

أثر طريقتي التعامل مع القيم المفقودة، وطريقة تقدير القدرة على دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد

راتب صايل الخضر الرحيل *

رياض أحمد صالح الدرايسة **

* وزارة التربية والتعليم _ الاردن

** وزارة التربية والتعليم _ الاردن

أثر طريقتي التعامل مع القيم المفقودة، وطريقة تقدير القدرة على دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد

المتعددة (MI). ووجود اختلاف في دقة تقدير معلمة التمييز يُعزى للتفاعل بين متغيري طريقة التقدير وطريقة المعالجة، بينما أظهرت النتائج عدم وجود اختلاف في دقة تقدير معلمة الصعوبة يُعزى لاختلاف طريقة المعالجة، أو للتفاعل بين متغيري طريقة المعالجة وطريقة التقدير. وأظهرت النتائج كذلك عدم وجود اختلاف في دقة تقدير معلمة التحمين يُعزى لاختلاف طريقة المعالجة، أو طريقة التقدير، أو للتفاعل بينهما.

مثلما أظهرت النتائج وجود اختلاف في دقة تقدير قدرات الأفراد يُعزى لطريقة معالجة القيم المفقودة، ولصالح طريقة تعظيم التوقعات (EM)، ووجود اختلاف في دقة تقدير قدرات الأفراد يُعزى لطريقة التقدير المُستخدمة، ولصالح طريقة بيز للتوقع البعدي (EAP)، وكذلك وجود اختلاف في دقة تقدير قدرات الأفراد يُعزى للتفاعل بين متغيري طريقة المعالجة للقيم المفقودة، وطريقة التقدير، ولكن لصالح طريقة دالة الاستجابة في المعالجة (RF)، في حال استخدام طريقة بيز للتوقع البعدي في التقدير (EAP).

وقد أوصت الدراسة باستخدام طريقتي (القيم المتعددة، وتعظيم التوقعات)، في معالجة القيم المفقودة، مثلما أوصت باستخدام طريقة الأرجحية العظمى، لتقدير معالم الفقرات في الاختبارات، واستخدام طريقة بيز للتوقع البعدي لتقدير قدرات الأفراد والمفحوصين، كما أوصت الدراسة بإمكانية القيام بدراسات في المستقبل، لمعالجة القيم المفقودة، بافتراض نسب مختلفة من الفقد، وكذلك باستخدام توزيعات ملتوية لقدرات الأفراد، ومقارنتها مع القدرات الموزعة توزيعاً طبيعياً. إضافة إلى بعض التوصيات الأخرى.

الكلمات المفتاحية: القيم المفقودة، تعظيم التوقعات، القيم التعويضية المتعددة، دالة الإستجابة، قدرات الأفراد، طريقة الأرجحية العظمى، طريقة بيز للتوقع البعدي، دقة التقدير.

1. المقدمة

قد يتم التعامل مع الفقرات غير المُجابهة (Nonresponse Items)، أو القيم المفقودة (Missing Values)، بالإهمال

المخلص_ لقد هدفت هذه الدراسة إلى بيان أثر طريقة معالجة القيم المفقودة، وطريقة تقدير قدرات الأفراد على دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد. لتحقيق ذلك، تم استخدام بيانات مُولدة، باستخدام برنامج (WINGEN) لتوليد استجابات (1500) مفحوص على اختبار مكون من (80) فقرة ثنائية الاستجابة، ومطابقة للنموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة، حيث تراوحت قيم معلمة التمييز لفقرات الاختبار بين (0.1) و(2.0)، والصعوبة بين (-2.50) و(2.50)، في حين تراوحت قيم معلمة التحمين بين (0.10) و(0.30)، بافتراض أن قدرات المفحوصين تتوزع توزيعاً طبيعياً.

وباستخدام برنامجي (SPSS) و (EXCEL)، تم الحصول على بيانات تتضمن استجابات مفقودة بنسبة (5%)، وتمت معالجة هذه الإستجابات بطرق المعالجة الثلاث للقيم المفقودة وهي؛ تعظيم التوقعات (EM)، القيم التعويضية المتعددة (MI)، ودالة الإستجابة (RF). وبعد التأكد من أحادية البعد للبيانات باستخدام التحليل العنقودي، تمت مطابقة الفقرات والأفراد للنموذج المُستخدَم، وقد تمَّ استبعاد عددٍ من الفقرات والأفراد، لينتج لدينا (48) فقرة، و(1478) فرداً، تمَّ تقدير معالم الفقرات والأفراد والأخطاء المعيارية لكل منها بطريقتي الأرجحية العظمى (ML)، وبيز للتوقع البعدي (EAP)، وذلك باستخدام برنامج التحليل (BILOG-MG).

وللكشف عن دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد، باختلاف طرق المعالجة للقيم المفقودة، وطرق التقدير لقدرات الأفراد، والتفاعل بينهما، تم استخدام تحليل التباين الثنائي للقياسات المتكررة وذلك لحساب المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتلك المعالم، حيث أظهرت النتائج وجود اختلاف في دقة تقدير معلمة التمييز يُعزى لاختلاف طريقة التقدير، ولصالح طريقة الأرجحية العظمى (ML)، ووجود اختلاف في دقة تقدير معلمة الصعوبة يُعزى لاختلاف طريقة التقدير، ولصالح طريقة بيز للتوقع البعدي (EAP).

كما أظهرت النتائج وجود اختلاف في دقة تقدير معلمة التمييز يُعزى لاختلاف طريقة المعالجة للقيم المفقودة، ولصالح طريقة القيم

أثر طريقتي التعامل مع القيم المفقودة، وطريقة تقدير القدرة على دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد

بأسلوبين هما:

الأول: يتم حساب متوسط العلامات المتوفرة على الفقرة من خلال استجابات المفحوصين عليها، ثم يتم تعويض هذا المتوسط بدلاً من جميع القيم المفقودة على هذه الفقرة.

الثاني: يتم حساب المتوسط الحسابي للمفحوص الواحد من خلال استجاباته على جميع فقرات الاختبار، ثم يتم تعويض هذا المتوسط بدلاً من جميع الفقرات المفقودة لهذا المفحوص. وهذا الأسلوب يبدوا أكثر ملاءمة وقبولاً في معالجة القيم المفقودة من الأسلوب الأول [2].

2. حساب قيمة تعويضية من خلال الانحدار (Regression Imputation):

وتُستخدَم هذه الطريقة لتقدير القيم التي سيتم تعويضها بدلاً من القيم المفقودة، وذلك من خلال تكوين مصفوفة الارتباطات الأساسية للمتغيرات، وكل متغير يتضمن قيمةً مفقودة، تتم معاملته على أنه متغير تابع من خلال معادلة الانحدار التي يتم تكوينها لكل فقرة تتضمن قيمةً مفقودة، ثم تُستخدم المعادلات الناتجة، في الحصول على تقديرات للقيم المفقودة لكل متغير، وبعد ذلك تتم عملية إدخال أو تعويض هذه التقديرات في مجموعة البيانات الناقصة التي تتضمن قيمةً مفقودة، والقيم المتبقي بها من معادلة خط الانحدار، يتم تعويضها بدلاً من القيم المفقودة بكل فقرة [2]. وهكذا تُكرر هذه العملية لكل فقرة تتضمن قيمةً مفقودة.

ب. الطرق الضمنية (Implicit Methods):

وعند تطبيق هذه الطرق في التعامل مع القيم المفقودة فإنه يتم الاعتماد على أداء الأفراد المفحوصين واستجاباتهم في حساب القيم التي سيتم تعويضها في الفقرات المفقودة. وتشمل هذه الطرق:

1. طريقة حساب القيمة التعويضية بطريقة دالة الاستجابة (Response Function Imputation (RF):

وهذه الطريقة هي واحدة من الطرق التي تناولتها هذه الدراسة، وفيها يتم تعويض القيمة المفقودة للمفحوص بناءً على

والتجاهل، مما قد يؤدي إلى تقديرات ذات كفاءة أقل، كما قد يحدث ذلك من استخدام بعض الأساليب الإحصائية التي تشترط عدم وجود قيم مفقودة في البيانات، وقد يتسبب ذلك في حدوث بعض التحيز في النتائج، وضعف في القوة الإحصائية للاختبارات والمقاييس المُستخدَمة. وقد أخذ الاهتمام بالقيم المفقودة ومعالجتها وآلية التعامل معها يزداد مع ازدياد التطور في البرامج الإحصائية التي تُستخدم الحاسوب في معالجتها [1]. وعلى الباحث الاهتمام باستخدام التحليل الأكثر ملاءمةً لبياناته، من أجل الوصول إلى استدلالات أكثر دقة للمعالم، وحتى يتحقق هذا الهدف، لا بد من اختيار الطريقة الملائمة لمعالجة القيم المفقودة قبل البدء بعملية التحليل.

طرق التعامل مع القيم المفقودة (Methods of Handling Missing Values):
أولاً: الطرق التي تقوم على الحذف (Methods Depends on Deletion)

تُستخدَم هذه الطرق لمعالجة القيم المفقودة، وذلك من أجل إظهار البيانات التي تتضمن القيم المفقودة على شكل بيانات كاملة، ولكن يُعاب على هذه الطرق في المعالجة بأنها غالباً ما تُعطي نتائج متحيّزة وغير فعالة.

ثانياً: الطرق القائمة على احتساب قيمة تعويضية (Methods Depends on Imputation)

وتقوم هذه الطرق على تقدير قيم معينة وتعويضها بدلاً من القيم المفقودة، ومن هذه الطرق:

- حساب قيمة تعويضية واحدة (Single Imputation):

ويتم تصنيف الطرق القائمة على احتساب قيمة تعويضية واحدة إلى فئتين هما:

أ- الطرق الصريحة (Explicit Methods):

وفي هذه الطرق يتم استخدام نظام إحصائي يُمكن الباحث من استبدال القيم المفقودة بقيم مُقدَّرة بطريقتين:

1. حساب القيمة التعويضية من خلال المتوسط (Mean Imputation):

وفي هذه الحالة يتم حساب القيمة التعويضية للقيم المفقودة

هو (4) خيارات، وتكون العلامة المخصصة للفقرة ذات الإجابة الصحيحة هو علامة واحدة (1)، فإن القيمة التي سيتم تعويضها بدلاً من القيمة المفقودة للفقرة، والتي سيتم اعتبارها صحيحة جزئياً وفقاً لهذه الطريقة هي (0.25)، وذلك بقسمة العلامة المخصصة للفقرة المفقودة على عدد خياراتها، ثم بعد ذلك يتم تعويض القيم المفقودة لجميع الفقرات المفقودة في الاختبار.

6. طريقة حساب القيمة التعويضية من توزيع مشروط
:Imputing From Conditional Distribution Method

وهذه الطريقة تمزج بين طريقة الإنحدار والاختيار العشوائي، وفيها نقوم بتكوين معادلة انحدار لكل فقرة، أو تكوين عدد من المعادلات بطرق مختلفة لنفس الفقرة، ثم يتم اختيار أحد هذه المعادلات عشوائياً، وبوساطتها يتم الحصول على تقدير للقيمة المفقودة.

7. طريقة حساب القيمة التعويضية من توزيع غير مشروط
:Imputing from Unconditional Distribution Method

وبحسب هذه الطريقة يتم احتساب قيمة تعويضية للقيم المفقودة للمفحوص من خلال الاختيار العشوائي لإحدى القيم من بين الاستجابات الموجودة على الفقرة للمفحوصين.

