بسم الله الرحمن الرحيم

# النظرية والتطبيق
# في نظرية الاستجابة للفقرة

تأليف

**R. J. de Ayala**

ترجمة

**أ. د. عبدالله زيد الكيلاني**

قسم علم النفس التربوي- كلية التربية

الجامعة الأردنية

**د. إسماعيل سلامة البرصان**

قسم علم النفس - كلية التربية

جامعة الملك سعود

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ المملكة العربية السعودية

ⓒ دار جامعة الملك سعود للنشر، ١٤٣٨هـ (٢٠١٧م)

*فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر*

دي إيالا ، ر. ج.

النظرية والتطبيق في نظرية الاستجابة للفقرة / ر. ج. دي إيالا؛ عبدالله زيد الكيلاني؛ إسماعيل سلامة البرصان - الرياض، ١٤٣٧هـ.

٥٤٤ ص؛ ٢١سم × ٢٨ سم

ردمك: ٩ - ٤٩١ - ٥٠٧ - ٦٠٣ - ٩٧٨

١- التحليل الاحصائي - معالجة البيانات ٢- البحث - معالجة البيانات أ. الكيلاني ، عبدالله زيد (مترجم) ب. البرصان، إسماعيل سلامة (مترجم) ج. العنوان

ديوي ٠٠١,٤٢٢٠٢٨٥ ١٤٣٧/٥٠٤٧

رقم الإيداع: ١٤٣٧/٥٠٤٧

ردمك: ٩ - ٤٩١ - ٥٠٧ - ٦٠٣ - ٩٧٨

هذه ترجمة عربية محكمة صادرة عن مركز الترجمة بالجامعة لكتاب:

The Theory and Practice of Item Response Theory
By: R. J. de Ayala (Editors)
© 2009 The Guiford Press. Inc. New York, N6 10012
وقد وافق المجلس العلمي على نشرها في اجتماعه السابع للعام الدراسي ١٤٣٦/ ١٤٣٧هـ، المعقود بتاريخ ٤/ ٢/ ١٤٣٧هـ، الموافق ١٦/ ١١/ ٢٠١٥م.

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يسمح بإعادة نشر أي جزء من الكتاب بأي شكل وبأي وسيلة سواء كانت إلكترونية أو آلية بما في ذلك التصوير والتسجيل أو الإدخال في أي نظام حفظ معلومات أو استعادتها بدون الحصول على موافقة كتابية من دار جامعة الملك سعود للنشر.

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

## مقدمة المترجمين

موضوع هذا الكتاب في عنوانه: "نظرية الاستجابة للفقرة"، وهو موضوع مُتخصِّص، ومستجد في مجال القياس النفسي والتربوي، ومستجد أيضاً في منطقتنا العربية. فحتى قبل ما يقارب عقديْن، أو ثلاثة من الزمن لم يكن معروفاً حتى لدى المُتخصِّصين؛ وحتى في موطنه الأصلي الذي نشأ فيه في الولايات المتحدة الأمريكية لم يتنبّه إليه باحثون ومتخصِّصون حتى أواخر الستينات وأوائل السبعينات من القرن الماضي مع ظهور كتابات لروّاد في المجال من أمثلتهم لورد، وبيرنباوم، وراش، ورايت، وغيرهم.

جاءت نظرية الاستجابة للفقرة في محاولة من روّادها معالجة مشكلات وقضايا تَبيَّن لهم أنَّ ما يسمى النظرية الكلاسيكية في القياس، أو نظرية الدرجة الحقيقية وخطأ القياس، ليست كافية لمعالجتها. من أمثلة هذه القضايا ما يتعلق بالقياس التكيّفي (أو المفصّل)، وبنوك الأسئلة، وبشكل عام ما يتعلَّق بتقدير قدرات، أو سمات في قياس متحرر من عينات المفحوصين.

للتمكّن من مفاهيم نظرية الاستجابة للفقرة، وافتراضاتها، ونماذجها، وتطبيقاتها يفترض في الباحث والممارس أن يكون ملماً بعمليات **رياضية** أساسية (تشمل جبر المصفوفات، والتفاضل والتكامل، ونظرية الاحتمالات)، بالإضافة إلى خبرة وكفاية في طرق وبرمجيات إحصائية حاسوبية تستخدم في تقدير معالم النماذج. وهذا ما جعل الكثير من الباحثين يترددون في الخوض في هذه المتطلبات.

أضف إلى ذلك أنَّ الصيغ الرمزية والمصطلحات تشعبت في النماذج النظرية بدرجة كبيرة لا يسهل الإحاطة بها، أو الخروج بها من اللغة التي تشكلت فيها (الإنجليزية)؛ ومن أمثلتها ما يجده القارئ في الجزء بعنوان "الرموز والصيغ الرمزية" في مقدمة الكتاب، والجزء بعنوان "معجم المصطلحات" في الجزء الأخير من الكتاب. وجدير بالملاحظة أنَّ كثيراً من هذه الصيغ الرمزية والمصطلحات استخدمت فيها الحروف اليونانية (من أمثلتها استخدام الحرف $\theta$ [ثيتا] ليعبِّر عن قدرة الشخص، أو موقعه على متصل السمة، والحرف $\delta$ [دلتا] ليعبِّر عن صعوبة فقرة

تقيس قدرة، أو موقع الفقرة على متصل متغيِّر تقيسه الفقرة، والحرف α [ألفا] ليعبِّر عن معلم تمييز الفقرة، وهناك غيرها يتعرّفها ويألفها القارئ في مسيرته خلال الكتاب).

