



الباحث/ عياد المطيري

أثر حجم العينة والنموذج على دقة تقدير بارامتر القدرة...

Humanities and Educational
Sciences Journal

ISSN: 2617-5908 (print)



مجلة العلوم التربوية
والدراسات الإنسانية

ISSN: 2709-0302 (online)

أثر حجم العينة والنموذج على دقة تقدير بارامتر القدرة وفق نظرية الاستجابة للفقرة: دراسة محاكاة (*)

الباحث/ عياد ركا عيادة المطيري

مسار القياس والتقويم، تخصص علم النفس التربوي
قسم علم النفس، كلية اللغات والعلوم الإنسانية
جامعة القصيم - السعودية

تاريخ قبوله للنشر 20/3/2025

<http://hesj.org/ojs/index.php/hesj/index>

(*) تاريخ تسليم البحث 1/2/2025

(*) موقع المجلة:

العدد(48)، شهر يوليو 2025م

22

مجلة العلوم التربوية والدراسات الإنسانية

أثر حجم العينة والنموذج على دقة تقدير بارامتر القدرة وفق نظرية الاستجابة للفقرة: دراسة محاكاة

الباحث/ عياد ركا عيادة المطيري

مسار القياس والتقويم، تخصص علم النفس التربوي
قسم علم النفس، كلية اللغات والعلوم الإنسانية
جامعة القصيم - السعودية

الملخص

هدفت الدراسة الحالية إلى الكشف عن دقة تقدير معلم قدرة الأفراد وفقاً لحجم العينة والنموذج المستخدم (ثلاثي، رباعي) المعلمة، والمقارنة بينهما، بالاستناد إلى نظرية الاستجابة للفقرة، وقد تكونت عينة الدراسة من مجموعة متعددة من العينات مختلفة الأحجام (200-500-800-1100-1400) مفحوصاً افتراضياً، ولتحقيق أهداف الدراسة، أستخدم المنهج الوصفي المقارن، وأسلوب المحاكاة لتوليد البيانات، وتحليلها والمقارنة بين النتائج المتعلقة بها، وتفسيرها، حيث تم توليد، وتحليل البيانات باستخدام برنامج (R)، والحزمة الإحصائية [Multidimensional Item Response Theory (MIRT)]، من خلال المتوسطات، والانحرافات المعيارية، واختبار تحليل التباين في اتجاهين، أظهرت النتائج: وجود تأثير لحجم العينة على دقة تقدير بارامتر القدرة في النموذجين (الثلاثي، والرباعي) لصالح أحجام العينة الأصغر، والنموذج الرباعي أعلى دقة من النموذج الثلاثي في تقدير قدرات الأفراد، وبناء على ذلك، قدمت الدراسة مجموعة من التوصيات والمقترحات، منها مراعاة حجم العينة ونوع النموذج اللوغاريتمي عند إجراء عملية القياس.

الكلمات المفتاحية: نظرية الاستجابة للفقرة، النموذج ثلاثي المعلمة، النموذج رباعي المعلمة، حجم العينة، قدرة الأفراد، المحاكاة، توليد البيانات.

The Accuracy of Estimating Individuals Ability According to The Sample Size and Parameter Model (Three, Four): Simulation Study

Ayaad Reka Almutairi

Track of Measurement and Evaluation, Major of Educational Psychology
Department of Psychology, College of Languages and Humanities
Qassim University, Kingdom of Saudi Arabia

Abstract

This study aimed in general to reveal the accuracy of estimating the ability of individuals according to the sample size and the model used (three, four) parameters, and to compare them, based on item response theory. The study sample consisted of a diverse group of samples of different sizes (200-500- 800-1100-1400) examined virtually. To achieve the study objectives, the researcher followed the descriptive comparative approach and the simulation method to generate data, analyze it, compare the results related to it, and interpret it. The data were generated and analyzed using the (R) program and the [Multidimensional Item Response Theory (MIRT)] statistical package, through means and standard deviations, the (T) test for two related/independent samples, and the one-way/two-way analysis of variance test. The study revealed several results, including an effect of sample size on the accuracy of estimating the ability parameter in the three parameters model. The four parameters model also favored smaller sample sizes, and the four parameters model was more accurate than the three parameters model in estimating individuals' abilities. Based on this, the study presented a set of recommendations and proposals, one of them to take into account the sample size and model type when executing the measurement process

Keywords: Item response theory, three-parameters model, four-parameters model, sample size, individual ability, simulation.

مقدمة الدراسة:

يشكل القياس التربوي واحدًا من أهم الأسس التي تستند إليها العملية التربوية في تحقيق أهدافها التعليمية، إذ يتم الاعتماد على النتائج التي توفرها المقاييس، والاختبارات التربوية، والنفسية في اتخاذ الكثير من القرارات، ومن ثم، فإن تصميم تلك الاختبارات، والمقاييس يتطلب دائمًا دقة عالية لضمان تحقيق الأغراض التي صممت لأجلها، سواءً من حيث الاتساق مع تلك الأغراض، أو من حيث الثبات، أو صدق نواتجها في التعبير عن السمات المقاسة، ودقة الكشف عن الفروق الفردية بين الأفراد (Hambleton & Jones, 1993)، إذ يتمثل الهدف الرئيس للقياس (Measurement) في الكشف عن الفروق الفردية بمختلف أنواعها (Lord, 1980). ولتحقيق هذا الغرض، اتجهت جهود العلماء، والباحثين التربويين، والنفسيين نحو تطوير أساليب، وأدوات متعددة للقياس، ووصولاً لأعلى مستوى لجودة التقويم، ومواجهة المشكلات التي عجزت النظرية التقليدية للقياس (Classical Theory) عن مواجهتها فضلاً عن معالجتها (Hambleton & Zeal, 1991)، وفي مقدمتها المشكلات الناتجة عن تأثير خصائص فقرات الاختبار بقدرة الأفراد، وعدم وجود وحدة قياس ثابتة، وصعوبة إجراء المقارنات بين الأفراد عند استخدام مقاييس، واختبارات مختلفة، فضلاً عن تأثير ثبات الاختبار بالظروف التي أجري فيها، وقيم تباين أخطاء القياس المتساوية لجميع أفراد العينة المفحوصة (الشافعي، 2014). ولقد أسهمت تلك الجهود في تطوير ما يعرف اليوم بـ التقويم الموضوعي (Objective Evaluation)، والتحول إلى النظرية الحديثة للقياس، والتي تعرف بـ نظرية الاستجابة للمفردة [Item Response Theory (IRT)] أو نظرية السمات الكامنة ([Latent Traits Theory (LTT)]، (Hardouin et al., 2010). ويراد بالموضوعية هنا، ألا يتأثر قياس الظاهرة المدروسة باختلاف أداة القياس، وألا يتأثر أيضاً باختلاف الأفراد المفحوصين باستخدام تلك الأداة، وأن يكون الأداء متدرجاً وفق وحدة قياس تتوافق مع تدرج مستويات الظاهرة موضوع القياس (Baker, 2001; Baker & Kim, 2004)؛ فالتقويم الموضوعي في نظامه المرجعي، لا يعتمد على مقارنة نتائج أداء المتعلم بأداء الجماعة، أو بأداء الفرد ذاته في وقت لاحق، أو في اختبار، أو مقياس آخر، بل يعتمد على تقدير العلاقة الاحتمالية بين الأداء الملاحظ للفرد في الاختبار، والسمات (القدرات) التي تكمن وراء هذا الأداء وتفسره (علام، 2005).

وتركز نظرية الاستجابة للمفردة على نمذجة العلاقة بين المتغيرات غير الملاحظة (قدرة الأفراد) واحتمال الاستجابة الصحيحة للفرد لأي مفردة اختبارية (Ayala, 2009)، حيث تفترض وجود سمات، وخصائص مشتركة بين جميع الأفراد، غير أنهم يختلفون في مقدارها، ولهذا ينبغي قياسها بشكل كمي، وذلك على أساس أن الفروق الفردية هي فروق كمية أكثر منها، وصفية، وبالرغم من عدم إمكانية ملاحظة تلك السمات، والخصائص بشكل مباشر، إلا أنه من الممكن الاستدلال على وجودها من المظاهر السلوكية، أو التغيرات الأخرى التي يمكن ملاحظتها، وهذا هو سبب تسميتها بـ السمات الكامنة (Latent Traits)، (Mielenz et al, 2010). وعلى هذا الأساس، تحاول نظرية الاستجابة للمفردة الكشف عن قدرات الأفراد، وسماتهم الكامنة من خلال استجاباتهم لفقرات الاختبار، وذلك من خلال الكشف عن العلاقة بين تلك الاستجابات، وخصائص الفقرات

على متصل القدرة (Ability Scale)، بحيث تستقل خصائص القدرة للأفراد عن خصائص عينة الفقرات، والعكس صحيح، وبالتالي، فهي تحقق خاصية الاستقلالية لكل من إحصائيات الفرد، وإحصائيات الفقرة، وهذا بالتحديد ما تفوقت به هذه النظرية على النظرية الكلاسيكية (Hambleton & Jones, 1993).

وبالتالي تكون هناك علاقة بين أداء الفرد الملاحظ (الاستجابة على مفردات الاختبار)، والسمة الكامنة التي تقع خلف هذا الأداء، أو تتحكم فيه، وهي العلاقة التي صار بالإمكان دراستها وفق مجموعة من النماذج الرياضية التي طورت من خلال الدراسات التجريبية لاستجابة الأفراد لفقرات الاختبار (Ryan & Brackman, 2011). كما يمكن وصف العلاقة بين أداء الفرد على مفردة اختبارية، والسمة الكامنة خلف هذا الأداء باستخدام دالة طردية تزايدية، تسمى بالمنحنى المميز للمفردة (Hula et al, 2012)، ولهذا، تعد نظرية الاستجابة للفقرة نظرية قياس عامة، نظرًا لاهتمامها بدراسة المفردات الاختبارية، والأداء على الاختبار، وعلاقتها بما يقيسه ذلك الاختبار (Nunnally & Bernstein, 1994).