طرق تقدير قدرات الأفراد ومعالم الفقرات
Abilities and Parameters Estimation Methods

ويُعد تقدير القدرة للمفحوصين مُكوّناً أساسياً في الاختبارات للمقارنة بينهم، وهناك عدّة طرق تُستخدم لتقدير قدرة المفحوصين، منها:

أولاً: طريقة الأرجحية العظمى
:Maximum Likelihood Estimation (MLE)

وتُعني اختيار قيم معالم القدرة التي تجعل الأرجحية أكبر ما يمكن، وتعتمد هذه الطريقة في تقدير القدرة على نمط إجابة المفحوص عن فقرات الاختبار، وتأخذ إجابة المفحوص القيمة (1) إذا كانت صحيحة، و(صفر) إذا كانت خاطئة، وهي تتطلب حساب الأرجحية العظمى عند أكثر من قيمة من قيم القدرة (θ) وقيمة (θ) التي تأخذ أكبر قيمة لدالة الأرجحية العظمى تكون

استجاباته على الفقرات غير المفقودة، دون أن تتأثر استجابات المفحوص الواحد باستجابات أيّ من المفحوصين الآخرين، وفي حال تغيير أيّ من الفقرات لأحد المفحوصين، فإن ذلك لا يؤثر على المفحوص الآخر، فهو لا يعتمد على المتوسطات الحسابية للفقرات، ولا يفترض أي شيء حول معالم الفقرة، ولا يحاول أن يُقدّرهما، ولكنه يفترض وجود معلمة قدرة (θ) [1].

2. طريقة خوارزمية تعظيم التوقعات - Expectation Maximization Algorithm (EM)

وهي طريقة تتكون من خطوتين رئيسيتين هما: خطوة التوقع (E-step)، وفيها يتم حساب التوقع للإحصائيات المحسوبة من البيانات المكتملة والواقية وذلك للتوصل إلى التقديرات (θ) الحالية للمعالم. وخطوة التعظيم (M-step)، وفيها يتم تحديث (Update) التقديرات للمعالم من خلال استخدام أسلوب الأرجحية العظمى (MLE) والذي يعتمد على القيم الحالية للإحصائيات المكتملة [1].

3. طريقة حساب قيم تعويضية متعددة
:Multiple Imputation Method (MI)

في هذه الطريقة يتم استبدال كل قيمة مفقودة بمتوسط مجموعة من القيم المُختارة عشوائياً، ولذلك، يُنظر إليها على أنها تُقدّم قيمة تعويضية بأخطاء معيارية غير متحيّزة في التحاليل الإحصائية، وهو ما يختلف عن طريقة حساب القيمة التعويضية الواحدة.

4. طريقة حساب قيمة تعويضية للوسط المُصحح للفقرة:
وفي هذه الطريقة يتم تعويض القيم المفقودة للمفحوص، وذلك من خلال استجاباتها واستجابات المفحوصين الآخرين على نفس الاختبار.

5. طريقة (الصحيحة جزئياً) Fractionally Correct Method (FR)

وتتعامل هذه الطريقة مع الفقرة المفقودة كأنها صحيحة جزئياً في حال استخدام النموذج الثلاثي المعلم (PL3)، بمعنى أنه عندما يكون عدد الخيارات (Alternatives) للفقرة المفقودة

أثر طريقتي التعامل مع القيم المفقودة، وطريقة تقدير القدرة على دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد

الأصلية وكيفية توزيعها، كما أن لهذه القيم المفقودة التأثير السلبي على نتائج تلك الاختبارات وبخاصة على دقة تقدير معالم الفقرات، وعلى دقة تقدير قدرات المفحوصين.

ومن هنا نشأت الحاجة إلى مثل هذه الدراسة والتي اعتمدت على بيانات مُولدة، وهدفت لبيان أثر ثلاث طرق للمعالجة من طرق التعويض الضمنية هي؛ (تعظيم التوقعات، حساب القيم التعويضية المتعددة، وحساب القيمة التعويضية بواسطة دالة الاستجابة) في معالجة القيم المفقودة، على دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد، وذلك بتطبيق طريقتين من طرق تقدير القدرة هما؛ (طريقة الأرجحية العظمى، وطريقة بيز)، وباستخدام النموذج ثلاثي المعلمة (PL3)، حيث وجد الباحث ندرةً في الدراسات التي تناولت هذين الجانبين معاً.

وسوف تقوم الدراسة الحالية بفحص الفرضيات الإحصائية الآتية:

1. لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha = 0.05$) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم الفقرات (الصعوبة، التمييز، التخمين)، تُعزى لطريقة التقدير للقدرة، وطريقة المعالجة للقيم المفقودة، والتفاعل بينهما.

2. لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha = 0.05$) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم قدرات الأفراد، تُعزى لمتغيري طريقة تقدير القدرة، وطريقة المعالجة للقيم المفقودة، والتفاعل بينهما.

3. لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha = 0.05$) في التقديرات الخاصة بدالة معلومات الاختبار، تُعزى لطريقة تقدير القدرات، وطريقة المعالجة للقيم المفقودة.

ب. أهمية الدراسة

لقد قَدِّمت نظرية الاستجابة للفقرة طريقةً فعالة لاختبار فقرات الاختبار، حيث تكون من خلالها معالم كل فقرة من الفقرات ثابتة، إضافة إلى كون صعوبة الفقرة وقدرة المفحوص يتم قياسهما على نفس التدرج، الأمر الذي يوفر إمكانية اختيار

هي التي تمثل القدرة المُقدرة للمفحوص.

ثانياً: الطريقة البيزية (Bayesian Method Estimation - BME)

وهذه الطريقة تعتمد على تقديرات بيز (Bayesian Estimation)، وتُستخدم في العادة عندما لا يكون بالإمكان تطبيق طريقة الأرجحية العظمى، وذلك عندما يجيب المفحوص عن جميع فقرات الاختبار إجابة صحيحة أو إجابة خاطئة، وتحتاج هذه الطريقة والمُتضمنة كذلك في برنامج (BILOG-MG3)، بالإضافة إلى استخدامها معلومات عن العينة، تحتاج إلى استخدام معلومات أولية مُسبقة (Prior-Information) وتكون هذه المعلومات متوفرة من خبرات سابقة، وسُميت هذه الطريقة بهذا الاسم لأنها تستخدم نظرية بيز في حساب الاحتمال المشروط [3].

ثالثاً: طريقة التقدير الموزونة Biweight Estimation Method

إن تقديرات الأرجحية العظمى لقدرات الأفراد، في ضوء نماذج الاستجابة للفقرة ذات حساسية مفرطة للتشويش والاختلال (Disturbance)، مثل اللامبالاة والتخمين العشوائي، والذي يحدث غالباً في الاختبارات بأنواعها المختلفة.

2. مشكلة الدراسة

أ. فرضيات الدراسة

تُعد عملية تقدير معالم الفقرات وقدرات الأفراد وفق نظرية الاستجابة للفقرة من الخطوات الأساسية في تطبيق هذه النظرية، وقد تباينت وجهات النظر حول الطريقة المثلى في تقدير قدرات الأفراد، فبعضها يرى أن التقديرات التي يتم الحصول عليها تكون متشابهة على الرغم من اختلاف الطريقة المُستخدمة، وبعضها الآخر يرى أن تلك التقديرات تكون مختلفة تبعاً لاختلاف عدد فقرات الاختبار، أو لاختلاف توزيع قدرات الأفراد، أو لاختلاف طريقة التقدير نفسها.

كما أن الدراسات التي تتعامل مع العينات وبخاصة الاختبارات والمقاييس، لا تخلو من نسبة من القيم المفقودة، وإن تأثير هذه القيم يعتمد على حجمها، قياساً مع حجم البيانات

يُفضّل فيها استخدام أيّ من هذه الطرق، وبمصاحبة أيّ من طرق التعويض الضمنية التي تعالج القيم المفقودة، وذلك لأن تطبيقات نظرية الاستجابة للفقرة تعتمد على دقة تقديرات كلّ من معالم الفقرات، ومعلّمة القدرة (θ) للأفراد.

وتكمن أهمية هذه الدراسة في أنها تُعطي تصوراً واضحاً عن كفاءة طريقتي؛ (الأرجحية العظمى، وبييز) في تقدير قدرات المفحوصين، وكذلك كفاءة طرق التعويض الضمنية (تعظيم التوقعات، حساب القيم التعويضية المتعددة، وحساب القيمة التعويضية بواسطة دالة الاستجابة) في معالجة القيم المفقودة، وأثر كل من هذه الطرق في دقة تقدير معالم فقرات الاختبار، ودقة تقدير معلّمة القدرة للمفحوصين، في ضوء نظرية الاستجابة للفقرة.

ج. التعريفات الإجرائية

دقة التقدير (Accuracy of Estimating): تعبير يُشير إلى جودة التقدير للمعالم والقدرات، والتي تتميز بالاحتمال الكبير في أن يكون التقدير قريب من القيمة الحقيقية للمعلم أو القدرة، وذلك باختيار التقدير غير المتحيز (Unbiased Estimator) والذي يكون صاحب أقل تباين من التقديرات الأخرى غير المتحيزة، وذلك باستخدام الخطأ المعياري في التقدير، أو معدل مربعات الأخطاء.

معالم الاختبار (Test parameters): قيم إحصائية يتم تقديرها باستخدام معادلات رياضية، وتشمل كلاً من معالم الأفراد (القدرة)، ومعالم الفقرات (الصعوبة، التمييز، والتخمين).

القيم المفقودة (Missing Values): عدم الاستجابة على بعض فقرات الاختبار من قبل المفحوص، وترك هذه الفقرات فارغة دون إجابة.

مقارنة طرق معالجة القيم المفقودة: أسلوب يُمكننا من معرفة الطريقة الأكثر فاعليةً في معالجتها للقيم المفقودة، وذلك من خلال استخدام الخطأ المعياري للقيمة المقدرة، حيث تتناسب فاعلية الطريقة تناسباً عكسياً مع الخطأ المعياري، ويُستحب أن يكون الفرق بين القيمتين المقدرة والحقيقية أقل ما يمكن.

الفقرات التي تكون أكثر فائدة ضمن مدى معين على متصل القدرة.

ومن ميزات نظرية الاستجابة للفقرة أيضاً، إمكانية اختيار الفقرة وفقاً لما تُسهم به من معلومات ضمن المعلومات الكلية التي نحتاجها للوصول إلى خصائص الاختبار المرغوب، وبما أن كمية المعلومات ترتبط بدقة القياس فإن من الممكن اختيار الفقرات للوصول إلى اختبار يتمتع بدرجة جيدة من الدقة عند أيّ مستوى من مستويات القدرة.

ويشير كروكر وألجينا [4] بأنه وعلى الرغم من كون النجاح في تطبيق نظرية الاستجابة للفقرة يعتمد على دقة تقدير معالم الفقرة، فإن ذلك قد لا يرتبط بوضع المعايرة (Calibration) التي يتم عبرها تقدير معالم الفقرات، ولكن في تطبيقات أخرى مثل طرق التقدير (Estimation Methods) لمعالم الفقرات وقدرات الأفراد، فإن دوال المعلومات (Information Functions) يمكن أن تُستخدم لإيجاد أفضل مستويات القدرة لتقدير معالم الفقرة، وكذلك تقدير قدرة المفحوص، والتي تُقدّم أكبر قدرٍ من المعلومات.

وهناك اختلاف واسع بين مؤيدي استخدام طريقة بييز في تقدير القدرة للمفحوصين، وأولئك الذين يُفضلون استخدام طريقة الأرجحية العظمى في تقدير تلك القدرة، إذ إن مؤيدي طريقة بييز يعتقدون أن التقديرات التي يتم الحصول عليها باستخدام هذه الطريقة، تكون متطابقة مع تلك التي يتم الحصول عليها عند استخدام طريقة الأرجحية العظمى، وذلك بافتراض أن التوزيع القبلي للقدرة يكون منتظماً (Uniform)، فيما تكون التقديرات الناتجة عن استخدام طريقة بييز أكثر دقة عندما يكون التوزيع القبلي توزيعاً طبيعياً، في حين يرى من يفضلون استخدام طريقة الأرجحية العظمى أن المهم في هذه الطريقة أنها لا تضع شروطاً حول توزيع القدرة (θ).

