9)، وتتراوح قيم معاملات الثبات بطريقة الاتساق الداخلي بين (8.0) وأعلى من (0.9)، وتتراوح قيم معاملات الارتباط بكل من اختباري الذكاء اللفظي والأدائي بين (0.4) و (0.76). وتبين دراسات التحليل العاملي أن الاختبار مشبع بالعامل العام لسبيرمان ولكن الاستعدادات المكاني والاستدلال الاستقرائي والدقة الإدراكية (أنستازي و أورينا، 2015). بالرغم من أن الباحث طبق الاختبار كاملاً على عينة الدراسة، إلا أن المجموعة الأولى لم تخضع للتحليل في الدراسة الحالية لبساطتها وسهولتها بالنسبة لعينة الدراسة، وقد استخدمها الباحث للتحقق من جدية المستجيبين في الاستجابة بحيث يتم استبعاد كل المستجيبين الذين أخطأوا في الإجابة على أكثر من ستة بنود من المصفوفات المكونة للمجموعة الأولى (أ) في الاختبار (أنظر ملحق الدراسة). تم التأكد من أن جميع الطلبة عينة الدراسة قد اجتازوا هذا الشرط قبل القيام بالتحليلات الاحصائية.

الأساليب الاحصائية

تم حساب مصفوفة معاملات الارتباط الرباعي Tetrachoric Correlation باستخدام برنامج R 2.10.1 (R Core Team, 2012) بين درجات بنود الاختبار لأن البيانات ثنائية Dichotomous تأخذ القيمة (1) في حالة الإجابة الصحيحة، والقيمة (صفر) في حالة الإجابة الخاطئة. تم التحقق من توافر افتراض أحادية البعد لنموذج راش في البيانات باستخدام التحليل العاملي التوكيدي والتحقق من صحة النموذج عن طريق مؤشرات الملاءمة: NNFI, CFI, RMSEAوفقاً لتوصيات هو وبنتلر (Hu & Bentler, 1999) باستخدام برنامج MPLUS 7 (Muthén & Muthén, 2014). تم التحقق من ملاءمة الأفراد والبنود لنموذج راش وتدريج بنود

الاختبار وتقدير معاملات الصعوبة باستخدام برنامج Winsteps 3.63 (Linacre, 2007). تم اجراء تحليل التباين وتحليل الانحدار المتعدد باستخدام برنامج SPSS 22.0 (IBM Corp., 2013).

نتائج الدراسة

أولاً نتائج التحليل المعرفي لبنود اختبار المصفوفات المتتابعة لرافن

تم استخدام العوامل التي حددها بريمي (Primi, 2014) التي تؤثر في تعقيد المتطلبات المعرفية لحل المشكلات التي تنطوي على التناظر الهندسي في تحدد التعقيد المعرفي لبنود اختبار المصفوفات المتتابعة لرافن (أنظر ملحق الدراسة) ابتداء من المجموعة الثانية إلى المجموعة الخامسة. تم تلخيص نتائج التحليل المعرفي للبنود في جدول (1).

جدول (1)

التحليل المعرفي لبنود اختبار المصفوفات المتتابعة لرافن وفقاً لعوامل عدد العناصر وعدد ونوع القواعد والتنظيم الإدراكي

البند	عدد العناصر	عدد القواعد	نوع القواعد	ترتيب القاعدة	التنظيم الإدراكي	وصف التنظيم الادراكي
ب1	1	0	–	–	بسيط	نفس الشكل يتكرر أفقياً ورأسياً
ب2	1	0	–	–	بسيط	نفس الشكل يتكرر أفقياً ورأسياً
ب3	1	0	–	–	بسيط	أفقياً يدور الشكل حول محوره رأسياً يبقى الشكل كما هو دون تغيير
ب4	1	2	التتابع الكمي (الاتجاه) أفقياً التتابع الكمي (الاتجاه) رأسياً	1 1	بسيط	أفقياً أنتقل الشكل المظلل من جهة اليسار لجهة اليمين رأسياً أنتقل الشكل المظلل من الجهة السفلى إلى الجهة العليا
ب5	1	2	التتابع الكمي (الاتجاه) أفقياً التتابع الكمي (الاتجاه) رأسياً	1 1	بسيط	أفقياً أنتقل القوس من جهة اليسار لجهة اليمين مع تحوله لزاوية رأسياً أنتقل القوس من من الجهة السفلى إلى الجهة العليا
ب6	2	2	التتابع الكمي (الاتجاه) التتابع الكمي (التظليل)	1 1	بسيط	أفقياً ينتقل الشكل من أعلى اليمين إلى أعلى اليسار مع تغيير درجة التظليل رأسياً ينتقل الشكل من أعلى اليمين إلى أسفل اليمين

ب7	1	3	التتابع الكمي (الاتجاه) التتابع الكمي (التظليل) التتابع الكمي (الزاوية)	1 1 1	بسيط	أفقياً يدور الشكل حول محوره الرأسي 180 درجة رأسياً يدور الشكل حول محوره الأفقي 180 درجة مع تغيير درجة التظليل
ب8	2	2	التتابع الكمي (التظليل) التتابع الكمي (الشكل)	1 1	بسيط	أفقياً يتغير الشكل من دائرة لمربع رأسياً يتغير التظليل من تظليل متقطع إلى كامل
ب9	2	2	التتابع الكمي (التظليل) التتابع الكمي (الشكل)	1 1	بسيط	أفقياً يتغير التظليل من تظليل متقطع إلى كامل رأسياً يتغير الشكل من معين لمستطيل
ب10	1	2	التتابع الكمي (الشكل) إضافة أو حذف شكل	1 2	بسيط	أفقياً يتغير الشكل من معين لنجمة رأسياً تضاف نقطة داخل الشكل
ب11	1	2	التتابع الكمي (الشكل) إضافة أو حذف شكل	1 2	بسيط	أفقياً يتم حذف الخط الأفقي والرأسي رأسياً يتم تغيير الشكل من معين لمربع
ب12	1	3	التتابع الكمي (الشكل) إضافة أو حذف شكل أفقياً إضافة أو حذف شكل رأسياً	1 2 2	بسيط	أفقياً يتم حذف الدائرة الداخلية رأسياً يتم حذف المعين الداخلي
ج1	1	1	التتابع الكمي (الحجم/العدد)	1	بسيط	أفقياً يبقي الشكل كما هو رأسياً تضاف دائرة
ج2	1	1	التتابع الكمي (الحجم)	1	بسيط	أفقياً ورأسياً يزيد حجم الشكل
ج3	1	1	التتابع الكمي (العدد)	1	بسيط	أفقياً ورأسياً تضاف نقطة
ج4	2	2	التتابع الكمي (العدد) أفقياً التتابع الكمي (العدد) رأسياً	1 1	بسيط	أفقياً ورأسياً يتم اضافة خط
ج5	1	1	التتابع الكمي (العدد)	1	بسيط	أفقياً ورأسياً تضاف ورقة لكل شكل
ج6	2	2	التتابع الكمي (العدد) أفقياً التتابع الكمي (العدد) رأسياً	1 1	معقد	أفقياً يصغر حجم الخط الأفقي رأسياً يقل حجم الخط الرأسي
ج7	1	1	التتابع الكمي (الاتجاه) أفقياً	1	بسيط	أفقياً يتحرك المربع المصمت في اتجاه اليسار رأسياً يتحرك المربع المصمت لأسفل
ج8	2	2	التتابع الكمي (التظليل) أفقياً التتابع الكمي (التظليل) رأسياً	1 1	معقد	أفقياً يتم تظليل الشكل بداية من اليسار رأسياً يتم تظليل الشكل بداية من أسفل
ج9	3	1	توزيع ثلاث قيم (التقارب)	3	معقد	أفقياً تتحرك الثلاث أشكال تجاه اليسار
ج10	2	2	التتابع الكمي (التقارب) أفقياً التتابع الكمي (التقارب) رأسياً	1 1	معقد	أفقياً تبتعد الدائرتان عن بعضهما رأسياً تبتعد الدائرتان عن بعضهما

