المجلة الأردنية في العلوم التربوية، مجلد 2، عدد 2، 2006، 53-63

التحقق الإمبريقي من معادلات ستوكنغ في تحديد مستويات القدرة المناظرة لأقصى معلومات لتقدير معالم الفقرات في نظرية الاستجابة للفقرة

عماد عبابنة*

تاريخ تسلم البحث 2005/12/4 تاريخ قبوله 2006/4/9

ملخص: هدفت الدراسة إلى التحقق امبريقيا من معادلات ستوكنغ، المتعلقة بدقة تقدير معالم الفقرات، ولأغراض هذه الدراسة تم استخدام اختبار قدرة عقلية طوّر في دراسة سابقة، إذ استخدمت برمجية *Bilog-Mg* وبرنامج *Excel* في إجراء التحليل. وقد تم التوصل إلى النتائج التالية: 1. تتحقق معادلات ستوكنغ المتعلقة بتحديد مستويات القدرة المناظرة لأقصى معلومات لتقدير معالم الفقرات للنماذج اللوجستية الثلاثة. 2. تقدّم معادلات ستوكنغ طريقة مناسبة لتحديد مستويات القدرة المناظرة لأقصى معلومات لتقدير معالم الفقرات، وقد أشير لمستويات القدرة التي تزيد من دقة التقديرات كما حددتها المعادلات في متن البحث. 3. لم تتماشى دقة تقديرات معلم التمييز ومعلم التخمين مع دقة تقديرات معلم القدرة، بينما تماشت دقة تقديرات معلم الصعوبة مع دقة تقديرات معلم القدرة. 4. ساهمت مستويات القدرة التي حددتها معادلات ستوكنغ عند تقدير معالم الفقرات في زيادة دقة تقديرات معلم التخمين في النموذج اللوجستي الثلاثي، ومعلم التمييز في النموذج اللوجستي الثنائي، أكثر من مستويات القدرة التي حددتها المعادلات التي قدمها هامبلتون وسوامينثان، بينما لم تتغير دقة تقديرات معلم الصعوبة بتغير المعادلات المستخدمة.

(**الكلمات المفتاحية** : نظرية الاستجابة للفقرة، تقدير معالم الفقرة، دالة معلومات الفقرة).

Empirical Verification to Stocking's Equations in Specifying Ability Levels Matching Maximum Information for Estimating Item Parameters in Item Response Theory

Imad Ghassab Ababneh, *Faculty of Higher Educational Studies, Amman Arab University for Graduate Studies, Amman, Jordan.*

***Abstract**: The aim of the study was to provide empirical verifications to stocking's equations for estimating item parameters in IRT. For the purpose of this study, a mental ability test, which was developed in a previous study, was used. Software's Bilog- Mg and Excel were used to analyze the data. The findings were as follows: 1. Stocking's equations were satisfied in specifying ability levels matching maximum information for estimating item parameters for the three logistic models. 2. Stocking's equations were a suitable approach in specifying ability levels for estimating item parameters. However, the optimal ability levels specified by Stocking's equations were mentioned in the text. 3. The accuracy of estimating the discrimination parameter and guessing parameter were inconsistent with the accuracy of estimating ability parameter, whereas, estimating difficulty parameter was consistent with the accuracy of estimating ability parameter. 4. Ability levels specified by Stocking's equations contribute more than ability levels specified by equations introduced by Hambleton and Swaminthan in term of increasing accuracy of estimating guessing parameter for 3PL, and discrimination parameter for 2PL ,whereas , accuracy in estimating difficulty parameter wasn't changed. (**Key Words**: IRT, Item Parameters Estimation, Item Information Function).*

مقدمة: إن الهدف الأول لأية نظرية في القياس، هو تقديم أساس لعمل تنبؤات حول السمات أو القدرات، التي يتم قياسها بواسطة فقرات الاختبار، وقد كانت النظرية الكلاسيكية في القياس ولفترة طويلة مستخدمة للوصول إلى هذا الهدف، وفي إطار النظرية الكلاسيكية فإن مفهوم القدرة يتم التعبير عنه بالعلامة الحقيقية، وتعرف على أساس أنها توقع العلامة المشاهدة التي يتم الحصول عليها على أساس تطبيق الاختبار على المفحوص عدداً كبيراً من المرات، وهنا تقدّم نظرية الاستجابة للفقرة أساساً مختلفاً، إذ تعد القدرات عوامل تؤثر في أداء المفحوصين على فقرات الاختبار، وتوصف العلاقة بين القدرة والأداء على الفقرة في صيغة اقتران منوالي لكل فقرة، ويطلق على هذه العلاقة منحنى خصائص الفقرة (Item Characteristic Curve: ICC) وهذه العلاقة هي في أحد نماذجها اقتران لثلاثة معالم: معلم التمييز (a) ويصف ميل المنحنى عند نقطة الانعطاف أي عند النقطة المناظرة لمعلم الصعوبة (b)، عندما يكون منحنى الأوجايف(Ogive) سوياً، وقيمة معلم التخمين (c) تساوي صفرا"، ومعلم الصعوبة هو قيمة القدرة (θ) التي تناظر نقطة الانعطاف لمنحنى الأوجايف، ومعلم التخمين (c) هو المقطع الصادي للتقارب الأدنى للمنحنى، أي هو النقطة التي تكون عندها قدرة المفحوص تملك أقل احتمالية للإجابة على الفقرة بشكل صحيح.

إن نظرية الاستجابة للفقرة تقوم على افتراضات أساسية ذكرها هامبلتون وسوامينثان (Hambelton & Swaminthan, 1991) وهي: افتراض أحادية البعد (Unidimensionality)، والاستقلال الموضعي (Local Independence)، والمطابقة لمنحنى خصائص الفقرة والتحرر من السرعة (Speededness)، وتعد النماذج اللوجستية الأحادية والثنائية والثلاثية من أهم النماذج واسعة الانتشار، وهذه النماذج ملائمة للفقرات ثنائية التدريج، إذ

* كلية الدراسات التربوية العليا، جامعة عمان العربية للدراسات العليا، عمان، الأردن.

© حقوق الطبع محفوظة لجامعة اليرموك، اربد، الأردن.

يعد نموذج راش (Rash Model) أكثر هذه النماذج شهره، ويعبّر عنه رياضياً بالصورة:

$$Pi(\theta) = \frac{e^{D\bar{a}(\theta - bi)}}{1 + e^{D\bar{a}(\theta - bi)}}$$

وأما نموذج المعلمتين فإنه يسمح باختلاف فقرات الاختبار في صعوبتها وتمييزها ويمثل بالعلاقة:

$$Pi(\theta) = \frac{e^{Dai(\theta - bi)}}{1 + e^{Dai(\theta - bi)}}$$

والنموذج اللوجستي ذو الثلاثة معالم يعطى على الصورة:

$$Pi(\theta) = Ci + (1 - Ci)\frac{e^{Dai(\theta - bi)}}{1 + e^{Dai(\theta - bi)}}$$

حيث (P_i (θ: احتمال إجابة المفحوص الذي اختير عشوائياً من مستوى القدرة (θ) على الفقرة (i) إجابة صحيحة.

bi: معلم الصعوبة.

ai: معلم التمييز.

Ci: معلم التخمين.

θ: معلم القدرة.

$\bar{a}$: المستوى المشترك من التمييز لكافة الفقرات.

D: 1.7 تمثل عامل التدريج (Scaling Factor).

تلعب دالة معلومات الاختبار دوراً مهماً في نظرية الاستجابة للفقرة، إذ يمكن من خلالها تحديد الخطأ المعياري في التقدير، وتتمتع دالة معلومات الاختبار، التي تمثل مجموع دوال معلومات الفقرات عند مستوى معين من القدرة بميزة، وهي كون دالة معلومات الاختبار مستقلة عن عينة المفحوصين، وبذلك تقدم نظرية الاستجابة للفقرة مميزات إضافية فيما يتعلق بزيادة القدرة على تقدير أخطاء القياس (Brannick, 2003)، وتعطى دالة معلومات الاختبار على الصورة:

$$I(\theta) = \sum_{i=1}^{n} \frac{(P^{l}{}_{i}(\theta))^2}{Pi(\theta)Qi(\theta)}$$

حيث أن I(θ): دالة معلومات الاختبار.

(θ): معلم القدرة

P_i (θ): دالة استجابة الفقرة، $Q_i(\theta) = 1 - P_i(\theta)$

$p_i^l(\theta)$:المشتقة الأولى لدالة استجابة الفقرة.