وبحسب الدوسري وجاد الرب (2017)، فإن مميزات نظرية استجابة الفقرة تتلخص في أنها: توفر أساسًا مناسبًا لاختيار فقرات الاختبارات، ولا تشترط تساوي الخطأ المعياري لتلك الفقرات، كما أنها تحقق خاصية اللاتغير بفضل تحرر تقدير معالم الفقرات عن عينة الأفراد، وتحرر تقدير معلم قدرات الأفراد عن الفقرات، شريطة أن تكون العينة كبيرة الحجم، وأن يتوفر في الاختبار مؤشر إحصائي لفحص دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد، وأن تتوفر تقديرات ذات دقة عالية بعد حذف الفقرات غير الملائمة، والأفراد غير الملائمين.

وحجم العينة له دور في نظرية (IRT)، حيث تتطلب نماذج هذه النظرية عينات كبيرة للحصول على تقديرات مستقرة للمعلمات، وهناك عدة عوامل يجب مراعاتها عند تقدير حجم العينة منها عدد المعلمات، فكلما زاد عدد المعلمات المراد تقديره، كلما كنا في حاجة إلى حجم عينة أكبر، وهنا يجب مراعاة العوامل التي تؤثر على تقدير هذه المعلمات مثل اختيار نموذج (IRT)، وعدد فئات الاستجابة، وعدد فقرات الاختبار، وعادةً ما تكون أحجام العينات التي تزيد عن (100) لنموذج Rasch الأساسي، و(250) فأكثر لنموذج الاستجابة المتدرجة كافية لتقدير معلمات الفقرات، وهناك عامل آخر يجب مراعاته وهو هدف تحليل (IRT)، فقد لا تكون هناك حاجة لحجم عينة كبير للحصول على صورة أولية، أو وصفية لأداء الفقرات، بشرط الحصول على عينة تمثيلية، أما إذا كان الغرض هو الحصول على تقديرات أكثر قوة لمعلمات الفقرات، واستخدامها لحساب درجات الأشخاص، فعادةً ما يكون حجم العينة كبيراً (Chen & Cappelleri, 2018).

وتعتمد نظرية الاستجابة للمفردة على عدد من النماذج الرياضية، التي يستند كل منها إلى افتراضات، وشروط خاصة يجب أن تتحقق في البيانات المراد تدرجها باستخدامها (علام، 2005)، وتهدف تلك النماذج بصورة عامة إلى تحديد العلاقة بين احتمالية إجابة الفرد على فقرة ما في الاختبار بالإجابة الصحيحة [Probability of Response: $P_i(\theta)$]، وبين القدرة الكامنة التي تسبب هذا الأداء (Hambleton et al., 1991). وقد تم تصنيف نماذج نظرية الاستجابة للفقرة إلى: النموذج اللوغاريتمي أحادي المعلمة (One-Parameter Logistic Model)، والمشهور بنموذج راش (Rasch Model)، الذي يقدر معلمة واحدة للفقرة، هي:

معلمة الصعوبة، إضافة الى معلمة قدرة الفرد، والنموذج اللوغاريتمي ثنائي المعلمة (Two-Parameter Logistic Model) الذي يقدر معلمتين للفقرة، هما: (الصعوبة والتمييز)، إضافة إلى معلم قدرة الفرد، والنموذج اللوغاريتمي ثلاثي المعلمة (Three-Parameter Logistic Model) الذي يقدر ثلاث معلمات من معالم الفقرات، وهي (الصعوبة، والتمييز، والتخمين)، إضافة إلى معلم قدرة الفرد (Baker, 2001)، بالإضافة إلى النموذج رباعي المعلمة، والنموذج خماسي المعلمة.

والحديث عن نظرية الاستجابة للفقرة لا يتم بمعزل عن أخطاء القياس، وبحسب (Lord 1980) تزداد أخطاء القياس بوجه عام أو تقل تبعاً للعوامل التي تتسبب بحدوث تلك الأخطاء، وهي أربعة عوامل تمثل في: (أداة القياس، النموذج المستخدم، التطبيق، والأفراد/ العينة)، وفي هذا الصدد يمكن القول أن الهدف من تقدير معالم الأفراد (القدرة) وفق نظرية الاستجابة للمفردة هو تقييم الفرد وفق القدرة الحقيقية الكامنة وراء استجابته لفقرات الاختبار، إذ تساعد الاستجابات التي يقدمها الفرد في التعبير عن موقعه على (متصل القدرة) التي يقيسها الاختبار، مع احتمال وجود خطأ في تقديرها، بحيث تعبر قيمة هذا الخطأ عن مقدار التفاوت بين علامة الفرد الحقيقية، وعلامته الملاحظة (Baker, 2001).

لذلك فإن الدراسة الحالية سعت إلى الكشف عن أثر حجم العينة والنموذج والتفاعل بينهما على دقة تقدير القدرة وفق نظرية الاستجابة للفقرة باستخدام المحاكاة.

مشكلة الدراسة:

تتبع مشكلة الدراسة الحالية، من حيث اتفقت نتائج الدراسات السابقة مثل (Hambleton & Cook, 1981) و(جيران، 2017) على أن دقة تقدير معلم القدرة يختلف تبعاً لاختلاف حجم العينة، والنموذج المستخدم، ومن حيث اتجهت أغلب الدراسات إلى عقد مقارنات بين النماذج الثلاثة الأولى لنظرية الاستجابة للفقرة: (الأحادي، الثنائي، والثلاثي)، للكشف عن تأثيرها على دقة تقدير معلم قدرة الأفراد، مع مراعاة اختلاف حجم العينة في البعض منها، ومن ثم، فقد لاحظ الباحث ندرة في الدراسات التي تقارن بين النموذجين ثلاثي ورباعي المعلمة بالنسبة إلى تقدير معلم النموذج ومنها معلم قدرة الأفراد عند اختلاف حجم العينة.

بناءً على ذلك، تتمثل مشكلة الدراسة في الحاجة إلى استكشاف دقة تقدير معلم قدرة الأفراد وفقاً لحجم العينة عند استخدام كل من النموذج ثلاثي المعلمة، والنموذج رباعي المعلمة، والمقارنة بينهما على هذا الأساس، ومن هذا المنطلق فإن مشكلة الدراسة الحالية تتبلور بالتساؤل الرئيس الآتي:

– ما أثر حجم العينة والنموذج المستخدم (ثلاثي، ورباعي) المعلمة على دقة تقدير بارامتر القدرة وفق نظرية الاستجابة للفقرة؟

وينتق من التساؤل الرئيس السابق التساؤلات الفرعية الآتية:

1- ما دقة تقدير معلم قدرة الأفراد وفقاً لحجم العينة (200، 500، 800، 1100، 1400) باستخدام النموذج ثلاثي المعلمة؟

- 2- ما دقة تقدير معلم قدرة الأفراد وفقاً لحجم العينة (200، 500، 800، 1100، 1400) باستخدام النموذج رباعي المعلمة؟
- 3- ما دقة تقدير معلم قدرة الأفراد وفقاً لحجم العينة (200، 500، 800، 1100، 1400)؟
- 4- ما دقة تقدير معلم قدرة الأفراد وفقاً للنموذج (ثلاثي، رباعي) المعلمة؟
- 5- هل توجد فروق دالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطات الأخطاء المعيارية في تقدير معلم قدرة الأفراد وفقاً لمتغير اختلاف حجم العينة (200، 500، 800، 1100، 1400) والنموذج المستخدم (ثلاثي، رباعي) المعلمة والتفاعل المشترك بينهما؟

أهداف الدراسة:

- تهدف الدراسة الحالية إلى الكشف عن دقة تقدير معلم قدرة الأفراد وفقاً لحجم العينة والنموذج المستخدم (ثلاثي، رباعي) المعلمة، والتفاعل بينهما من خلال التعرف إلى:
- 1- دقة تقدير معلم قدرة الأفراد وفقاً لحجم العينة (200، 500، 800، 1100، 1400) باستخدام النموذج ثلاثي المعلمة.
 - 2- دقة تقدير معلم قدرة الأفراد وفقاً لحجم العينة (200، 500، 800، 1100، 1400) باستخدام النموذج رباعي المعلمة.
 - 3- دقة تقدير معلم قدرة الأفراد وفقاً لحجم العينة (200، 500، 800، 1100، 1400).
 - 4- دقة تقدير معلم قدرة الأفراد وفقاً للنموذج (ثلاثي، رباعي).
 - 5- وجود فروق دالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطات الأخطاء المعيارية في تقدير معلم قدرة الأفراد وفقاً لمتغير اختلاف حجم العينة (200، 500، 800، 1100، 1400) والنموذج المستخدم (ثلاثي، رباعي) المعلمة والتفاعل المشترك بينهما.

أهمية الدراسة:

تبرز أهمية أي دراسة من أهمية موضوعها والإضافة المعرفية التي ستقدمها، ومكان تطبيقها، مما ينطوي على أهمية نظرية وتطبيقية، على النحو الآتي:

الأهمية النظرية:

- تسليط الضوء على العوامل المؤثرة على دقة تقديرات معلم قدرة الأفراد في ضوء نظرية الاستجابة للفقرة، ونماذجها المعلمية (البارامترية)، ودور هذه النماذج في تحليل البيانات، والتحقق من إجابة التساؤلات المتعلقة بتأثير تلك العوامل والمتغيرات المختلفة، وخاصة متغير حجم العينة، والنموذج البارامترية المستخدم، والكشف عن العلاقات بينها.
- تقديم إطار نظري للتعريف بكل من نموذجي الاستجابة للفقرة ثلاثي المعلمة (3PL) ورباعي المعلمة (4PL).