ج11	2	2	التتابع الكمي (الاتجاه) التتابع الكمي (الاتجاه)	1 1	معقد	أفقياً يتم حذف نقطة من الصف العلوي بداية من اتجاه اليسار رأسياً يتم إضافة نقطة للصف الأيمن في اتجاه الأسفل
ج12	3	2	إضافة أو حذف الخواص (التظليل) أفقياً إضافة أو حذف الخواص (التظليل) رأسياً	4 4	معقد	أفقياً يتم تظليل الربع الأعلى من المربع بداية من جهة اليسار رأسياً يتم تظليل الربع الأسفل من المربع بداية من جهة اليمين
د1	1	0	-	-	بسيط	أفقياً يتكرر الشكل نفسه
د2	3	1	التتابع الكمي (الشكل)	1	بسيط	أفقياً ورأسياً يجب أن يكون هناك نوع من الأشكال في كل صف أو عمود
د3	3	1	التتابع الكمي (الشكل)	1	بسيط	أفقياً ورأسياً يجب أن يكون هناك نوع من الأشكال في كل صف أو عمود
د4	2	1	إضافة أو حذف شكل	1	بسيط	أفقياً يتغير الشكل الخارجي رأسياً يتغير الشكل الداخلي
د5	2	1	إضافة أو حذف شكل	1	بسيط	أفقياً يتغير الشكل الأكبر رأسياً يتغير الشكل الأصغر
د6	2	1	إضافة أو حذف شكل	1	بسيط	أفقياً يتغير الشكل الداخلي رأسياً يتغير الشكل الخارجي
د7	2	1	إضافة أو حذف شكل	1	بسيط	أفقياً يتغير الشكل الأكبر رأسياً يتغير الشكل الأصغر
د8	3	2	التتابع الكمي (التظليل) توزيع ثلاث قيم (الشكل)	1 3	بسيط	أفقياً ورأسياً يجب أن يكون هناك نوع من الأشكال في كل صف أو عمود ويجب أن يظلل كل شكل بطريقة مختلفة
د9	2	2	التتابع الكمي (الشكل) التتابع الكمي (التظليل)	1 1	بسيط	أفقياً ورأسياً يجب أن يوضع الخط بشكل مختلف ويجب أن يظلل الشكل بطريقة مختلفة
د10	3	2	توزيع ثلاث قيم (الشكل) توزيع ثلاث قيم (التظليل)	3 3	بسيط	أفقياً ورأسياً يجب أن يكون هناك نوع معين من الأشكال الكبيرة ونوع معين من الأشكال الصغيرة
د11	3	3	توزيع ثلاث قيم (الشكل) توزيع ثلاث قيم (الميل) توزيع ثلاث قيم (الاكتمال)	3 3 3	بسيط	أفقياً ورأسياً يتغير اكتمال والتواء كل نوع من الأشكال الثلاثة
د12	3	3	التتابع الكمي (العدد) توزيع ثلاث قيم (الشكل) توزيع ثلاث قيم (الميل)	1 3 3	معقد	أفقياً ورأسياً يتغير الشكل وعدد مكوناته كما يجب بالاحتفاظ بميل الشكل عبر كل صف

هـ1	1	1	إضافة أو حذف شكل	2	بسيط	أفقياً ورأسياً الشكل الأخير هو نتيجة إضافة الشكلين السابقين
هـ2	3	1	إضافة أو حذف شكل	2	بسيط	أفقياً ورأسياً الشكل الأخير هو نتيجة إضافة الشكلين السابقين
هـ3	3	1	إضافة أو حذف شكل	2	بسيط	أفقياً ورأسياً الشكل الأخير هو نتيجة إضافة الشكلين السابقين
هـ4	3	1	إضافة أو حذف شكل	2	بسيط	أفقياً ورأسياً الشكل الأخير هو نتيجة حذف الشكل الثاني من الأول
هـ5	4	1	إضافة أو حذف شكل	2	بسيط	أفقياً ورأسياً الشكل الأخير هو نتيجة حذف الشكل الثاني من الأول
هـ6	4	1	إضافة أو حذف شكل	2	بسيط	أفقياً ورأسياً الشكل الأخير هو نتيجة إضافة الشكلين السابقين
هـ7	4	2	إضافة أو حذف الخواص أفقياً إضافة أو حذف الخواص رأسياً	4 4	معقد	أفقياً ورأسياً الشكل الأخير هو نتيجة إضافة الجزء العلوي من الشكل الأول والجزء السفلي من الشكل الثاني
هـ8	3	3	إضافة أو حذف شكل إضافة أو حذف الخواص أفقياً إضافة أو حذف الخواص رأسياً	2 4 4	معقد	أفقياً ورأسياً الشكل الأخير هو نتيجة إضافة الشكلين الأخرين بعد حذف الأجزاء التي تأتي من اليمين واليسار أفقياً وحذف الأجزاء التي تأتي من أعلى وأسفل رأسياً
هـ9	3	3	إضافة أو حذف شكل إضافة أو حذف الخواص أفقياً إضافة أو حذف الخواص رأسياً	2 4 4	معقد	أفقياً ورأسياً الشكل الأخير هو نتيجة الجزء المشترك من الشكلين السابقين
هـ10	4	2	إضافة أو حذف شكل إضافة أو حذف الخواص	2 4	معقد	أفقياً ورأسياً الشكل الأخير هو نتيجة إضافة الشكلين السابقين بعد حذف العناصر المتكررة
هـ11	3	4	إضافة أو حذف شكل توزيع ثلاث قيم (الشكل) إضافة أو حذف الخواص أفقياً إضافة أو حذف الخواص رأسياً	2 3 4 4	معقد	أفقياً ورأسياً الشكل الأخير هو نتيجة إضافة الشكلين السابقين بعد حذف العناصر المتكررة
هـ12	3	3	إضافة أو حذف شكل إضافة أو حذف الخواص أفقياً إضافة أو حذف الخواص رأسيا	2 4 4	معقد	أفقياً ورأسياً أجزاء الشكل الأخير تنتج من الاحتفاظ بالدائرة (الشكل الأساسي) وطرح الأشكال الفرعية الخارجية من الأشكال الفرعية الداخلية