ويمكن أن يتبيّن للقارئ المتفحّص أنَّ الاحتفاظ بهذه الرموز والمصطلحات يجعلها أقرب إلى الفهم أكثر وضوحاً في التعبير عن دلالاتها من اصطناع ما يناظرها في لغة أخرى -كالعربية -، والالتزام بهذه الصيغ الرمزية يترتب عليه الاحتفاظ بصيغ المعادلات والتعابير الرياضية التي تستخدم فيها هذه الرموز. ولعلَّ القارئ سرعان ما يتبين له أن متابعة هذه الصيغ الرياضية في الأطر التي تشكلت فيها أقرب إلى الفهم والتطبيق من محاولات ترجمتها إلى صيغ تستدعي العبور في متاهة لغة اصطلاح جديدة.

في هذا الإطار يتناول الكتاب موضوعه في ثلاثة جوانب رئيسية، تشمل: الأسس النظرية واللوجستية للنماذج، ومواصفات ومعالم النماذج، وتطبيقاتها في بيانات يعرض المؤلف تحليلها ونتائجها باستخدام برامج إحصائية حاسوبية. وهذه في مجملها تقدّم للقارئ المهتم والمتخصص نماذج عملية يتابع من خلالها أمثلة حيّة من تطبيقات النظرية في نماذجها المختلفة، ويتبيّن الحدود التي تعمل بها بفاعلية، خصوصاً وقد أفاض المؤلف في تحليل النتائج وتفسيرها وبيان محدداتها بكل روية وإمعان وأناة. لعل هذه النماذج تفتح أمام القارئ – المتوقع أن يكون باحثاً، او طالب دراسات عليا – آفاقاً بحثية متجددة يتمثل بعضها في قضايا من نوع: اللاتغاير في المعالم، والمطابقة بين النموذج والبيانات، والأداء التفاضلي للفقرة في مجموعات متباينة، والبُعدية في متغيِّرات القياس، وما إلى ذلك.

هذا كتاب يغني المكتبة العربية في مجال مُتخصِّص، له أهميته في أعمال التقويم وتطوير الاختبارات بأشكالها المختلفة؛ كما أنه نه يوفر للباحثين العرب، وللطلبة العرب، وبخاصة مَنْ هم في الدراسات العليا المتخصصة، مرجعاً مهماً وشاملاً في موضوعه، وحديثاً في مواكبته لأحدث التطوُّرات في مجاله. والشكر الخاص لمركز الترجمة بجامعة الملك سعود لتوفير إمكانيات نشر هذه الترجمة للكتاب.

**المترجمان**

## نبذة عن المؤلف

هو ر. ج. دي إيالا R. J. de Ayala، يحمل درجة دكتوراة الفلسفة، PhD، أستاذ علم النفس التربوي في جامعة نبراسكا – لنكولن. اهتماماته البحثية تشمل: القياس النفسي، نظرية الاستجابة للفقرة، القياس التكيّفي المحوسب، الأساليب الاختبارية، الإحصاء التطبيقي، النماذج المتعددة المستويات. ظهرت له أعمال في الدوريات الآتية: *Applied Psychological Measurement*، *Applied Measurement in Education*، *The British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*، *Educational and Psychological Measurement*، *Journal of Applied Measurement*، و *journal of Educational Measuremen*. وهو عضو الجمعية النفسية الأمريكية في القسم الخامس الخاص بالقياس والإحصاء، كما أنه عضو جمعية البحث التربوي الأمريكية.

# كلمة المحرّر

لعلّ لدينا من الحجة ما يبرر القول بأن نظرية الاستجابة للفقرة (IRT) أعظم الطرق الإحصائية أهمية، التي لا يعرف معظمنا الكثير عنها. تكمن جذور هذه النظرية في الأعراف السيكومترية للنظرية الكلاسيكية في القياس (CTT). في تلك النظرية الكلاسيكية يفترض أنَّ الدرجة المشاهَدة دالّة للدرجة الحقيقية والخطأ العشوائي. لقد تبيّن لفريدريك لورد وآخرين في الخمسينات من القرن الماضي أن النظرية الكلاسيكية غير فاعلة في قياس القدرة؛ لأنها تفترض نموذجاً خطياً يعمل فيه عامل واحد فقط. لكن، عندما طُبق التحليل العاملي على الاختبارات المقننة ظهرت عوامل "صعوبة" شكلت فيها الفقرات السهلة والفقرات الصعبة عوامل منفصلة. كذلك، ظهرت في النظرية الكلاسيكية فقرات بمتوسط وتباين خطأ مستقلَيْن عن بعضهما بعضاً؛ بينما كان التباين في الفقرات السهلة جداً والصعبة جدا أقل مما هو في الفقرات المتوسطة الصعوبة. بعد محاولات لإنقاذ النظرية الكلاسيكية، تبيّن للورد وآخرين أنَّ المطلوب هو منظور جديد في القياس؛ فانبثقت عن هذه الجهود طرق نظرية الاستجابة للفقرة.

سرعان ما تبنّى العاملون في صناعة الاختبارات IRT كنموذج أكثر واقعية من CTT. بالإضافة إلى ذلك، بدأت مخاوف تظهر من أنَّ الاختبارات المقننة لم تكُن منصفة لفئات معينة، فقدمت IRTطريقة مبدئية للتحقق من أن الفقرات الاختبارية "منصفة".

إلاّ أن الباحثين المعاصرين لم يتقبلوا نظرية الاستجابة للفقرة. كانت هناك عدة أسباب لذلك. أولاً، تطلبت النظرية عيِّنات بأحجام كبيرة جداً في معظم مشاريع البحوث. ثانياً، نظرية (IRT) اكثر تعقيداً من نظرية (CTT)، مما جعل الباحثين يتهيبون من متطلباتها الرياضية. ثالثاً، لم تتمكّن البرمجيات المتوفرة من تقدير معالم النموذج.