الأهمية التطبيقية:

- شحة الدراسات التجريبية التي تعنى بالمقارنة بين نموذجي الاستجابة للفقرة ثلاثي المعلمة (3PL) ورباعي المعلمة (4PL)، إذ لم يتسن للباحث الوصول إلى أي دراسة سابقة عنت بدقة تقدير قدرة الأفراد وفقاً لحجم العينة باستخدام النموذج ثلاثي المعلمة، والنموذج رباعي المعلمة، ومن ثم، فالدراسة الحالية تسعى إلى ملئ فجوة علمية ومعرفية في هذا الجانب.
- يتوقع أن تسهم الدراسة الحالية في توفير أدلة إمبريقية تساعد الباحثين عند استخدام النموذج ثلاثي المعلمة والنموذج رباعي المعلمة وفقاً لاختلاف حجم للعينة، في إعطاء تقديرات دقيقة لمعلم قدرة الأفراد، كما تفتح المجال للباحثين للقيام بدراسات أخرى تستخدم المحاكاة في المشكلات السيكومترية المتعلقة بنماذج نظرية الاستجابة للفقرة، على نحو ما يفيد المتخصصين في القياس التربوي والنفسي.

مصطلحات الدراسة:

دقة التقدير (Accuracy of Estimations):

وتعرف بأنها: تعبير يشير إلى جودة التقدير للمعالم والقدرة التي تميزها الاحتمالية الكبيرة في أن التقدير قريب من القيمة الحقيقية، وذلك باختيار التقدير غير المتحيز، والذي يوصف بتباينه بأنه أقل من تباين أي تقدير آخر غير متحيز، وباستخدام الأخطاء المعيارية في التقدير (الجذر التربيعي لمعدل مربعات الأخطاء)، فكلما قل الخطأ المعياري زادت دقة التقدير والعكس صحيح كذلك (Baker, 2001).

القدرة (قدرة الأفراد) (Ability):

عرفها القيسي (2013) بأنها اللوغاريتم الطبيعي لدالة الأرجحية القصوى لإجابة الفرد إجابة صحيحة على فقرات الاختبار التي تعتبر نقطة صفر التدرج عند صعوبتها.

حجم العينة (Sample Size):

يراد به: عدد الأفراد المفحوصين الذين سيطبق عليهم الاختبار (درويش، 2014). كما يمثل حجم العينة: "العدد الكلي لأفراد العينة والمأخوذة بأحد طرق تصميمات العينة العشوائية" (العبد الله نقلاً عن صالح، 2022، 567)، وفي هذه الدراسة سيتم اختبار عدة عينات بأحجام مختلفة باستخدام المحاكاة.

نموذج الاستجابة للمفردة ثلاثي المعلمة (3PL):

"النموذج الثالث ضمن نماذج نظرية الاستجابة للمفردة، ويفترض وجود ثلاث معلمات للفقرة، وهي: معلمة الصعوبة (b)، معلمة التمييز (a)، ومعلمة التخمين (c)، إضافة إلى معلم قدرة الأفراد، باعتبار أن بعض الأفراد يمكن أن يجيبوا على أساس معرفتهم إلى أن يصلوا إلى حد معين، فيقومون بالتخمين بعد ذلك" (Baker, 2001).

نموذج الاستجابة للمفردة رباعي المعلمة (4PL):

النموذج الرابع من نماذج نظرية الاستجابة للفقرة، ويفترض وجود معلمة رابعة خاصة بالفقرة، وهي معلمة اللامبالاة (d)، بالإضافة إلى معلمة الصعوبة للمفردة (b)، والقدرة التمييزية للمفردة (a)، ومعلمة التخمين (c)، ومعلم قدرة الأفراد (الحجاجي والمالكي، 2023).

ويفترض النموذج رباعي المعلمة أن الأشخاص ذوي القدرات المرتفعة قد يخطئون في الإجابة على فقرات سهلة نسبيًا، الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض منحني الاستجابة للفقرة في النهاية العليا، والتي تساوي واحد، أي أن الأفراد من ذوي القدرة المرتفعة لا يستجيبون لمفردات الاختبار بإجابة صحيحة بسبب لامبالاتهم، وعدم حرصهم على الإجابة بجديّة، وموضوعية (De Ayala, 1993).

حدود الدراسة:

الحدود الموضوعية: تقتصر الدراسة على الكشف عن دقة تقدير قدرة الأفراد وفقًا لحجم العينة، والنموذج المستخدم (ثلاثي، رباعي) المعلمة، وذلك باستخدام بيانات مولدة بطريقة المحاكاة (Simulation)، تحاكي الخصائص، والصفات، والتوزيعات الإحصائية للمجتمع الأصلي، وذلك باستخدام برنامج (R) الإصدار (4.2.2) (The R Project for Statistical Computing 4.2.2)، مع مراعاة أن يتم توليد البيانات بصورة ملائمة للنموذجين المستخدمين في هذه الدراسة.

الحدود البشرية: تقتصر الدراسة على البيانات المولدة التي تحاكي الخصائص السيكومترية والتوزيعية لطلاب وطالبات المدارس الثانوية في المملكة العربية السعودية.

الحدود الزمانية: العام الدراسي (1445-1446هـ/2024-2025م).

أدبيات مرتبطة بالدراسة:

نظرية الاستجابة للمفردة (IRT):

ظهرت نظرية (IRT) استجابةً لانتقادات نظرية القياس الكلاسيكية، حيث توفر تقديرًا دقيقًا للقدرات دون تأثر بعينة المفحوصين (حيث وآخرون، 2022؛ علام، 2012)، واستندت إلى أعمال (Lawley, 1944; Lazarsfeld, 1950; Lord, 1952)، واعتمدت على نماذج رياضية احتمالية لربط الأداء بالسمات الكامنة (علام، 2000؛ الطيري، 1997)، وتتيح نظرية (IRT) تقدير معالم الفقرات بدقة، وتميز بالاستقلالية عن العينة، كما تقدم مفهوم "دالة المعلومات" لتقييم الثبات (Hambleton & Swaminathan, 1985)؛ ضعضع، (2021)، وتعتمد على افتراضات مثل أحادية البعد، الاستقلال الموضوعي، ثبات معالم المفردة، ومنحنى الخصائص المميز، مما يجعلها أكثر دقة من القياس التقليدي (Lord, 1980).

النموذجان الثلاثي والرباعي المعلمة:

يُعرف النموذج الثلاثي المعلمة بإضافة معلمة التخمين (Ci)، مما يجعله أكثر شمولية من الأحادي والثنائي، حيث يعالج تأثير التخمين في استجابات ذوي القدرات المنخفضة (Hambleton et al., 1991; Baker, 2001)، أما النموذج الرباعي المعلمة، فيضيف معلمة "عدم الاهتمام" (yi)، أو التي تسمى اللامبالاة، أو الخط المقارب الأعلى، وهذه المعلمة تفسر أخطاء الاستجابة لدى الأفراد ذوي القدرة العالية بسبب اللامبالاة (Emons et al., 2003)، ويساعد كل من النموذجين في تحسين تقدير المعالم بطرق تتجاوز القياس التقليدي.

دقة القياس والتقدير في نظرية (IRT):

تعكس دقة القياس مدى توافق درجات الأفراد مع قدراتهم الحقيقية، بينما تشير دقة التقدير إلى جودة تقدير المعلم باستخدام تقديرات غير متحيزة، وذات تباين منخفض (Crocker & Algina, 1986). وتعتمد دقة التقدير على ثلاثة معايير رئيسية: دالة معلومات الاختبار، الخطأ المعياري، والكفاءة النسبية (Baker & Kim, 2017)، وتزيد دالة المعلومات عند مستويات القدرة التي يوفر فيها الاختبار أكبر كمية من المعلومات، مما يقلل الخطأ المعياري ويحسن ثبات الاختبار، وتُحسب الكفاءة النسبية بمقارنة دالة المعلومات لاختبارين مختلفين، مما يساعد في تحسين تصميم Type equation here. الاختبارات بأقل عدد من المفردات (Crocker & Algina, 1987).

والخطأ المعياري لتقدير القدرة θ في النموذج ثلاثي المعلم يمكن حسابه من معادلة (1).

$$(1) \dots SE(\theta) = \frac{1}{\sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{a_i^2 \times (p_i - c_i)^2 \times (1 - p_i)}{(1 - c_i)^2 \times p_i}}}$$

والخطأ المعياري لتقدير القدرة θ في النموذج رباعي المعلم يمكن حسابه من معادلة (2).

$$(2) \dots SE(\theta) = \frac{1}{\sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{a_i^4 \times (y_i - c_i)^2 \times L^2 \times (1 - L)^2}{p_i \times (1 - p_i)}}}$$

حيث L المكون اللوجستي، ويمكن حسابه من المعادلة (3):

$$(3) \dots L = \frac{e^{a_i(\theta_i - b_i)}}{1 + e^{a_i(\theta_i - b_i)}}$$

p_i تمثل احتمالية الإجابة الصحيحة لفرد قدرته θ ، على البند i ، ويمكن حسابه وفقاً للنموذج الثلاثي من معادلة (3).

$$(4) \dots p_i(\theta) = c_i + (1 - c_i) \frac{e^{a_i(\theta_i - b_i)}}{1 + e^{a_i(\theta_i - b_i)}}$$

ويمكن حسابه وفقاً للنموذج الثلاثي من معادلة (4).

$$(5) \dots p_i(\theta) = c_i + (y_i - c_i) \frac{e^{a_i(\theta_i - b_i)}}{1 + e^{a_i(\theta_i - b_i)}}$$

حيث b_i الصعوبة و a_i التمييز و c_i التخمين و y_i الخطأ المقارب الأعلى.