يُلاحظ من جدول (1) أن بعض البنود في بداية المجموعات لا تحتوى على قواعد نظراً

لأنها تعتمد على إدراك المستجيب لتماثل العناصر كما هو موضح في الجدول (أنظر ملحق الدراسة). كما يتضح تباين بنود الاختبار في تعقيدها المعرفي من حيث عدد العناصر وعدد ونوع القواعد والتنظيم الإدراكي. تراوحت عدد العناصر بين 1 إلى 4، وتراوحت عدد القواعد بين 0 إلى 4، وشملت البنود جميع القواعد عدا القاعدة الأخيرة: توزيع قيمتين، وقد احتوت بعض البنود على تنظيم إدراكي بسيط بينما احتوت بعض البنود على تنظيم إدراكي معقد. بعد عرض نتائج التحليل المعرفي للبنود يمكن التوصل لتحقق الفرض الأول للدراسة حيث تباينت بنود اختبار المصفوفات المتتابعة لرافن من حيث التعقيد المعرفي من البنود البسيطة جداً (مثل البند ب1، ب2) إلى المعقدة معرفياً (مثل البند هـ11، هـ12). كما يلاحظ من الجدول أن هناك الكثير من البنود المتكافئة من حيث التعقيد المعرفي. ويوضح جدول (2) البنود المتكافئة من حيث التعقيد المعرفي بمعنى أن البنود التي لها نفس القيم في العوامل الأربعة يفترض نظرياً أن لها نفس التعقيد المعرفي وبالتالي نفس مستوى الصعوبة أو مستويات صعوبة متقاربة. بينما البنود الأخرى ليست لها بنود مكافئة نظرياً في التعقيد المعرفي لأن قيم العوامل الأربعة الخاصة بها مجتمعة غير متكررة عبر بنود الاختبار. يمكن التحقق من صحة التحليل المعرفي النظري للبنود من خلال مقارنة تقديرات الصعوبة الفعلية المشتقة من تطبيق بنود الاختبار على المستجيبين للبنود المتكافئة نظرياً والتحقق من تساويها بعد الأخذ في الاعتبار الأخطاء المعيارية لتقديرات الصعوبة.

جدول (2)
البنود المتكافئة نظرياً وفقاً لعوامل للتعقيد المعرفي الأربعة

البنود المتكافئة	عدد البنود
ب1، ب2، ب3، د1	4
ب4، ب5	2
ج1، ج2، ج3، ج5، ج7	5
ب6، ب8، ب9، ج4، د9	5
ب10، ب11	2
ج8، ج10، ج11	3
د2، د3	2
د4، د5، د6، د7	4
هـ2، هـ3، هـ4	4
هـ5، هـ6	2
هـ8، هـ9، هـ12	3

يتضح من جدول (2) أن البنود المتكافئة كانت في معظم الأحيان داخل مجموعات البنود الواحدة (مثل المجموعة ب، أو المجموعة هـ)، وفي بعض الأحيان عبرت المجموعات؛ وقد تراوحت

عدد البنود المتكافئة بين بندين إلى خمسة بنود مما يتيح مقارنة صعوبات البنود المتكافئة مع التعقيد المعرفي للبنود.

ثانياً نتائج التحقق من افتراضات نموذج راش

نظرياً تم بناء بنود اختبار المصفوفات المتتابعة لرافن لقياس العامل العام g، لذا فإن من المتوقع تشبع جميع بنود الاختبار بعامل واحد. ونظراً لأن جميع طرق التحليل العاملي الاستكشافي غير دقيقة لأغراض التحقق من الأبعاد (Embretson & Reise, 2000)، فقد استخدم الباحث التحليل العاملي التوكيدي بعد حساب مصفوفة معاملات الارتباط بطريقة معامل الارتباط الرباعي، وتم تقدير البارامترات بطريقة الأرجحية العظمي (Maximum Likelihood (ML. تم توصيف نموذج أحادي البعد وتقييمه باستخدام مؤشرات الملاءمة NNFI, CFI, RMSEA وفقاً لمحكات مؤشرات الملاءمة التي اقترحها هو وبنتلر (Hu & Bentler, 1999) لقيم الملاءمة الجيدة بين النموذج والبيانات وهي (0.95) أو أكثر لمؤشري NNFI، CFI و (0.07) أو أقل لمؤشر RMSEA. يعرض جدول (3) قيم مؤشرات الملاءمة وتشبعات البنود بالعامل وثبات الاتساق الداخلي للعامل باستخدام ألفا–كرونباك.

جدول (3)

قيم مؤشرات الملاءمة وتشبعات البنود بالعامل وثبات الاتساق الداخلي للعامل باستخدام ألفا–كرونباك

البند	التشبع	البند	التشبع	البند	التشبع	البند	التشبع
ب1	0.325	ج1	0.540	د1	0.488	هـ1	0.983
ب2	0.319	ج2	0.683	د2	0.767	هـ2	0.946
ب3	0.414	ج3	0.523	د3	0.758	هـ3	0.939
ب4	0.781	ج4	0.882	د4	0.983	هـ4	0.959
ب5	0.758	ج5	0.616	د5	0.982	هـ5	0.828
ب6	0.911	ج6	0.908	د6	0.963	هـ6	0.796
ب7	0.846	ج7	0.601	د7	0.964	هـ7	0.480
ب8	0.908	ج8	0.689	د8	0.889	هـ8	0.358
ب9	0.966	ج9	0.908	د9	0.892	هـ9	0.344
ب10	0.912	ج10	0.633	د10	0.876	هـ10	0.392
ب11	0.908	ج11	0.649	د11	0.318	هـ11	0.327
ب12	0.657	ج12	0.377	د12	0.322	هـ12	0.356
قيمة NNFI= 0.96		قيمة CFI= 0.95		قيمة RMSEA= 0.065		ملاءمة جيدة	
ثبات الاتساق الداخلي (ألفا–كرونباك) للعامل = 0.98							

يتضح من جدول (3) أن ملاءمة النموذج الأحادي البعد كانت جيدة حيث كانت قيم

مؤشرات الملاءمة كانت عند حد الملاءمة المطلوب أو أفضل؛ كما كانت تشبعات البنود على العامل مرتفعة إلى مرتفعة جداً حيث تراوحت بين (0.319) إلى (0.959)، وقد كانت قيمة ثبات الاتساق الداخلي للعامل مرتفعة جداً حيث كانت قيمته (0.98). هذه النتائج تؤكد وجود عامل واحد رئيس تتشبع عليه بنود الاختبار وهو ما يستوفى افتراض أحادية البعد في بنود اختبار المصفوفات المتتابعة لرافن.

للتحقق من افتراض تقارب معاملات تمييز البنود، قام الباحث بحساب معاملات الارتباط الثنائي الأصيل بين بنود الاختبار والدرجة الكلية وتم عرضها في جدول (4).

جدول (4)

قيم معاملات الارتباط الثنائي بين البنود والدرجة الكلية للاختبار

البند	معامل الارتباط الثنائي	البند	معامل الارتباط الثنائي	البند	معامل الارتباط الثنائي	البند	معامل الارتباط الثنائي
ب1	0.356	ج1	0.597	د1	0.545	هـ1	0.695
ب2	0.361	ج2	0.520	د2	0.570	هـ2	0.692
ب3	0.462	ج3	0.581	د3	0.573	هـ3	0.603
ب4	0.687	ج4	0.642	د4	0.695	هـ4	0.690
ب5	0.376	ج5	0.647	د5	0.697	هـ5	0.644
ب6	0.658	ج6	0.601	د6	0.676	هـ6	0.654
ب7	0.678	ج7	0.456	د7	0.677	هـ7	0.658
ب8	0.601	ج8	0.601	د8	0.684	هـ8	0.556
ب9	0.685	ج9	0.603	د9	0.674	هـ9	0.540
ب10	0.658	ج10	0.572	د10	0.679	هـ10	0.495
ب11	0.602	ج11	0.582	د11	0.514	هـ11	0.399
ب12	0.586	ج12	0.647	د12	0.388	هـ12	0.446