كانت هناك أيضاً أسباب اجتماعية جعلت معظمنا لا يعرف الكثير عن (IRT). فقد كان خبراء (IRT) مهتمين بالتواصل فيما بينهم أكثر من اهتمامهم بالتواصل مع عامة الباحثين. لدينا في هذا الكتاب خبير في (IRT) يحاول أن يوضحها لنا. فهذه النظرية تتطلب منا أن نعيد التفكير في القياس في النموذج غير الخطّي. إن المفاهيم المألوفة مثل

"الثبات"، و"الخطأ" لا تظهر في نماذج (IRT) المعتمدة. من هنا يحتاج قارئ هذا الكتاب أن يعمل جاهداً على تعلّم ليس فقط لغة جديدة، ولكن أيضاً أسلوباً جديداً في التفكير في أمور القياس. نحتاج أن ندرك، كما أدرك لورد في الخمسينات من القرن الماضي أن الحلول المناسبة لكثير من مشكلات القياس ليست من خلال CTT، ولكن من خلال IRT. يمكن لهذا الكتاب أن يساعدنا في أن نعيد التفكير من جديد.

**ديڤد أ. كِني**

# الرموز والصيغ المختصرة

**دليل الحروف**

| | | | |
|---|---|---|---|
| F | number of factors | (عدد العوامل) | f = 1, ... , F |
| L | number of items | (عدد الفقرات) | j = 1, ... , L |
| N | number of persons | (عدد الأشخاص) | i =1, ... , N m |
| m | number of response categories | (عدد فئات الاستجابة) | k =1, ... , m |
| m | number of operations, thresholds, boundaries | (عدد العمليات، والعتبات، والحدود) | k = 1, ... , m or k = 0, ... , m |
| R | number of quadrature points | (عدد نقاط التربيع) | r = 1, ... , R |
| S | number of cognitive operations | (عدد العمليات المعرفية) | s =1 , ... , S |
| $\underline{X}$ | response vector | (متجهة الاستجابة) | |
| $x_j$ | dichotomous response or category score on item j | (استجابة ثنائية، أو درجة فئوية على الفقرة j) | |
| $x_{jk}$ | polytomous response on item j's kth category | (استجابة متعددة الدرجة للفقرة j والفئة k) | |
| ν | index for latent classes (nu) | (مؤشر الفئات الكامنة) | ν= 1, ... , G |
| $\pi_\nu$ | latent class νproportion | (نسبة الفئة الكامنة ν "نيو") | |

## الرموز

| | | |
|---|---|---|
| $\underline{W}$ | eigenvector | (متجهة الجذر الكامن) |
| $\lambda$ | eigenvalue (lambda) | الجذر (الكامن) |
| $\underline{\Sigma}$ | variance/covariance matrix | (مصفوفة التباين/ التغاير) |
| p | probability | (نسبة الاحتمال) |
| $h^2$ | communality | (الشيوع) |
| $\alpha$ | item loading | (تشبع الفقرة) |
| $\underline{\upsilon}$ | population parameters vector; MMLE(upsilon) | (متجهة معالم المجتمع) |
| $\underline{\vartheta}$ | item parameter matrix (capital alternative form of phi) | (مصفوفة معالم الفقرة) |
| $X_i$ | observed score person i | (الدرجة المشاهدة للشخص i) |
| $P_j$ | item traditional difficulty, proportion correction | (صعوبة الفقرة تقليدياً، نسبة الصح) |
| $\Gamma$ | DIF, group variable (capital gamma) | (الأداء التفاضلي للفقرة/ متغير المجموعة) |
| $\Lambda$ | DIF, person location (e.g.,$\theta$ or Xi) | (الأداء التفاضلي للفقرة/ موقع الشخص) |
| L | likelihood function | (اقتران [أو دالة] الأرجحية) |
| T | true or “trait” score (capital tau) | (الدرجة الحقيقية أو درجة السمة) |
| lnL | log likelihood function | (اقتران لوغارتم الأرجحية) |
| $\varepsilon T$ | expected proportion (of 1s) trait score | (النسبة المتوقعة لدرجة "١" في السمة) |
| $\mathbb{E}$ | expectation | (المتوقع) |
| Ei | error score (capital epsilon) | (الجزء الخطأ في الدرجة) |
| $I(\theta)$ | total information | (المعلومات الكلية / في جميع الفقرات) |
| $Ij(\theta)$ | item information | (المعلومات في الفقرة) |

| | | |
|---|---|---|
| $I_{\omega}(\theta)$ | multidimensional total information | (معلومات كلية متعددة الأبعاد) |
| $Ij_{\omega}(\theta)$ | multidimensional item information | (معلومات الفقرة متعددة الأبعاد) |
| $\underline{W}$ | information matrix, nominal response Model | (مصفوفة معلومات/ نموذج استجابة إسمية) |
| $\Phi$ | cumulative normal distribution (capitalphi) | (توزيع طبيعي تراكمي) |
| $\Pi$ | product operator or symbol | (عامل أو رمز المضروب) |
| D | scaling constant | (ثابت التدريج) |
| $\Xi$ | convergence criterion (capital xi) | (محك التجمع / أو التقارب) |