وإذا أردنا التحويل للتوزيع الطبيعي بدلاً من اللوجستي، نضرب أس الأساس الطبيعي (e) في (1.7). منهجية وإجراءات الدراسة:

تعتبر منهجية الدراسة وإجراءاتها محوراً رئيساً لإنجاز الجانب الميداني منها، إذ يتطلب ذلك تحديد منهج الدراسة، ومجتمعها وعينتها وطريقة اختيار العينة، وإجراءات توليد البيانات باستخدام المحاكاة (الاختبار، معالم الفقرات، الاستجابات)، بالإضافة إلى تحديد أساليب المعالجة الاحصائية المستخدمة للإجابة عن أسئلة الدراسة، ومقارنة دقة تقدير قدرة الأفراد وفقاً لحجم العينة، والنموذج البارامترتي المستخدم (ثلاثي المعلمة، ورباعي المعلمة)، وعليه، يمكن بيان منهجية الدراسة الحالية وإجراءاتها، على النحو الآتي:

منهج الدراسة:

تم استخدام المنهج الوصفي المقارن، باستخدام طريقة المحاكاة، وذلك من خلال تحليل البيانات المولدة والمقارنة بين النتائج المتعلقة بها، وتفسيرها في ضوء الحقائق والنظريات العلمية.

تصميم الدراسة:

- أ- الحالات: التكرارات replications في عملية المحاكاة، فكل تكرار يمثل حالة، أو وحدة تحليل.
ب- المتغيران المستقلان: حجم العينة (200، 500، 800، 1100، 1400)، والنموذج (ثلاثي، رباعي) المعلمة.
ج- المتغير التابع: متوسطات الأخطاء المعيارية لتقدير بارامتر القدرة.

مجتمع الدراسة:

اعتمدت الدراسة تطبيق أسلوب المحاكاة (Simulation)، أو ما يطلق عليه دراسة مونت كارلو (Monte Carlo Study) في توليد بيانات تحاكي الخصائص، والصفات، والتوزيعات الإحصائية لعينات من المجتمع الأصلي، حيث تم توليد اختبارات مطابقة للنموذجين ثلاثي المعلمة، ورباعي المعلمة، وعينات مختلفة الأحجام (خمس عينات)، ويمكن من خلالها تحليل الاستجابات الثنائية المولدة لإيجاد المعلم المقدرة للفرد.

عينة الدراسة:

تكونت عينة الدراسة من مجموعة متعددة من العينات مختلفة الأحجام (200-500-800-1100-1400) مفحوصاً افتراضياً، تم توليد بياناتهم باستخدام طريقة المحاكاة، بما في ذلك البيانات المتعلقة بقدرة المفحوصين، حيث تم التحقق من التوزيع الطبيعي للعينات باستخدام الطرق الإحصائية المناسبة للعينات المتعددة الأحجام، وعندما تكون البيانات ذات توزيع غير ثابت، مما يؤدي إلى عدم تساوي التباين، على نحو ما يتطلب اختيار الأسلوب الإحصائي الأنسب لضمان معايرة النموذجين (الثلاثي، والرباعي) المعلمة بصورة دقيقة، وأكثر موثوقية؛ إذ يقضي اختلاف حجم العينات أن يكون توليد البيانات وفق الشروط المناسبة لمعلمات كل نموذج (ثلاثي المعلمة، رباعي المعلمة)، ومن ثم توليد استجابات للعينات المدروسة باستخدام القيم نفسها للمعلم الحقيقية للفقرات التي تم توليدها عند توليد أفراد عينات الدراسة، بافتراض أن قدرات الأفراد تتوزع توزيعاً طبيعياً [Normal~(0,1)].

أداة الدراسة:

تم الاعتماد على الاستجابات الافتراضية لعينات الدراسة على مقياس يتألف من (30) فقرة ثنائي الاستجابة (0,1)، تم توليدها باستخدام برامج توليد بيانات المحاكاة، وبشكل خاص برنامج (R)، وذلك لتحاكي الظروف الاختبارية الخاصة التي تتعلق بأهداف الدراسة الحالية.

إجراءات الدراسة:

- 1- توليد بارامتر القدرة باستخدام الإصدار (4.2.2) من برنامج (R)، والحزمة الإحصائية [Multidimensional Item Response Theory (MIRT)]، وفق الضوابط الآتية:

- أ- القدرة تتبع التوزيع الاعتدالي بمدى درجات بين (-3، 3).
 - ب- معامل تمييز يتراوح بين (1.35-1.70).
 - ج- معامل الصعوبة بين (2 و -2).
 - د- معامل التخمين يتراوح بين (0.05-0.15).
 - هـ- معامل الحد الأعلى (0.90 و 1).
 - و- أحجام العينات (200، 500، 800، 1100، 1400).
 - ز- عدد مرات التكرار (1000).
- 2- استخراج ملفات البيانات المولدة في صورة (Excel)، وتحتوي البيانات على بارامترات الصعوبة، والتمييز، والتخمين، والخط المقارب الأعلى، والقدرة، والأخطاء المعيارية المقابلة لها، بالإضافة إلى دوال المعلومات للفقرات، والاختبار، والأخطاء المعيارية.
- 3- فحص البيانات يدويًا للتحقق من وجود قيم غير محسوبة NA، والتعامل معها إحصائيًا كقيم مفقودة، ثم استخدام آلية تعويض كل قيمة مفقودة بمتوسط الاستجابات الأخرى (Series mean) باستخدام برنامج (SPSS).
- 4- بعد التحقق من جاهزية البيانات المولدة للتحليل الإحصائي، يتم عمل التجميع اللازم إن تطلب الأمر لكل بيانات عملية تكرار (Replications)، وذلك بأخذ متوسط البيانات داخل كل عملية تكرار، كالتالي:
- بارامتر القدرة: كل تكرار يقابله قيمة لبارامتر القدرة والخطأ المعياري المرتبط به، وبالتالي تم أخذ الخطأ المعياري بشكل مباشر.
- 5- التحليل الإحصائي، لإجابة الأسئلة الموضوعية.
- التحقق من افتراضات نظرية (IRT):**
- تتسم البيانات المولدة وفق نظرية (IRT) بتحقيقها الافتراضات اللازمة بشكل طبيعي، ولقد سار على هذا النهج العديد من دراسات المحاكاة في مجال نظرية (IRT) بنماذجها المختلفة، منها على سبيل المثال وليس الحصر (Ames & Samonate, 2015).
- أساليب المعالجة الإحصائية:**
- 1- المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية.
 - 2- تحليل التباين ثنائي الاتجاه.
 - 3- حجم التأثير مربع إيتا.
 - 4- اختبار Bonferroni للمقارنات البعدية.
 - 5- اختبارات للمقارنات البعدية.

نتائج الدراسة وتفسيراتها:

يتم عرض نتائج الدراسة المتوصل إليها من خلال تحليل البيانات التي تم توليدها، بالإضافة إلى مناقشة تلك النتائج وتفسيراتها، وتقديم التوصيات، والمقترحات بناء على ذلك، من خلال الإجابة على التساؤل الرئيسي للدراسة والذي يستفسر عن:

– ما أثر حجم العينة والنموذج المستخدم (ثلاثي، ورباعي) المعلمة على دقة تقدير بارامتر القدرة وفق نظرية الاستجابة للفقرة؟

وينتق من التساؤل الرئيس السابق التساؤلات الفرعية الآتية:

1- ما دقة تقدير معلم قدرة الأفراد وفقاً لحجم العينة (200، 500، 800، 1100، 1400) باستخدام النموذج ثلاثي المعلمة؟

2- ما دقة تقدير معلم قدرة الأفراد وفقاً لحجم العينة (200، 500، 800، 1100، 1400) باستخدام النموذج رباعي المعلمة؟

3- هل توجد فروق دالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطات الأخطاء المعيارية في تقدير معلم قدرة الأفراد وفقاً لمتغير اختلاف حجم العينة (200، 500، 800، 1100، 1400) والنموذج المستخدم (ثلاثي، رباعي) المعلمة والتفاعل المشترك بينهما؟

فالسؤال الأول المرتبط بذلك يستعلم عن أثر حجم العينة على دقة تقدير بارامتر القدرة للنموذج الثلاثي، وجداول (1، 2، 3) أجابت على هذا السؤال بوجود تأثير دال إحصائياً لتفاعل حجم العينة (200، 500، 800، 1100، 1400) والنموذج (ثلاثي، رباعي) على دقة تقدير بارامتر القدرة (جدول 2)، وهذا التأثير الدال ناتج في جانب منه عن وجود فروق ثنائية بين أحجام العينات داخل النموذج الثلاثي (جدول 1، 2) وبالتالي يوجد تأثير لحجم العينة على دقة تقدير بارامتر القدرة في النموذج الثلاثي، لصالح أحجام العينة الأصغر، في فروقات معينة.

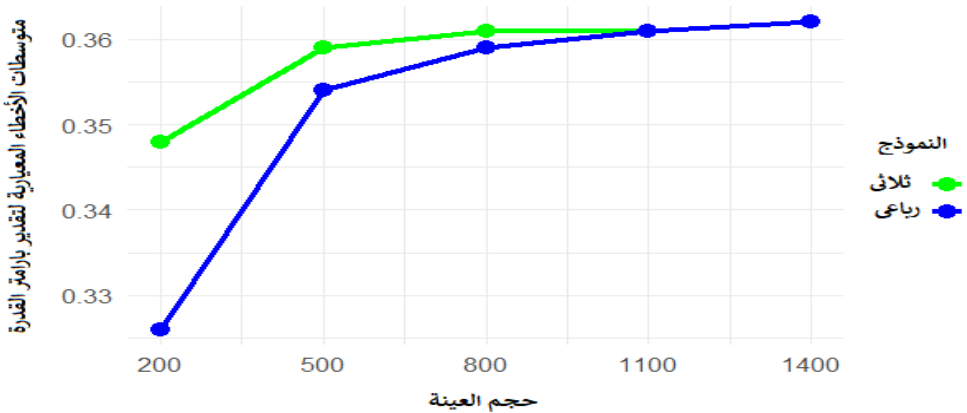
وإذا انتقلنا للسؤال الثاني الذي يستعلم عن أثر حجم العينة على دقة تقدير بارامتر القدرة للنموذج الرباعي، وجداول (1، 2، 3)، أجابت على هذا السؤال بوجود تأثير دال إحصائياً لتفاعل حجم العينة (200، 500، 800، 1100، 1400) والنموذج (ثلاثي، رباعي) على دقة تقدير بارامتر القدرة (جدول 2)، ونجد هذا التأثير الدال ناتجاً في جانب منه عن وجود فروق ثنائية بين كافة أحجام العينات داخل النموذج الرباعي، لصالح حجم العينة الأصغر، وبالتالي يوجد تأثير لحجم العينة على دقة تقدير بارامتر القدرة في النموذج الرباعي لصالح حجم العينة الأصغر.