كما أن الخطأ المعياري في التقدير يرتبط عكسيا مع الجذر التربيعي لدالة معلومات الاختبار وفق العلاقة:

$$SE(\theta) = \frac{1}{\sqrt{I(\theta)}}$$

وهذا يعني أن الخطأ المعياري في التقدير يكون اقل ما يمكن عند مستويات القدرة التي تناظر أقصى معلومات.

ومن الاستخدامات المفيدة لدالة معلومات الفقرة إمكانية معرفة مدى مساهمة كل فقرة في دالة معلومات الاختبار بشكل مستقل عن الفقرات الأخرى للاختبار، فإذا كان لدينا فكرة جيدة عن قدرات مجموعة المفحوصين، فيمكن انتقاء فقرات الاختبار التي تعظم المعلومات التي يقدمها الاختبار في المدى الذي تتوزع فيه قدرات المفحوصين في الاختبار.

لقد أشار هامبلتون وسواميناثان (Hambleton,Swaminthan,1985) إلى أن الاختبار السهل من المتوقع أن يقدم تقديرات أكثر دقة عند مستويات القدرة المتدنية، كما أن الاختبار الصعب من المتوقع أن يقدم معلومات أكثر دقة عند مستويات القدرة العليا، لذا فهو أكثر فائدة للمفحوصين ذوي القدرة العالية.

وبهدف زيادة الدقة في تقدير المعالم قامت ستوكنغ باشتقاق مجموعة من المعادلات تعمل على تحديد مستويات القدرة التي تعظم دالة المعلومات لتقدير معالم الفقرات.

معادلات ستوكنغ

لقد بينت ستوكنغ (Stocking, 1990) أن تقدير معالم الفقرة هي من أهم القضايا التي يعتمد عليها نجاح نظرية الاستجابة للفقرة، وخصوصاً في التطبيقات التي تعتمد كثيراً على تقديرات تلك المعالم، إذ يعد القياس التكيفي(adaptive) مثالاً على مثل هذه التطبيقات، وقد أشارت ستوكنغ إلى أن عينات المعايرة يتم اختيارها في العديد من التطبيقات بشكل عشوائي، وفي هذا الصدد بيّنت ستوكنغ أنه من المحتمل الحصول على تقديرات لمعالم الفقرات بشكل أدق، إذا كان التخطيط لاختيار عينة المعايرة يأخذ بعين الاعتبار دقة تقديرات معالم الفقرة، وقد قامت ستوكنغ ببيان العلاقة بين قدرات المفحوصين ودقة تقدير معالم الفقرة من خلال استخدام توقع المعلومات، التي تم حسابها باستخدام إجراءات الاشتقاق البسيط والاشتقاق الجزئي لدالة معلومات الفقرة بالنسبة لكل معلم من معالم الفقرة ، وذلك بهدف تحديد مستويات القدرة التي تناظر أقصى معلومات عند تقدير معالم الفقرات للحصول على دقة اكبر في تقدير تلك المعالم، وذلك من خلال استخدام المعادلة التي قدّمها لورد (Lord, 1980)، التي بين فيها أنه لأي معلم (×) تكون دالة المعلومات بالنسبة لذلك المعلم على الصورة:

$$Ixx = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{PiQi}\left(\frac{\partial p_i}{\partial x}\right)^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث Pi: دالة استجابة الفقرة i، $Q_i = 1 - P_i$

وقام لورد بإيجاد المشتقة الأولى لدالة استجابة الفقرة بالنسبة لكل معلم من معالم الفقرة، وذلك للنموذج اللوجستي الثلاثي وتوصل للمعادلات التالية:

$$\frac{\partial P}{\partial a} = \frac{D(\theta - b)Q(P - c)}{1 - c} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

$$\frac{\partial P}{\partial b} = \frac{-DaQ(P - c)}{1 - c} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

$$\frac{\partial P}{\partial c} = \frac{Q}{1 - c} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

وباستخدام المعادلة(1) والنتائج المبينة في المعادلات (2)، (3)، (4)، التي توصل إليها لورد بيّنت ستوكنغ (Stocking,1990) أنه في حالة النموذج اللوجستي الأحادي تكون دالة معلومات الفقرة التي تبيّن مدى مساهمة المفحوصين في المعلومات لتقدير معلم الصعوبة (b) على الصورة الرياضية التالية:

$$i_{bb} = D^2a^2PQ \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

ومن خلال استخدام إجراءات المشتقة الأولى لإيجاد القيم القصوى لدالة معلومات الفقرة المبينة في المعادلة (5) بينت ستوكنغ أن $\frac{\partial i_{bb}}{\partial b} = D^3a^3PQ(1-2P)$، وبمساواة هذه المعادلة بالصفر أوجدت ستوكنغ قيمة معلم القدرة (θ)، التي تعطي أقصى معلومات وذلك على الصورة الرياضية التالية:

$$\theta_b = b + \frac{1}{Da} Ln(\frac{P}{1 - P}) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

وفي حالة النموذج اللوجستي الثنائي بيّنت ستوكنغ(Stocking,1990) أن مستوى القدرة (θ) التي تعطي أقصى معلومات لتقدير معلم الصعوبة تعطى بالصورة المبينة في المعادلة (6). وأما في حالة تقدير معلم التمييز (a) فباستخدام معادلة لورد الموضحة سابقاً اشتقت ستوكنغ دالة معلومات الفقرة لتقدير معلم التمييز (a)، إذ توصلت إلى الصيغة الرياضية التالية:

$$i_{aa} = D^2(\theta - b)^2PQ \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

وباستخدام إجراءات الاشتقاق الجزئي أوجدت ستوكنغ مشتقة دالة المعلومات المبينة في المعادلة (7)، وذلك بالنسبة لمتغير معلم القدرة (θ) وتوصلت للصيغة الرياضية التالية:

$$\frac{\partial i_{aa}}{\partial \theta} = D^2(\theta - b)PQ\left[Da(\theta - b)(1 - 2p) + 2\right]$$

وعند مساواة المشتقة بالصفر حصلت ستوكنغ على قيمة (θ) التي تقدّم أقصى معلومات لتقدير معلم التمييز (a) إذ بيّنت أن (θ) تعطى بالصورة:

$$\theta_a = b + \frac{2}{Da(2p - 1)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

وأوضحت ستوكنغ من خلال المعادلة (8) أن مستوى القدرة (θ) يميل إلى الانخفاض عندما تزداد قيمة معلم التمييز (a) وعندما تكون قيمة (a) كبيرة، فإن قيمة (θ) تقترب من قيمة معلم الصعوبة (b).

وأما عند استخدام النموذج اللوجستي الثلاثي، فقد اوجدت ستوكنغ دوال معلومات الفقرة بالنسبة لكل معلم من معالم الفقرة وذلك على الصورة التالية:

$$i_{bb} = \frac{D^2a^2}{(1 - c)^2}(P - C)^2\frac{Q}{P} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

$$i_{aa} = \frac{D^2}{(1 - C)^2}(\vartheta - b)^2(P - C)^2\frac{Q}{P} \quad \ldots\ldots(10)$$

$$i_{cc} = \frac{1}{(1 - C)^2}\frac{Q}{P} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(11)$$

واستناداً إلى المعادلات (9)، (10)، (11) واستخدام إجراءات الاشتقاق الجزئي بينت ستوكنغ أن القيم القصوى لدوال المعلومات تتحقق عند مستويات القدرة (θ) التالية على التوالي:

$$\theta_b = b + \frac{1}{Da} Ln\frac{P - C}{1 - P} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(12)$$

$$\theta_a = b + \frac{2(1 - C)p}{Da(2P^2 - P - C)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(13)$$

$$\theta_c = -\infty \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(14)$$

وأوضحت ستوكنغ من خلال المعادلة (12) أن مستوى القدرة يساوي معلم الصعوبة عندما $c = 0$ بينما يكون أكبر من معلم الصعوبة بكمية تعتمد على (a) وعلى (C) عندما $0 < c < 1$.

وقد أوضحت ستوكنغ من خلال المعادلات (12)، (13)، (14) أن المفحوصين الذين تكون قدرتهم في مدى صعوبة الفقرة يقدمون مساهمة أكبر في تقدير معلم الصعوبة، وأن المفحوصين الذين تزيد أو تقل قدراتهم قليلاً عن صعوبة الفقرة، يقدمون مساهمة أكبر في تقدير معلم التمييز، وأن المفحوصين ذوي القدرة المتدنية يساهمون بشكل أكبر في تقدير معلم التخمين.