وبناءً على ذلك، فإن هذه الدراسة ستحاول فحص دقة تقديرات معلّمة القدرة للأفراد المفحوصين باستخدام هاتين الطريقتين: (الأرجحية العظمى، وبييز)، لتحديد الحالات التي

أثر طريقتي التعامل مع القيم المفقودة، وطريقة تقدير القدرة على دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد

د. حدود الدراسة

1. اقتصرت هذه الدراسة على استخدام النموذج ثلاثي المعلمة، وذلك لكونه أكثر ملاءمةً مع اختبارات الاختيار من متعدد، لأنه أشمل من النموذج الثنائي المعلمة.
2. اقتصرت هذه الدراسة على تناول ثلاث طرق من طرق التعويض الضمنية في معالجة القيم المفقودة وهي؛ دالة الاستجابة، وخوارزمية تعظيم التوقعات، وحساب القيم التعويضية المتعددة.
3. اقتصرت هذه الدراسة على استخدام طريقتين من طرق تقدير القدرة هما، طريقة الأرجحية العظمى وطريقة بيبز.
4. طول الاختبار ثابت (48) فقرة، بحجم عينة (1478) فرد.
5. تمَّ تحديد نسبة الفقد في القيم بـ (5%)، من مجموع الاستجابات لجميع الأفراد في الدراسة.

3. الاطار النظري والدراسات السابقة

قام أليسون [5] بدراسة هدفت إلى معرفة أثر استخدام طرق حساب قيم تعويضية مختلفة لمعالجة القيم المفقودة على البيانات التصنيفية، وقد طُبِّقت آلية الفقد العشوائي بالكامل (Missing) Completely at Random (MCAR)، وكذلك آلية الفقد عشوائياً (Missing at Random (MAR)) ولتحقيق أغراض الدراسة قام الباحث باستخدام خمس طرق لمعالجة القيم المفقودة هي؛ الحالة الكاملة (Complete-Case)، وحساب قيمة تعويضية خطية بدون تقريب (Linear Imputation Without Rounding)، وحساب قيمة تعويضية خطية مع التقريب (Linear Imputation with Rounding)، وحساب قيمة تعويضية من خلال الانحدار المنطقي (Logistic Regression Imputation)، وحساب قيمة تعويضية من خلال دالة التمييز (Function Imputation Discriminate) وأجرى دراسة محاكاة على عينة تكونت من (500) مفحوص، وينسب فقد مختلفة هي (50%، 20%، 5%، 1%)، ومن خلال مقارنة الطرق الخمس بناء على الأوساط الحسابية للأخطاء المعيارية والأوساط الحسابية للانحرافات المعيارية في

القيمة التعويضية: القيمة التي تُستبدل بها القيمة المفقودة بعد أن يتم معالجتها بوحدة من طرق معالجة القيم المفقودة. معلمة الصعوبة للفقرة (Item Difficulty): نقطة تُمثل موقع الفقرة على متصل القدرة تقابل احتمال $(+ci/21)$ للإجابة عن الفقرة إجابة صحيحة، حيث (ci) تمثل معلمة التخمين، ويُرمز لمعلمة صعوبة الفقرة بالرمز (bi) .

معلمة التمييز (Item Discrimination) للفقرة: نسبة ميل $(Slope)$ منحنى خصائص الفقرة (ICC) والذي يقابل النقطة التي تكون فيها معلمة القدرة على متصل السمة مساوية لصعوبة الفقرة، وتُعرَّف أيضاً بأنها قدرة الفقرة على التمييز بين مستويات المفحوصين المختلفة على متصل القدرة، ويُرمز لها بالرمز (ai) .

معلمة التخمين (Asymptote): هي عبارة عن خط المقاربة الأدنى (Lower Asymptote) من منحنى خصائص الفقرة، ويُمثل احتمال إجابة المفحوصين ذوي القدرة المتدنية، إجابةً صحيحة عن الفقرة، عن طريق التخمين، ويُدعى (Pseudo Chance Level) ويُرمز لمعلمة التخمين بالرمز (ci) .

البيانات المولدة (Generated Data): البيانات المستخدمة في هذه الدراسة والمُولدة بواسطة برنامج توليد البيانات (WINGEN) وفقاً للنموذج ثلاثي المعلمة (PL3)

طريقة الأرجحية العظمى: طريقة لتقدير معالم القدرة للأفراد من خلال إجراءات تعظيم الاحتمالية للمعلمة المراد تقديرها.

طريقة بيبز: طريقة لتقدير معالم القدرة للأفراد من خلال استخدام معلومات أولية ناتجة عن خبرات سابقة عن العينة، ويتم وفق طريقتين هما: طريقة توقع الاقتران البعدي أو أسلوب بيبز للتوقع البعدي، وطريقة تعظيم الاقتران البعدي أو أسلوب التقدير البعدي الأعظم.

معالم الفقرات: المعالم الثلاثة: الصعوبة، والتمييز، والتخمين وفقاً للنموذج اللوجستي ثلاثي المعلم.

معالم الأفراد: معالم قدرات الأفراد، وتتمثل بمقدار ما يمتلكه الفرد من السمة أو القدرة التي يتم قياسها وفقاً لنظرية الاستجابة للفقرة.

والتخمين للفقرات، وأظهرت النتائج الخاصة بالتفاعل بين طريقة حساب قيمة تعويضية وآلية الفقد والمتعلقة بالأخطاء المعيارية لتقدير معلمة الصعوبة إلى أن جميع طرق حساب القيم التعويضية كانت متقاربة ما عدا طريقة (الخاطئة) حيث كانت الأخطاء المعيارية لها، أقل من أي طريقة أخرى، كما دلّت النتائج إلى أن الأخطاء المعيارية في آلية الفقد (غير العشوائي) كانت أقل منها في آلية الفقد (العشوائي). كما أظهرت النتائج المتعلقة بالتفاعل بين طريقة حساب قيمة تعويضية، ونسبة القيم المفقودة والخاصة بالأخطاء المعيارية لتقدير معلمة التمييز، أن جميع طرق حساب القيم التعويضية كان لديها زيادة قليلة في الأخطاء المعيارية، وبخاصة عندما تكون نسبة الفقد في القيم أعلى، باستثناء طريقة (الخاطئة)، كما أن الأخطاء المعيارية في آلية الفقد (غير العشوائي)، كانت أقل منها في آلية الفقد (العشوائي). مثلما دلّت النتائج المتعلقة بالتفاعل بين طريقة التعويض وآلية الفقد، والخاصة بالأخطاء المعيارية لتقدير معلمة التخمين إلى أن جميع طرق التعويض كانت متقاربة من حيث الأخطاء المعيارية باستثناء طريقة (الخاطئة) حيث كانت أقل من أي طريقة أخرى، مثلما دلّت النتائج إلى أن الأخطاء المعيارية في آلية الفقد (غير العشوائي) كانت أقل منها في آلية الفقد (العشوائي) عبر التفاعل بين طريقة حساب قيمة تعويضية وآلية الفقد.

وقام كل من لانكامب وليمان وليماشو [7]، بدراسة هدفت إلى تحديد أيّ من طرق التعامل مع القيم المفقودة تعطي تقديرات أكثر دقة لمعاملات النموذج المستخدم في الدراسات المسحية والمتعلقة بصحة الأطفال، في الحالات التي تتضمن نسباً مختلفة من القيم المفقودة. ولتحقيق هدف الدراسة تم توليد بيانات تحتوي جميعها على قيم مفقودة بنسب أربع هي: (40%، 30%، 20%، 10%)، من الحالات التي تم توليدها. وكانت عينة الدراسة تتكون من (9953) من الأطفال البيض المولودين في الولايات المتحدة الأمريكية، و(8285) أمّاً من أمّهات الأطفال الداخليين في عينة الدراسة، وأظهرت نتائج الدراسة أنه عندما تزيد

كلّ من آليتي؛ الفقد العشوائي (MAR)، والفقد العشوائي بالكامل (MCAR)، فقد أشارت نتائج الدراسة إلى أن الوسط الحسابي المقدّر يتعرض للتحيز في حال تم تدوير القيم التعويضية المقدرة إلى أعداد صحيحة (صفر) أو (1)، كما أشارت النتائج إلى أن طريقة حساب قيمة تعويضية خطية مع التقريب أعطت نتائج متحيزة، وكانت دون مستوى الطرق الأخرى. وأوصت الدراسة باستخدام آلية الفقد العشوائي (MAR) بدلاً من آلية الفقد العشوائي بالكامل (MCAR) لكونها أظهرت أن طرق حساب القيم التعويضية باستخدام آلية الفقد العشوائي تملك أخطاءً معيارية أقل.

ومن جهة أخرى فقد أجرى فينج [6] دراسة هدفت إلى بيان كفاءة الطرق المختلفة في معالجة القيم المفقودة لتقدير معالم الفقرة في نظرية الاستجابة للفقرة، وقد استخدم في الدراسة النموذج الثلاثي المعلم، كما استخدمت الطرق التالية في معالجة القيم المفقودة: طريقة خاطئة (IN) (Incorrect)، والصحيحة جزئياً (FR) (Fractionally Correct)، وغير الموجودة (NP) (Not present)، وحساب قيمة تعويضية للوسط المصحح للفقرة (Corrected Item Mean Substitution) (CM) (Imputation)، وحساب قيمة تعويضية بطريقة دالة الاستجابة (RF) (Response Function Imputation)، وخوارزمية تعظيم التوقعات (Expectation-Maximization) (EM) (Algorithm)، وطريقة حساب قيم تعويضية متعددة (MI) (Multiple Imputation) ولتحقيق أهداف الدراسة تم توليد (20) فقرة ذات معالم مختلفة، ثم أخذ منها (4) فقرات كانت معالمها مطابقة لمعالم أربع فقرات تم دراستها سابقاً من قبل الباحث. وطبق الباحث على هذه الفقرات نسباً مختلفة في فقد القيم هي (30%، 15%، 5%) ومبنية على آليتي الفقد؛ العشوائي (MAR)، وغير العشوائي (MNAR)، كما طبق حجمين مختلفين هما (500، 1000) على هذه الفقرات، وقد استخدم الباحث تحليل التباين المعتمد على الأخطاء المعيارية والتحيز بين قيم (θ) والمقدرة لكل من معالم الصعوبة والتحيز

أثر طريقتي التعامل مع القيم المفقودة، وطريقة تقدير القدرة على دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد

التباين المُفسَّر.

في ضوء ما تقدّم من الدراسات السابقة، يُمكن ملاحظة أن بعض تلك الدراسات قد تم إجراؤها باستخدام البيانات المؤدّة، والتي يتم توليدها بواسطة برامج التوليد المختلفة، وبعضها الآخر قد تم إجراؤها باستخدام البيانات الفعلية. كما أن تلك الدراسات لم تنطرق إلى أثر طرق التعويض الضمنية في معالجة القيم المفقودة، وتحديدًا طرق؛ تعظيم التوقعات (EM) (Expectation-Maximization)، وحساب القيم التعويضية المتعددة (MI) (Multiple-Imputation)، وحساب القيمة التعويضية بواسطة دالة الاستجابة (Response-Function) (RF)، كمتغير يؤثر في تقدير معالم الفقرات وقدرات الأفراد، وبالتالي لم تُقدم إجابة حول أثر التفاعل بين طرق التعويض في معالجة القيم المفقودة، وطرق التقدير لمعاليم الفقرات وتقديرات القدرات للأفراد. كما أنه وفي حدود علم الباحثين، لا توجد دراسات عربية حول الموضوع، جمعت طرق التقدير لقدرات الأفراد، مع طرق المعالجة للقيم المفقودة، لذا ونظراً لقلّة الدراسات العربية التي عالجت مثل هذا النوع من المشكلات البحثية، فإنه يُؤمّل من هذه الدراسة أن تضيف معلومات جديدة حول الطريقة الأكثر كفاءةً في تقدير المعالم المختلفة للفقرات والأفراد، باختلاف طريقة المعالجة للقيم المفقودة، حيث أن الباحث لم يجد دراسة تناولت أثر طريقة تقدير قدرات الأفراد، وتفاعلها مع الطرق التعويضية في معالجة القيم المفقودة، على دقّة تقدير معالم الفقرات والأفراد. لذا جاءت هذه الدراسة لتُسهّم في تقديم إضافة معرفية جديدة في هذا الموضوع.