تراوحت قيم معاملات الارتباط الثنائي (معاملات تمييز البنود) بين (0.356) للبند (ب1) و (0.697) للبند (د5) وهي قيم مرتفعة للتميز. وقد كان متوسط معاملات التمييز لجميع البنود (0.586) وانحراف معياري منخفض جداً (0.096) مما يشير لتمركز قوة تمييز البنود حول متوسطها، ويدل على تحقق افتراض تجانس معاملات تمييز البنود بدرجة كافية من الثقة، مما يمكن

الباحث من استخدام نموذج راش في تحديد مواقع البنود والأفراد على متصل العامل الواحد الذي تتشبع عليه جميع البنود بقوي تمييز متجانسة. إن اختيار نموذج راش لتقدير مواقع البنود والأفراد على متصل السمة موضع القياس هنا (الاستدلال المجرد) لم يكن تعسفياً نظراً لأن البناء النظري للاختبار الذي يقوم على قياس العامل العام والنتائج الأمبريقية التي تمت على البيانات الناتجة عن تطبيق الاختبار دعمت ذلك كما أتضح من نتائج الدراسة الحالية. توضح تلك النتائج تحقق فرض الدراسة الثاني بشكل جيد، حيث لاءمت بنود اختبار المصفوفات المتتابعة لرافن افتراضي نموذج راش.

ثالثاً نتائج التحليلات الخاصة بنموذج راش

لتدريج بنود الاختبار وتقدير قيم الصعوبة قام الباحث باستخدام برنامج Winsteps، والحصول على قيم الصعوبة وأخطاؤها المعيارية وكذلك قيم ملاءمة البنود لنموذج راش باستخدام مؤشري الملاءمة التقاربي والتباعدي. يقوم البرنامج بحساب مؤشر الملاءمة التقاربي بقسمة قيمة مربع كاى للبواقي الموزونة لدالة معلومات البند على درجات الحرية، بينما يتم حساب مؤشر الملاءمة التباعدي بقسمة قيمة مربع كاى للبواقي الناتجة عن البيانات الشاذة Outliers على درجات الحرية. تم عرض نتائج تدريج البنود في جدول (5).

جدول (5)

قيم الصعوبة (باللوجيت) والخطأ المعياري ومؤشري الملاءمة التقاربي والتباعدي

البند	الصعوبة	الخطأ المعياري	مؤشر الملاءمة التقاربي	مؤشر الملاءمة التباعدي	البند	الصعوبة	الخطأ المعياري	مؤشر الملاءمة التقاربي	مؤشر الملاءمة التباعدي
ب1	1.822-	0.56	1.002	1.043	د1	1.725-	0.46	0.900	0.010
ب2	1.822-	0.56	1.002	1.029	د2	0.663-	0.27	0.790	1.800
ب3	1.822-	0.56	1.031	0.961	د3	0.825-	0.43	0.180	0.001
ب4	0.709-	0.37	0.220	0.010	د4	0.118-	0.17	0.230	0.010
ب5	0.825-	0.43	0.180	0.000	د5	0.088-	0.17	0.240	0.010
ب6	0.368-	0.17	0.250	0.010	د6	0.149-	0.16	0.910	1.789
ب7	0.463	0.06	0.520	0.040	د7	0.149-	0.16	1.300	1.786
ب8	0.280-	0.15	0.210	0.010	د8	0.280	0.11	1.150	1.987
ب9	0.204-	0.24	0.430	0.020	د9	0.414-	0.22	0.450	0.020
ب10	0.368-	0.09	0.250	0.010	د10	0.328	0.08	1.310	1.930
ب11	0.280	0.11	0.210	0.010	د11	1.367	0.03	0.920	0.540
ب12	0.815	0.04	0.340	0.901	د12	1.547	0.07	0.760	0.220
ج1	1.521-	0.44	0.280	0.010	هـ1	0.118-	0.17	0.230	0.010

ج2	1.062-	0.22	0.260	0.010	هـ2	0.101	0.06	0.740	1.984
ج3	1.583-	0.48	0.290	0.010	هـ3	0.141	0.11	0.470	0.020
ج4	0.437-	0.22	0.540	0.020	هـ4	0.039	0.10	0.750	1.843
ج5	1.260-	0.37	0.240	0.010	هـ5	0.500	0.08	0.620	1.743
ج6	0.280	0.11	0.210	0.010	هـ6	0.564	0.07	0.580	1.876
ج7	1.313-	0.39	0.250	0.010	هـ7	1.086	0.06	0.301	0.090
ج8	0.744	0.13	0.530	1.900	هـ8	1.248	0.24	0.640	1.480
ج9	0.280	0.11	0.210	0.010	هـ9	1.311	0.24	0.950	1.080
ج10	0.866	0.14	0.390	1.910	هـ10	1.420	0.24	0.530	0.270
ج11	0.833	0.11	0.310	1.903	هـ11	1.617	0.27	0.990	0.270
ج12	1.452	0.04	0.550	0.160	هـ12	1.490	0.26	0.580	0.180

يتضح من جدول (5) أن معاملات الصعوبة باللوجيت تراوحت بين (-1.82) إلى (1.62) بمتوسط (صفر) وانحراف معياري (0.99) مما يعنى أن صعوبة البنود تراوحت من شديد السهولة إلى شديد الصعوبة، مما يعني أن الاختبار يغطى مدى جيد لقياس قدرات الأفراد في بعد الاستدلال المجرد (أو العامل العام)، بافتراض أن المدى المتوقع لقدرات الأفراد يتراوح بين (-2) و (2). تراوحت قيم الخطأ المعياري لتقديرات الصعوبة بين (0.03) و (0.56) بمتوسط (0.22) وانحراف معياري (0.15)، وهي قيم متباينة تتراوح بين منخفضة إلى مرتفعة نسبياً وقد كانت كبيرة القيمة خاصة للبنود شديدة السهولة أو شديدة الصعوبة نظراً لأن عدد الأفراد في هذه المستويات المرتفعة أو المنخفضة في متصل المتغير موضع القياس يكون عددهم قليل نسبياً مقارناً بالبنود متوسطة الصعوبة. كما تراوحت قيم مؤشر الملاءمة التقاربي بين (0.18) إلى (1.31) بمتوسط (0.55) وانحراف معيارى (0.32)، وتراوحت قيم مؤشر الملاءمة التباعدي بين (صفر) إلى (1.99) بمتوسط (0.67) إلى (0.81) وهي قيم تدل على ملاءمة البنود بدرجة عالية جداً لنموذج راش، حيث أن القيم المقبولة لمؤشري الملاءمة التقاربي والتباعدي لا تزيد عن 2 (كاظم، 1988). وقد كانت قيمة الثبات الناتجة من نموذج راش (0.99) وهي قيمة مرتفعة جداً. بشكل مجمل يمكن الوثوق بدرجة كافية بتقديرات الصعوبة التي تم تقديرها للبنود واستخدامها في التحقق من فروض الدراسة المتعلقة بصدق التكوين الفرضي للاختبار من خلال التعقيد المعرفي للبنود.