## معالم

| | | |
|---|---|---|
| $\Theta$ | person location (theta) | (موقع الشخص / أو قدرته) |
| $\alpha$ | item discrimination (alpha) | (تمييز الفقرة) |
| $\tau$ | threshold (tau) | (العتبة) |
| $\delta_j$ | item j location (delta) | (موقع الفقرة) |
| $\delta_{jh}$ or $\delta_{jk}$ | item j transition location | (موقع الفقرة الانتقالي) |
| $\delta_{xj}$ | category boundary location | (موقع حدود الفئة) |
| $\chi$ | pseudo-guessing (lower asymptote) (chi) | (التخمين "الزائف"، خط التقارب الأسفل) |
| $\varepsilon$ | upper asymptote (epsilon) | (خط التقارب العلوي) |
| $\gamma$ | intercept (gamma) | (المقطع الصادي) |
| $\delta_{kjv}$ | conditional probability (LCA) | (احتمال شرطي ) |
| $\Phi$ | “don’t know” category (phi) | فئة "لا أعرف" |
| $\Delta_j$ | multidimensional item location (capital delta) | متعددة البعد موقع فقرة |

| | | |
|---|---|---|
| $A_j$ | multidimensional item discrimination (capital alpha) | (تمييز فقرة متعددة الأبعاد) |
| $A_\omega$ | multidimensional directional discrimination (capital alpha) | (تمييز اتجاه متعدد الأبعاد) |
| $\Omega$ | angle or direction in the multidimensional space (omega) | (زاوية أو اتجاه في فضاء متعدد الأبعاد) |
| $\eta_s$ | elementary component s | (مكوّن أولي) |
| $\delta_e(\ddot{\theta})$ | standard error of person location | (الخطأ المعياري لموقع الشخص) |
| $s_e(\ddot{\theta})$ | sample standard error | (الخطأ المعياري للعيِّنة) |
| $\delta_e(\ddot{\theta})$ | standard error item location | (الخطأ المعياري لموقع الفقرة) |
| $s_e(\ddot{\theta})$ | sample standard error | (الخطأ المعياري للعيِّنة ) |
| $\delta_{meas}$ | standard error of measurement | (الخطأ المعياري في القياس) |

يميّز تقدير المعلم "بشكلة" فوق الحرف. مثلاً، يرمز إلى تقدير المعلم $\theta$ بالرمز $\ddot{\theta}$، وتقدير المعلم $\alpha$ بالرمز $\ddot{\alpha}$، وهكذا.

## معادلات التحويل

$$\xi^* = \xi(\zeta) + \kappa \qquad \gamma^* = \gamma - \frac{\alpha(\mu)}{\sigma} \qquad \alpha^* = \frac{\alpha}{\sigma}$$

$$\underline{\theta}_i^* = \underline{Z}\underline{\theta}_i + \underline{\kappa} \qquad \gamma_j^* = \gamma_j - \underline{\alpha}_j' \underline{Z}^{-1} \underline{\kappa} \qquad \underline{\alpha}_j^* = (\underline{Z}^{-1})' \underline{\alpha}_j$$

حيث: الرمزان $\kappa$ و $\zeta$ معاملا تحويل متري، أو معاملا معادلة. والرمز $\xi$ يتخذ إما $\delta_j$ أو $\theta$ .

## الصيغ المختصرة

| | | |
|---|---|---|
| CTT | classical test theory | النظرية الكلاسيكية في القياس |
| df | degrees of freedom | درجات الحرية |
| DIF | differential item functioning | الأداء التفاضلي للفقرة |
| EAP | expected a posteriori | التوقع البعدي |

| | | |
|---|---|---|
| GUI | graphical user interface | التشكيل البياني للسطح البيني |
| IRF | item response function | دالّة الاستجابة للفقرة |
| IRS | item response surface | للفقرة سطح الاستجابة |
| IRT | item response theory (latent trait theory) | نظرية الاستجابة للفقرة (أو نظرية السمة الكامنة) |
| JMLE | joint maximum likelihood estimate (also called unconditional maximum likelihoodestimation) | تقدير الأرجحية العظمى المشتركة (أو غير الشرطية) |
| LCA | latent class analysis | تحليل الفئة الكامنة |
| LSA | latent structure analysis | تحليل البنية الكامنة |
| MAP | maximum a posteriori | النهائي البعدي |
| MINF | multidimensional information | معلومات متعددة البعد |
| MIRT | multidimensional item response theory | نظرية الاستجابة للفقرة متعددة البعد |
| MMLE | marginal maximum likelihood estimation | تقدير الأرجحية العظمى الهامشية |
| SD | standard deviation | الانحراف المعياري |
| SEE | standard error of estimate | الخطأ المعياري في التقدير |
| TCC | test characteristic curve or total characteristic curve | منحنى خصائص الاختبار، أو منحنى خصائص الاختبار الكلّي |
| TCF | total characteristic function | دالّة خصائص الاختبار الكلي |

**نماذج نظرية الاستجابة للفقرة**

| | | |
|---|---|---|
| 1PL | one-parameter logistic model | النموذج اللوجستي الأحادي المعلم |
| 2PL | two-parameter logistic model | النموذج اللوجستي الثنائي المعلم |
| 3PL | three-parameter logistic model | النموذج اللوجستي الثلاثي المعلم |
| GPC | generalized partial credit model | نموذج التقدير الجزئي المعمم |

| | | |
|---|---|---|
| GR | graded response model | نموذج الاستجابة المتدرجة |
| LLTM | linear logistic test model | النموذج اللوجستي الخطي للاختبار |
| M2PL | multidimensional compensatory two-parameter logistic model | النموذج اللوجستي الثنائي المعلم التعويضي متعدد الأبعاد |
| M3PL | multidimensional compensatory three-parameter logistic model | النموذج اللوجستي الثلاثي المعلم التعويضي متعدد الأبعاد |
| MC | multiple-choice model | نموذج الاختيار من متعدد |
| NR | nominal response model | نموذج الاستجابة الإسمية |
| PC | partial credit model | نموذج التقدير الجزئي |

# التمهيد

تؤلف المنهجية في نظرية الاستجابة للفقرة (IRT) الأساس في كثير من التطبيقات السيكومترية. على سبيل المثال، تستعمل IRT في معادلة صور اختبارات متكافئة، وفي تصميم وتطوير أدوات قياس، وفي بنوك الفقرات، والقياس التكيّفي المحوسب، واختبارات الإجازة، وفي غيرها من مجالات التقويم النفسي. يفترض في خبراء القياس النفسي أن يكونوا على اطلاع متواصل، ولديهم القدرة على استخدام IRT.