لقد حددت طريقة ستوكنغ التي استندت إلى أسلوب الاشتقاق المفصل آنفاً، التي اعتمدت بالأساس على معادلة لورد استراتيجية معينة لاختيار عينة المعايرة، بحيث تقود إلى الحصول على أقصى معلومات عن احد معالم الفقرة، وبالتالي تكون دقة التقديرات لتلك المعالم مرتفعة، ومن المهم الإشارة إلى أن التطوير النظري الذي قامت به ستوكنغ يفترض أن المعالم الأخرى تكون معلومة عندما يتم اشتقاق دالة المعلومات الخاصة بتقدير معلم معين، فعندما يتم

اشتقاق دالة معلومات الفقرة للمعلم b يفترض أن تقديرات معلم التمييز ومعلم التخمين تكون معروفة.

وتجدر الملاحظة في هذا المقام أن هامبلتون وسوامينثان (Hambleton & Swaminthan, 1985) قاما بتحديد مستويات القدرة المناظرة لأقصى معلومات توفرها الفقرة من خلال إيجاد دالة معلومات الفقرة، وذلك للنماذج اللوجستية الثلاثة، إذ أفضت نتائج الاشتقاق الرياضي لدالة استجابة الفقرة بالنسبة لمتغير القدرة (θ) إلى تحديد قيمة معلم القدرة الذي تملك الفقرة عنده أقصى معلومات، والذي رمزا له بالرمز- θ_{max} - والذي يشير الى مستوى القدرة الذي يعظم دالة معلومات الفقرة،وقد كانت نتائج الاشتقاق بالنسبة للنماذج اللوجستية الثلاثة على النحو التالي:

أ. النموذج اللوجستي الأحادي:

$$I(\theta) = D^2 P_i Q_i \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(15)$$

$$\theta_{max} = bi \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(16)$$

$$I_{max}(\theta) = \frac{1}{4} D^2 a_i^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(17)$$

حيث I_{max} أقصى معلومات للفقرة والتي تتحقق عند θ_{max}.

ب. النموذج اللوجستي الثنائي:

$$I(\theta) = D^2 a i^2 P_i Q_i \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(18)$$

$$\theta_{max} = bi \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(19)$$

$$I_{max}(\theta) = \frac{1}{4} D^2 a i^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(20)$$

ج. النموذج اللوجستي الثلاثي:

$$I(\theta) = D^2 a^2 Q_i (p_i - c_i)^2 \Big/ p_i (1 - c_i)^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(21)$$

$$\theta_{max} = bi + \frac{1}{Da_i} \left[1n \frac{1 + (1 + 8ci)^{1/2}}{2} \right] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(22)$$

$$I_{max}(\theta) = \frac{D^2 a i^2}{8(1 - ci^2)} \left[1 - 20ci - 8c_i + (1 + 8ci)^{\frac{3}{2}} \right] \quad \ldots(23)$$

ومن الجدير بالقول انه عند بناء الاختبارات باستخدام نظرية الاستجابة للفقرة، يمكن استخدام دالة معلومات الفقرة على اعتبار أن معلومات الفقرة تتغير عبر مستويات السمة المختلفة، وعليه فإنه من الممكن اختيار فقرات تقدّم دقة قياس مرتفعة عند نقطة قطع معينة على متصل السمة، وقد قام لورد (Lord, 1977) بتحديد الخطوط العريضة لعملية بناء الاختبار وذلك على النحو التالي:

1. وصف شكل دالة المعلومات المستهدفة في الاختبار.
2. اختيار فقرات تغطي دوال معلوماتها مستويات الصعوبة المناظرة لدالة المعلومات المستهدفة.
3. بعد إضافة كل فقرة إلى الاختبار يتم حساب دالة معلومات الاختبار التي يتم اختيارها.
4. الاستمرار في اختيار فقرات الاختبار حتى تقترب دالة معلومات الاختبار من دالة المعلومات المستهدفة.

ومن هنا فقد جاءت هذه الدراسة محاولة لفحص معادلات ستوكنغ، التي قدمت إسهامات نظرية لتحديد مستويات القدرة المناظرة لأقصى معلومات لتقدير معالم الفقرات، وذلك من خلال استخدام بيانات حقيقية.

هدف الدراسة:

حاولت الدراسة التحقق امبريقيا" من معادلات ستوكنغ في تحديد مستويات القدرة المناظرة لأقصى معلومات لتقدير معالم الفقرات، وذلك من خلال بيانات حقيقية، كما هدفت إلى مقارنة دقة التقديرات الناتجة من استخدام معادلات ستوكنغ، والمعادلات التي قدمها كل من هامبلتون وسوامينثان والمستخدمة على نطاق واسع باعتبارها تحدد مستويات القدرة التي تعظم دالة معلومات الفقرة. وعلى وجه الخصوص فإن هدف الدراسة الإجابة عن الأسئلة التالية:

1. هل تتحقق معادلات ستوكنغ المتعلقة بتحديد مستويات القدرة المناظرة لأقصى معلومات لتقدير معلم الصعوبة في النماذج اللوجستية الثلاثة؟
2. هل تتحقق معادلات ستوكنغ المتعلقة بتحديد مستويات القدرة المناظرة لأقصى معلومات لتقدير معلم التمييز في النموذج اللوجستي الثنائي المعلم، والنموذج اللوجستي الثلاثي المعلم؟
3. هل تتحقق معادلات ستوكنغ المتعلقة بتحديد مستويات القدرة المناظرة لأقصى معلومات لتقدير معلم التخمين في النموذج اللوجستي الثلاثي المعلم؟
4. ما هي مستويات القدرة المناظرة لأقصى معلومات لتقدير معالم الفقرات في النماذج اللوجستية الثلاثة ؟

أهمية الدراسة:

تسعى الدراسة الحالية إلى التحقق من معادلات ستوكنغ في تحديد مستويات القدرة المناظرة لأقصى معلومات لتقدير معالم الفقرات باستخدام النماذج اللوجستية الثلاثة، وتتجلى أهمية الدراسة في كونها تقدم إجراءات محددة للحصول على تقديرات دقيقة ومستقرة في معايرة فقرات الاختبار من خلال معرفة مستويات القدرة التي تساهم في زيادة الدقة في تقدير المعالم، وتقدم الدراسة أدلة إمبريقية حول دقة معادلات ستوكنغ ، التي حددت مستويات القدرة المناظرة لأقصى معلومات لتقدير معالم الفقرات، والتي يمكن اعتبارها أفضل قدرات يمكن أن تساهم بزيادة الدقة في تقدير معالم الفقرات.

محددات الدراسة:

- تتحدد نتائج هذه الدراسة بالاختبار العقلي المستخدم، وبقدر ما يتمتع به من خصائص سيكومترية مقبولة.
- ستقتصر الدراسة على عينة من فقرات الاختبار العقلي المستخدم في هذه الدراسة روعي عند اختيارها أن يغطي مستوى صعوبتها متصل القدرة .

الدراسات السابقة:

إن الخطوة الأساسية والأهم في تطبيق نظرية الاستجابة للفقرة هي تقدير معالم نموذج نظرية الاستجابة للفقرة، التي تحدد خصائص هذا النموذج، ولما كانت عملية التقدير تنطوي على بعض الأخطاء، فإن الحاجة تظهر لتقليل الأخطاء وزيادة دقة التقدير، وتشير الدقة إلى المدى الذي يتوافق فيه القرار المستند على درجات الاختبار مع القرار، الذي يمكن اتخاذه فيما لو كانت الدرجات لا تتضمن أية أخطاء قياس.

اهتمت العديد من الدراسات بدراسة تأثير خصائص المفحوصين على دقة تقدير معالم الفقرات، فقد قام فاريش وستيفن (Farish & Stephen, 1984) بدراسة استقرار تقدير معلم الصعوبة في نموذج راش، إذ استخدم اختبار تحصيلي لمادة الرياضيات لحوالي (2000) طالب أسترالي، وقد تضمنت التجربة دراسة الاستقرار النسبي لمعلم الصعوبة باستخدام حجم عينة وتصاميم مختلفة، كما تم دراسة أثر اختلاف نوع العينة وحجمها على تقدير معلم الصعوبة للفقرة المطابقة حيث بينت النتائج أن مطابقة الفقرات للنموذج تزداد كلما زاد حجم العينة، وأن حذف الفقرات ضعيفة المطابقة يحسن من المطابقة للاختبار.