رابعاً صعوبة البنود المتكافئة في التعقيد المعرفي

للتحقق من صعوبة البنود المتكافئة في التعقيد المعرفي عرض الباحث قيم تقديرات الصعوبة (وأخطاؤها المعيارية) للبنود المتكافئة **في جدول (6).**

جدول (6)

البنود المتكافئة نظرياً وفقاً لعوامل للتعقيد المعرفي الأربعة وقيم تقديرات الصعوبة باللوجيت والخطأ المعياري المشتقة من نموذج راش

البنود المتكافئة	تقديرات الصعوبة بالترتيب (الخطأ المعياري)
ب1، ب2، ب3، د1	1.82- (0.56)، 1.82- (0.56)، 82.1 (0.56)، 1.73- (0.46)
ب4، ب5	0.71- (0.37)، 83.0- (0.43)
ج1، ج2، ج3 ، ج5، ج7	1.52- (0.44)، 1.06- (0.22)، 1.58- (0.48)، 26.1- (0.37)، 1.31- (0.39)
ب6، ب8، ب9، ج4، د9	0.37- (0.17)، 0.28- (0.15)، 0.20- (0.24)، 0.44- (0.22)، 41.0- (0.22)
ب10، ب11	0.37 (0.09)، 0.28 (0.11)
ج8، ج10، ج11	0.74 (0.13)، 0.87 (0.14)، 0.83 (0.11)
د2، د3	0.66- (0.27)، 83.0- (0.43)
د4، د5، د6، د7	0.12- (0.17)، 0.09- (0.17)، 0.15- (0.16)، 0.15- (0.16)
هـ2، هـ3، هـ4	0.10 (0.06)، 0.14 (0.11)، 0.04 (0.10)
هـ5، هـ6	0.50 (0.08)، 0.56 (0.07)
هـ8، هـ9، هـ12	1.28 (0.24)، 1.31 (0.26)، 1.49 (0.26)

يتضح من جدول (6) تقارب قيم تقديرات الصعوبة للبنود المتكافئة في التعقيد المعرفي، ولم تختلف قيم تقديرات الصعوبة للبنود المتكافئة في التعقيد المعرفي داخل حدود الخطأ المعياري للبنود. على سبيل المثال البنود د4، د5، ود6، د7 التي لها نفس قيم العوامل الأربعة المكونة للتعقيد المعرفي (عدد العناصر =2 ، وعدد القواعد = 1، نوع القاعدة هو إضافة أو حذف شكل حيث أن الشكل الأخير هو نتيجة إضافة الشكلين السابقين أفقياً ورأسياً، التنظيم الإدراكي بسيط) كانت لها تقديرات صعوبة متقاربة لحد كبير تراوحت بين (-0.09) إلى (-0.15)، وإذا ما أخذنا في الاعتبار الأخطاء المعيارية لتقديرات الصعوبة، فإن تقديرات الصعوبة لهذه البنود تعد متكافئة إحصائياً في حدود خطأ معياري واحد. يقدم هذا دليلاً مبدئياً على صدق التكوين الفرضي للاختبار بصفة عامة وصدق التحليل المعرفي للبنود بصفة خاصة، وبهذا فقد تحقق فرض الدراسة الرابع حيث تساوت البنود المتكافئة من حيث التعقيد المعرفي في تقديرات الصعوبة بحد أقصى خطأ معياري واحد لتقديرات الصعوبة.

خامساً تفسير عوامل التعقيد المعرفي للبنود للتباين في تقديرات معاملات الصعوبة

للتحقق من أثر العوامل الأربعة المسئولة عن التعقيد المعرفي على تقديرات صعوبات البنود، قام الباحث باستخدام نموذج تحليل التباين المتعدد العوامل والذي تم توصيفه بوضع تقدير صعوبة البنود كمتغير تابع والعوامل الأربعة (عدد العناصر، عدد القواعد، نوع القواعد، التنظيم الإدراكي) كمتغيرات مستقلة. مستويات متغير عدد العناصر أربعة تراوحت بين (1) و (4). لأن

عدد القواعد المستخدمة في بند واحد كانت (4)، فقد تم ضم هذا المستوى مع مستوى (3) قواعد، بذلك أصبح عدد مستويات عدد القواعد (4) تراوحت بين (صفر) و (3 أو 4 قواعد). تم حساب متوسط نوع القواعد لكل بند وإعادة تكويدها في ثلاثة مستويات: المستوى الأول (صفر أو 1)، والمستوى الثاني (أكبر من 1 إلى أقل من 3)، والمستوى الثالث (3 قواعد أو أكثر). وأخيراً تم استخدام مستويي التنظيم الإدراكي (بسيط في مقابل معقد). تم عرض نتائج تحليل التباين في جدول (7).

جدول (7)

نتائج أثر عوامل التعقيد المعرفي على تقدير صعوبات البنود*

عامل التعقيد المعرفي	المتوسطات (الانحرافات المعيارية) لتقديرات الصعوبة				قيمة ف	درجات الحرية	الدلالة الاحصائية	حجم التأثير (مربع إيتا)
	مستوى 1	مستوى 2	مستوى 3	مستوى 4				
عدد العناصر	0.90- (0.88)	0.04 (0.48)	0.65 (0.83)	0.89 (0.44)	16.76	3، 47	أقل من 0.001	0.57
عدد القواعد	1.80- (0.05)	0.40- (0.70)	0.22 (0.72)	1.24 (0.40)	22.01	3، 47	أقل من 0.001	0.63
نوع القواعد	0.59- (0.83)	0.34 (0.52)	1.16 (0.47)		22.51	2، 47	أقل من 0.001	0.54
التنظيم الإدراكي	0.40- (0.81)	1.16 (0.41)			23.78	1، 47	أقل من 0.001	0.38

*جميع نتائج المقارنات البعدية باستخدام طريقة شفيه لمستويات متغير عدد العناصر كانت دالة (أقل من 0.001) عدا المقارنة بين (4) و(3) عناصر، وجميع نتائج المقارنات البعدية لمستويات العوامل الثلاثة الأخرى كانت دالة إحصائياً.

يتضح من جدول (7) أن جميع عوامل التعقيد المعرفي كانت دالة إحصائياً عند مستوى الدلالة (أقل من 0.001). مقارنة بالعوامل الأخرى جاء متغير عدد القواعد أكبر المتغيرات من حيث التأثير في قيم تقديرات الصعوبة حيث كانت قيمة مربع إيتا (0.63)، يليه متغيري عدد العناصر ونوع القواعد بقيم مربع إيتا متقاربة جداً (0.57، 0.54 على الترتيب)، وأخيراً متغير التنظيم الإدراكي بقيمة مربع إيتا (0.38). توصلت نتائج تحليلات المقارنات البعدية للمتوسطات للعوامل الأربعة أن

جميع الفروق بين متوسطات مستويات جميع العوامل كانت دالة إحصائياً عدا الفرق بين متوسطات تقديرات صعوبة البنود التي لها ثلاثة وأربعة عناصر، مما يعني أنه عند تساوي العوامل الأخرى، فإن الحمل المعرفي الذي تضعه البنود ذات عدد العناصر المرتفعة (ثلاثة أو أربعة) على الذاكرة العاملة لا يختلف، بينما يختلف الحمل المعرفي بالانتقال من عنصر واحد إلى عنصرين ومن عنصرين إلى ثلاثة عناصر. تشير نتائج تحليل التباين أيضاً إلى اختلاف الحمل على الذاكرة العاملة بالزيادة التدريجية في عدد القواعد وكذلك في الانتقال من قاعدة بسيطة إلى قاعدة معقدة، كما أظهرت النتائج أن الانتقال من تنظيم إدراكي بسيط إلي تنظيم إدراكي معقد يزيد من صعوبة البنود، مما يعنى أن الحمل على الذاكرة العاملة يزيد.