في هذا الكتاب نتناول "كيف" تطبق نماذج IRT وفي الوقت نفسه نقدّم المادة التقانية اللازمة للإجابة عن أسئلة حول "لماذا" تطبق هذه النماذج. وعملنا على استغلال موسع لحواشي وملاحق تعالج من خلالها قضايا تقانية، وفي الوقت نفسه يوجّه القارئ إلى المراجع المناسبة لمزيدٍ من التعمق يتجاوز ما يوفره الكتاب. ولتيسير فهم تطبيق النماذج استعملنا مجموعات من البيانات العامة عبر الفصول كافة، بالإضافة إلى ذلك، استخدمت في أمثلة تطبيقات النماذج عدة رزم من البرمجيات الشائعة. بعض هذه البرمجيات مجانية غير مكلفة (مثل BIGSTEPS وNOHARM)، وبعضها الآخر متوفر تجارياً (ومن أمثلتهاBILOG-MG, MULTILOG, PARSCALE). المصطلحات المستخدمة في هذا الكتاب أكثر عمومية مما نجده عادة في كتب متخصصة بنظرية IRT، ولا تقتصر على حقل القياس التربوي. يفترض في القارئ أن يكون ملما بمفاهيم سيكومترية عامة من نوع الثبات، والصدق، والتدريج، ومستويات القياس، والتحليل العاملي، وتحليل الانحدار.

"*يبدأ الفصل الأول بالبداية*" بعرض المفهوم الأساسي لماذا نهتم بعملية القياس. هنا توجد معالجة فلسفية مقتضبة للقياس، مع الإشارة إلى الخصائص المرغوب بها، التي نسعى لأن تتوفر في عملية القياس: المفاهيم السيكومترية التقليدية حول مستويات القياس، والثبات، والصدق، والطرق المختلفة في القياس، بما في ذلك نظرية IRT، وتحليل الفئات الكامنة، والنظرية الكلاسيكية في القياس، كل هذه تم نظمها في هذه المقدمة.

ويعرض الفصل الثاني أبسط نماذج IRT، أي نموذج راش، أو النموذج اللوجستي أُحادي المعلم (1PL). يرسخ هذا النموذج المبادئ التي تنطوي عليها النماذج الأكثر تركيباً التي تتناولها الفصول اللاحقة. تُطرح في هذا

الفصل، أيضاً، مجموعة بيانات تجريبية تستعمل في الفصول الأربعة اللاحقة، كما يناقش الفصل الفروق الفلسفية بين نموذج راش والنماذج الأخرى. يقدّم الفصلان الثالث والرابع عرضاً مفاهيمياً لطريقتين مختلفتين في تقدير المعالم تطبقان على مجموعة البيانات المقدمة في الفصل الثاني. وتبدأ تطبيقات الفصل الثالث بتفحّص فرض أحادية البعد من خلال التحليل العاملي غير الخطي، وتنتقل إلى تقدير وتفسير معالم الفقرات. في الفصل الرابع نعيد تحليل البيانات بطريقة تقدير أخرى مختلفة وببرنامج مختلف. بالإضافة إلى ذلك، نعرض تحليلات أخرى للمطابقة بين الفقرات والنموذج باستعمال طرق إحصائية وبالرسم البياني.

يعرض الفصل الخامس النموذج اللوجستي الثنائي المعلم (2PL). بناء على ما تمّ عرضه عن النموذج 1PL، ينحصر الاهتمام في هذا الفصل بالخصائص التي تميّز هذا النموذج. تعرض في هذا الفصل طرق تحليل اضافية للمطابقة عند إعادة تحليل البيانات التي استعملت في النموذج 1PL. بالطريقة نفسها، يعرض الفصل السادس الخصائص المميزة للنموذج الثلاثي المعلم، ويعيد تحليل البيانات التي استعملت في أمثلة النموذجين 1PL، و2PL. في نهاية الفصل السادس يكون تحليلنا للمطابقة قد تطوّر ليشمل تحليلاً للمطابقة على مستوى الفقرة والنموذج، وإحصائيات المقارنة بين النماذج، وتحليل مطابقة الأشخاص. أيضاً، يتم في هذا الفصل فحّص فروض IRT المتعلقة بشكل الدالّة والاستقلال الشرطي. على هذا النحو، نكون قد أوضحنا من خلال هذه الفصول خطوات المطابقة للنموذج والبيانات التي يجري استخدامها عادة.

بما أن البيانات لا تكون دائما ثنائية التدريج، يأتي بحثنا التالي للنماذج المناسِبة لبيانات متعددة التدريج (مثالها بيانات الاستجابة لمقياس ليكرت) في الفصول الثلاثة، السابع، والثامن، والتاسع. هنا تنقسم النماذج بين تلك الخاصة ببيانات ترتيبية، وتلك الخاصة ببيانات غير ترتيبية متعددة التدريج. يتناول الفصلان السابع، والثامن بيانات ترتيبية متعددة التدريج من منظور نموذج راش، وأخرى لا تنتمي إلى نماذج راش (من نماذج راش: نماذج التقدير الجزئي وسلالم التقدير؛ وما ليس من نماذج راش: نموذج التقدير الجزئي المعمم والاستجابة المتدرجة). وكما هو متبع في الأجزاء الأخرى من الكتاب، تستعمل مجموعات البيانات العامة كذلك في هذه الفصول. يتناول الفصل التاسع نمذجة بيانات غير ترتيبية متعددة التدريج، وفي الوقت نفسه يتناول استعمال نماذج IRT متعددة الاستجابة .

جميع النماذج التي تم عرضها حتى الآن تفترض أن استجابات الفرد دالّة لمتغيِّر كامن واحد في الشخص. في الفصل العاشر نعمِّم النتائج التي يعرضها الفصلان الخامس والسادس إلى متغيِّرات متعددة كامنة.