وفي دراسة قام بها هيندرسون وآخرون (Hendreson & Others, 2001) هدفت لتفحص أثر أخطاء تقدير معالم الفقرات على دالة معلومات الاختبار، وذلك من خلال ثلاثة طرق لاختيار الفقرات، إذ تعتمد الطريقة الأولى على اختيار الفقرات التي تعمل على تغطية منحنى دالة معلومات الاختبار المستهدفة. وأما الطريقة الثانية فتعتمد على اختيار الفقرات التي تملك أعلى معلومات بغض النظر عن موقعها على مقياس القدرة (θ) إذ إنها تغطي دالة معلومات الاختبار المستهدفة، فيما تعتمد الطريقة الثالثة على تحديد موقع الفقرة على مقياس القدرة بحيث تعطي أعلى معلومات للفقرة، وبمعنى آخر يتم تحديد مستوى القدرة(θ) التي تعطي أعلى دالة معلومات للفقرة، حيث تم تطبيق الطرق الثلاثة باستخدام النموذج اللوجستي الثنائي والنموذج اللوجستي الثلاثي، وتوصلت الدراسة التي أجريت باستخدام أسلوب المحاكاة من خلال توليد ثلاثة بنوك منفصلة للفقرات، والحصول على الإجابة على الفقرات لعينات من المفحوصين بحجم (400, 1000, 2000) مفحوص إلى أن الاختبارات المكوّنة من خلال إجراءات الطريقة الأولى التي ترتكز على اختيار الفقرات، التي تعمل على تغطية منحنى دالة معلومات الاختبار المستهدفة والطريقة الثانية التي تعتمد على اختيار الفقرات التي تملك أعلى معلومات بغض النظر عن موقعها على مقياس القدرة بحيث تغطي دالة معلومات الاختبار المستهدفة تعملان بشكل متسق على المغالاة في تقدير دالة معلومات الاختبار، وعلى العكس من ذلك فإن الاختبارات المكوّنة باستخدام الطريقة الثالثة التي تعتمد على تحديد موقع الفقرة على مقياس القدرة، إذ تعطي أعلى معلومات للفقرة تقدم تقديرات ثابتة لدالة المعلومات.

وكذلك فقد قام ريكيس ومارك (Reckase & Mark D, 1978) بإجراء دراسة من خلال استخدام أسلوب المحاكاة هدفت إلى مقارنة دقة تقدير معلم القدرة والفقرة في نموذج راش والنموذج اللوجستي الثلاثي، إذ بيّنت النتائج أن النموذج اللوجستي الثلاثي قد طابق بيانات الاختبار بشكل أفضل من نموذج راش، وأن تباين تقدير معلم القدرة لنموذج راش أكبر من تباين تقدير معلم القدرة للنموذج اللوجستي الثلاثي، كما بيّنت الدراسة أن النموذج اللوجستي الثلاثي يحتاج حجم عينة أكبر لمعايرة فقرات الاختبار من نموذج راش، وكذلك أظهرت الدراسة أن هناك ارتباطاً عالياً بين تقديرات القدرة وفق النموذجين لمعظم مجموعة البيانات وأن نموذج راش يفضل استخدامه في حالة العينات الصغيرة.

وفي دراسة أجراها بيلتون (Pelton, 2002) هدفت إلى مقارنة الدقة والاستقرار في تقدير معلم الصعوبة ومعلم القدرة باستخدام النظرية الكلاسيكية في القياس والنماذج اللوجستية في نظرية الاستجابة للفقرة، وذلك من خلال استخدام أسلوب المحاكاة. وتوصلت الدراسة إلى مجموعة من النتائج منها أن تقديرات القدرة يمكن مقارنتها عبر النظرية الكلاسيكية ونظرية الاستجابة للفقرة، إذ تتباين تقديرات القدرة حسب كمية المعلومات المتوفرة في مجموعة البيانات المولدة، التي تتأثر بدورها بأحادية البعد، ودرجة التخمين ومدى التباين في صعوبة الفقرات مقارنة بقدرات الأفراد. كما توصلت الدراسة إلى أنه بوجود حجم عينة معتدل (999) مفحوص وعدد فقرات ملائم (33) فقرة، فإن النموذج اللوجستي الثنائي يقدّم تقديرات أكثر دقة لمعلم الصعوبة من نموذج راش والنموذج اللوجستي الثلاثي والنظرية الكلاسيكية في القياس وذلك في ظل وجود تخمين قليل في الإجابة على فقرات الاختبار.

وفي دراسة قام بها عبابنة (2004) هدفت إلى استقصاء أثر حجم العينة وطريقة انتقائها وعدد الفقرات وطريقة انتقائها على دقة تقدير معالم الفقرة، والقدرة لاختبار قدرة عقلية باستخدام نظرية الاستجابة للفقرة، تم بناء مقياس قدرة عقلية مكوّن من (71) فقرة، طبقت على عينة مؤلفة من (1000) مفحوص ، وتم استخدام النموذج اللوجستي الثلاثي في معايرة فقرات الاختبار. توصلت الدراسة إلى عدة نتائج منها أن الدقة في تقدير معلم التمييز تزداد عند زيادة تباين قدرة المفحوصين، كما تزداد الدقة في تقدير معلمي القدرة والصعوبة عندما يكون مدى القدرة للمفحوصين متوافقاً مع مدى صعوبة الفقرات، وكذلك تزداد الدقة في تقدير معلم التخمين عند استخدام عينة من ذوي القدرة المتدنية في معايرة الفقرات.

الطريقة والإجراءات:

أ. أداة الدراسة:

استخدم لأغراض هذه الدراسة اختبار قدره عقلية وهو اختبار جماعي، تم إعداده وتطويره في دراسة سابقة (عبابنة، 2004)، إذ تألف الاختبار بصورته النهائية من 71 فقرة، توزعت على أربعة اختبارات فرعية هي: اختبار المفردات، واختبار المتشابهات، واختبار

المتضادات، واختبار الحساب، وقد بيّنت النتائج المتعلقة بالخصائص السيكومترية للاختبار أنها كانت مقبولة، إذ بلغ معامل ثبات المقياس المحسوب بالطريقة النصفية والمصحح بمعادلة سبيرمان براون (0.92).

ب. إجراءات الدراسة:

لأغراض هذه الدراسة تم استخدام البيانات المتوفرة من دراسة سابقة (عبابنة، 2004) التي تمثل بيانات تطبيق المقياس على عينة الدراسة المؤلفة من 1000 مفحوص من طلبة الصف السابع الأساسي في مدارس وزارة التربية والتعليم التابعة لمديرية التربية والتعليم لمنطقة اربد الأولى.

تم إدخال البيانات على برنامج Bilog-Mg لتحليلها، إذ تم الحصول على تقدير قدرات المفحوصين وتقدير معالم فقرات المقياس وذلك باستخدام النموذج اللوجستي الأحادي والنموذج اللوجستي الثنائي والنموذج اللوجستي الثلاثي، وقد استخدم برنامج Excel لإيجاد دوال المعلومات للفقرات ومستويات القدرة المناظرة لأقصى معلومات.

وبهدف الإجابة على أسئلة الدراسة تم تطبيق الخطوات التالية:

1. تم معايرة الفقرات باستخدام العينة الكلية المؤلفة من 1000 مفحوص، وتم إيجاد تقديرات القدرة للمفحوصين، كما تم إيجاد قيم دالة استجابة الفقرة عند كل مستوى من مستويات القدرة، وذلك للنماذج اللوجستية الثلاثة، وقد تم ذلك لعينة مختارة من الفقرات روعي عند اختيارها أن تكون صعوبتها موزعة على متصل القدرة عند المعايرة بالنماذج اللوجستية الثلاثة ما أمكن ذلك وهي الفقرات 1، 3، 5، 12، 15، 31، 41، 61، 66، 71.
2. تم إيجاد مستوى القدرة الذي تملك الفقرة عنده أقصى معلومات، وسيرمز له بالرمز (θe) لأغراض هذه الدراسة،وذلك من خلال حساب قيم الدوال اللوجستية، ودوال المعلومات عبر مستويات القدرة لجميع المفحوصين.
3. تم حساب مستوى القدرة الذي توصلت لها ستوكنغ وبيّنته وفق المعادلات 6، 8، 12، 13، 14 والتي رمز لها بالرموز θb، θa، θc، إذ تشير الرموز c, a, b إلى معالم الفقرة.
4. تم حساب مستوى القدرة الذي توصل له هامبلتون وسوامينثان والمبيّن من خلال المعادلات 16، 19، 22، التي رمز لها بالرمز (θ_{max})، الذي يشير إلى مستويات القدرة التي تملك الفقرة عنده أقصى معلومات.
5. تم إيجاد أقصى معلومات للفقرة، وذلك من خلال حساب دوال معلومات الفقرة باستخدام المعادلات 5، 7، 9، 10، 11 ، التي أشير لها بالرموز I_{cc}, I_{aa}, I_{bb}.
6. تم حساب أقصى معلومات للفقرة، التي رمز لها بالرمز (I_{max}) وذلك عند مستوى القدرة ($\theta=\theta_{max}$) المبين في البند 4 وذلك حسب المعادلات 17، 20،23.
7. تمت مقارنة قيم مستويات القدرة التي تم التوصل إليها وهي: θe، θb، θc، θa،θ_{max}، مع بعضها البعض، وفي كل حالة من الحالات تحت الدراسة، كما تم تحديد مستويات القدرة، التي يكون للفقرة عندها أقصى معلومات والتي بينت ستوكنغ بأنها تقدم أعلى مساهمة في تقدير كل معلم من معالم الفقرة، وذلك من خلال حسابها مباشرة من معادلات ستوكنغ 14,13,12,8,6 للنماذج اللوجستية الثلاثة.