4. الطريقة والإجراءات

أ. التعريف بالبيانات المؤدّة وميزاتها

لقد تم استخدام البيانات المؤدّة في هذه الدراسة لما توفره تلك البيانات من ظروف معيارية يصعب الحصول عليها في حال استخدام البيانات الواقعية، من توزيع مناسبٍ لقدرات المفحوصين، وتوزيعاتٍ مناسبةٍ لمعاليم الفقرات المُستخدمة في الدراسة، وفقدٍ في الاستجابات يُنسبٍ معينةٍ تحددها متطلبات

نسبة الفقد في القيم عن (10%) من مجموع الحالات، فإن طرق: إعادة الوزن (Reweighting)، وتعويض القيم المتعددة (Multiple Imputation)، كانتا أفضل كثيراً من طرق حذف الحالة (Case-Detetion)، وطريقة تعويض القيمة المُفردة (Hot-Deck)، وبشكلٍ عام فقد توصلت الدراسة إلى أن الباحثين المهتمين بدراسات صحة الأطفال يجب أن يكونوا أكثر حذراً عند تحليل البيانات المسحوبة في حال كانت نسبة الفقد في القيم كبيرة، كما أوصت الدراسة باستخدام الطرق القائمة على القيم التعويضية، وعدم اللجوء إلى الطرق القائمة على الحذف.

وفي دراسة كوكلاك وكابري [8]، والتي هدفت إلى فحص ومقارنة معاملات الثبات: معامل الارتباط المصحح (Corrected Item-Total Correlation)، ومعامل كرونباخ ألفا للاتساق الداخلي (Cronbach-Alpha) والبناءات العاملية (Factor Structures)، والنتيجة عن تطبيق خمسةٍ من طرق التعامل مع القيم المفقودة، باستخدام نسبٍ فقدٍ مختلفة. ولتحقيق هدف الدراسة تم تقسيم نسب الفقد إلى فئتين: الأولى وتتراوح بين (15%) و(20%)، والثانية وتتراوح بين (0.0%) و(50%)، وذلك لفحص صدق البناء (Construct Validity) للمقياس، واعتُبرت الدراسة بمثابة مقارنة لاستكشاف نتائج التحليل العائلي والمبني على أسلوب تحليل المكونات الأساسية (Principal Component Analysis Method)، والمُستخدَم في تحديد البناءات العاملية للمقياس عند استخدام طرق التعويض التي تناولتها الدراسة. وتكونت عينة الدراسة من (200) شخص من المرشحين لوظيفة مُدرّسٍ والمُلتحقين بقسم التعليم الابتدائي بكلية العلوم التربوية في جامعة أنقرة للفصل الثاني من العام الدراسي (2008-2009). وفيما يتعلق بصدق بناء المقياس فقد أظهرت نتائج الدراسة إلى أن الطرق المختلفة في معالجة القيم المفقودة تتسبب في تقليل نسب التباين المُفسَّر للطرق المُستخدَمة في الدراسة. أما بالنسبة للجذور الكامنة (Eigenvalues). ومعاملات ثبات كرونباخ ألفا للاتساق الداخلي للمقياس، فقد أظهرت النتائج نقصان مُشابهٍ في نسب

الدراسة. أي أن البيانات المُولدة تساعد في السيطرة على الظروف التي يتم فيها تطبيق فقرات الاختبارات عند جميع مستويات القدرة للأفراد، بحيث تكون صعوبة الفقرات مُوزعة بشكل مناسب على متصل الصعوبة، وذلك لتوفير فقرات مناسبة عند كل مستوى من مستويات القدرة. كما أن البيانات المُولدة تساعد في عملية فُقد الاستجابات للأفراد وهذا يصعب توافره في الدراسات الواقعية لأن المفحوصين يقومون بالاستجابة على جميع الفقرات حتى لو لم يكونوا متأكدين من الإجابة الصحيحة لأيٍّ من هذه الفقرات.

ب. التعريف بالبرامج المستخدمة في توليد البيانات وتحليلها ومعالجتها

برنامج التوليد (WINGEN)

برنامج التحليل (SPSS)

برنامج التحليل (BILOG – MG)

برنامج الجداول الحسابية (EXCEL)

إجراءات التوليد: Generation Procedures

الخطوة الأولى: توليد القدرات Abilities Generation

افتراض الباحث أن قدرات المفحوصين تتوزع توزيعاً طبيعياً بمتوسط حسابي مقداره (صفر)، وانحراف معياري مقداره (واحد)، وتمّ استخدام برنامج توليد البيانات في توليد قدرات (1500) مفحوص من توزيع طبيعي ($N \sim 0, 1$)، وتسمى هذه القدرات بالقدرات الحقيقية للأفراد، والجدول (1) يعطي ملخصاً لإحصائيات معلّمة القدرة للأفراد، ومستوى الدلالة لاختبار التوزيع الطبيعي للقدرة.

جدول 1

الإحصاءات الوصفية ومستوى الدلالة لاختبار التوزيع الطبيعي للقدرة الحقيقية

القيمة	الإحصائي الوصفي
1500	العدد
-3.015	القيمة الصغرى
3.408	القيمة العظمى
0.016	المتوسط الحسابي
1.000	الانحراف المعياري
0.018	القيمة المحسوبة لاختبار (Kolmogorov-Smirnov)
0.200	الدلالة الإحصائية

الخطوة الثانية: توليد الفقرات Items Generation: حيث كانت معلمة التمييز تتراوح بين (0.1) و(2.0)، والصعوبة بين (-2.50) و(2.50)، في حين تراوحت معلمة التخمين بين (0.10) و(0.30). والجدول (2) يُمثّل ملخصاً للإحصاءات الوصفية لمعالم الفقرات المكوّنة للاختبار.

بعد ذلك ولتحقيق هدف الدراسة، فقد تمّ توليد اختبار مكون من (80) فقرة ثنائية الاستجابة (Dichotomous)، بحيث تكون هذه الفقرات مناسبة للنموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة

جدول 2

الإحصاءات الوصفية لمعالم فقرات الاختبار

الإحصائي	التمييز (a)	الصعوبة (b)	التخمين (c)
القيمة الصغرى	.120	-2.40	.100
القيمة العظمى	1.99	2.49	.250
الوسط الحسابي	1.06	-.130	.180
الانحراف المعياري	.590	1.44	.040

الخطوة الثالثة: توليد الاستجابات Responses Generation: وكذلك توليد قدرات الأفراد المفحوصين، تم توليد استجابات هؤلاء الأفراد على الفقرات، بناءً على معلمة القدرة، ومعالم الفقرات، بعد أن تمّ توليد فقرات الاختبار والمعالم لهذه الفقرات،

أثر طريقتي التعامل مع القيم المفقودة، وطريقة تقدير القدرة على دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد

عملية التعويض أو الاستبدال (5) مرات (Iterations) لكل قيمة من القيم المفقودة في الملف. وبعدها يصبح الملف جاهزاً ليتم التعامل معه بواسطة برنامج التحليل (BILOG - MG) في المرحلة اللاحقة.

3. الملف الثالث (RF)

وأُطلق على هذا الملف اسم (RF)، لأنه خُصص لطريقة المعالجة الثالثة للقيم المفقودة في هذه الدراسة، وهي طريقة حساب قيم تعويضية باستخدام دالة الاستجابة Response Function Imputation (RF)

الخطوة الخامسة: التحقق من افتراضات نظرية استجابة الفقرة وقد تحقق الباحث من الافتراضات التي تتطلبها نظرية استجابة الفقرة في طرق المعالجة الثلاث.

الخطوة السادسة: تقدير المعالم و القدرات بواسطة برنامج التحليل (BILOG-MG)

- قام الباحث بإعداد نسختين من كل ملف من الملفات الثلاث السابقة والمتعلقة بطرق التعامل مع القيم المفقودة الثلاث، وذلك تمهيداً لتطبيق طريقتي تقدير القدرة الواردتين في هذه الدراسة، وهما: طريقة الأرجحية العظمى Maximum Likelihood (ML)، وطريقة بيز للتوقع البعدي Expected A posteriori (EAP)

- استخدام برنامج (BILOG-MG) لتقدير معالم الفقرات، وقدرات الأفراد على البيانات الواردة في الملفات الثلاثة، وذلك بطريقتي التقدير السابقتين، لينتج لدينا (6) ملفات جديدة هي:

1. الملف الأول: (EM=ML) وفي هذا الملف، تمت معالجة القيم المفقودة بطريقة (تعظيم التوقعات (EM))، وتم تقدير معالم الفقرات وقدرات الأفراد بطريقة (الأرجحية العظمى (ML))، ولهذا أطلق الباحث على هذا الملف اسم (EM - ML).

2. الملف الثاني: (EM-EAP) وفي هذا الملف، تمت معالجة القيم المفقودة بطريقة (تعظيم التوقعات (EM))، وتم تقدير معالم الفقرات وقدرات الأفراد بالطريقة (البييزية (EAP))، ولذلك أطلق على هذه الملف اسم (EM - EAP).

وذلك باستخدام برنامج التوليد (WINGEN).

الخطوة الرابعة: فقد (قضم) القيم

تم استخدام برنامج التحليل (SPSS)، وبرنامج الجداول الحسابية (EXCEL)، في عملية فقد (قضم) الاستجابات وبنسبة فقد (5%). وبعد إجراء هذه العملية تم إعداد ثلاثة ملفات تحتوي على القيم المفقودة، ليُصار إلى معالجتها بواسطة طرق المعالجة الثلاث التي تُشكل أحد متغيرات هذه الدراسة كما يأتي:

1. الملف الأول (EM)

وقد أطلق الباحث على هذا الملف اسم (EM)، لأنه خُصص للطريقة الأولى من طرق معالجة القيم المفقودة في هذه الدراسة، وهي طريقة خوارزمية تعظيم التوقعات Expectation Maximization (EM)، حيث تم تعبئة الخلايا الفارغة والتي تمثل القيم المفقودة في هذا الملف بالعدد (9) وذلك باستخدام برنامج التحليل (SPSS)، حيث يتوفر خيار (Missing Value analysis)، ويتم اختيار طريقة تعظيم التوقعات من بين مجموعة الطرق المتوفرة في هذا البرنامج، ثم يتم استبدال العدد (9) بواحدة من الاستجابتين (0) أو (1)، ليتحول الملف إلى مصفوفة كاملة دون وجود أيٍّ من القيم المفقودة، ويتم حفظ هذا الملف بواسطة برنامج (SPSS) وبذلك يكون هذا الملف قد أصبح جاهزاً ليتم قراءته بواسطة برنامج (BILOG - MG) في مرحلة لاحقة.

2. الملف الثاني (MI)

وأُطلق عليه اسم (MI)، لأنه خُصص لطريقة المعالجة الثانية في هذه الدراسة وهي طريقة حساب قيم تعويضية متعددة (Multiple Imputation (MI)، وقد تم تعبئة الخلايا الفارغة في هذا الملف بالعدد (9)، باستخدام برنامج (SPSS)، ومن الخيار (Transform) والذي يندرج ضمن قائمة (Analyze)، حيث يتوافر أمر (Multiple Imputation)، يتفرع منه الأمر الفرعي (Impute Missing Data Value)، وبحسب هذه الطريقة يقوم البرنامج باستبدال العدد (9) بواحدة من الاستجابتين (0) أو (1)، وذلك بعد أن يقوم البرنامج بتكرار

على عاملين (طريقة المعالجة للقيم المفقودة، طريقة التقدير لقدرات الأفراد)، على كلٍّ من معالم الفقرات، ومعالم القدرات، باستخدام التصميم (2×3) والذي يدل على ثلاث طرق في المعالجة، وطريقتين في تقدير القدرة، وذلك باستخدام برنامج التحليل (SPSS).

المعالجات الإحصائية

تم استخدام المعالجات الإحصائية الآتية بغرض الإجابة عن فرضيات الدراسة.

1. تقدير معالم الفقرات وإيجاد الأخطاء المعيارية في تقديرها.
2. تقدير قدرات الأفراد (θ) وإيجاد الأخطاء المعيارية في تقديرها.
3. إيجاد دالة المعلومات للاختبار.