وإذا انتقلنا للسؤال الثالث الذي يستعلم عن تأثير تفاعل حجم العينة والنموذج على دقة تقدير بارامتر القدرة، وجداول (2، 3، 4)، أجابت على هذا السؤال بوجود تأثير دال إحصائياً لتفاعل حجم العينة (200، 500، 800، 1100، 1400) والنموذج (ثلاثي، رباعي) على دقة تقدير بارامتر القدرة.

ولعل جدول (1 حتى 4)، وأشكال (1، 2، 3)، توضح ذلك بشيء من التفصيل.

جدول (1) المتوسطات والانحراف المعياري للأخطاء المعيارية لمعلم قدرة الفرد للنموذجين الثلاثي والرباعي المعلمة

عدد الحالات	الخطأ المعياري لتقدير القدرة		النموذج	أحجام العينات
	الانحراف المعياري	المتوسط		
1000	0.014	0.348	ثلاثي	200
1000	0.013	0.326	رباعي	200
2000	0.018	0.337	النموذجان	الكلي
1000	0.011	0.359	ثلاثي	500
1000	0.010	0.354	رباعي	500
2000	0.010	0.356	النموذجان	الكلي
1000	0.009	0.361	ثلاثي	800
1000	0.008	0.359	رباعي	800
2000	0.009	0.360	النموذجان	الكلي
1000	0.009	0.361	ثلاثي	1100
1000	0.008	0.361	رباعي	1100
2000	0.008	0.361	النموذجان	الكلي
1000	0.008	0.362	ثلاثي	1400
1000	0.007	0.362	رباعي	1400
2000	0.008	0.362	النموذجان	الكلي
5000	0.012	0.358	ثلاثي	كل الأحجام
5000	0.016	0.352	رباعي	كل الأحجام
10000	0.015	0.355	النموذجان	كل الأحجام



الشكل (1) متوسطات الأخطاء المعيارية لبارامتر قدرة الفرد كدالة لكل من حجم العينة والنموذج اللوغاريتمي

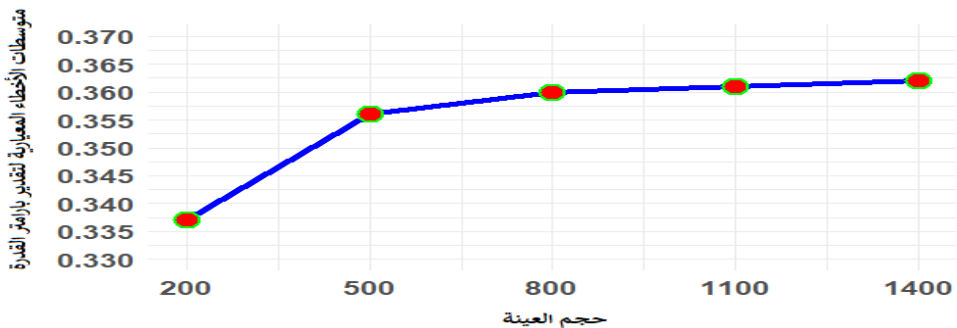
جدول (2) نتائج تحليل التباين الثنائي للتفاعل بين حجم العينة والنموذج (ثلاثي، رباعي) على الأخطاء المعيارية لتقدير معلم القدرة

معالم الفقرة	مصدر التباين	درجة الحرية	مجموع المربعات	متوسط المربعات	قيمة F	مستوى الدلالة Sig	حجم التأثير مربع إيتا η^2
القدرة	حجم العينة	4	0.856	0.214	2178.301	0.01	0.47 (كبير)
	النموذج	1	0.084	0.084	851.881	0.01	0.08 (صغير)
	التفاعل: حجم العينة والنموذج	4	0.181	0.045	460.385	0.01	0.16 (كبير)
	البواقي	9990	0.982	0.0001			

بعد عرض الإحصائيات الوصفية لمستويات حجم العينة والنموذج والتفاعل بينهما في متوسطات الأخطاء المعيارية والانحرافات المعيارية لبارامتر القدرة في جدول (1)، وعرض الشكل البياني لهذه الإحصاءات في شكل (1)، وعرض نتائج تحليل التباين الثنائي للتعرف على دلالة تأثير كل من حجم العينة، والنموذج على هذه المتوسطات في جدول (2)، يتم الآن قراءة وتفسير النتائج على النحو الآتي:

1- تأثير حجم العينة (200، 500، 800، 1100، 1400) على متوسطات الأخطاء المعيارية لتقدير بارامتر القدرة:

بالنظر إلى جدول (2)، يتضح وجود تأثير دال إحصائيًا لحجم العينة على متوسطات الأخطاء المعيارية لبارامتر القدرة، $F(4, 9990) = 2178.3, p < 0.01, \eta^2 = 0.47$ ، بما يعني اختلاف دقة تقدير بارامتر القدرة بشكل دال إحصائيًا باختلاف حجم العينة، وبحجم تأثير كبير (0.47)، الأمر الذي يعني أن اختلاف حجم العينة يؤدي إلى تغير دقة تقدير بارامتر القدرة بشكل ملحوظ، وبالنظر إلى جدول (1)، نجد أن أكبر دقة في تقدير القدرة تقابل حجم العينة (200)، بمتوسط أخطاء معيارية (0.337)، يليها حجم العينة (500)، بمتوسط أخطاء معيارية (0.356)، يليها حجم العينة 800، بمتوسط أخطاء معيارية (0.360)، يليها حجم العينة (1100)، بمتوسط أخطاء معيارية (0.361)، يليها حجم العينة (1400)، بمتوسط أخطاء معيارية (0.362)، وبالتالي تزداد دقة تقدير القدرة تدريجيًا بانخفاض حجم العينة، ويمكن توضيح ذلك في شكل (2).



شكل (2) تأثير حجم العينة على متوسطات الأخطاء المعيارية لتقدير بارامتر القدرة

يتضح من شكل (2) أن الأخطاء المعيارية لتقدير بارامتر القدرة تزيد تدريجيًا من اليسار إلى اليمين، أي كلما زاد حجم العينة، ولمعرفة الفروقات الثنائية التي تسببت في إحداث فرق جوهري، يتم إجراء مقارنات بعدية Post-hoc باستخدام أسلوب Bonferroni، وجدول (3) يوضح ذلك.

جدول (3) نتيجة اختبار Bonferroni المقارنات الثنائية بين أحجام العينات في متوسط الأخطاء المعيارية لتقدير معلم القدرة

الفرق الثنائي	فرق المتوسطين	الخطأ المعياري	مستوى الدلالة Sig	التأثير
200-500	0.0189	0.0003	0.00	مؤثر
200-800	0.0227	0.0003	0.00	مؤثر
200-1100	0.024	0.0003	0.00	مؤثر
200-1400	0.0247	0.0003	0.00	مؤثر
500-800	0.0038	0.0003	0.00	مؤثر
500-1100	0.005	0.0003	0.00	مؤثر
500-1400	0.0058	0.0003	0.00	مؤثر
800-1100	0.0013	0.0003	0.00	مؤثر
800-1400	0.002	0.0003	0.00	مؤثر
1100-1400	0.0007	0.0003	0.3	غير مؤثر

يتضح من جدول (3) أن جميع الفروقات الثنائية دالة إحصائيًا ومؤثرة في إحداث تأثير دال إحصائيًا لحجم العينة على دقة تقدير القدرة، لصالح حجم العينة الأصغر، ما عدا الفرق الثنائي (1400-1100) لأنه غير دال إحصائيًا.

2- تأثير النموذج (ثلاثي، رباعي) على متوسط الأخطاء المعيارية لتقدير بارامتر القدرة:

بالنظر إلى جدول (2)، يتضح وجود تأثير دال إحصائيًا للنموذج على متوسط الأخطاء المعيارية لبارامتر القدرة، ف (1، 9990) = 851.88، $p < 0.01$ ، $\eta^2 = 0.08$ ، بما يعني اختلاف دقة تقدير بارامتر القدرة بشكل دال إحصائيًا باختلاف النموذج، وبحجم تأثير متوسط (0.08)، الأمر الذي يعني أن اختلاف النموذج يؤدي إلى تغير دقة تقدير هذا البارامتر، ولكن بقدر متوسط، وهذا الاختلاف لصالح النموذج رباعي البارامتر الذي حظي بمتوسط أخطاء أقل (0.3524)، مقارنة بالنموذج ثلاثي البارامتر (0.3582)، ويمكن توضيح ذلك في شكل (3).



شكل (3) تأثير النموذج على متوسطات الأخطاء المعيارية لتقدير بارامتر القدرة

يتضح من شكل (3) أن الأخطاء المعيارية لتقدير القدرة أقل (دقة أعلى) في النموذج رباعي المعلم مقارنة بالنموذج ثلاثي المعلم.