النتائج:

للإجابة على أسئلة الدراسة تجدر الإشارة إلى أنه تم التحقق من افتراضات نماذج نظرية الاستجابة للفقرة في دراسة سابقة (عبابنة، 2004)، وعلى وجه الدقة تم التحقق من افتراضات أحادية البعد، وافتراض الاستقلال الموضعي، أما فيما يتعلق بافتراض حسن المطابقة، فقد أظهرت الفقرات التي تم اختيارها لأغراض هذه الدراسة أنها تطابق النماذج اللوجستية الثلاثة من خلال استخدام اختبار كاي تربيع لحسن المطابقة الذي تستخدمه برمجية Bilog-Mg وذلك عند مستوى الدلالة ($\alpha = 0.05$) باستثناء الفقرة 3 التي كانت مطابقتها للنماذج ضعيفة، وقد تم ذلك على الرغم من أن ستوكنغ أشارت إلى أن النماذج اللوجستية لا يمكن أن تطابق البيانات الحقيقية بصورة مثلى، وأن القدرات الحقيقية للمفحوصين لا يمكن معرفتها، وعليه فقد اقترحت أن دالة المعلومات التي يتم حسابها من الصيغة الرياضية التي قدمها لورد والمبينة في المعادلة (1) تكون أعلى مما نحصل عليه واقعياً.

في ضوء ذلك تمت معايرة فقرات الاختبار باستخدام النموذج اللوجستي الأحادي كما هو مبيّن في الملحق (1)، كما تم تقدير قدرات جميع المفحوصين وتم حساب قيمة دالة معلومات الفقرة باستخدام المعادلة (5) التي أوجدتها ستوكنغ، وذلك عند مستويات القدرة جميعها، وتم إيجاد أقصى قيمة لدالة معلومات الفقرة، التي أظهرت النتائج أنها تساوي (0.178) لجميع الفقرات تحت الدراسة، وهذه القيمة تساوي قيمة أقصى معلومات للفقرة، التي يمكن حسابها من خلال المعادلة (17)، وذلك لأن مستوى التمييز لجميع الفقرات كما أظهرته المعايرة يساوي 0.497 (يمثل المستوى المشترك من التمييز) كون النموذج المستخدم في هذه الحالة هو النموذج اللوجستي الأحادي.

تم إيجاد قيم مستويات القدرة (θ_e) المناظرة لأقصى معلومات تقدمها الفقرة كما هو مبين في الجدول 1، كذلك تم إيجاد قيم مستويات القدرة (θ_b) باستخدام المعادلة (6) التي قدمتها ستوكنغ، و تم إيجاد قيم مستويات القدرة (θ_{max}) التي أشار إليها كل من هامبلتون وسوامينثان، التي تساوي قيمة معلم الصعوبة b كما هو موضح في الجدول 1.

لقد أشارت النتائج أن معامل الارتباط بين قيم (θ_b) وقيم (θ_{max}) تصل إلى أكثر من (0.99)، وهي نفس قيمة معامل الارتباط بين قيم معلم الصعوبة b وقيم (θb) كون $\theta_{max} = b$ وهذا يعني أن أقصى معلومات تتحقق عندما تكون مستويات القدرة تقع في

مدى صعوبة الفقرة، وأشارت النتائج أن معامل الارتباط بين قيم (θ_e) وقيم (θ_b) تصل إلى أكثر من (0.99) وهذا يشير إلى دقة اشتقاقات معادلات ستوكنغ في حالة تقدير معلم الصعوبة للنموذج اللوجستي الاحادي.

جدول (1): مستويات القدرة المناظرة لأقصى معلومات لتقدير معلم الصعوبة لفقرات مختارة باستخدام النموذج اللوجستي الأحادي

رقم الفقرة	معلم الصعوبة b	أقصى معلومات I_{bb}	أقصى معلومات I_{max}	θ_e	θ_b	θ_{max}
1	-1.867	0.178	0.178	-1.909	-1.951	-1.867
3	1.170	0.178	0.178	1.133	1.095	1.170
5	- 0.400	0.178	0.178	-0.341	-0.028	-0.400
12	0.570	0.178	0.178	0.534	0.498	0.570
15	1.637	0.178	0.178	1.619	1.601	1.637
31	2.092	0.178	0.178	2.076	2.059	2.092
41	- 0.030	0.178	0.178	-0.024	-0.019	-0.030
61	0.457	0.178	0.178	0.453	0.449	0.459
66	-0.019	0.178	0.178	-0.024	-0.030	-0.019
71	0.003	0.178	0.178	0.055	-0.052	0.003

وللكشف عن مدى تحقق معادلات ستوكنغ في حالة النموذج اللوجستي الثنائي فقد تم معايرة فقرات الاختبار باستخدام بيانات العينة الكلية المؤلفة من 1000 مفحوص كما يظهر في الملحق (2)، إذ تم إيجاد تقديرات معلم الصعوبة وتقديرات معلم التمييز للفقرات جميعها، وتم حساب دالة معلومات الفقرة لتقدير معلم الصعوبة ومعلم التمييز وذلك من خلال المعادلات (5)، (7)، وذلك عند جميع مستويات القدرة (θ)، وتم إيجاد أقصى قيمة لدالة معلومات الفقرة لجميع الفقرات تحت الدراسة، وذلك من خلال تفحص قيم دالة معلومات الفقرة عند جميع مستويات القدرة للفقرات كلها، كما تم إيجاد أقصى قيمة لدالة معلومات الفقرة، باستخدام المعادلة (20) التي قدمها كل من هامبلتون وسوامينثان، وبتفحص قيم أقصى المعلومات للفقرة تم إيجاد قيم القدرة (θ_e) المناظرة لها، وذلك في حالة تقدير معلم الصعوبة، كما هو موضح في الجدول (2) وفي حالة تقدير معلم التمييز، كما هو موضح في الجدول (3)، وكذلك تم إيجاد قيم القدرة (θ_b)، (Θa) باستخدام المعادلة (6) والمعادلة (8) على التوالي وكما هو موضح في الجدول (2) والجدول (3) على التوالي.

كما تم إيجاد قيم القدرة (θ_{max}) التي أشار إليها كل من هامبلتون وسوامينثان، التي تساوي قيمة معلم الصعوبة bi كما هو موضح في الجدول (2) والجدول (3). وتشير النتائج إلى أن معامل الارتباط بين قيم (θ_b) وقيم (θ_{max}) بلغ أكثر من (0.99) و تتطابق هذه النتيجة مع النتيجة التي تم التوصل لها في حالة استخدام النموذج اللوجستي الاحادي، كما أشارت النتائج إلى أن قيم (θ_e) تطابق قيم (θ_b) في حالة تقديرات معلم الصعوبة المبينة في الجدول (2) وأن قيم (I_{max}) تطابق قيم (Ibb).

أما في حالة تقديرات معلم التمييز، فقد أظهرت النتائج أن معامل الارتباط بين قيم (θ_a) وقيم (θ_{max}) بلغ حوالي (0.50-)، وهذا يشير إلى أن دقة تقدير معلم التمييز لا تتماشى مع دقة تقدير معلم القدرة، كما أشارت النتائج إلى أن معامل الارتباط بين قيم (θ_e) وقيم (θ_a) بلغ أكثر من (0.99)، وأوضحت النتائج إلى أن قيم أقصى معلومات للفقرات المستخرجة من خلال قيم دالة معلومات الفقرة المحسوبة من المعادلة (7) وقيم أقصى معلومات للفقرات المستخرجة باستخدام المعادلة (20) تتباين بصورة واضحة، إذ بلغ معامل الارتباط بين قيم (I_{max}) وقيم (I_{aa}) حوالي (0.87-)،وهذا يشير إلى تباين مستويات الدقة لتقديرات معلم التمييز وتقديرات معلم القدرة، والجدول (3) يبين تقديرات معلم التمييز، وقيم أقصى معلومات للفقرة ومستويات القدرة المحسوبة بطرق مختلفة أشير إليها سابقاً.