كما ذكرنا، تستعمل IRT في معادلة صور متعددة وفي إنشاء بنوك فقرات. يبحث الفصل الحادي عشر في أساليب إنجاز هذين الغرضين. في الفصل الثاني عشر، تأتي إضافتنا النهائية إلى صندوق أدوات المطابقة بين النموذج والبيانات، حيث يكون اهتمامنا بكيف يختلف أداء فقرة في مجموعات مختلفة من الأفراد. بكلمة أُخرى،

نتساءل هل من أثر لعوامل (مثل جنس المفحوص)، التي تعتبر هامشية بالنسبة للمتغيّر الذي يفترض أن الفقرة تقيسه، على الطريقة التي يستجيب بها الأفراد للفقرة؟ إذا حدث ذلك، فربما تكون الفقرة متحيزة ضد أولئك الأفراد، والأساليب التي نكشف بها عن فقرات يكتنفها مثل هذا القصور تُبحث في هذا الفصل الأخير.

أود هنا أن أعترف بالفضل لأُولئك الأشخاص الذين كان لتفاعلي معهم خلال عقديْن من الزمن أثره على هذا الكتاب. من هؤلاء: باربرا دُد، بِل كوتش، إيرل جننغز، تشان دايتون، بِل هايز، فرانك بيكر، مارك ركيس، ديف وايس، و سيوك–هو كيم. وأعتذر لكل مَن سهوت عن ذكره. وأود أن أعترف بالفضل لطلبتي في الدراسات العليا في مساق القياس النفسي الذين سعدتُ بتدريسهم. والشكر أيضاً إلى برونو زمبو من قسم التربية في جامعة برتيش كولومبيا لمراجعته للكتاب. وأعبِّر عن تقديري للدعم والاحتمال من س. ديبورا لاوتون، ديفد أ. كِني اللذين كانت مهمتهما التي لا يحسدان عليها تحرير المسودات الأولى من الكتاب. توجد مخرجات إضافية، ومجموعات بيانات متوفرة على موقع المؤلف *http://cehs.unl.edu/EdPsych/RJSite/home*.

# المحتويات

**مقدمة المترجمين** ..... هـ
**نبذة عن المؤلف** ..... ز
**كلمة المحرر** ..... ط
**الرموز والصيغ المختصرة** ..... ك
**التمهيد** ..... ف

**الفصل الأول: مقدمة في القياس** ..... ١
القياس ..... ١
بعض قضايا القياس ..... ٣
نظرية الاستجابة للفقرة ..... ٥
النظرية الكلاسيكية في القياس ..... ٦
تحليل الفئات الكامنة ..... ٩
الخلاصة ..... ١٠

**الفصل الثاني: النموذج الأُحادي المعلم** ..... ١٣
تطوير مفاهيمي لنموذج راش ..... ١٣
النموذج الأحادي المعلم ..... ١٩
النموذج الأحادي المعلم ونموذج راش ..... ٢٢

الافتراضات التي ينطوي عليها النموذج ..... ٢٣
مجموعة بيانات تجريبية : مجموعة بيانات الرياضيات ..... ٢٥
تقدير موقع الفرد مفاهيمياً..... ٢٦
بعض الخصائص العملية في تقدير الأرجحية القصوى ..... ٣١
الخطأ المعياري في التقدير و المعلومات ..... ٣٢
في سعة التقدير لأداة..... ٣٦
الخلاصة ..... ٣٩

**الفصل الثالث : الأرجحية القصوى المشتركة في تقدير المعالم**..... ٤٧
التقدير بالأرجحية القصوى المشتركة ..... ٤٧
اللامحدودية في تقدير المعالم ..... ٥٠
ما الحجم المناسب لعينة التدريج؟ ..... ٥١
مثال: تطبيق نموذج راش على بيانات الرياضيات، التقدير بالأرجحية القصوى المشتركة (JMLE) ..... ٥٢
تقويم البعدية ..... ٥٣
نتائج التدريج في BIGSTEPS ..... ٥٨
تقويم المطابقة بين النموذج والبيانات ..... ٦٢
• المطابقة على مستوى الفقرات، وتقديرات مواقع الفقرات..... ٦٨
• المعلومات المتعلقة بالأشخاص ..... ٧١
• تقويم اللاتغاير..... ٧٦
• بيّنات الصدق..... ٧٧
• ملخص تطبيق نموذج راش ..... ٧٨
الخلاصة..... ٨٠

**الفصل الرابع: تقدير المعالم بالأرجحية القصوى الهامشية** ..... ٨٥
التقدير بالأرجحية القصوى الهامشية ..... ٨٥
تقدير موقع الفرد : البَعدي المتوقع ..... ٩٣

مثال: تطبيق نموذج راش على بيانات الرياضيات، التقدير بالأرجحية القصوى **الهامشيّة** (MMLE).....٩٨
استخراج تقديرات مواقع الأشخاص باستخدام برنامج BILOG-MG ..... ١١١
تحويل المقاييس ودالة الخصائص الكلية ..... ١١٤
الخلاصة..... ١١٩

**الفصل الخامس: النموذج الثنائي المَعْلَم**..... ١٢٣
تطوير مفاهيمي للنموذج الثُنائي المَعْلم ..... ١٢٤
المعلومات في النموذج الثُنائي المَعْلَم ..... ١٢٦
التقدير المفاهيمي للمعالِم في النموذج الثنائي المعْلم ..... ١٢٧
ما الحجم المناسب لعينة التدريج؟ ..... ١٢٩
تحويل المقاييس في النموذج الثنائي المعلم..... ١٣١
مثال: تطبيق النموذج الثنائي المعلم (2PL) على بيانات الرياضيات، التقدير بالأرجحية القصوى الهامشية (MMLE) ..... ١٣٢
تقويم المطابقة: طريقة أخرى لتقويم اللاتغاير ..... ١٣٦
المعلومات والكفاءة النسبية..... ١٤١
الخلاصة..... ١٤٦