5. النتائج ومناقشتها

أولاً: النتائج المتعلقة بالفرضية الأولى:

"لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha = 0.05$) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم الفقرات (الصعوبة، التمييز، التخمين)، تُعزى لطريقة التقدير للقدرة (ML, EAP)، وطريقة المعالجة للقيم المفقودة (EM, MI, RF)، والتفاعل بينهما".

أ) فيما يتعلق بالأخطاء المعيارية لتقدير معالم صعوبة الفقرات: لاختبار هذه الفرضية تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم صعوبة الفقرة، وحسب متغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة، وطريقة التقدير لقدرات الأفراد، والجدول (3) يبين ذلك.

3. الملف الثالث: (MI-ML) وفي هذا الملف، تمّت معالجة القيم المفقودة بطريقة (تعويض القيم المتعددة (MI))، في حين تم تقدير معالم الفقرات وقدرات المفحوصين بطريقة (الأرجحية العظمى (ML))، ولذلك أُطلق على هذا الملف اسم (MI-ML).

4. الملف الرابع: (MI-EAP) وفي هذا الملف، تمّت معالجة القيم المفقودة بطريقة (تعويض القيم المتعددة (MI))، أما معالم الفقرات والأفراد فقد تم تقديرها بالطريقة (البينية (EAP))، ولهذا أُطلق على هذا الملف اسم (MI - EAP).

5. الملف الخامس: (RF-ML) وفي هذا الملف، تمت معالجة القيم المفقودة بطريقة (دالة الاستجابة (RF))، بينما تم تقدير معالم الفقرات وقدرات الأفراد بطريقة (الأرجحية العظمى (ML))، ولذلك فقد أُطلق عليه اسم (RF-ML).

6. الملف السادس: (RF-EAP) وفي هذا الملف، تمّت معالجة القيم المفقودة بطريقة (دالة الاستجابة (RF))، وتم تقدير معالم الفقرات وقدرات الأفراد بالطريقة (البينية (EAP))، ولهذا فقد أُطلق عليه اسم (RF - EAP).

الخطوة السابعة: إعادة التحليل بواسطة برنامج (BILOG-MG) لإيجاد معالم الفقرات، ومعالم القدرات، والأخطاء المعيارية لكلٍّ منها.

الخطوة الثامنة: إعداد (4) ملفات على برنامج (SPSS) تتضمن الأخطاء المعيارية لمعالم الفقرات، ومعالم القدرات، باختلاف طرق المعالجة للقيم المفقودة وطرق التقدير لقدرات الأفراد.

الخطوة التاسعة: إجراء تحليل التباين الثنائي للقياسات المتكررة

جدول 3

المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم صعوبة الفقرات، وفقاً لمتغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة، وطريقة التقدير للقدرة

طريقة التقدير للقدرات	طريقة المعالجة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
	EM	.3130	.1819
	MI	.3169	.1692
ML	RF	.3242	.1498
	الكلي	.3180	.1664
	EM	.1191	.0755
EAP	MI	.1258	.0820

أثر طريقتي التعامل مع القيم المفقودة، وطريقة تقدير القدرة على دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد

.0646	.1150	RF	
.0740	.1200	الكلي	
.1694	.2160	EM	Total
.1635	.2213	MI	الكلي
.1557	.2196	RF	
.1624	.2190	الكلي	

يُلاحظ من بيانات الجدول (3) وجود فروق ظاهرية بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم صعوبة الفقرة، وحسب متغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة، وطريقة التقدير لقدرات الأفراد. ولمعرفة الدلالة الإحصائية لتلك الفروق الظاهرية وفقاً لمتغيري طريقة المعالجة، وطريقة التقدير والتفاعل بينهما؛ تم استخدام التصميم العامل للقياسات المتكررة على عاملين، حيث أن التحليل تم على العينة نفسها بثلاث طرق لمعالجة القيم المفقودة، وباختلاف طريقة التقدير لمعالم الفقرات وقدرات الأفراد، ولذلك فقد تم استخدام تحليل التباين الثنائي للقياسات المتكررة على عاملين (طريقة التقدير، وطريقة المعالجة)، وكما هو موضح في الجدول (4).

الجدول 4

نتائج تحليل التباين الثنائي للقياسات المتكررة للمتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم صعوبة الفقرات، وحسب متغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة، وطريقة التقدير لقدرات الأفراد، والتفاعل بينهما

الدلالة العملية	الدلالة الإحصائية	قيمة ف	متوسط المربعات	درجات الحرية	مجموع المربعات	مصدر التباين
.002	.926	.0765	.0007	2	.0014	طريقة المعالجة
			.0092	94	.8622	الخطأ (طريقة المعالجة)
.680	.000	99.6811	2.8245	1	2.8245	طريقة التقدير
			.0283	47	1.3317	الخطأ (طريقة التقدير)
.007	.716	.3353	.0023	2	.0046	طريقة المعالجة × طريقة التقدير
			.0068	94	.6384	الخطأ (طريقة المعالجة × طريقة التقدير)
			.0405	47	1.9043	الخطأ
				287	7.5671	المجموع

وقد أظهرت نتائج الدراسة، والمتعلقة بمعالم صعوبة فقرات الاختبار، وكما يتبين من الجدول (4) ما يلي:

- عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha = 0.05$) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم صعوبة الفقرات تُعزى لمتغير طريقة المعالجة للقيم المفقودة (EM, MI, RF)، حيث بلغت قيمة (ف)، (0.0765) بدلالة إحصائية (0.926). ومن الجدول (15)، يتبين وجود تقارب في قيم الأخطاء المعيارية لتقديرات معالم صعوبة فقرات الاختبار في حال استخدام طرق المعالجة الثلاث (EM, MI, RF)، على الرغم من أن طريقة تعظيم التوقعات (EM)، كانت أكثر دقةً من غيرها من الطرق، حيث كان تعظيم التوقعات (EM)، ودالة الاستجابة (RF).

- وجود فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha 0.05$) بين المتوسطين الحسابيين للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم صعوبة الفقرات يُعزى لمتغير طريقة التقدير (EAP)، و (ML)،

المعيارية لتقديرات معالم صعوبة الفقرات عائد لطريقة التقدير وبنسبة مئوية (68%).

- عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha = 0.05$) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم صعوبة الفقرة تُعزى للتفاعل الثنائي بين متغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة (EM, MI, RF)، وطريقة التقدير (EAP)، (ML)، حيث بلغت قيمة (ف)، (0.3353) بدلالة إحصائية (0.716). وهذا يتفق مع ما توصل إليه كل من آيالا وآخرين [11]، والتي لم تُشير إلى أي أثر للتفاعل بين طرق تقدير القدرات للأفراد، وطرق المعالجة للقيم المفقودة في هذا الخصوص.

(ب) فيما يتعلق بالأخطاء المعيارية لتقديرات معالم تمييز الفقرات تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم تمييز الفقرات، وحسب متغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة، وطريقة التقدير لقدرات الأفراد، وكما هو مبين في الجدول (5).

حيث بلغت قيمة (ف)، (99.6811) بدلالة إحصائية (0.000). ومن الجدول (15) يتبين أنها لصالح طريقة ببيز للتوقع البعدي في التقدير (EAP). حيث كان المتوسط الحسابي للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم صعوبة الفقرات باستخدام هذه الطريقة هو الأقل، وبمتوسط حسابي (0.1200)، مقابل (0.3180) لطريقة الأرجحية العظمى (ML)، مما يدل على دقة طريقة ببيز للتوقع البعدي (EAP) في تقدير معالم صعوبة الفقرات، وهذا يختلف مع ما توصل إليه كيم [9] من أن دقة التقديرات التي تم الحصول عليها باستخدام طريقة الأرجحية العظمى (ML)، وطريقة ببيز التي تعتمد على التوقع البعدي (EAP)، وذلك من خلال استخدام أسلوب المحاكاة، كانت متشابهة. كما يتفق في بعض جوانبه مع ما توصل إليه وانغ وفيزبول [10] من أن طريقة ببيز للتوقع البعدي (EAP)، قد أعطت أعلى دقة للتقديرات. ولإيجاد فاعلية طريقة التقدير للقدرات (حجم الأثر)؛ تم استخدام معامل مربع إيتا (η^2) والذي بلغت قيمته (68%)، مما يدل على أن التباين في الأخطاء

الجدول 5

المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم تمييز الفقرات، وفقاً لمتغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة، وطريقة التقدير لقدرات الأفراد

الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	طريقة المعالجة	طريقة التقدير
.1220	.2684	EM	ML
.0854	.2358	MI	
.0951	.2421	RF	
.1023	.2488	الكلي	EAP
.1147	.3059	EM	
.0840	.2357	MI	
.0943	.2411	RF	
.1029	.2609	الكلي	
.1193	.2871	EM	
.0843	.2358	MI	Total
.0942	.2416	RF	الكلي
.1026	.2548	الكلي	

لقدرات الأفراد. ولمعرفة الدلالة الإحصائية لتلك الفروق الظاهرية وفقاً لمتغيري؛ طريقة المعالجة، وطريقة التقدير والتفاعل بينهما، فقد تم استخدام التصميم العاملي للقياسات المنكرة على

يُلاحظ من الجدول (5) وجود فروق ظاهرية بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم تمييز الفقرات، وحسب متغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة، وطريقة التقدير

أثر طريقتي التعامل مع القيم المفقودة، وطريقة تقدير القدرة على دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد

عاملين، لأن عملية التقدير تمت بثلاث طرق لمعالجة القيم المفقودة، (متغير مكرر عليه القياس)، وبطريقتي تقدير (متغير مكرر عليه القياس أيضاً)، ولهذا فقد تم استخدام تحليل التباين

الجدول 6

نتائج تحليل التباين الثنائي (قياسات متكررة)، للمتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم تمييز الفقرات، وحسب متغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة، وطريقة التقدير لقدرات الأفراد، والتفاعل بينهما

الدالة الإحصائية العملية	الدالة الإحصائية	قيمة ف	متوسط المربعات	درجات الحرية	مجموع المربعات	مصدر التباين
.167	.000	9.4359	.0760	2	.1520	طريقة المعالجة
			.0081	94	.7570	الخطأ (طريقة المعالجة)
.086	.041	4.4195	.0106	1	.0106	طريقة التقدير للقدرة
			.0024	47	.1126	الخطأ (طريقة التقدير للقدرة)
.094	.010	4.8803	.0116	2	.0233	طريقة المعالجة × طريقة التقدير
			.0024	94	.2241	الخطأ (طريقة المعالجة × طريقة التقدير)
			.0371	47	1.7421	الخطأ
				287	3.0216	المجموع

أظهرت النتائج المتعلقة بمعالم تمييز فقرات الاختبار، وكما يتبين من الجدول (6) ما يلي:

وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة الاحصائية ($\alpha = 0.05$) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم تمييز الفقرات تُعزى لمتغير طريقة المعالجة للقيم المفقودة (EM, MI, RF)، حيث بلغت قيمة

جدول 7

نتائج اختبار (Bonferroni) للمقارنات البعدية على المتوسطات الحسابية المُقدَّرة للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم تمييز الفقرات وفقاً لمتغير طريقة المعالجة للقيم المفقودة (EM, MI, RF)

طريقة المعالجة	MI	RF
المتوسط الحسابي المُقدَّر	0.2358	0.2416
EM	0.051*	0.046*
MI		-0.006
RF		

* ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة الاحصائية ($\alpha = 0.05$)

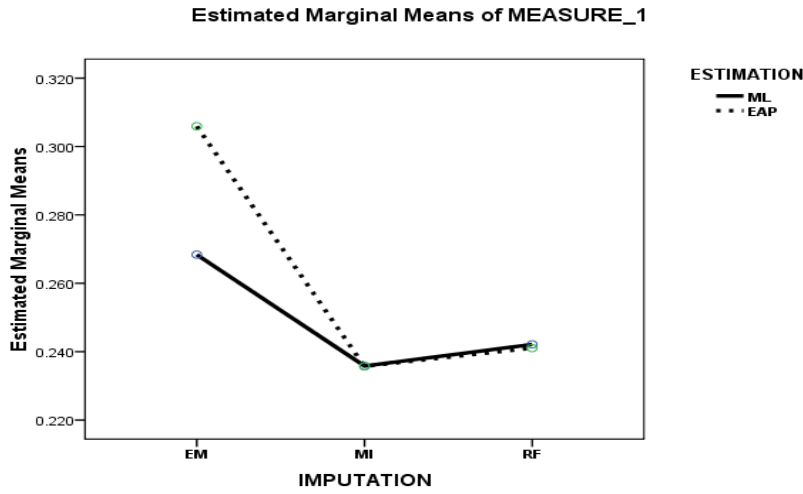
يُلاحظ من بيانات الجدول (7): وجود فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha = 0.05$) بين المتوسطين الحسابيين المُقدَّرين للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم تمييز الفقرات التي تمت معالجتها بطريقة المعالجة (EM)، وطريقة المعالجة (RF)، ولصالح الطريقة (RF)، وهو ما يُظهره الجدول (17). وبمقارنة المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم تمييز الفقرات لطرق المعالجة الثلاث، نجد بأن طريقة القيم التعويضية

بدلالة إحصائية (0.041). وهذا يختلف مع ما توصل إليه جاو وتشين [12] في بعض جوانب الدراسة، حيث كانت التقديرات متشابهة وفقاً لطريقتي الأرجحية العظمى (ML)، وبييز للتوقع البعدي (EAP).

- وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة الاحصائية ($\alpha = 0.05$) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم تمييز الفقرات تُعزى للتفاعل الثنائي بين متغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة (EM, MI, RF)، وطريقة التقدير لقدرات الأفراد (EAPML)؛ ومن الجدول (18) يتبين بأنها لصالح كل من طريقة تعظيم التوقعات في المعالجة (EM)، وطريقة الأرجحية العظمى في التقدير (ML). حيث بلغت قيمة (F)، (4.8803) بدلالة إحصائية (0.010)، والشكل (11) يبين ذلك.

المتعددة (MI) هي الأفضل، حيث كان المتوسط الحسابي لها (0.2358) مقارنةً مع طريقتي تعظيم التوقعات (EM)، ودالة الاستجابة (RF)؛ حيث كانت المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لهاتين الطريقتين على الترتيب هي: (0.2871)، و(0.2416). وهذا يتفق مع نتائج دراسة فينج [6] والتي خلُصت إلى أن طريقة حساب القيم التعويضية المتعددة (MI) كانت أفضل من بقية الطرق الأخرى.

- وجود فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha 0.05$) بين المتوسطين الحسابيين للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم تمييز الفقرات يُعزى لمتغير طريقة الأرجحية العظمى في تقدير القدرات (ML)، وطريقة بييز للتوقع البعدي في التقدير (EAP)؛ ومن الجدول (18) يتبين بأنها لصالح طريقة الأرجحية العظمى (ML). حيث بلغت قيمة (F)، (4.4195)،



شكل 1

التمثيل البياني للتفاعل بين متغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة، وطريقة التقدير للمتوسطات الحسابية لتقديرات معالم التمييز متغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة، وطريقة التقدير لقدرات الأفراد، وكما هو مبين في الجدول 8.

(ج) فيما يتعلق بالأخطاء المعيارية لتقديرات معالم تخمين الفقرات تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم تخمين فقرات الاختبار، وحسب

أثر طريقتي التعامل مع القيم المفقودة، وطريقة تقدير القدرة على دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد

جدول 8

المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم تخمين الفقرات، وفقاً لمتغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة، وطريقة التقدير لقدرات الأفراد

طريقة التقدير	طريقة المعالجة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
	EM	.0503	.0254
ML	MI	.0513	.0250
	RF	.0516	.0242
	الكلي	.0511	.0247
EAP	EM	.0506	.0255
	MI	.0507	.0252
	RF	.0518	.0244
Total الكلي	الكلي	.0510	.0249
	EM	.0504	.0253
	MI	.0510	.0250
	RF	.0517	.0242
	الكلي	.0511	.0248

يُلاحظ من بيانات الجدول (8)، وجود فروق ظاهرية بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم تخمين الفقرات، وحسب متغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة، وطريقة التقدير لقدرات الأفراد. ولمعرفة الدلالة الإحصائية لتلك الفروق الظاهرية وفقاً لمتغيري؛ طريقة المعالجة، وطريقة التقدير والتفاعل بينهما؛ تم استخدام تحليل التباين الثنائي للقياسات المتكررة على عاملين (طريقة المعالجة، وطريقة التقدير)، وكما هو مبين في الجدول (9).

جدول 9

نتائج تحليل التباين الثنائي (قياسات متكررة) للمتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم تخمين الفقرات، وحسب متغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة، وطريقة التقدير لقدرات الأفراد، والتفاعل بينهما

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجة حرية	متوسط المربعات	قيمة ف	الدلالة الإحصائية	الدلالة العملية
طريقة المعالجة	.00008	2	.00004	.08184	.922	.002
الخطأ (طريقة المعالجة)	.04763	94	.00051			
طريقة التقدير	.00000	1	.00000	.00080	.978	.000
الخطأ (طريقة التقدير)	.00999	47	.00021			
طريقة المعالجة × طريقة التقدير	.00001	2	.00001	.02978	.971	.001
الخطأ (طريقة المعالجة × طريقة التقدير)	.02039	94	.00022			
الخطأ	.09774	47	.00208			
المجموع	.17586	287				

أظهرت النتائج المتعلقة بمعالم تخمين فقرات الاختبار، وكما يتبين من الجدول (9) ما يلي:

- عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة الاحصائية ($\alpha = 0.05$) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم تخمين فقرات الإختبار تُعزى لمتغير طريقة المعالجة للقيم المفقودة (EM, MI, RF)، حيث بلغت

قيمة (ف)، (0.08184) بدلالة إحصائية (0.922). ويتبين وجود تقارب في قيم الأخطاء المعيارية لتقديرات معالم تخمين فقرات الاختبار في حال استخدام طرق المعالجة الثلاث (EM, MI, RF)، على الرغم من أن طريقة تعظيم التوقعات (EM) في المعالجة، كانت أكثر دقةً من الطريقتين الأخرتين؛ حيث بلغ المتوسط الحسابي للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم تخمين

(ف)، (0.02978) بدلالة إحصائية (0.971). وهذا يتفق مع ما توصل إليه كل من آيالا وآخرين [11]، والتي لم تُشير إلى أي أثر للتفاعل بين طرق التقدير المختلفة وطرق المعالجة للقيم المفقودة، في هذا الخصوص.

ثانياً: النتائج المتعلقة بالفرضية الثانية:

"لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الاحصائية ($\alpha = 0.05$) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم قدرات الأفراد، تُعزى لمتغيري طريقة تقدير القدرة (EM, MI, ML, EAP)، وطريقة المعالجة للقيم المفقودة (RF)، والتفاعل بينهما".

لاختبار هذه الفرضية تم تقدير قيم معالم تقديرات القدرة للأفراد، وحساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للأخطاء المعيارية لها، باستخدام طريقة الأرجحية العظمى في التقدير (ML)، وطريقة بيز للتوقع البعدي في التقدير (EAP)، وذلك باستخدام ثلاث طرق من طرق المعالجة للقيم المفقودة، وهي: طريقة تعظيم التوقعات (EM)، وطريقة حساب قيم تعويضية متعددة (MI)، وطريقة دالة الاستجابة (RF) وحسب متغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة، وطريقة تقدير قدرات الأفراد، وكما هو مبين في الجدول (10).

الفقرات وفقاً لهذه الطريقة (0.0504)، مقابل (0.0510)، و(0.0517)، لطريقتي؛ حساب القيم التعويضية المتعددة (MI)، وحساب دالة الإستجابة (RF) على الترتيب. وهذا يتفق مع ما جاء به فينج [6]، والذي أشار إلى ان جميع الطرق التعويضية في المعالجة للقيم المفقودة كانت متقاربة من حيث الأخطاء المعيارية فيما يتعلق بتقديرات معلمة التخمين لفقرات الاختبار.

- عدم وجود فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى الاحصائية ($\alpha = 0.05$) بين المتوسطين الحسابيين للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم تخمين فقرات الإختبار يُعزى لمتغير طريقة التقدير لقدرات الأفراد (ML, EAP)، حيث بلغت قيمة (ف)، (0.00080) بدلالة إحصائية (0.978). وهذا يتفق مع معظم الدراسات التي تناولت طرق التقدير المختلفة وأثرها على المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات معلمة التخمين لفقرات الاختبار.

- عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الاحصائية ($\alpha = 0.05$) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم تخمين الفقرات تُعزى للتفاعل الثنائي بين متغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة (EM, MI, RF)، وطريقة التقدير لقدرات الأفراد (EAPML)، حيث بلغت قيمة

جدول 10

المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم قدرات الافراد، وفقاً لمتغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة، وطريقة التقدير للقدرة

طريقة التقدير	طريقة المعالجة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
ML	EM	.2740	.0807
	MI	.2978	.1192
	RF	.2816	.1194
EAP	الكلي	.2845	.0537
	EM	.2304	.1424
	MI	.2471	.1341
	RF	.2221	.1433
	الكلي	.2332	.0436
	EM	0.2522	.1194
Total الكلي	MI	0.2724	.1194
	RF	0.2518	.1194

أثر طريقتي التعامل مع القيم المفقودة، وطريقة تقدير القدرة على دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد

الكلي	.2740	.0305
يُلاحظ من بيانات الجدول (10)، وجود فروق ظاهرية بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم القدرات للأفراد، وحسب متغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة، وطريقة التقدير للقدرات. ولمعرفة الدلالة الإحصائية لتلك الفروق الظاهرية تبعاً لهذين المتغيرين؛ (طريقة المعالجة، وطريقة التقدير) والتفاعل بينهما؛ تم استخدام التصميم العامل للقياسات	المتكررة على عاملين، حيث أن التحليل تم على العينة نفسها بثلاث طرق لمعالجة القيم المفقودة (عامل مُكرر عليه القياس)، وطريقتين من طرق التقدير لقدرات الأفراد (عامل مُكرر عليه القياس أيضاً)، وقد تم استخدام تحليل التباين الثنائي (2 × 3) للقياسات المتكررة على عاملين (طريقة المعالجة، وطريقة التقدير)، وكما هو مبين في الجدول (11).	

جدول 11

نتائج تحليل التباين الثنائي (قياسات متكررة) للمتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم قدرات الأفراد، وحسب متغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة، وطريقة التقدير للقدرات، والتفاعل بينهما

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجة الحرية	متوسط المربعات	قيمة ف	الدلالة الإحصائية	الدلالة العملية
طريقة المعالجة	.8205	2	.4103	82.1927	.000	.053
الخطأ (طريقة المعالجة)	14.7445	2954	.0050			
طريقة التقدير	5.8242	1	5.8242	271.1321	.000	.155
الخطأ (طريقة التقدير)	31.7273	1477	.0215			
طريقة المعالجة × طريقة التقدير	.0945	2	.0472	12.5466	.000	.008
الخطأ (طريقة المعالجة × طريقة التقدير)	11.1213	2954	.0038			
الخطأ	80.8704	1477	.0548			
المجموع	145.2027	8867				

وقد أظهرت النتائج المتعلقة بتقديرات معالم قدرات الأفراد وكما يتبين من الجدول (11) ما يأتي:

وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الاحصائية (0.05) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم القدرات للأفراد تُعزى لمتغير طريقة المعالجة للقيم المفقودة (EM, MI, RF)، حيث بلغت قيمة (ف)،

(82.1927) بدلالة إحصائية (0.000). ولمعرفة هذه الفروق كانت لصالح أيّ من طرق المعالجة، فقد تم إجراء اختبار (Bonferroni) للمقارنات البعدية على المتوسطات الحسابية المُقدّرة للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم قدرات الأفراد وفقاً لمتغير طريقة المعالجة، والجدول (12) يوضح ذلك.