وتظهر النتائج أن مستوى القدرة (θ_a)، الذي تملك الفقرة عنده أقصى معلومات في حالة تقدير معلم التمييز يكون أقل أو أكبر من صعوبة الفقرة، وذلك لجميع الفقرات تحت الدراسة.

جدول (2): مستويات القدرة المناظرة لأقصى معلومات لتقدير معلم الصعوبة لفقرات مختارة باستخدام النموذج اللوجستي الثنائي

رقم الفقرة	معلم الصعوبة b	أقصى معلومات I_{bb}	أقصى معلومات I_{max}	θ_e	θ_b	θ_{max}
1	-1.378	0.436	0.436	-1.378	-1.378	-1.378
3	1.031	0.242	0.242	1.027	1.027	1.031
5	-0.378	0.238	0.238	-0.372	-0.372	-0.378
12	0.544	0.189	0.189	0.545	0.545	0.544
15	1.783	0.143	0.143	1.754	1.754	1.783
31	3.313	0.060	0.060	3.305	3.305	3.313
41	-0.048	0.278	0.278	-0.046	-0.046	-0.048
61	0.589	0.094	0.094	0.587	0.587	0.589
66	-0.028	0.084	0.084	-0.029	-0.029	-0.028
71	-0.023	0.313	0.313	-0.020	-0.020	-0.023

جدول (3): مستويات القدرة المناظرة لأقصى معلومات لتقدير معلم التمييز لفقرات مختارة باستخدام النموذج اللوجستي الثنائي

رقم الفقرة	معلم التمييز a	أقصى معلومات I_{aa}	أقصى معلومات I_{max}	θ_e	θ_a	θ_{max}
1	0.777	0.728	0.436	0.436	0.438	-1.378
3	0.599	1.310	0.242	-1.407	-1.407	1.031
5	0.574	1.333	0.238	2.074	2.083	-0.378
12	0.512	1.670	0.189	3.305	3.305	0.544
15	0.445	2.218	0.143	-1.387	-1.390	1.783
31	0.289	5.259	0.060	-1.573	-1.570	3.313
41	0.620	1.143	0.278	2.221	2.280	-0.048
61	0.361	3.263	0.094	3.940	4.803	0.589
66	0.341	3.768	0.084	3.940	4.190	-0.028
71	0.658	1.014	0.313	2.120	2.120	-0.023

وفيما يتعلق بالكشف عن مدى تحقق معادلات ستوكنغ في حالة النموذج اللوجستي الثلاثي، فقد تم معايرة فقرات الاختبار باستخدام بيانات العينة الكلية المؤلفة من 1000 مفحوص، إذ تم إيجاد تقديرات معلم الصعوبة ومعلم التمييز ومعلم التخمين لجميع الفقرات كما هو موضح في الملحق (3)، وتم حساب دالة معلومات الفقرة لتقدير معلم الصعوبة ومعلم التمييز ومعلم التخمين وذلك من خلال المعادلات (9)، (10)، (11) عند جميع مستويات القدرة (θ) للمفحوصين البالغ عددهم 1000 مفحوص، وتم إيجاد أقصى قيمة لدالة معلومات الفقرة من خلال نتائج تطبيق المعادلات المذكورة، كما تم إيجاد أقصى قيمة لدالة معلومات الفقرة باستخدام المعادلة (23) التي قدمها هامبلتون وسوامينثان، وبتفحص قيم أقصى

المعلومات للفقرة عند تقدير معلم الصعوبة تم إيجاد قيم القدرة (θe) المناظرة لها وذلك كما هو موضح في الجدول (4).

جدول (4): مستويات القدرة المناظرة لأقصى معلومات لتقدير معلم الصعوبة لفقرات مختارة باستخدام النموذج اللوجستي الثلاثي

رقم الفقرة	معلم الصعوبة b	أقصى معلومات I_{bb}	أقصى معلومات I_{max}	θ_e	θ_b	θ_{max}
1	-1.195	0.132	0.197	-1.000	-1.000	-1.163
3	1.180	0.843	1.267	1.260	1.260	1.193
5	0.586	0.177	0.500	0.720	0.720	0.613
12	0.972	0.301	0.515	1.102	1.102	0.994
15	1.450	3.041	4.560	1.483	1.483	1.457
31	1.746	2.511	3.481	1.787	1.787	1.753
41	0.459	0.200	0.322	0.623	0.623	0.486
61	1.413	0.444	1.233	1.483	1.483	1.430
66	1.136	0.054	0.148	1.382	1.382	1.186
71	0.440	0.196	0.298	0.581	0.581	0.467

تشير النتائج في الجدول (4) الى أن قيم القدرة (θ_e) الملاحظة تطابق قيم القدرة المحسوبة بالمعادلة (12)، وكذلك أظهرت النتائج أن معامل الارتباط بين قيم القدرة (θb) المحسوبة بالمعادلة (12) وقيم القدرة (θ_{max}) المحسوبة بالمعادلة (19) بلغ أكثر من (0.99) وكذلك الأمر فقد بلغ معامل الارتباط بين قيم (θ_b) وقيم معلم الصعوبة b أكثر من (0.99) وأيضاً بلغ معامل الارتباط بين قيم (θ_{max}) وقيم معلم الصعوبة b أكثر من (0.99) وهذا يتفق مع النتائج التي تم التوصل لها في حالة النموذج اللوجستي الأحادي والثنائي من حيث أن خصائص مستويات القدرة التي حددتها ستوكنغ قد تحققت امبريقيا، كما تشير النتائج أن معامل الارتباط بين Ibb، Imax يزيد عن 0.99 وهذا يعني أن هناك انسجاما في مستويات الدقة لتقديرات معلم الصعوبة ومعلم القدرة.

وكما أشرنا سابقاً فقد تم حساب أقصى معلومات للفقرة عند تقدير معلم التمييز، وذلك باستخدام المعادلة (10) وكذلك تم حساب أقصى معلومات للفقرة باستخدام المعادلة (23) التي قدمها هامبلتون وسوامينثان، إذ أظهرت النتائج وجود تباين واضح بين قيم Iaa وقيم Imax كما يظهر في الجدول (5)، إذ بلغ معامل الارتباط بين المتغيرين حوالي (o.62-) وهذا يتفق مع النتائج التي تم التوصل لها في حالة النموذج اللوجستي الثنائي، ويشير ذلك إلى أن دقة تقدير معلم التمييز لا تتماشى مع دقة تقدير معلم القدرة على الرغم من قوة العلاقة الارتباطية بين مستويات القدرة(θa) ومستويات القدرة (θmax).

جدول (5): مستويات القدرة المناظرة لأقصى معلومات لتقدير معلم التمييز لفقرات مختارة باستخدام النموذج اللوجستي الثلاثي

رقم الفقرة	معلم التمييز a	أقصى معلومات I_{aa}	أقصى معلومات I_{max}	θ_e	θ_a	θ_{max}
1	0.729	0.676	0.197	0.764	0.764	1.163-
3	1.858	0.103	1.267	1.918	1.918	1.193
5	1.730	0.091	0.500	1.433	1.433	0.613
12	1.296	0.209	0.515	2.079	2.079	0.994
15	3.518	0.029	4.560	1.859	1.859	1.457
31	2.903	0.044	3.481	2.192	2.192	1.753
41	0.985	0.357	0.322	1.914	1.914	0.486
61	2.688	.0380	1.233	1.953	1.953	1.430
66	0.928	0.304	0.148	2.432	2.432	1.186
71	0.909	0.431	0.298	2.038	2.038	0.467

ويلاحظ أيضاً من خلال قيم القدرة المحسوبة بالمعادلة (20) وقيم القدرة المحسوبة بالمعادلة (13) أن معامل الارتباط بين تلك القيم بلغ حوالي (0.81)، وتطابقت قيم القدرة الملاحظة (θe) وقيم القدرة المحسوبة بالمعادلة (13) بشكل تام، وهذا يشير إلى تحقق معادلات ستوكنغ.

وأما بخصوص تقديرات معلم التخمين في النموذج اللوجستي الثلاثي، فكما ذكرنا آنفاً تم حساب أقصى معلومات للفقرة باستخدام المعادلة (23) التي قدمها هامبلتون وسوامينثان، والجدول (6) يبين نتائج تلك الحسابات.