**الفصل السادس: النموذج الثلاثي المَعْلَم** ..... ١٥٣
تطوير مفاهيمي للنموذج الثلاثي المَعْلَم..... ١٥٤
ملاحظات إضافية حول معلم التخمين الزائف ..... ١٥٦
تقدير مفاهيمي للمعالم في النموذج 3PL..... ١٥٧
ما الحجم المناسب لعينة التدريج ؟ ..... ١٦٢
تقويم الاستقلال الشرطي ..... ١٦٣
مثال: تطبيق النموذج الثلاثي المعلم على بيانات الرياضيات، التقدير بالأرجحية القصوى الهامشية (MMLE)..... ١٦٧
تقويم المطابقة، تقويم الاستقلال الشرطي..... ١٧٠

تقويم المطابقة، مقارنة بين النماذج ..... ١٧٤
تقويم مطابقة الأشخاص، قياس الملاءمة ..... ١٧٧
المعلومات في النموذج الثلاثي المعلم ..... ١٧٨
تحويل المقاييس، النموذج 3PL ..... ١٨٢
معالجة الاستجابات المفقودة ..... ١٨٣
قضايا تؤخذ بالاعتبار في الاختيار من بين النماذج 1PL، 2PL، 3PL ..... ١٨٨
الخلاصة ..... ١٩١

**الفصل السابع : نماذج راش للبيانات الترتيبية المتعددة التدريج** ..... ٢٠١
التطوير المفاهيمي لنموذج التقدير الجزئي ..... ٢٠٢
مفاهيم تقدير المعالم في نموذج التقدير الجزئي ..... ٢٠٩
مثال: تطبيق نموذج التقدير الجزئي على أداة قياس للقدرة على التفكير المنطقي، التقدير بطريقة
الأرجحية القصوى الهامشية ..... ٢٠٩
نموذج مقياس التقدير ..... ٢٢٢
مفهوم التقدير في نموذج مقياس التقدير ..... ٢٢٨
مثال: تطبيق نموذج مقياس التقدير على مقياس الاتجاهات **نحو استعمال الواقي، باستخدام طريقة**
JMLE ..... **٢٢٨**
ما الحجم المناسب لعينة التقدير؟ ..... ٢٤٥
المعلومات في نماذج التقدير الجزئي (PC) ومقاييس التقدير (RS) ..... ٢٤٧
تحويل المقاييس في نماذج التقدير الجزئي (PC) ومقاييس التقدير (RS) ..... ٢٤٩
الخلاصة ..... ٢٥٠

**الفصل الثامن: نماذج ليست من نماذج راش لبيانات ترتيبية متعددة التدريج** ..... ٢٥٩
نموذج التقدير الجزئي المعمم ..... ٢٥٩
مثال: تطبيق نموذج التقدير الجزئي المعمم على أداة قياس القدرة على التفكير المنطقي، التقدير
بالأرجحية القصوى الهامشية (MMLE) ..... ٢٦٥

التطوير المفاهيمي لنموذج الاستجابة المتدرجة ..... ٢٦٩
ما الحجم المناسب لعيِّنة التدريج؟ ..... ٢٧٦
مثال: تطبيق نموذج الاستجابة المتدرجة على مقياس الاتجاهات نحو الواقيات، التقدير بالأرجحية القصوى الهامشية (MMLE) ..... ٢٧٧
المعلومات في بيانات متدرجة ..... ٢٨٥
تحويل المقاييس في نموذجيْ التقدير الجزئي المعمم (GPC) والاستجابة المتدرجة (GR) ..... ٢٨٧
الخلاصة ..... ٢٨٩

**الفصل التاسع: نماذج لبيانات اسمية متعددة التدريج ..... ٢٩٣**
تطوير مفاهيمي لنموذج الاستجابة الاسمية ..... ٢٩٤
ما الحجم المناسب لعيِّنة التدريج؟ ..... ٣٠٤
مثال: تطبيق نموذج الاستجابة الاسمية (NR) على اختبار علوم، التقدير بالأرجحية القصوى الهامشية (MMLE) ..... ٣٠٦
مثال: تدريج اختبار العلوم بنموذج مختلط من نموذجيْ الاستجابة الاسمية (NR) ، والتقدير الجزئي (PC)، مع تداعي البدائل، التقدير بِ (MMLE) ..... ٣١١
مثال: التدريج بنموذج مختلط من NR، و PC لاختبار العلوم، البدائل المتداعية، التدريج بطريقة MMLE ..... ٣١٥
المعلومات في نموذج الاستجابة الاسمية (NR) ..... ٣٢٠
تحويل المقاييس في نموذج الاستجابة الاسمية (NR) ..... ٣٢١
تطوير مفاهيمي لنموذج الاختيار من متعدد ..... ٣٢١
مثال: تطبيق نموذج الاختيار من متعدد (MC) على اختبار العلوم، (التقدير بالأرجحية القصوى الهامشية، MMLE) ..... ٣٢٤
مثال: تطبيق نموذج BS (بوك–ساميجيما) على اختبار العلوم (التقدير بالأرجحية القصوى الهامشية، MMLE)..... ٣٣٠
الخلاصة ..... ٣٣٤