توضح المتوسطات والانحرافات المعيارية التي تم عرضها في جدول (7) النتائج السابقة بشكل أدق، حيث تزيد تقديرات معاملات الصعوبة بشكل تدريجي مع ارتفاع مستويات جميع العوامل. فقد أرتفع متوسط تقدير الصعوبة للبنود ذات العنصر الواحد من سهل (−0.90) إلى صعب نسبياً (0.89) للبنود ذات العناصر الأربعة بانحراف معياري متقارب مما يدل على تقارب تشتت صعوبات البنود حول متوسطها في المستويات الأربعة. يظهر هذا التوجه بشكل أوضح في حالة عدد القواعد، حيث ارتفع متوسط الصعوبة للبنود التي ليس لها قواعد من شديد السهولة (−1.80) إلى شديد الصعوبة (1.24) للبنود التي لها ثلاث أو أربع قواعد. ويلاحظ الانخفاض الشديد في الانحراف المعياري (0.05) للمستوى الأول لعدد القواعد والانحراف المعياري المنخفض (0.40) للمستوى الرابع والأخير مما يدل على تجانس تقديرات الصعوبة في المستوى الأول حول المتوسط شديد السهولة وفي المستوى الرابع حول المتوسط شديد الصعوبة. أرتفع معامل الصعوبة أيضاً مع زيادة مستويات نوع القواعد من (−0.59) للمستوى الأول إلى (1.16) في المستوى الثالث بانحرافات معيارية متقاربة. أخيراً أرتفع متوسط تقديرات معامل الصعوبة مع التحول من التنظيم الإدراكي البسيط إلى التنظيم الإدراكي المعقد من سهل (−0.40) إلى صعب (1.16) بانحرافات معيارية متقاربة. يؤكد ذلك من جديد على صدق التحليل المعرفي لبنود اختبار المصفوفات المتتابعة لرافن باستخدام عوامل التعقيد المعرفي الأربعة ومن ثم يعطي دليلاً على صدق التكوين الفرضي للاختبار، كما تشير تلك النتائج لتحقق فرض الدراسة الرابع.

التنبؤ بتقديرات الصعوبة باستخدام عوامل التعقيد المعرفي

لدراسة قدرة العوامل الأربعة للتعقيد المعرفي على التنبؤ بتقديرات صعوبة البنود وتحديد قيمة التباين المفسر من تقديرات صعوبة البنود من خلال عوامل التعقيد المعرفي، قام الباحث باستخدام نموذج تحليل الانحدار المتعدد والذي تم توصيفه بوضع تقدير صعوبة البنود كمتغير تابع

والعوامل الأربعة (عدد العناصر، عدد القواعد، نوع القواعد، التنظيم الإدراكي) كمتغيرات مستقلة. لإدخال المتغيرات الأربعة لنموذج الانحدار تم إعادة تكويد المتغيرات إلى متغيرات ثنائية التقسيم Dichotomous تسمى Orthogonal Linear Contrasts (Howell, 1997) وفقا لعدد مستويات كل عامل، بحيث يكون لكل عامل عدد من المتغيرات المستقلة ثنائية التقسيم تساوى عدد المستويات مطروحاً منه 1. هذا الإجراء يستخدم عند ادخال المتغيرات غير الكمية (الأسمية والرتبية) في تحليل الانحدار ويساعد على تفسير نتائج التحليل. لإجراء ذلك يجب أن يحدد أحد مستويات كل عامل كمستوى مرجعي بحيث يأخذ دائماً القيمة صفر، وقد تم تحديد المستوى الأول لجميع المتغيرات كمستوى مرجعي. لذلك فإن مجموع عدد المتغيرات التي دخلت في تحليل الانحدار المتعدد (9 متغيرات): 3 متغيرات تمثل عامل عدد العناصر، 3 متغيرات تمثل عامل عدد القواعد، متغيران يمثلان عامل نوع القواعد، ومتغير واحد يمثل عامل التنظيم الإدراكي. تم عرض نتائج تحليل الانحدار في جدول (8).

جدول (8)

نتائج تحليل الانحدار المتعدد لعوامل التعقيد المعرفي على تقديرات صعوبة البنود

عامل التعقيد المعرفي	المتغير	قيمة β	قيمة ت	الدلالة
عدد العناصر	المستوى الثاني في مقابل الأول	0.377	6.64	أقل من 0.001
	المستوى الثالث في مقابل الأول	0.154	2.30	0.05
	المستوى الرابع في مقابل الأول	0.196	3.49	0.001
عدد القواعد	المستوى الثاني في مقابل الأول	0.326	4.01	أقل من 0.001
	المستوى الثالث في مقابل الأول	0.427	4.95	أقل من 0.001
	المستوى الرابع في مقابل الأول	0.606	7.92	أقل من 0.001
نوع القواعد	المستوى الثاني في مقابل الأول	0.389	6.68	أقل من 0.001
	المستوى الثالث في مقابل الأول	0.374	4.78	أقل من 0.001
التنظيم الإدراكي	المستوى الثاني في مقابل الأول	0.267	4.88	أقل من 0.001
قيمة "ف" لنموذج تحليل الانحدار المتعدد (68.31) وهي قيمة دالة عند مستوى (أقل من 0.001)				
قيمة مربع معامل الانحدار المتعدد (R^2) = 0.942				

يتضح من جدول (8) أن قيمة التباين المفسر من تقديرات صعوبات البنود باستخدام عوامل التعقيد المعرفي كانت مرتفعة جداً (94.2%)، بمعنى أن معظم تباين صعوبات البنود يمكن تفسيره بواسطة عوامل التعقيد المعرفي، كما كان نموذج تحليل الانحدار المتعدد دال إحصائياً. كانت قيم جميع معاملات الانحدار للمتغيرات دالة إحصائياً. كانت أعلى قيم معاملات الانحدار (0.61) تخص متغير عدد القواعد (المستوى الرابع (3 أو 4 قواعد) في مقابل المستوى الأول (عدم وجود قواعد))، يليه معامل انحدار (0.43) فيما يخص متغير عدد القواعد (المستوى الثالث (قاعدتان) في

مقابل المستوى الأول (عدم وجود قواعد)). جاء بعد ذلك متغيرات عامل نوع القواعد، ثم متغير عدد العناصر (المستوى الثاني (عنصران) في مقابل المستوى الأول (عنصر واحد)) بقيمة معامل انحدار (0.38). وقد سبق متغير التنظيم الإدراكي (معقد في مقابل بسيط) باقي متغيرات عدد العناصر بقيمة معامل انحدار (0.27). تشير تلك النتائج لإمكانية التنبؤ بدرجة عالية من الدقة بتقديرات الصعوبة باستخدام عوامل التعقيد المعرفي، مما يقدم دليلاً قوياً على صدق التحليل المعرفي للبنود، ويؤكد على صدق التكوين الفرضي لاختبار المصفوفات المتتابعة لرافن، ويشير لتحقق فرض الدراسة الخامس.

خلاصة وتوصيات

تعرضت الدراسة للتحليل المعرفي للبنود ودراسة العلاقة السببية بين مستوى تعقيد المتطلبات المعرفية اللازمة للاستجابة على بنود اختبارات الاستدلال المجرد والتي يقوم بناؤها على المصفوفات وصعوبة البند والتي تعد دليلاً هاماً لصدق التكوين الفرضي للاختبار. تحديداً هدفت الدراسة التحليل المعرفي لبنود اختبار المصفوفات المتتابعة لرافن باعتباره أشهر اختبارات الاستدلال المجرد أو العامل العام أو الذكاء المائع وأكثر اختبارات الذكاء الجمعية استخداماً، عن طريق التحليل المعرفي لبنوده ودراسة أثر ذلك على صعوبة البنود التي تم تقديرها باستخدام نموذج راش والتي تتسم بالثبات والاستقلال عن عينة المستجيبين.