3- تأثير التفاعل بين حجم العينة (200، 500، 800، 1100، 1400) والنموذج (ثلاثي، رباعي) على متوسط الأخطاء المعيارية لتقدير بارامتر القدرة:

بالنظر إلى جدول (2)، يتضح وجود تأثير دال إحصائياً للتفاعل بين حجم العينة والنموذج اللوغاريتمي على متوسط الأخطاء المعيارية لبارامتر القدرة، ف $F(4, 9990) = 0.16$ ، $p < 0.01$ ، $\eta^2 = 0.16$ ، مما يعني اختلاف دقة تقدير بارامترات القدرة بشكل دال إحصائياً باختلاف مستويات التفاعل بين حجم العينة والنموذج، وبحجم تأثير كبير (0.16)، الأمر الذي يعني أن النتيجة لها دلالة عملية كبيرة، وبالنظر إلى جدول (1)، نجد أن أكبر دقة في تقدير بارامتر القدرة يقابل حجم العينة (200) للنموذج الرباعي، بمتوسط أخطا معيارية (0.326)، يليها حجم العينة (200) للنموذج الثلاثي، بمتوسط أخطا معيارية (0.3484)، يليها حجم العينة (500) للنموذج الرباعي، بمتوسط أخطا معيارية (0.3537)، يليها حجم العينة (500) للنموذج الثلاثي، بمتوسط أخطا معيارية (0.3587)، يليها حجم العينة (800) للنموذج الرباعي، بمتوسط أخطا معيارية (0.3592)، يليها حجم العينة (800) للنموذج الثلاثي، بمتوسط أخطا معيارية (0.3608)، يليها حجم العينة (1100) للنموذج الثلاثي، بمتوسط أخطا معيارية (0.3612)، يليها حجم العينة (1100) للنموذج الرباعي، بمتوسط أخطا معيارية (0.3614)، يليها حجم العينة (1400) للنموذج الرباعي، بمتوسط أخطا معيارية (0.3621)، يليها حجم العينة (1400) للنموذج الثلاثي، بمتوسط أخطا معيارية (0.3618)، ويمكن توضيح ذلك في شكل (1).

ونظراً لوجود تأثير دال للتفاعل بين حجم العينة والنموذج على متوسطات الأخطاء المعيارية لتقدير بارامتر القدرة، يتم الكشف عن الفروقات الثنائية (45 فرقاً محتملاً) التي تسببت في إحداث هذا الفرق الجوهري، ولعمل ذلك يتم إجراء مقارنات بعدية (Post-hoc)، باستخدام أسلوب (Bonferroni)، وأمر (Emmeans) المدرج ببرنامج (SPSS syntax)، كما سبق ذكره، ويمكن حساب (25) فرق متناظر من خلال جدول (4)، أما بقية الفروق فيمكن ملاحظتها من شكل (1).

جدول (4) نتيجة اختبار Bonferroni المقارنات الثنائية بين الخلايا المتناظرة للتفاعل في متوسط الأخطاء المعيارية لتقدير معلم القدرة

التأثير	مستوى الدلالة Sig.	الخطأ المعياري	فرق المتوسطين	مستوى العامل الأخر	الفرق الثنائي	خلايا المقارنة
مؤثر	0.00	0.00	0.01	النموذج ثلاثي المعلم	200-500	أحجام العينات
مؤثر	0.00	0.00	0.012		200-800	
مؤثر	0.00	0.00	0.013		200-1100	
مؤثر	0.00	0.00	0.013		200-1400	
مؤثر	0.00	0.00	0.002		500-800	
مؤثر	0.00	0.00	0.003		500-1100	
مؤثر	0.00	0.00	0.003		500-1400	
غير مؤثر	0.18	0.00	0.001		800-1100	
غير مؤثر	0.02	0.00	0.001		800-1400	
غير مؤثر	0.3	0.00	0.00		1100-1400	
مؤثر	0.00	0.00	0.028	النموذج رباعي المعلم	200-500	أحجام العينات
مؤثر	0.00	0.00	0.033		200-800	
مؤثر	0.00	0.00	0.035		200-1100	
مؤثر	0.00	0.00	0.036		200-1400	
مؤثر	0.00	0.00	0.006		500-800	
مؤثر	0.00	0.00	0.008		500-1100	
مؤثر	0.00	0.00	0.008		500-1400	
مؤثر	0.00	0.00	0.002		800-1100	
مؤثر	0.00	0.00	0.003		800-1400	
مؤثر	0.04	0.00	0.001		1100-1400	
مؤثر	0.00	0.00	0.022	200	ثلاثي - رباعي	النموذج
مؤثر	0.00	0.00	0.005	500	ثلاثي - رباعي	
مؤثر	0.00	0.00	0.002	800	ثلاثي - رباعي	
غير مؤثر	0.69	0.00	0.00	1100	ثلاثي - رباعي	
غير مؤثر	0.54	0.00	0.00	1400	ثلاثي - رباعي	

وبالتالي نجد من جدول (4)، أن جميع الفروق الثنائية المتناظرة مسؤولة عن وجود تأثير دال إحصائياً لتفاعل حجم العينة والنموذج على دقة تقدير بارامتر القدرة، لصالح حجم العينة الأصغر، ولصالح النموذج الرباعي، فيما

عدا خمسة فروق، ثلاثة منها داخل النموذج الثلاثي، (800-1100، 800-1400، 1100-1400) والفرقين المتبقين بين النموذجين الثلاثي والرابعي في حجم عينة (1100)، وحجم عينة (1400)، وبالاطلاع على شكل (1)، يمكن استكشاف الفروق الأخرى غير المتناظرة المسؤولة عن هذا التأثير، حيث يتضح أن كافة الفروق غير المتناظرة مسؤولة عن ذلك، لصالح حجم العينة الأصغر والنموذج الرابعي، فيما عدا الفرق بين حجم عينة (1100) في النموذج الرابعي وحجم عينة (800) في النموذج الثلاثي، لتقارب مستويي النقطتين.

مناقشة وتفسير النتائج:

يمكن مناقشة وتفسير النتائج السابقة على النحو الآتي:

1- يوجد تأثير لحجم العينة على دقة تقدير بارامتر القدرة في النموذج الثلاثي، وكذلك النموذج الرابعي لصالح أحجام العينة الأصغر.

بالرجوع إلى معادلة (1) نجد أن الخطأ المعياري لتقدير القدرة في النموذج الثلاثي ليس دالة مباشرة في حجم عينة، وإن كانت الأدبيات تشير إلى افتراض وجود علاقة إيجابية بين حجم العينة ودقة تقدير القدرة، منها (Ayala, 2009)، ولكن ما تم التوصل إليه يعتبر نتيجة غير منطقية لأن زيادة حجم العينة من المتوقع لها تحسين دقة تقدير القدرة، ولكن التأثير السلبي يرجعه الباحث لعوامل أخرى، ومن العوامل التي قد تؤدي إلى وجود علاقة عكسية بين حجم العينة ودقة تقدير القدرة هو انخفاض تمييز الفقرات، ولكن باستعراض متوسط تمييز الفقرات وجد أنها تساوي (1.4)، وبالتالي تقع في المدى المقبول، بما يعني استبعاد هذا العامل كسبب في العلاقة العكسية بين حجم العينة ودقة تقدير القدرة، ويمكن الانتقال إلى عامل آخر محتمل، إنه عامل دالة المعلومات للاختبار، فإذا كانت المعلومات التي يقدمها الاختبار قليلة سيزداد الخطأ المعياري مع زيادة حجم العينة (Smits & Vorst, 2023)، وباستعراض متوسط دوال المعلومات الاختبار وجد أنها تساوي (3.84) في النموذج الثلاثي، وتساوي (3.92) في النموذج الرابعي، وهما قيمتان منخفضتان، وتعدان السبب المباشر في وجود علاقة عكسية بين حجم العينة ودقة التقدير في النموذجين الثلاثي والرابعي، خاصة وأن الخطأ المعياري يعد مقلوب الجذر التربيعي لدالة المعلومات.

وهناك عوامل أخرى مرتبطة بهذه النتيجة، منها: موقف المحاكاة، أو طول الاختبار، ولعل من الأدبيات التي أشارت إلى وجود مواقف تمنع زيادة حجم العينة من تحسينها دقة تقدير بارامتر القدرة (Ayala, 2009; Sopa et al., 2023) عندما أشاروا إلى أن عوامل مثل انخفاض عدد عبارات المقياس (short test)، أو معاملات التمييز المنخفضة، أو التحديد غير المناسب لنموذج (IRT) قد تحد من فاعلية حجم العينة في تحسين دقة التقدير.

وتتفق هذه النتيجة مع نتيجة دراسة (جبران، 2017) التي توصلت إلى أن تقدير معلمة القدرة في النموذج الثلاثي المعلمة يكون أكثر دقة في العينات صغيرة الحجم، وهو ما يتفق مع ما خلصت إليه هذه الدراسة بالنسبة لأثر حجم العينة في دقة تقدير قدرة الأفراد في النموذج ثلاثي المعلمة.

وتتعارض هذه النتيجة مع أدبيات سابقة مثل (Hambleton & Cook, 1980) والتي أشارت إلى أن دقة تقدير قدرة الفرد تزداد بزيادة حجم العينة باستخدام النموذج ثلاثي المعلمة، في حين خلص القضاة (2020) إلى أن حجم العينة يرتبط ارتباطاً عكسياً بالخطأ المعياري، في حين يرتبط الخطأ المعياري ارتباطاً عكسياً مع دقة تقدير قدرة الفرد، وأشار كل من (النصراوي، 2015؛ والقيسي، 2016) إلى وجود فروق دالة احصائياً بين المتوسطات الحسابية للجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ في تقدير معلمة القدرة في النموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة. إضافة إلى ذلك، أشار كل من (De La Torre & Yuan, 2010) إلى أن حجم العينة يؤثر في دقة تقدير معالم الفقرة وقدرة الأفراد في النموذج ثلاثي المعلمة، بسبب وجود علاقة ارتباطية بين تقدير معلمة القدرة ومعالم المفردة.

هذا يعني أن قيمة الخطأ المعياري لتقديرات قدرة الأفراد تتناسب عكسياً مع حجم العينة، الأمر الذي يعود إلى ارتباط حجم العينة بالخطأ المعياري، إذ أن زيادة حجم العينة تقلل من الخطأ المعياري للتقدير، وبالتالي تزيد الدقة في تقدير القدرة (القضاة، 2020).

2- النموذج الرباعي أعلى دقة من النموذج الثلاثي في تقدير قدرات الأفراد.