جدول 12

نتائج اختبار (Bonferroni) للمقارنات البعدية على المتوسطات الحسابية المُقدّرة للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم قدرات الأفراد وفقاً لمتغير طريقة المعالجة للقيم المفقودة (EM, MI, RF)

طريقة المعالجة	المتوسط الحسابي المُقدّر	MI	RF
EM	.2522	0.2724	0.2518
MI	.2724	-0.0202*	0.0004
RF	.2518		0.0206*

* ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة الإحصائية (0.05) (α = 0.05)

يُلاحظ من بيانات الجدول (12): - وجود فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة الاحصائية

معالم قدرات الافراد يُعزى لمتغير طريقة التقدير لمعالم وقدرات الأفراد (ML) و (EAP) ومن الجدول (23) يتبين بأنها لصالح طريقة بيبز للتوقع البعدي في التقدير (EAP) حيث بلغت قيمة (ف)، (271.1321) بدلالة إحصائية (0.000). وهذا يعني بأن المتوسط الحسابي للأخطاء المعيارية لتقديرات القدرة للأفراد كان أعلى عند التقدير باستخدام طريقة الأرجحية العظمى (ML)، وذلك في حال استخدام أيٍّ من طرق المعالجة الثلاث للقيم المفقودة، أي أن طريقة بيبز للتوقع البعدي في التقدير (EAP)، كانت الأكثر دقة في تقدير القدرات للأفراد؛ حيث بلغت المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم قدرات الأفراد (0.2845) و (0.2332) لكلٍّ من طريقي الأرجحية العظمى، وبييز للتوقع البعدي على الترتيب. كما أن أعلى قيمة للانحرافات المعيارية كانت عند استخدام طريقة الأرجحية العظمى (ML) في التقدير؛ وهذا يعني بأن طريقة الأرجحية العظمى تعمل على المغالاة في تقدير قدرات الأفراد، وبالتالي زيادة الأخطاء المعيارية. وهذا ينسجم مع ما توصلت إليه دراسة وانغ وفيزبول [10] من أن طريقة الأرجحية العظمى تعطي أخطاء عالية في تقدير قدرات الأفراد مقارنةً مع طريقة بيبز للتوقع البعدي. ولكنه يختلف مع ما توصل إليه بان وآخرين [13]، من أنه تزداد دقة التقديرات لمعلمة القدرة للأفراد عند استخدام طريقة الأرجحية العظمى في التقدير (ML)، مقارنةً مع دقة تقديرات معلمة القدرة عند استخدام طريقة بيبز للتوقع البعدي في التقدير (EAP) كما يختلف مع ما توصل إليه كيم [9] من أن التقديرات كانت متشابهة عند استخدام طريقي الأرجحية العظمى (ML)، وطريقة بيبز للتوقع البعدي (EAP) في التقدير.

- وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (0.05) $\alpha =$ بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم قدرات الافراد تُعزى للتفاعل الثنائي بين متغيري؛ طريقة التقدير لقدرات الأفراد (ML, EAP) وطريقة المعالجة للقيم المفقودة (EM, MI, RF)، ولصالح طريقة المعالجة (RF)

($\alpha = 0.05$) بين المتوسطين الحسابيين المُقدَّرين للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم قدرات الأفراد، بين طريقة تعظيم التوقعات في معالجة القيم المفقودة (EM)، وطريقة حساب القيم التعويضية المتعددة في المعالجة (MI)، ولصالح طريقة تعظيم التوقعات (EM). وبمقارنة المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم قدرات الأفراد وفقاً للطريقتين السابقتين؛ تعظيم التوقعات (EM)، وحساب القيم التعويضية المتعددة (MI)، والواردة في الجدول (22)، نجدها (0.2522) و (0.2724) على الترتيب. حيث يتضح بأن المتوسط الحسابي للأخطاء المعيارية لطريقة القيم التعويضية المتعددة في المعالجة هو الأعلى، مما يدل على أن طريقة تعظيم التوقعات في المعالجة هي الأكثر دقةً في تقدير قدرات الأفراد.

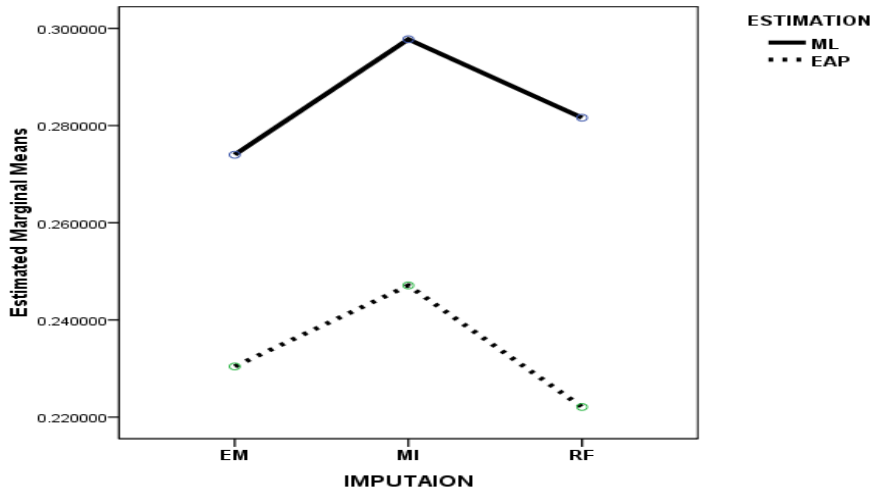
- كما يُلاحظ كذلك وجود فرق ذو دلالة إحصائية عند الدلالة الاحصائية ($\alpha = 0.05$) بين المتوسطين الحسابيين المُقدَّرين للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم قدرات الأفراد والتي تمت معالجتها بطريقة تعظيم التوقعات (EM)، وطريقة حساب دالة الاستجابة (RF)، ولصالح طريقة حساب دالة الاستجابة (RF) وبمقارنة المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم قدرات الأفراد وفقاً للطريقتين السابقتين؛ تعظيم التوقعات (EM)، وحساب دالة الاستجابة (RF)، نجدها (0.2522) و (0.2518) على الترتيب. حيث يتضح بأن المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية للطريقتين متقاربة، مع أفضليةً لطريقة دالة الاستجابة حيث تظهِر بأنها أكثر دقةً من طريقة تعظيم التوقعات. وبمقارنة المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لطرق المعالجة الثلاث، يتضح بأن طريقة دالة الاستجابة هي الأكثر دقةً في تقدير المعالم لقدرات الأفراد من بين هذه الطرق. وهذا يختلف مع ما توصل إليه فينج [6]، والذي خلَّص إلى أن طريقة حساب القيم التعويضية المتعددة كانت هي الأفضل من بين بقية الطرق.

- وجود فرق ذو دلالة إحصائية عند الدلالة الاحصائية (0.05) $\alpha =$ بين المتوسطين الحسابيين للأخطاء المعيارية لتقديرات

أثر طريقتي التعامل مع القيم المفقودة، وطريقة تقدير القدرة على دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد

لقدرات الأفراد، ولبيان التأثير المشترك لكل من العاملين، فقد تم تمثيل هذا التفاعل بيانياً كما يظهر في الشكل (3)، وذلك بالاستعانة بالمتوسطات الحسابية.

عند التقدير بطريقة بيبز للتوقع البعدي (EAP)، حيث بلغت قيمة (ف)، (12.5466) بدلالة إحصائية (0.000). ولتوضيح أثر التفاعل بين طريقة المعالجة للقيم المفقودة، وطريقة التقدير



الشكل 3

التمثيل البياني للتفاعل بين متغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة، وطريقة التقدير للمتوسطات الحسابية لتقديرات قدرات الأفراد [13]، من أن طريقة بيبز لم تكن الأفضل أو الأكثر دقة من طريقة الأرجحية العظمى في تقدير قدرات الأفراد.

ثالثاً: النتائج المتعلقة بالفرضية الثالثة:

"لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha = 0.05$) في التقديرات الخاصة بدالة معلومات الاختبار، تُعزى لطريقة تقدير القدرات (ML, EAP)، وطريقة المعالجة للقيم المفقودة" (EM, MI, RF).

لاختبار هذه الفرضية، فقد تم حساب دالة المعلومات لكل ملف من الملفات الستة السابقة، وعند مستويات مُحددة من القدرة، أي حساب دالة المعلومات لكل طريقة من طرق تقدير معالم قدرات الأفراد، وعند كل طريقة من طرق المعالجة للقيم المفقودة وعند مستويات مختارة من القدرة بحيث تغطي متصل القدرة، وكما يبينها الجدول (13).

ويوضح الشكل (3) التفاعل بين طريقة المعالجة للقيم المفقودة وطريقة التقدير في دقة تقدير قدرات الأفراد، ويلاحظ بأن الأخطاء المعيارية كانت أعلى عند استخدام طريقة الأرجحية العظمى (ML)، وذلك في حال استخدام طرق المعالجة المختلفة؛ أي أن طريقة بيبز للتوقع البعدي (EAP) كانت الأكثر دقةً في تقدير قدرات الأفراد. كما يُلاحظ من الشكل، بأنه في حال تم التقدير باستخدام طريقة بيبز للتوقع البعدي (EAP)، فإن التقديرات تكون أكثر دقة عند استخدام طريقة دالة الاستجابة (RF) في المعالجة، تليها طريقة تعظيم التوقعات (EM)، ثم طريقة حساب القيم التعويضية المتعددة (MI) وهذا يشير إلى أن القيمة القليلة للمتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية، تُظهر دقة أكبر في التقدير، أي أن هذه الطريقة (بيبز للتوقع البعدي) (EAP)، تكون دقة التقدير فيها أكبر ما يمكن عند المعالجة بطريقة دالة الاستجابة (RF)، بينما تكون الدقة أقل ما يمكن عند المعالجة بطريقة حساب القيم التعويضية المتعددة (MI)، وهذا يختلف مع ما توصل إليه بان وآخرين

جدول 13

قيم دالة المعلومات لكل ملف من الملفات الستة، عند مستويات مُختارة من القدرة

دالة المعلومات						القدرة
RF-EAP	RF-ML	MI-EAP	MI-ML	EM-EAP	ML-EM	
0.33	0.36	0.33	0.36	0.34	0.42	-3
0.42	0.46	0.42	0.45	0.46	0.60	-2.3
0.52	0.55	0.51	0.54	0.58	0.77	-1.7
0.55	0.58	0.53	0.56	0.62	0.84	-1.5
0.69	0.71	0.65	0.67	0.83	1.11	-0.5
0.73	0.73	0.68	0.69	0.91	1.18	0
0.74	0.73	0.69	0.69	0.95	1.17	0.4
0.74	0.72	0.69	0.68	0.95	1.13	0.7
0.73	0.71	0.68	0.67	0.94	1.10	0.9
0.69	0.66	0.65	0.62	0.88	0.98	1.4
0.68	0.64	0.64	0.61	0.86	0.95	1.5
0.63	0.59	0.60	0.57	0.78	0.84	1.9
0.57	0.54	0.55	0.52	0.68	0.73	2.3
0.55	0.51	0.52	0.50	0.64	0.68	2.5
0.50	0.47	0.49	0.46	0.57	0.61	2.8
0.48	0.44	0.46	0.44	0.53	0.56	3

يلاحظ من بيانات الجدول:

البعدي في تقدير القدرات (EAP)، وعند مستويات القدرة (0.4) و(0.7)، وكانت هذه القيمة تساوي (0.74). في حين أنه عند استخدام طريقة الأرجحية العظمى في التقدير (ML)، فإن أكبر قيمة قدمتها دالة معلومات الإختبار كانت عند مستويات القدرة (0.0) و(0.4)، وكانت هذه القيمة تساوي (0.73).