جدول (6): مستويات القدرة المناظرة لأقصى معلومات لتقدير معلم التخمين لفقرات مختارة باستخدام النموذج اللوجستي الثلاثي

رقم الفقرة	معلم التخمين c	أقصى معلومات Icc	أقصى معلومات I_{max}	θ_e	θ_c	θ_{max}
1	0.17	7.087	0.197	-3.614	-∞	-1.163
3	0.172	7.022	1.267	-3.614	-∞	1.193
5	0.362	4.330	0.500	-3.614	-∞	0.613
12	0.217	5.884	0.515	-3.614	-∞	0.994
15	0.171	7.053	4.560	-3.614	-∞	1.457
31	0.142	8.208	3.481	-3.614	-∞	1.753
41	0.197	6.287	0.322	-3.614	-∞	0.486
61	0.357	4.356	1.233	-3.614	-∞	1.430
66	0.355	4.360	0.148	-3.614	-∞	1.186
71	0.176	6.822	0.298	-3.614	-∞	0.467

تشير النتائج إلى اختلافات واضحة بين القيم المناظرة لأقصى معلومات للفقرة (θ_{max}) وقيم (θc)، التي قدمتها ستوكنغ والتي أشرنا لها بالمعادلة (14)، إذ تشير النتائج إلى أن ذوي القدرة المتدنية يقدمون أقصى معلومات لتقدير معلم التخمين، ويبدو ذلك منطقياً أكثر من مستويات القدرة التي تم تحديدها من خلال المعادلة (22)، التي رمز لها بالرمز (θ_{max})، إذ أن قيم θc تشير إلى مستويات القدرة المتدنية من الناحية النظرية، كما بينتها ستوكنغ بينما تشير قيم θe إلى مستويات القدرة المتدنية المتحصل عليها من واقع البيانات، كما يلاحظ أن دقة تقديرات معلم التخمين لا تتماشى مع دقة تقديرات معلم القدرة.

مناقشة النتائج:

أشارت النتائج المتعلقة بتقديرات معلم الصعوبة للنماذج اللوجستية الثلاثة: الأحادي والثنائي والثلاثي إلى أن قيم القدرة المناظرة لأقصى معلومات للفقرة، التي تم ملاحظتها من خلال عملية المعايرة واستخدام دوال المعلومات المناظرة لكل معلم من معالم الفقرات تطابق قيم القدرة التي تم حسابها باستخدام معادلات ستوكنغ، التي حددت مستويات القدرة بصورة رياضية، مما يعنى أن معادلات ستوكنغ دقيقة. وعند مقارنة قيم القدرة التي تم الحصول عليها باستخدام معادلات ستوكنغ،التي رمز لها بالرمز (θ_b) بقيم القدرة التي تم الحصول عليها باستخدام معادلات هامبلتون وسوامينثان، التي رمز لها بالرمز (θ_{max})، وجد أن معامل الارتباط بين تلك القيم كان مرتفعاً إذ وصل إلى أكثر من (0.99) ، وهذا

يعنى أن معادلات ستوكنغ لم تقدّم قيمة مضافة جوهرية لتقدير معلم الصعوبة، إذ أن متوسط قيم θb بلغ 0.3622 ومتوسط قيم θmax بلغ 0.3615، وبالتالي فإنه يمكن استخدام معادلات هامبلتون وسواميناثان بدلاً من معادلات ستوكنغ عند اختيار عينات المعايرة لتقدير معلم الصعوبة،وكذلك تشير النتائج المتعلقة بمستويات القدرة التي تقدم أقصى معلومات للفقرة إلى أن دقة تقدير معلم الصعوبة يتماشى مع دقة تقدير معلم القدرة، وفي هذا المقام بيّنت النتائج إلى أن مستويات القدرة التي تملك الفقرة عندها أقصى معلومات تقترب بشكل كبير من صعوبة الفقرة؛ وبالتالي يمكن القول إن المفحوصين الذين يملكون قدرة تناظر صعوبة الفقرة يساهمون بفاعلية في تقدير معلم صعوبة الفقرة، وهذه النتيجة في الحقيقة تتفق مع جوهر معادلات ستوكنغ، التي تبين أن قيم القدرة التي تقدّم الفقرة عندها أقصى معلومات لتقدير معلم الصعوبة كما يظهر في المعادلات (6)، (9)،(12) تعتمد على معلم الصعوبة للفقرة، وهذا يعني أن الدقة في تقدير معلم الصعوبة ترتفع كلما اقتربت قدرة المفحوصين من صعوبة الفقرة، وهذا يتفق مع ما توصل إليه عبابنة (2004) من أن الدقة في تقدير معلم الصعوبة تزداد عندما يكون مدى القدرة للمفحوصين متوافقاً مع مدى صعوبة الفقرات، كما يتفق مع ما توصلت له ستوكنغ.

على أي حال، فإن الفقرة تقدّم أقصى معلومات لتقدير معلم الصعوبة عندما (θ= b) وذلك بافتراض أن معلم التخمين يساوي صفرا"، أما إذا كان معلم التخمين يقع بين الصفر والواحد صحيح فكما أشارت ستوكنغ، فإن مستوى القدرة يكون أكبر من معلم الصعوبة بكمية تعتمد على قيمة معلم التمييز a ومعلم التخمين c، وعلى الرغم من ذلك فإن التطبيق التجريبي لم يكشف عن فروقات جوهرية كما يبدو بين قيم (θ_{max}) وقيم (θb) عند تقدير معلم الصعوبة على الرغم من اختلاف قيم c عن الصفر وتباين قيم a، ويبدو ذلك من خلال متوسطات القيم المشار لها سابقا.

وفيما يتعلق بدقة تقديرات معلم التمييز فقد كشفت النتائج عن تباين واضح في قيم القدرة (θa) التي تم الحصول عليها من تطبيق معادلات ستوكنغ وبين قيم القدرة (θ_{max})، التي تم الحصول عليها من تطبيق معادلات هامبلتون وسواميناثان، وبالتالي فإن معادلات ستوكنغ تقدّم أسلوباً مناسباً لاختيار عينة المعايرة، إذ يتم اختيار المفحوصين الذين تزيد قدرتهم أو تقل قليلاً عن مستوى صعوبة الفقرة لمعايرة فقرات الاختبار عند تقدير معلم التمييز، واستناداً إلى النتائج فأن قيم (θa) التي تقدّم أعلى معلومات للفقرة تكون أكبر من معلم الصعوبة أو اقل من معلم الصعوبة حسب مستوى القدرة، وبالتالي فإن تلك المستويات من القدرة تقدم معلومات أفضل عن الفقرة في حالة تقدير معلم التمييز، ويتسق ذلك مع ما توصلت إليه ستوكنغ (Stocking, 1990) وما توصل إليه عبابنة (2004) الذي أشار إلى أن المفحوصين ذوي القدرات المتباينة يساهمون بصورة أفضل في تقدير معلم التمييز، وهذه النتائج تنطبق على النموذج اللوجستي الثنائي والنموذج اللوجستي الثلاثي، وكذلك تشير النتائج إلى أن دقة تقدير معلم التمييز لا تتماشى مع دقة تقدير معلم القدرة.

وفيما يتعلق بدقة تقديرات معلم التخمين، فإن النتائج بيّنت أن ذوي القدرة المتدنية يساهمون بصورة أكبر في تقدير معلم التخمين من أي مستوى آخر من القدرة، إلا أن تحديد مستويات القدرة التي تقدّم أقصى معلومات من خلال معادلة هامبلتون وسواميناثان لم تكن بديلاً جيداً لمعادلات ستوكنغ.إذ إن النتائج التي تم التوصل إليها من خلال تطبيق معادلات ستوكنغ كانت أكثر منطقية من حيث اعتبار أن مستويات القدرة المتدنية تقدّم تقديرات أكثر دقة عند تقدير معلم التخمين، إذ أظهرت النتائج أن مستويات القدرة المتدنية والتي تقع على طرف متصل السمة من اليسار، التي أشارت إليها ستوكنغ بالقيمة (θ= - ∞) (القدرة المتناهية في الضعف)، التي أظهرت النتائج بأنها تساوي (3.614-) كانت تقدّم أقصى معلومات لتقدير معلم التخمين، إذ كانت هذه القيمة ثابتة لجميع الفقرات بغض النظر عن مستوى صعوبة الفقرة وتمييزها،وكذلك بينت النتائج أن دقة تقدير معلم التخمين لا تتماشى مع دقة تقدير معلم القدرة.

استناداً إلى النتائج التي تم التوصل إليها، فإن الدراسة توصي باستخدام معادلات ستوكنغ لاختيار عينات المعايرة، التي تحقق أدق التقديرات لمعالم الفقرات.