عند مقارنة دقة التقدير، أو انخفاض متوسطات الأخطاء المعيارية نجد أن النموذج الرباعي أكثر دقة في تقدير القدرة من النموذج الثلاثي، وخاصة في أحجام عينات (200 و500 و800).

تعتبر نتيجة دقة النموذج الرباعي في تقدير القدرة مقارنة بالنموذج الثلاثي منطقية، لأن النموذج الرباعي يأخذ في حسابه بارامتر الخطأ المقارب الأعلى، أو اللامبالاة، وبالتالي مراعاة ذلك ستزيد من دقة تقدير قدرة الفرد، ومن الأدبيات التي تتفق على تفوق النموذج الرباعي عن الثلاثي في دقة تقدير بارامتر القدرة (Liao et al., 2012) لأن النموذج يراعي عدم اهتمام المستجيب ويأخذه في الاعتبار.

3- يوجد تأثير لحجم العينة والنموذج على دقة تقدير بارامتر القدرة، لصالح النموذج الرباعي في حجم العينة الأصغر في (200 و500) دون وجود فروق بين (800) والأعلى، ولعل ذلك ترجمة لبندي (1 و2)، من انخفاض دالة المعلومات، الذي جعل زيادة في الخطأ المعياري، ومن جانب آخر مراعاة معلم الخطأ المقارب الأعلى.

توصيات الدراسة:

- 1- أن يقوم الباحثون والمهتمون بالأبحاث العلمية بمراعاة حجم العينة عند تقدير قدرة الأفراد خلال بناء الاختبارات بالاعتماد على نماذج الاستجابة للمفردة (ثلاثي، رباعي) المعلمة، والحرص على أن يكون حجم العينة مناسباً للنموذج المستخدم، بما يساهم في الحد من أخطاء القياس وزيادة الدقة في التقديرات.
- 2- على الجامعات بالمملكة العربية السعودية توجيه طلاب الدراسات العليا بتوسيع نطاق الاهتمام بدراسة مختلف العوامل والمتغيرات المؤثرة في دقة تقدير قدرة الأفراد في النموذج رباعي المعلمة، نظراً لقلّة الدراسات العربية التي عنت بهذا النموذج.

3- على الباحثين اختيار طرق التقدير الأنسب (طريقة بيبز، طريقة الأرجحية العظمى، طريقة بروكس، طريقة الاقتران.. وغيرها)، إذ تؤثر طريقة التقدير في دقة تقدير معالم الفقرات، وقدرة الأفراد، والفروق بينها وفقاً لحجم العينة، والنموذج المستخدم (ثلاثي، رباعي) المعلمة، لاسيما وأن التقديرات ودقتها أيضاً تختلف باختلاف تلك الطرق، كما تختلف باختلاف أحجام العينات.

مقترحات الدراسة:

- 1- القيام بدراسات تنبؤية تعنى بأثر حجم العينة على دقة تقدير معالم الفقرة، وقدرة الأفراد باستخدام النموذج رباعي المعلمة، بالإضافة إلى دراسات مماثلة لمتغيرات أخرى كطول الاختبار باستخدام النموذج نفسه.
- 2- تطبيق أسلوب المحاكاة لدراسة أثر المتغيرات الأخرى في دقة تقدير معالم الفقرة، وقدرة الأفراد باستخدام النموذج (ثلاثي، رباعي) المعلمة، والمقارنة بينهما.
- 3- دراسة مقارنة بين أثر اختلاف حجم العينة على قيم الخطأ المعياري، ودالة المعلومات باستخدام النموذج (ثلاثي، رباعي) المعلمة.
- 4- دراسة دقة تقدير معالم الفقرة وقدرة الأفراد باستخدام النموذج (رباعي، خماسي) المعلمة، والمقارنة بينهما.

المراجع:

جبران، نبيل موسى جبران. (2017). أثر حجم العينة وطول الاختبار ونوع الفقرة في دقة تقدير معالم الفقرة والقدرة ودالة معلومات الاختبار. رسالة دكتوراه، الجامعة الأردنية، الأردن.

<http://search.mandumah.com/Record/1226899>

حبيش، بشير؛ لكحل، مصطفى؛ براهيمى، سعاد. (2022). نظرية الاستجابة للمفردة الاختبارية: افتراضاتها ونماذجها. مجلة العلوم الإنسانية والاجتماعية، 8(1)، 198-211.

الحجاجي، رحمة؛ والمالكي، ذياب بن عايض. (2023). أثر طريقة ترتيب المفردات على دقة تقدير قدرات الأفراد ومعالم المفردات باستخدام نموذج الاستجابة للمفردة رباعي المعلم. مجلة كلية التربية بدمياط، 38(87-01)، 429-474. <https://DOI:10.21608/JSDU.2023.322708>

حسن، ياسر عبدالله حفني. (2019). أثر اختلاف طريقة المعادلة وطرق تقدير الدرجات وقواعد صياغة الفقرات على دقة تقدير معالم الفقرات وقدرات الأفراد في ضوء القياس الكلاسيكي والنموذج اللوجستي ثلاثي البارامتر. مجلة كلية التربية، جامعة أسيوط - مصر، 35(7)، 352-434.

<https://DOI:10.21608/MFES.2019.103308>

درويش، محمود أحمد. (2018). مناهج البحث في العلوم الإنسانية. مؤسسة علوم الأمة للاستثمارات الثقافية. درويش، هيثم فؤاد. (2014). دقة تقدير معالم الفقرة باستخدام نماذج نظرية استجابة الفقرة البارامترية واللابارامترية باختلاف حجم العينة وطول الاختبار، دراسة مقارنة. رسالة دكتوراه، الجامعة الأردنية، مؤتة، الأردن.

<http://search.mandumah.com/Record/729749>

الدوسري، شيخة؛ وجاد الرب، هشام. (2017). استخدام نموذج راش في تدريج اختبار اللغة العربية لقبول طلبة المرحلة الثانوية المقبلين على الالتحاق بجامعة الكويت. *المجلة التربوية، جامعة الكويت، العدد(125)*،

<http://search.mandumah.com/Record/870531>.58-15

صالح، عامر مهدي. (2022). أثر حجم العينة في الأداء التفاضلي للمفردة على وفق النموذج ثلاثي المعلم. *مجلة الجامعة العراقية، العدد(55)، الجزء(3)*، 564-580.

<http://search.mandumah.com/Record/1316638>

ضعف، هبة عبد اللطيف. (2021). أثر اختيار أنموذج الاستجابة للمفردة (1PL,2PL,3PL,4PL) وطرائق التقدير في معالم المفردة والأفراد ودقتها. *مجلة كلية التربية، جامعة واسط، العدد(44)، الجزء(1)*،

<https://doi.org/10.31185/eduj.Vol1.Iss44.2297>. 478-449

الطريحي، عبد الرحمن بن سليمان. (1997). *القياس النفسي والتربوي: نظرياته - أسسه - تطبيقاته*. ط1، مكتبة الرشد: الرياض، المملكة العربية السعودية.

علام، صلاح الدين محمود. (2005). *نماذج الاستجابة للمفردة الاختبارية أحادية البعد ومتعددة الأبعاد وتطبيقاتها في القياس النفسي والتربوي*. دار الفكر العربي: القاهرة.

علام، صلاح الدين محمود. (2012). *نماذج نظرية الاستجابة للمفردة الاختبارية*. دار الفكر العربي: القاهرة، مصر. القضاء، عبد الحميد؛ والشريفين، نضال. (2020). أثر طول الاستبانة على دقة تقديرات القدرة والخصائص السيكمومترية للفقرة والقياس في ضوء نظرية الاستجابة للفقرة. *مجلة جامعة النجاح للأبحاث: العلوم الإنسانية، 34(6)*، 953-982.

<http://search.mandumah.com/Record/1060303>

القضاء، محمد سالم. (2020). أثر حجم العينة في دقة تقدير قدرة الفرد ودالة معلومات الاختبار. *مجلة كلية التربية، جامعة المنصورة- مصر، العدد(110)*، 1605-1630.

<https://10.21608/MAED.2020.158026>

القيسي، حسين عبد النبي. (2013). *دقة تقدير معالم الفقرة باستخدام نماذج نظرية استجابة الفقرة البارامترية واللابارامترية باختلاف حجم العينة وطول الاختبار، دراسة مقارنة*. رسالة دكتوراه، جامعة اليرموك، مؤتة، الأردن.

<http://search.mandumah.com/Record/729749>

القيسي، حسين عبد النبي. (2016). أثر حجم العينة وطول الاختبار على دقة تقدير معالم الفقرة والقدرة باستخدام نماذج نظرية الاستجابة للفقرة اللامعلمية. *مجلة مؤتة للبحوث والدراسات: سلسلة العلوم الإنسانية والاجتماعية، 31(5)*، 203-246.

<http://dx.doi.org/10.35682/1608>

النصراوي، معين سلمان سليم. (2015). *مقارنة أربعة نماذج لمعالجة التخمين في فقرات الاختبار من متعدد في إطار النموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة وأثرها على دقة تقدير معلمة القدرة ومعالم الفقرات*. رسالة دكتوراه، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.