لاستخدام هذه المنهجية القوية في التحقق من صدق التكوين الفرضي، يجب أن تكون العوامل المسئولة عن التعقيد المعرفي محددة مسبقاً. كما يلزم لتطبيق هذه المنهجية تحقق افتراضات نموذج راش في استجابات الأفراد على الاختبار، أو تحقق افتراضات النموذج المناسب لتقدير صعوبات البنود، وملاءمة بنود الاختبار للنموذج الذي تم اختياره لتدريج بنوده. لذلك فإن هذه المنهجية صالحة للاختبارات ذات البناء النظري القوي والتي يمكن استخدام نتائج علم النفس المعرفي في تحليل بنودها. يلزم لتطبيق هذه المنهجية أيضاً عينات ذات حجم كبير نسبياً، وكلما زاد عدد البنود، كلما زادت أهمية زيادة حجم العينة.

أظهرت نتائج الدراسة الحالية العلاقة الوثيقة بين عوامل التعقيد المعرفي وصعوبة البنود المكونة لاختبار المصفوفات المتتابعة لرافن، ويمكن تطوير الدراسة الحالية في عدة اتجاهات: أولاً بالرغم من أن الدراسة الحالية توصلت لأنه يمكن تفسير معظم تباين تقديرات صعوبة البنود باستخدام عوامل التعقيد المعرفي، وأن هناك أثر دال إحصائياً لعوامل التعقيد المعرفي في تقديرات صعوبات البنود، إلا أن الدراسة الحالية تعد دراسة وصفية سببية مقارنة وليست تجريبية. الدراسة التجريبية هي أقوى منهجية بحثية للتوصل للعلاقة السببية بين المتغيرات (أبو علام، 2011)، ويستلزم استخدام

المنهج التجريبي التحكم في المتغيرات وأن تسبق المتغيرات المستقلة (المسببات) المتغيرات التابعة (النتائج) زمنياً. بالرغم من أن عوامل التعقيد المعرفي (المتغيرات المستقلة) تسبق صعوبة البنود (المتغير التابع)، إلا أن الباحث لم يتحكم في المتغيرات المستقلة، حيث أن الدراسة اقتصرت على التحليل المعرفي للبنود وليس بناء بنود وفقاً لقواعد التعقيد المعرفي. ثانياً يمكن تطوير الدراسة الحالية باستخدام بنود ذات عدد أكبر، الدراسة الحالية محدودة بعدد بنود اختبار المصفوفات المتتابعة لرافن التي تناولتها الدراسة (48 بند) وهي ما قد يحد من تعميم نتائج الدراسة. ثالثاً يمكن تطوير الدراسة الحالية باستخدام أنواع أخرى من المصفوفات، فالدراسة الحالية محدودة بطبيعة المصفوفات التي استخدمها رافن في اختباره؛ ورغم أن هذا النوع من المصفوفات هو أشهر أنواع المصفوفات إلا أنه ليس النوع الوحيد من المصفوفات ومن المفيد دراسة إمكانية تعميم النتائج التي تم التوصل إليها في الدراسة الحالية في أنواع أخرى من المصفوفات المستخدمة في اختبارات الذكاء واختبارات الاستدلال المجرد. رابعاً يمكن تطوير الدراسة الحالية بدراسة أثر عوامل التعقيد المعرفي على الخصائص الاحصائية الأخرى للبنود ولا سيما معامل التمييز أو التخمين أو الخصائص السيكومترية للاختبار ولا سيما الثبات. خامساً يمكن تطوير الدراسة الحالية بدراسة أثر عوامل التعقيد المعرفي لاختبارات أخرى غير اختبارات الاستدلال المجرد ولا سيما اختبارات القدرات والاستعدادات واستخدام منهجية الدراسة الحالية في التحقق من صدق التكوين الفرضي لتلك الاختبارات.

توصي الدراسة الحالية باستخدام المنهجية المعروضة مع اختبارات أخرى تعتمد على المصفوفات لقياس الاستدلال المجرد، واستخدام عوامل التعقيد المعرفي في بناء وتطوير اختبارات تقيس الاستدلال المجرد، نظراً لأهمية هذا النوع من الاختبارات لقطاع كبير من المستفيدين ولأغراض متعددة لا تقتصر على اختبارات الذكاء. إن أهداف أي علم تبدأ بالوصف وتنتهي بالتحكم مروراً بالتنبؤ، وكلما ارتقي العلم كلما استطاع تحقيق تلك الأهداف إلى أن يصل لتحقيق هدف التحكم. وعلم القياس النفسي كغيره من العلوم يرتقى كلما اقترب من تحقيق هدف التحكم. توجه الدراسة الحالية النظر انه ليس بالإمكان فقط وصف الخصائص السيكومترية للبنود أو التنبؤ بها، بل من الممكن التحكم فيها عن طريق التغيير المتعمد للعوامل المسئولة عن هذه الخصائص، مما قد يسهم في اختيار بنود اختبارية ذات خصائص سيكومترية محددة مسبقاً لتناسب الغرض من الاختبار وقدرات المستجيبين على الاختبار، مما يؤدى للتوصل لتقدير قدرة أدق للمستجيب على الاختبار.

تقدم الكثير من الكتابات العلمية منهجيات بناء وتطوير الاختبارات النفسية وتضع القواعد التي يجب أن يتبعها الباحث لبناء اختبار نفسي، ولا تقدم الدراسة الحالية بديلاً لهذه المنهجيات، بل تعتمد هذه المنهجية وتسير في مسارها بتقديم وسيلة تتكامل مع غيرها من الوسائل لتحقيق هذا

الهدف. فبعد أن يتبع الباحث المنهجية العلمية لبناء البنود، يجب أن يطمئن لتحقيقها لصدق التكوين الفرضي باستخدام نتائج الدراسات التي تتطور بشكل مستمر في العلوم النفسية الأخرى، وتقدم الدراسة الحالية طريقة واعدة للتحقق من هذا الصدق إمبريقياً.

مراجع الدراسة

أمينة كاظم. (1988). دراسة نظرية نقدية حول القياس الموضوعي للسلوك: نموذج راش. الكويت: مؤسسة الكويت للتقدم العلمي.

أن أنستازي، و سوزانا أورينا. (2015). القياس النفسي. (صلاح الدين محمود علام، المترجمون) عمان، الأردن: دار الفكر.

رجاء محمود أبو علام. (2011). مناهج البحث في العلوم النفسية والتربوية. القاهرة: دار النشر للجامعات.

صلاح الدين محمود علام. (1985). تحليل بيانات الاختبارات العقلية باستخدام نموذج راش اللوغاريتمي الاحتمالي: دراسة تجريبية. المجلة العربية للعلوم الانسانية، 5(17)، 100-122.

صلاح الدين محمود علام. (1999). القياس والتقويم التربوي والنفسي: أساسياته وتطبيقاته وتوجهاته المعاصرة. القاهرة: دار الفكر العربي.

Ackerman, P. L., Beier, M. E., & Boyle, M. O. (2002). Individual differences in working memory within a nomological network of cognitive and perceptual speed abilities. Journal of Experimental Psychology, 131, 567–589.