**الفصل العاشر: نماذج لبيانات متعددة الأبعاد** ..... ٣٣٩
تطوير مفاهيمي لنموذج IRT متعدد الأبعاد ..... ٣٣٩
تعدد الأبعاد في موقع الفقرة وتمييزها ..... ٣٤٥
متجهات الفقرة وتمثيلها بيانياً ..... ٣٥٠
النموذج اللوجستي الثلاثي المعلم المتعدد الأبعاد ..... ٣٥٣
الافتراضات في نموذج الاستجابة للفقرة المتعدد الأبعاد (MIRT) ..... ٣٥٤
تقدير المعالم في النموذج M2PL الثنائي المعلم المتعدد المتغيِّرات ..... ٣٥٤
المعلومات في النموذج M2PL الثنائي المعلم المتعدد المتغيرات ..... ٣٥٦
اللاتحديد في نماذج MIRT (نماذج الاستجابة للفقرة المتعددة الأبعاد) ..... ٣٥٨
تحويل المقاييس في النموذج M2PL (الثنائي المعلم المتعدد الأبعاد) ..... ٣٦٠
مثال: تطبيق النموذج M2PL (الثنائي المعلم المتعدد الأبعاد): طريقة محكمة في التحليل التوافقي للمنحنى الطبيعي ..... ٣٦٢
تقدير مواقع الأشخاص ..... ٣٦٩
الخلاصة ..... ٣٧٠

**الفصل الحادي عشر: ربط الاختبارات ومعادلتها** ..... ٣٧٥
تعريف المعادلة ..... ٣٧٥
المعادلة: مرحلة جمع البيانات ..... ٣٧٧
المعادلة: مرحلة التحويل ..... ٣٧٩
مثال: تطبيق طريقة المعادلة بدالة الخصائص الكلية ..... ٣٨٦
الخلاصة ..... ٣٩٢

**الفصل الثاني عشر: الأداء التفاضلي للفقرة** ..... ٣٩٥
الأداء التفاضلي للفقرة، والتحيّز في الفقرة ..... ٣٩٦
مربع كاي لِ مانتل- هانسزل ..... ٤٠٠
اختبار نسبة الأرجحية (TSW) ..... ٤٠٣

الانحدار اللوجستي ..... ٤٠٥
مثال: تحليل DIF ..... ٤٠٨
التحليل بطريقة مانتل- هانسزل ..... ٤١٠
التحليل بالانحدار اللوجستي ..... ٤١٢
الخلاصة ..... ٤١٨
**المراجع** ..... ٤٢٣

**الملحق(أ) : التقدير بالأرجحية القصوى لمواقع الأشخاص** ..... ٤٤١
تقدير موقع فرد: التقدير بالأرجحية القصوى تجريبياً ..... ٤٤٢
تقدير موقع فرد: طريقة نيوتُن في التقدير بالأرجحية القصوى ..... ٤٤٣
عودة إلى أنماط الاستجابة الثنائية ذات التباين الصفري ..... ٤٥٠

**الملحق (ب): التقدير بالأرجحية القصوى لمواقع الأفراد** ..... ٤٥٢

**الملحق (ج): نماذج المنحنى الطبيعي** ..... ٤٥٦
تطوير مفاهيمي لنموذج المنحنى الطبيعي ..... ٤٥٦
العلاقة بين إحصائيات IRT ومؤشرات تحليل الفقرات التقليدي ..... ٤٦١
العلاقة بين نموذج المنحنى الطبيعي ثنائي المعلم والنماذج اللوجستية ..... ٤٦٥
التوسّع بنموذج المنحنى الطبيعي ثنائي المعلم إلى فضاء متعدد الأبعاد ..... ٤٦٧

**الملحق (د): القياس التكيُّفي المحوسب** ..... ٤٧١
نبذة تاريخية ..... ٤٧٢
أساليب التشعيب الثابت ..... ٤٧٣
أساليب التشعيب المتغيّر ..... ٤٧٤
مزايا التشعيب المتغيِّر على التشعيب الثابت ..... ٤٧٤
خوارزمية قياس تكيّفي بتشعيب متغيّر، مبنٍ على نماذج IRT ..... ٤٧٥

**الملحق (هـ) : موضوعات متنوّعة** ..... ٤٨٣
نموذج الاختبار الخطي اللوجستي ..... ٤٨٣
استعمال المحور الرئيسي في تقدير تمييز الفقرة ..... ٤٨٦
تقديرات لانهائية لمعلم تمييز الفقرة ..... ٤٨٨
مثال : تدريج أحادي البعد ببرنامج NOHARM ..... ٤٨٩
إحصائي مربع كاي تقريبي في برنامج NOHARM ..... ٤٩٣
النماذج المختلطة ..... ٤٩٥
الكفاءة النسبية، والرتابة، والمعلومات ..... ٤٩٨
لغة فورتران ..... ٥٠٠
مثال: نموذج مختلط في تدريج اختبار العلوم بنموذجيْ الاستجابة الاسمية (NR)والثنائي المعلم (2PL)، التقدير بالأرجحية القصوى الهامشية (MMLE) ..... ٥٠٢
مثال: نموذج مختلط في تدريج اختبار العلوم بنموذجيْ الاستجابة الاسمية (NR) والاستجابة المتدرجة (GR)، التقدير بالأرجحية القصوى الهامشية (MMLE) ..... ٥٠٥
الأرجحية، نسبة الأرجحية، ووحدة اللوجيت ..... ٥٠٦
دالّة استجابة الشخص ..... ٥١٠
الربط: مثال التشبيه بدرجات الحرارة ..... ٥١٣
هل يجب أن يبنى تحليل الأداء التفاضلي للفقرة على فئات كامنة؟ ..... ٥١٥
مؤشرات الفصل والثبات ..... ٥١٦
الاعتمادية في إحصائيات الفقرة التقليدية والدرجات الخام ..... ٥١٨

**ثبت المصطلحات** ..... ٥٣١
أولاً: عربي – إنجليزي ..... ٥٣١
ثانياً: إنجليزي – عربي ..... ٥٣٧
**كشاف الموضوعات** ..... ٥٤٣