- Ames, A. J. & Samonate, K. (2015). Using sas proc mcmc for item response theory Models. *Educational and Psychological Measurement*, 75(4), 585-609. <https://doi: 10.1177/0013164414551411>
- Baker, F. B., & Kim, S. H. (2017). *The basics of item response theory using R*. Springer.
- Baker, F. B. & Kim, Seock-Ho. (2004). *Item Response Theory: Parameter Estimation Techniques*, Second Edition. Revised and expanded. Marcel Dekker, INC.
- Baker, F. B. (2001). *The Basic Item Response Theory*, ERIC Clearinghouse on Assessment and Evaluation.
- Chen, W., & Cappelleri, J. C. (2018). Item Response Theory. In Shein Chung Chow (Ed.), *Encyclopedia of Biopharmaceutical Statistics-Four Volume Set*, 1207-1215. CRC Press.
- Crocker, L., & Algina, J. (1986). *Introduction to Classical and Modern Test Theory*. Holt, Rinhart & Winston.
- De Ayala, R. J. (1993). *The Influence of Multidimensionality on the Graded Response Model*, Paper Presented at the Annual Meeting of the National Council on Measurement in Education. Atlanta, GA.
- De Ayala.R.J. (2009). *The Theory and Practice of Item Response Theory*. 1st Ed, New York: The Guilford.
- De la Torre, Jimmy & Yuan, Hong (2010). Parameter Estimation with Small Sample Size A Higher-Order IRT Model Approach, *Applied Psychological Measurement*, 34(4), 267-285. DOI: [10.1177/0146621608329501](https://doi.org/10.1177/0146621608329501)
- Emons, W. H.; Glas, C. W.; Meijer, R. R. & Sijtsma, K. (2003). Person Fit in Order-Restricted Latent Class Models. *Applied Psychological Measurement*, 27(6), 459-478.
- Hambleton, R. & Zaal, J. (1991). *Advances in Educational and Psychological Testing*. MA: Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Hambleton, R. K. & Cook, L. (1981). *The robustness of latent trait models and effects of test length and sample size on the precision of ability estimates*. In D. J. Weiss (Ed.), *Proceeding of the 1979 Computer-ized Adaptive Testing Conference*, 36-52. Minneapolis, Minnesota: University of Minnesota, Department of Psychology. Psychometric Methods Program, Computerized Adaptive Testing Laboratory.
- Hambleton, R. K., & Jones, R. W. (1993). Comparison of Classical Test Theory and Item Response Theory and their Applications to Test Development, *Educational Measurement: Issues and Practice*, 12(3), 38-47.
- Hambleton, R. K.; Swaminthan, H.; Rogers, H. j. (1991). *Fundamentals of Item Response Theory*. Newbury Park, Ca: Sage: The International Professional Publishers.

- Hardouin, Jean-Benoit; Neel, T. L.; & Kubis, Gildas (2010). Methodological Issues. Regarding Power of Classical Test Theory (CIT) And Item Response Theory (IRT)-Based Approaches for The Comparison of Patient-Reported Outcomes In Two Groups Of Patients: A Simulation Study, *Medical Research Methodology*, 10(24), 1-20. DOI: [10.1186/1471-2288-10-24](https://doi.org/10.1186/1471-2288-10-24)
- Hula, William D.; Fergadiotis, Gerasimos and Martin, Nadine (2012). Model Choice and Sample Size in Item Response Theory Analysis of Aphasia Tests American, *Journal of Speech-Language Pathology*, 21(2), 38-50. DOI: [10.1044/1058-0360\(2011/11-0090\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2011/11-0090)
- Liao, W., Ho, R., Yen, Y., & Cheng, H. (2012). The four-parameter logistic item response theory model as a robust method of estimating ability despite aberrant responses. *Social Behavior and Personality: An International Journal*, 40(10), 1679-1694.
- Lawley, D. (1944). *The Factorial Analysis of Multiple Item Test*. Proceedings of The Royal Society of Edinburgh, 62-A.
- Lazarsfeld, P. (1950). *The Logical & Mathematical Foundation of Latent Structure Analysis*. In S. A. Et Al. Measurement & Prediction: A Et Al University Press.
- Lord, F. (1952). A theory of test scores. *Psychometric Monographs*, No, (7), x, (84).
- Lord, F. (1980). *Applications of Item Response Theory to practical Testing Problems*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Nunnally, J. C. & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric Theory*, 3rd Ed, New York: McGraw-Hill, Inc.
- Ryan, Joseph & Brockmann, Frank (2011). *A Practitioner's Introduction to Equating with Primers on Classical Test Theory and Item Response Theory*, 1thEd, Washington: Council of Chief State School Officers.
- Smits, N., & Vorst, H. C. M. (2023). Sample-size planning in item-response theory: A tutorial. *Advances in Methods and Practices in Psychological Science*, 6(1). <https://doi.org/10.1177/25152459251314798>
- Sopa, P., Tuksino, P., & Makmee, P. (2023). The appropriate sample size for test length on estimating item parameters in item response theory. *Journal of Research Methodology*, 36(2), 144-163.

الملاحق

ملحق (1) نموذج من العينات المولدة للاستجابة للاختبار وفقاً للنموذج ثلاثي المعلمة

mdl	rep	ssize	iter	SE_F1	F1	
3pl	1	200	103	0.336548	-8.74E-05	1
3pl	2	200	73	0.335305	-0.01073	2
3pl	3	200	384	0.332673	2.58E-06	3
3pl	4	200	500	0.340976	-3.99E-05	4
3pl	5	200	106	0.342165	-6.88E-05	5
3pl	6	200	133	0.333809	-3.59E-05	6
3pl	7	200	500	0.352988	-0.00024	7
3pl	8	200	500	0.381977	0.000122	8
3pl	9	200	169	0.336734	-1.84E-05	9
3pl	10	200	102	0.350025	-0.00985	10
3pl	11	200	250	0.334228	-5.95E-06	11
3pl	12	200	45	0.351229	-9.88E-05	12
3pl	13	200	271	0.336852	-1.32E-05	13
3pl	14	200	500	0.335705	1.94E-06	14
3pl	15	200	500	0.355031	0.000315	15
3pl	16	200	49	0.357339	-0.00014	16
3pl	17	200	500	0.33632	5.71E-06	17
3pl	18	200	500	0.350786	5.03E-06	18
3pl	19	200	94	0.331529	-4.73E-05	19
3pl	20	200	500	0.349364	-0.01088	20
3pl	21	200	500	0.363155	-0.0003	21
3pl	22	200	76	0.357065	-6.25E-05	22
3pl	23	200	500	0.35387	7.70E-06	23
3pl	24	200	500	0.344985	-0.00884	24
3pl	25	200	286	0.360291	-9.48E-06	25
3pl	26	200	53	0.34167	-0.00024	26
3pl	27	200	500	0.350291	-0.0002	27
3pl	28	200	500	0.349419	-6.95E-06	28
3pl	29	200	500	0.348642	-0.0209	29
3pl	30	200	61	0.36524	-8.82E-05	30
3pl	31	200	100	0.345447	-0.02274	31
3pl	32	200	156	0.334993	-5.12E-05	32
3pl	33	200	223	0.39042	-1.82E-05	33
3pl	34	200	500	0.347795	-4.33E-05	34
3pl	35	200	500	0.321069	-1.43E-06	35
3pl	36	200	112	0.369502	-0.00013	36
3pl	37	200	160	0.339766	-7.96E-05	37
3pl	38	200	63	0.352987	-4.76E-05	38
3pl	39	200	500	0.352516	-9.92E-06	39
3pl	40	200	500	0.347719	-0.00922	40
3pl	41	200	165	0.35088	-4.95E-05	41
3pl	42	200	79	0.364445	-9.33E-06	42
3pl	43	200	500	0.359456	-0.00013	43
3pl	44	200	500	0.325363	-0.00645	44
3pl	45	200	500	0.331208	-3.04E-05	45
3pl	46	200	130	0.355403	-7.98E-06	46
3pl	47	200	103	0.364151	-6.11E-05	47
3pl	48	200	500	0.342971	-3.46E-05	48

ملحق (1) نموذج من العينات المولدة للاستجابة للاختبار وفقاً للنموذج رباعي المعلمة

mdl	rep	ssize	iter	SE_F1	F1	
4pl	1	200	500	0.308266	-0.00092	1
4pl	2	200	500	0.315258	-0.03685	2
4pl	3	200	500	0.308162	0.00035	3
4pl	4	200	500	0.318265	0.002921	4
4pl	5	200	500	0.320022	-0.00947	5
4pl	6	200	500	0.319195	0.000535	6
4pl	7	200	500	0.327999	0.003683	7
4pl	8	200	500	0.358366	0.002981	8
4pl	9	200	500	0.303228	0.008194	9
4pl	10	200	500	0.324525	-0.00851	10
4pl	11	200	500	0.317396	-0.0008	11
4pl	12	200	500	0.331764	0.001869	12
4pl	13	200	500	0.32457	-0.00639	13
4pl	14	200	500	0.322567	0.009343	14
4pl	15	200	500	0.335518	-0.0009	15
4pl	16	200	500	0.333637	0.002247	16
4pl	17	200	500	0.307697	0.007188	17
4pl	18	200	500	0.319021	-0.00312	18
4pl	19	200	500	0.317005	0.012074	19
4pl	20	200	500	0.322531	-0.01119	20
4pl	21	200	500	0.323923	-0.00573	21
4pl	22	200	500	0.30913	-0.04908	22
4pl	23	200	500	0.312656	0.00866	23
4pl	24	200	500	0.32095	-0.0089	24
4pl	25	200	500	0.332207	0.005377	25
4pl	26	200	500	0.316168	0.013491	26
4pl	27	200	500	0.316451	-0.00516	27
4pl	28	200	500	0.307671	0.011386	28
4pl	29	200	500	0.32825	-0.01827	29
4pl	30	200	500	0.334501	0.000275	30
4pl	31	200	500	0.315872	-0.02897	31
4pl	32	200	500	0.32146	-0.00435	32
4pl	33	200	500	0.34361	-0.02087	33
4pl	34	200	500	0.326655	-0.00941	34
4pl	35	200	500	0.322625	-0.00195	35
4pl	36	200	500	0.342961	0.004508	36
4pl	37	200	500	0.326348	0.001713	37
4pl	38	200	500	0.334045	0.002895	38
4pl	39	200	500	0.316188	-0.00086	39
4pl	40	200	500	0.324076	0.005127	40
4pl	41	200	500	0.328438	-0.00133	41
4pl	42	200	500	0.329659	-0.00819	42
4pl	43	200	500	0.316362	-0.00371	43
4pl	44	200	500	0.283283	0.021462	44
4pl	45	200	500	0.312274	-0.00163	45
4pl	46	200	500	0.344968	5.17E-05	46
4pl	47	200	500	0.334243	-0.03588	47
4pl	48	200	500	0.32316	0.014381	48