American Educational Research Association, American Psychological Association, & National Council on Measurement in Education. (1999). Standards for educational and psychological testing. Washington, DC: American Educational Research Association.

Anastasi, A., & Uraina, S. (1997). Psychological Testing (7th ed.). New York, NY: Pearson Education.

Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1994). Developments in the concept of working memory. Neuropsychology, 8(4), 485–493.

Blair, C. (2006). How similar are fluid cognition and general intelligence? A developmental neuroscience perspective on fluid cognition as an aspect of human cognitive ability. Behavioral and Brain Sciences, 29, 109-125.

Carpenter, P. A., Just, M. A., & Shell, P. (1990). What one intelligence test measures: A theoretical account of the processing in the Raven

Progressive Matrices test. Psychological Review, 97(3), 404-431.

Conway, A. R., Cowan, N., Bunting, M. F., Therriault, D. J., & Minkoff, S. R. (2002). A latent variable analysis of working memory capacity, short-term memory capacity, processing speed, and general fluid intelligence. Intelligence, 30, 163–183.

Duncan, J., Emslie, H., & Williams, P. (1996). Intelligence and the frontal lobe: the organization of goal-directed behavior. Cognitive Psychology, 30, 257–303.

Elliot, C. D. (1990). Differential Ability Scales: Introductory and Technical Handbook. San Antonia, TX: Psychological Corporation.

Embretson, S. E. (1996). The new rules of measurement. Psychological Assessment, 8(4), 341-349.

Embretson, S. E. (1998). A cognitive design system approach to generating valid tests: Application to abstract reasoning. Psychological Methods, 3(3), 380-396.

Embretson, S. E., & Reise, S. P. (2000). Item response theory for psychologists. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Embretson, S. E., & Wetzel, C. D. (1997). Component latent trait models for paragraph comprehension tests. Applied Psychological Measurement, 11, 175-193.

Engle, R. W., Tuholski, S. W., Laughlin, J. E., & Conway, A. R. (1999). Working memory, short-term memory and general fluid intelligence: A latent variable approach. Journal of Experimental Psychology, 128, 309–331.

Flanagan, D. P., Genshaft, J. L., & Harrison, P. L. (2003). New tests and alternative techniques for assessing intelligence. In D. Flanagan, J. Genshaft, & P. Harrison (Eds.), Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues (pp. 1-12). New York: Guilford Press.

Frederiksen, N., Mislevy, R. J., & Bejar, I. I. (1993). Test theory for a new generation of tests. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Howell, D. C. (1997). Statistical methods for psychology. Boston: Duxbury Press.

Hu, L.-T., & Bentler, P. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal, 6(1), 1-

55.

Hunt, E. (1999). Intelligence and human resources: past, present and future. In P. L. Ackerman, P. C. Kyllonen, & R. D. Roberts (Eds.), Learning and individual differences: process, trait and content determinants (pp. 3-28). Washington, DC: American Psychological Association.

IBM Corp. (2013). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp.

Irvine, S. H. (2005). Item Generation for Test Development: An Introduction. In S. Irvine, & P. Kyllonen (Eds.), Item Generation for Test Development (pp. xv-xxv). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Kane, M. J., Hambrick, D. Z., Tuholski, S. W., Wilhelm, O., Payne, T. W., & Engle, R. W. (2004). The generality of working memory capacity: A latent-variable approach to verbal and visuo-spatial memory span and reasoning. Journal of Experimental Psychology, 133, 189–217.

Kaufman, A. S., & Kaufman, N. L. (1993). Manual for the Kaufman Functional Academic Skills Test (KAIT). Circle Pines, MN: American Guidance Service.

Kyllonen, P. C. (1994). CAM: a theoretical framework for cognitive abilities measurement. In D. K. Detterman (Ed.), Current topics in human intelligence theories of intelligence (Vol. 4, pp. 307–360). Norwood, NJ: Ablex.

Linacre, J. M. (2007). WINSTEPS® 3.63 [Computer software]. Retrieved from http://www.winsteps.com/index.htm

Mackintosh, N. J., & Bennett, E. S. (2005). What do Raven's Matrices measure? An analysis in terms of sex differences. Intelligence, 33, 663–674.

Mulholland, T. M., Pellegrino, J. W., & Glaser, R. (1980). Components of geometric analogy solution. Cognitive Psychhology, 12, 252–284.

Muthén, L. K., & Muthén, B. O. (2014). Mplus User's Guide (Seventh Edition ed.). Los Angeles, CA: Muthén & Muthén.

Prabhakaran, V., Smith, J. A., Desmond, J. E., Glover, G. H., & Gabrieli, J. D. (1997). Neural substances of fluid reasoning: an fMRI study of neocortical activation during performance of the Raven's Progressive Matrices test. Cognitive Psychology, 33, 43-63.

Primi, R. (2014). Developing a Fluid Intelligence Scale Through a Combination of Rasch Modeling and Cognitive Psychology.

Psychological Assessment, 26(3), 774–788.

R Core Team. (2012). R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from http://www.R-project.org/

Raven, J., Raven, J. C., & Court, J. H. (1998). Manual for Raven's Progressive Matrices and Vocabulary Scales. Section 3, The Standard Progressive Matrices. Oxford, England: Oxford Psychologists Press.

Schneider, W. J., & McGrew, K. (2012). The Cattell–Horn–Carroll model of intelligence . In D. Flanagan, & P. Harrison (Eds.), Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues (pp. 99–144). New York, NY: Guilford Press.

Silvia, P. J., & Beaty, R. E. (2012). Making creative metaphors: The importance of fluid intelligence for creative thought. Intelligence, 40, 343–351.

Sternberg, R. J. (1977). A component process in analogical reasoning. Psychological Review, 84(4), 353–378.

Woodcock, R. W. (1990). Theoretical foundations of the WJ-R measures of cognitive ability. Journal of Psychoeducational Assessment, 8, 231–258.

Woodcock, R. W., & Johnson, M. B. (1989). Woodcock-Johnson Psycho-Educational Battery-Revised. Chicago, IL: Riverside.

Yang, Y-W. (2013). *Cognitive Component Analysis of Basic Mathematics Achievement Assessment*. Paper presented in International Conference on Artificial Intelligence and Software Engineering (ICAISE). http://www.icaise.org

Cognitive Analysis of Abstract Reasoning Test Items and Its Impact on Item Difficulty Using IRT-Rasch Model

Dr. Hesham Fathy Mohamed Gadelrab

Faculty of Education – Mansoura University

Abstract

The aim of the current study was to investigate the relation between factors responsible for item complexity and item difficulty for abstract reasoning nonverbal tests, especially depends on geometrical figures such as progressive matrices Using Rasch model. A good relation between item complexity and item difficulty may be used as a strong evidence of construct-related validity. The study used one of the most prominent and widely used group general intelligence test; Raven's Standard Progressive Matrices Test. The test consists of 60 items, however for the purpose of the study, only 48 items were used. The items were cognitively analyzed using four factors of progressive matrices item complexity. Sample of the study consists of 342 students (66.8% Female). Data analyzed using the IRT-Rasch model for estimating items' difficulty indices. ANOVA and multiple regression models were used to investigate the effect of item complexity on item difficulty indices. The study revealed the significance of all item complexity factors on item difficulty. The four factors together explained 94.2% of item difficulty variance. These results support both the validity of the item cognitive analysis and construct validation of the test.