ومما تقدّم نستنتج بأن جميع طرق التقدير وطرق المعالجة، قدمت معلومات أكثر فاعلية عند الأفراد ذوي القدرات المتوسطة والعالية، ويمكن تفسير ذلك إلى ارتفاع قيم معلمة التمييز للفقرات عند هذا المستوى من القدرة، وانخفاض قيم الأخطاء المعيارية للتقدير لمدى قدرات الأفراد ذوي القدرات المتوسطة والعالية، الأمر الذي يعمل على تضخيم قيم دالة المعلومات لفقرات الإختبار عند هذه القدرات، وبالتالي أن يعطي الإختبار أكبر قيمة لدالة المعلومات، عند مستويات القدرة المتوسطة والعالية، في حين كانت قيم دالة المعلومات التي يقدمها الإختبار، أقل ما يمكن عند مستويات القدرة المتدنية، وذلك لأنّ قيمة دالة المعلومات تتناسب طردياً مع قيم معالم التمييز لفقرات الإختبار.

إن أكبر قيمة لدالة المعلومات قدمتها طريقة تعظيم التوقعات (EM)، في معالجة القيم المفقودة كانت عند استخدام طريقة الأرجحية العظمى (ML) في التقدير لقدرات الأفراد، وعند مستوى القدرة (0.0)، وكانت هذه القيمة تساوي (1.18). في حين أنه عند استخدام طريقة بيبز للتوقع البعدي (EAP) في تقدير القدرات، كانت أكبر قيمة لدالة المعلومات عند مستويات القدرة (0.4) و(0.7)، وكانت هذه القيمة تساوي (0.95).

إن أكبر قيمة لدالة المعلومات قدمتها طريقة تعويض القيم المتعددة (MI) في المعالجة، كانت عند مستويات القدرة (0.0) و(0.4) و(0.7)، وكانت هذه القيمة تساوي (0.69)، وكانت هذه القيمة هي نفسها في حال استخدام طريقتي الأرجحية العظمى (ML)، وطريقة بيبز للتوقع البعدي (EAP) في التقدير لقدرات الأفراد.

إن أكبر قيمة لدالة المعلومات قدمتها طريقة دالة الإستجابة (RF) في المعالجة، كانت عند استخدام طريقة بيبز للتوقع

6. الاستنتاجات

في ضوء نتائج هذه الدراسة والتي اختبرت فرضياتها، تبين أن هناك بعض الاستنتاجات التي لا بد من الإشارة لها، كما تبين أن هناك بعض التوصيات التي يمكن الأخذ بها والاستفادة منها والبناء عليها، علماً بأن نتائج الدراسة الحالية لم تؤكد تفوق طريقة محددة من طرق المعالجة للقيم المفقودة، مثلما أنها لم تؤكد كذلك تفوق طريقة محددة من طرق التقدير لقدرات الأفراد ومعالم الفقرات، واللذان تشكلان المتغيرات المستقلة في هذه الدراسة، خصوصاً وأن مجال هذه الدراسة لا يزال بحاجة إلى مزيد من البحث والدراسة.

وبيّنت نتائج الدراسة أنه بإمكان الباحث اختيار طريقة تعظيم التوقعات (EM)، من طرق المعالجة للقيم المفقودة، بالإضافة لطريقة بيبز للتوقع البعدي (EAP)، من طرق التقدير لقدرات الأفراد، وذلك للحصول على فقرات ذات صعوبة منخفضة أو متوسطة. وأن يختار طريقة تعويض القيم المتعددة (MI)، من طرق معالجة القيم المفقودة، وطريقة الأرجحية العظمى (ML)، من طرق تقدير المعالم والقدرات، وذلك للحصول على فقرات ذات تمييز عالٍ. كما بيّنت النتائج أنه يمكن للباحث أن يختار أية طريقة من طرق معالجة القيم المفقودة الثلاث (RF, MI, EM)، وكذلك أية طريقة من طريقتي التقدير (EAP, ML)، للحصول على فقرات ذات تخمين منخفض. وهذا يتطلب من الباحث الأخذ بالإعتبار الطريقة المناسبة لمعالجة القيم المفقودة، وكذلك الطريقة المناسبة في تقدير معالم الفقرات، وذلك للحصول على فقرات ذات معالم مُحَدَّدة.

وأشارت نتائج الدراسة إلى أن أفضل تقدير لقدرات الأفراد، كان باستخدام طريقة تعويض القيم المتعددة (MI) لمعالجة القيم المفقودة، وباستخدام طريقة بيبز للتوقع البعدي (EAP) في تقدير قدرات الأفراد، وهذا يفرض على الباحث أن يأخذ بالإعتبار استخدام طريقة تعويض القيم المتعددة (MI) في المعالجة، وطريقة بيبز للتوقع البعدي (EAP) في التقدير،

وذلك للحصول على أفضل تقديرات لقدرات الأفراد. مثلما يفرض على الباحث عدم استخدام طريقة تعظيم التوقعات (EM) وطريقة حساب قيم تعويضية بواسطة دالة الاستجابة (RF)، في معالجة القيم المفقودة، وكذلك عدم استخدام طريقة الأرجحية العظمى (ML) في تقدير القدرات للأفراد.

ويلاحظ من نتائج الدراسة أن استخدام طريقتي (تعويض القيم المتعددة، وتعظيم التوقعات)، تُقدّمان فرصة أفضل لمعالجة القيم المفقودة، ويُلاحظ أيضاً بأن استخدام طريقة الأرجحية العظمى، تُقدّم فرصة أفضل لتقدير معالم الفقرات، بينما طريقة بيبز للتوقع البعدي تُقدّم فرصة أفضل في تقدير قدرات الأفراد. ولذلك ينصح الباحث باستخدام طريقتي (تعويض القيم المتعددة، وتعظيم التوقعات) في المعالجة للقيم المفقودة، وذلك لسهولة استخدامهما من قِبَل الباحثين، ولكونهما من ضمن الخيارات المتوفرة في برنامج التحليل (SPSS) النسخة (17) وما بعدها. في حين لا ينصح الباحث باستخدام طريقة دالة الاستجابة في المعالجة للقيم المفقودة، وذلك لصعوبة استخدامها وتطبيقها، وكذلك لعدم توفرها في برنامج التحليل (SPSS) النسخة (17)، مما يجعل استخدام هذه الطريقة بحاجة لصياغة أوامر معينة، ويتطلب تصميم برنامج خاص والاستعانة ببرمجية الجداول الحسابية (EXCEL) لتنفيذها.

7. التوصيات

إضافةً إلى ما سبق، ومن خلال اجراءات هذه الدراسة وفي ضوء نتائجها، يوصي الباحثان بما يأتي:

1. استخدمت الدراسة الحالية، الاختبار الموضوعي ثنائي الاستجابة، والذي يُعدُّ أبرز أنواع الاختبارات، وأكثرها شيوعاً، لذا تنصح الدراسة باستخدام أنواعاً أخرى من الاختبارات، مثل اختبارات التكميل، واختبارات الصواب والخطأ المتعدد، والاختبارات متعددة الإجابة.

2. استخدام النموذج ثنائي المعلمة، ونموذج راش، إلى جانب النموذج الثلاثي، وإجراء مقارنات للنتائج وفقاً لهذه النماذج، وأثرها على معالم الفقرات، وعلى قدرات الأفراد، في ضوء نظرية

- [7] Langkamp, D., Leman, A. & Lemeshow, S. (2010). Techniques for Handling Missing Data in Secondary Analyses of Large Surveys. *Academic Pediatrics*, 10 (3), 205 – 211.
- [8] Cokluk, O. & Kayri, M. (2011). The Effects of Methods of Imputation for Missing Values on the Validity and Reliability of Scales. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 11 (1), 303 - 310.
- [9] Kim, S. (2001). An evaluation of a Markov Chain Monte Carlo Method for the Rasch model. *Applied Psychological Measurement*, 25 (2), 163 – 176.
- [10] Wang, T., & Vispoel, W. (1998). Properties of Ability Estimation Methods in Computerized Adaptive Testing. *Journal of Educational Measurement*, 35 (2), 104 – 135.
- [11] Ayala, R., J., Plake, B., S., & Impara, J., C. (2001). The Impact of Omitted Responses on the Accuracy of Ability Estimation in Item Response Theory. *Journal of Educational Measurement*, 38 (3), 213 – 234.
- [12] Gao, F. & Chen, L. (2005). Bayesian or Non – Bayesian A Comparison Study of Item Parameters Estimating in the Three-Parameter Logistic Model. *Applied Measurement in Education*, 18 (4), 351-380.
- [13] Ban, J., Hanson B., Wang, T., Qing, Y., & Harris, D. (2001). A Comparative study of Online Pretest Item: Calibration/Scaling Methods in Computerized Adaptive Testing. *Journal of Educational Measurement*, 38 (3), 191-212.

استجابة الفقرة.

3. إجراء دراسات تتناول طرق المعالجة للقيم المفقودة، وطرق التقدير لقدرات الأفراد، بافتراض مستويات متفاوتة ومختلفة من نسب الفقد في القيم أو الاستجابات.

المراجع

أ. المراجع الاجنبية

- [1] Little, R. J., & Rubin, D., B. (2002). *Statistical analysis with missing Data*. 2nd edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley .
- [2] Witte, E., L. (2000). Effectiveness of Four Methods of Handling Missing Data Using Samples from a National Database. Paper Presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, LA.
- [3] Hambleton, R., & Swaminathan, H. (1985). *Item Response Theory: principles and applications*. Boston: Kluwer- Nijhoff publishing.
- [4] Crocker, L., & Algina, J. (1986). *Introduction to classical and modern test theory*. New York: Harcourt Brace.
- [5] Allison, P., D. (2006). Imputation of categorical variables with PROC MI. paper presented at the Annual Meeting of the SAS users Group International, San Francisco, CA.
- [6] Finch, H. (2008). Estimation of Item Response Theory Parameters in the Presence of Missing Data. *Journal of Educational Measurement*, 45 (3), 225 – 245.

THE EFFECT OF ABILITY ESTIMATION METHOD, AND HANDLING METHOD WITH MISSING VALUES, ON THE ACCURACY OF ITEMS AND PERSONS' PARAMETERS

rateb sayel alruhail

riad salih aldarabseh

ABSTRACT_ *The process of estimating items parameters and abilities of respondents are considered very important step in applying item response theory. This estimation differs according to the number of items or differences in the distribution of respondents' abilities, which may be affected by the size and the nature of missing values.*

The purpose of this study is to investigate the effect of ability estimation method and handling method with missing values, on the accuracy of items and persons' parameters. To achieve this aim data were generated using(WINGEN) software, (1500) respondent on a test consisted of (80) dichotomous items fitting the three parameters logistic model were generated with the following ranges of discrimination (0.01 - 2.0), difficulty (- 2.5 - 2.50), and guessing (0.10 - 0.30) assuming that abilities are distributed normally.

Using (SPSS) and (Excel) that data with (5%) missing responses were generated. The data was processed through the three handling methods of missing values; Expectation Maximizing (EM), Multiple Imputation (MI), and Response Function (RF).

The data was tested for unidimensionality using factor analysis, the items and individuals were fitted the used model, and standard errors were estimated through Maximum Likelihood (ML), and Expected A Posteriori (EAP) methods.

To explore the accuracy of items and individuals according to different methods of estimation and imputation, ANOVA for the repeated measures on two factors were used. The findings showed that there are significant differences in the estimation accuracy of discrimination parameter attributed to estimation method is favor of (ML) and in the difficulty is favor of (EAP) method.

Moreover, findings showed that there were no statistically significant differences in the estimation accuracy of item difficulty and guessing parameter attributed to the handling method or the interaction between the dealing method and the estimation method.

The study recommended the need of using multiple Imputation (MI) and Expectation maximization (EM) in handling missing values, conducting studies on missing values with sleekness distributions and with different rates of missing values were recommended.

Keywords: *Missing Values, Expectation Maximization (EM), Multiple Imputation (MI), Response Function (RF), Individuals Abilities, Maximum Likelihood (ML) Method, Bayesian Expected A Posteriori Method (EAP), Estimation Accuracy.*