المصادر والمراجع

عبابنة، عماد.(2004). **أثر حجم العينة وطريقة انتقائها وعدد الفقرات وطريقة انتقائها على دقة تقدير معالم الفقرة والقدرة لاختبار قدرة عقلية باستخدام نظرية الاستجابة للفقرة**. رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة عمان العربية للدراسات العليا، عمان.

Brannick, M. (2003). *Basic of IRT*. [on-line] file: A:/Item Response theory. htm.

Farish, Stephen. J. (1984). Investigating item stability: An empirical investigation into the variability of item statistics under conditions of varying sample design and sample size. *Occasional paper, No. 18. Publication type: 143; 110, Australia* [on-line] Available: http://eric.ed.gov.

Hambleton, R.K. & Swaminathan. H. (1985). *Item respponse theory: principles applications*, Boston, Kluwer, Nijhoff Publishing.

Hambleton, R.K. & Swaminthan, H. & Rogers, H. J. (1991). *Fundamentals of item response theory*, international educational and professional. Publisher Newbury park.

Henderson, Gierl, Markj, Dianne, Jodoin Michael, Klinger, Don. (2001). Minimizing the influence of item parameter estimation errors in test development a comparison of three selection procedures. *Journal of Experimental Education*, Vol. (69), Issue, 3.

Lord M.F. (1980). *Application of item response theory to practical testing problems*, Hillsdale, NJ. Er/baum.

Lord, F.M. (1977). Practical applications of item characteristic curve theory. *Journal of educational measurement*, 14, 117-138.

Pelton, W. (2002). *The accuracy of unidimensional Measurement Models in the presence of deviations from the underlying assumptions*. Unpublished doctoral dissertation, Brigham young university, USA.

Reckase, Mark, D. (1978). A comparison of the one and three parameter logistic model for item calibration. *Paper presented at the annual meeting of the American educational research association*, Toronto, Canada. [on-line] Available: http://eric.ed.gov.

Stocking, M.K. (1990): Specifying Optimum examinees for item parameter estimation in item response theory, *Psychometrika*. Vol. 55, No. 3, 461-475.

ملحق 1: معلم الصعوبة لفقرات الاختبار المعايرة بالنموذج اللوجستي الأحادي

رقم الفقرة	معلم الصعوبة	رقم الفقرة	معلم الصعوبة	رقم الفقرة	معلم الصعوبة
1	-1.867	31	2.092	61	0.457
2	-1.391	32	0.228	62	-0.096
3	1.170	33	1.526	63	-1.257
4	-0.405	34	-0.930	64	-0.300
5	-0.400	35	0.727	65	0.306
6	-0.643	36	-1.834	66	-0.019
7	0.267	37	-0.278	67	0.140
8	0.733	38	1.562	68	-0.173
9	-1.004	39	1.169	69	-0.327
10	-0.405	40	0.406	70	-1.589
11	-0.118	41	-0.030	71	0.003
12	0.570	42	0.123		
13	-0.074	43	-0.871		
14	0.804	44	0.345		
15	1.637	45	-0.853		
16	2.129	46	-1.419		
17	0.339	47	-1.724		
18	-0.557	48	1.242		
19	1.874	49	1.205		
20	0.306	50	0.530		
21	-0.495	51	-1.993		
22	-0.206	52	-1.364		
23	0.434	53	-1.604		
24	2.129	54	-1.154		
25	-0.563	55	-1.330		
26	0.074	56	-1.066		
27	0.350	57	1.607		
28	1.490	58	0.645		
29	0.845	59	-0.233		
30	1.866	60	1.222		

ملحق 2: معلم الصعوبة ومعلم التمييز لفقرات الاختبار المعايرة بالنموذج اللوجستي الثنائي

رقم الفقرة	معلم الصعوبة	معلم التمييز	رقم الفقرة	معلم الصعوبة	معلم التمييز	رقم الفقرة	معلم الصعوبة	معلم التمييز
1	-1.378	0.777	31	3.313	0.289	61	0.589	0.361
2	-1.245	0.584	32	0.349	0.300	62	-0.112	0.472
3	1.031	0.599	33	1.844	0.392	63	-0.929	0.806
4	-0.441	0.460	34	-1.150	0.383	64	-0.341	0.435
5	-0.378	0.574	35	0.963	0.351	65	0.393	0.360
6	-0.526	0.712	36	-1.224	0.941	66	-0.028	0.341
7	0.157	0.822	37	-0.224	0.932	67	0.109	0.561
8	0.773	0.456	38	1.964	0.375	68	-0.210	0.407
9	-0.832	0.669	39	2.263	0.232	69	-0.345	0.488
10	0.408	0.527	40	0.703	0.262	70	-1.192	0.766
11	0.15	0.352	41	-0.048	0.620	71	-0.023	0.658
12	0.544	0.512	42	0.083	0.619			
13	0.104	0.332	43	-0.582	1.075			
14	1.150	0.332	44	0.448	0.357			
15	1.783	0.445	45	-0.615	0.890			
16	2.837	0.352	46	-0.820	1.479			
17	0.342	0.470	47	-1.016	1.289			
18	-0.761	0.339	48	1.977	0.286			
19	1.879	0.495	49	-0.747	1.233			
20	0.320	0.450	50	0.429	0.623			
21	-0.501	0.507	51	-1.125	1.401			
22	-0.237	0.438	52	-1.000	0.812			
23	0.650	0.306	53	-0.926	1.413			
24	3.392	0.287	54	-0.662	1.697			
25	-0.606	0.461	55	-1.00	0.776			
26	0.102	0.332	56	-0.834	0.736			
27	0.369	0.449	57	1.632	0.486			
28	2.116	0.325	58	1.062	0.276			
29	0.922	0.440	59	0.237	0.537			
30	1.779	0.529	60	1.437	0.404			

ملحق 3: معلم الصعوبة ومعلم التمييز ومعلم التخمين لفقرات الاختبار المعايرة بالنموذج اللوجستي الثلاثي

رقم الفقرة	معلم الصعوبة	معلم التمييز	معلم التخمين	رقم الفقرة	معلم الصعوبة	معلم التمييز	معلم التخمين	رقم الفقرة	معلم الصعوبة	معلم التمييز	معلم التخمين
1	-1.195	0.729	0.170	31	1.746	2.903	0.142	61	1.413	2.688	0.357
2	- 0.786	0.599	0.219	32	1.266	0.487	0.238	62	0.736	0.851	0.284
3	1.180	1.858	0.172	33	1.471	4.395	0.193	63	-0.228	0.105	0.323
4	0.630	0.912	0.345	34	-0.033	0.512	0.311	64	0.371	0.586	0.219
5	0.586	1.730	0.362	35	1.413	0.791	0.219	65	1.252	1.981	0.355
6	0.114	1.051	0.259	36	-0.626	1.214	0.334	66	1.136	0.928	0.355
7	0.590	1.980	0.195	37	0.010	1.049	0.089	67	0.722	0.955	0.229
8	1.154	0.922	0.189	38	1.544	3.015	0.189	68	0.921	0.929	0.352
9	-0.133	0.912	0.285	39	2.376	0.631	0.216	69	0.164	0.559	0.167
10	0.314	0.795	0.250	40	1.597	0.738	0.303	70	-0.975	0.720	0.165
11	0.794	0.522	0.254	41	0.459	0.985	0.197	71	0.440	0.909	0.176
12	0.972	1.296	0.217	42	0.426	0.821	0.129				
13	0.971	0.607	0.293	43	-0.204	1.385	0.179				
14	1.465	1.395	0.269	44	1.242	1.366	0.325				
15	1.450	3.518	0.171	45	-0.294	1.039	0.146				
16	2.054	0.999	0.107	46	-0.613	1.588	0.132				
17	0.967	1.152	0.258	47	-0.582	1.705	0.276				
18	0.404	0.467	0.292	48	2.010	0.688	0.182				
19	1.708	0.840	0.076	49	-0.398	1.497	0.191				
20	0.925	0.754	0.214	50	0.621	0.808	0.080				
21	0.331	0.809	0.283	51	-0.910	1.511	0.187				
22	0.497	0.643	0.231	52	-0.477	0.968	0.260				
23	1.428	4.720	0.378	53	-0.701	1.542	0.157				
24	2.288	0.954	0.122	54	-0.481	1.825	0.093				
25	0.599	1.104	0.390	55	-0.524	0.886	0.236				
26	1.143	0.651	0.295	56	0.011	1.158	0.353				
27	0.875	0.703	0.182	57	1.441	2.840	0.168				
28	1.985	0.738	0.149	58	1.729	0.695	0.262				
29	1.207	0.671	0.133	59	0.236	0.660	0.164				
30	1.430	3.358	0.136	60	1.441	1.249	0.182				