مقارنة بين ثلاث طرائق للتعويض عن القيم المفقودة في الاختبارات العامة

*جهاد محمد العناتي، نزار راسم اللبدي، محمد إبراهيم المقصقص**

ملخص

هدفت هذه الدراسة إلى تحديد أدق الطرائق التعويضية عن البيانات المفقودة في الاختبارات العامة، وذلك من خلال مقارنة ثلاث طرائق للتعويض عن القيم المفقودة بقيمة واحدة هي: التعويض بمتوسط الفرد على العبارات الأخرى التي لا تتضمن بيانات مفقودة، والتعويض من متبرع، والتعويض باستخدام الانحدار.

ولتحقيق هدف الدراسة، اختيرت عينة حجمها (2100) طالبًا من الصف العاشر الأساسي، اكتملت استجاباتهم على جميع فقرات الاختبار الوطني للرياضيات، وحذف ما يعادل (10%) من استجابات الطلبة، وبطريقة حققت شروط الفقدان العشوائي التام. وتم التعويض عن القيم المفقودة بأحد الطرائق التعويضية الآتية: المتوسط، المتبرع، الانحدار.

استعملت برمجية (BILOG MG3) في تقدير معالم الفقرات وقدرات الطلاب وفق النموذج ثنائي المعالم، واستعملت الأساليب الإحصائية الارتباطية، واختبار فشر ز، واختبار ت للعينات المترابطة، والجذر التربيعي لمتوسط الخطأ المعياري (RMSE)؛ لاستقصاء أكثر طرائق التعويض عن القيم المفقودة دقة في تقدير معالم الفقرات والأفراد. وأشارت نتائج الدراسة إلى أن أكثر الطرائق دقة في تقدير معالم الفقرات (الصعوبة والتمييز)، ومعلم القدرة للطلبة هي طريقة الانحدار وتليها طريقة المتوسط، وأن أقل الطرائق دقة هي طريقة المتبرع.

الكلمات الدالة: البيانات المفقودة (غير المكتملة)، تقدير معالم الفقرات والقدرة، نظرية استجابة الفقرة.

المقدمة

يسعى الباحثون التربويون إلى توفير بيانات كافية عن الظواهر المدروسة بهدف الوصول إلى نتائج واستنتاجات صادقة وموثوقة يمكن الاعتماد عليها في اتخاذ قرارات سليمة، ويستعملون في سبيل هذه الغاية أساليب إحصائية متنوعة؛ لتحديد حجم العينة المناسب الذي يغني الباحث عن دراسة المجتمع.

ويلجأ بعض الباحثين لأسباب اقتصادية (تخفيض الكلفة المالية والوقت والجهد) إلى استعمال الحد الأدنى المقبول من عدد الأفراد المستجيبين واضعين في اعتبارهم أن يقوم كل فرد بالاستجابة على جميع فقرات الاختبار، إلا أنه نادرًا ما نجد مثل هذا الوضع المثالي في جميع الدراسات؛ إذ نجد بعض فقرات الاختبار لا يستجيب عنها بعض الأفراد.

وتواجه الباحثين والمختصين في القياس والتقويم في مراكز الأبحاث والقائمين على الاختبارات الوطنية (NT, NAfKE) والدولية (PISA, TIMSS) ظاهرة الحصول على بيانات غير مكتملة بشكل كبير؛ نظرًا لعدم مبالاة الطلبة المستجيبين بالدرجات عليها؛ لأنها لا تؤثر في نجاحهم أو رسوبهم، وتسود قاعات الامتحان ظاهرة انخفاض دافعيتهم، ومحاولات مغادرتهم قاعات الامتحان قبل إكمال الاستجابة على جميع أسئلة الامتحان؛ مما ينتج بيانات غير مكتملة تتضمن قيمًا مفقودة (Missing Values).

وتظل مشكلة فقد البيانات واقعًا لا بد أن يتكيف الباحثون معه وفق أسلوب علمي، بعيدًا عن الأخذ بالحلول السهلة كالحذف، والتي قد لا تكون ملائمة لبعض الحالات، وقد تؤثر على صدق الدراسة.

ويصعب من مهمة الباحثين غير المتخصصين في الإحصاء ندرة الدراسات التي تتطرق لموضوع البيانات المفقودة، وآليات التعامل بأسلوب مبسط لا يتطلب خلفية إحصائية كبيرة؛ لذا كان لا بد من عمل دراسات توفر نتائجها توصيات تفي بغرض الباحثين في المجالات الاجتماعية والنفسية والتربوية والإنسانية.

ويرى عيدة (2011) أن من أهم الأخطاء الشائعة في الدراسات التقويمية الشاملة والدراسات الوطنية المسحية عدم

* كلية العلوم التربوية، الجامعة الأردنية، الأردن (3،1)؛ جامعة طيبة، السعودية (2). تاريخ استلام البحث 2015/9/21، وتاريخ قبوله 2016/1/20.

©2018 عمادة البحث العلمي وضمان الجودة/ الجامعة الأردنية. جميع الحقوق محفوظة.

استخدام الطريقة المناسبة للتعامل مع القيم المفقودة، فمن الشائع لدى الباحثين إهمال السجلات التي تتضمن قيما مفقودة من قاعدة البيانات أو حذفها، قبل إجراء التحليلات الإحصائية؛ ما يؤثر في الصدق الداخلي والصدق الخارجي للدراسة.

ويؤكد فنش (Finch, 2008) أن هناك سببين يفسران وجود القيم المفقودة في بيانات الدراسات المسحية هما: الفشل في الحصول على القياسات المنوي جمعها من جميع عناصر العينة المختارة؛ وذلك بسبب رفض بعض عناصر العينة المشاركة، أو عدم القدرة على الإجابة. وتوصي الجمعية الأمريكية لعلماء النفس (APA) في ما يتعلق بالبيانات المفقودة بأنه يجب على الباحث قبل عرض نتائج دراسته أن يبين الإجراءات التي اتبعها للتقليل من البيانات المفقودة، وأن يستعرض نسق البيانات المفقودة وتوزيعها ونسبتها.

ويشير دورانت (Durrant, 2009) إلى ضرورة توجيه جهود الباحثين إلى الوقاية من البيانات المفقودة بدلاً من التوجه إلى علاجها بالأساليب الإحصائية، وأن هناك عدة عوامل يجب أخذها بعين الاعتبار للتقليل من البيانات المفقودة مثل: خصائص أداة القياس (طولها، الوقت اللازم للاستجابة عليها...)، وخصائص المجتمع والعينة (العمر، المستوى التعليمي، إمكانية الوصول إليهم...)، وخصائص مدخلي البيانات (مؤهل، محترف...)، ومنهجية البحث وتصميمه (كثرة عدد المتغيرات، القياسات المتكررة، طريقة تخصيص الأفراد للمجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة، وطريقة تقديم المعالجة، واتجاهات الفرد نحو المعالجة...).

ويرى حسين (2012) أن اختيار الأسلوب الإحصائي المناسب لعلاج فقدان البيانات يتطلب الوقوف على سبب فقدانها، ففقدان البيانات قد يكون بسبب خصائص في البيانات المفقودة نفسها، وهو من أخطر أنواع فقدان البيانات وأكثرها صعوبة في المعالجة، ومن الأمثلة عليها: فقدان البيانات الخاصة بمتغير تقدير الأداء من الأشخاص ذوي الأداء المتدني، وفقدان البيانات الخاصة بمتغير الدخل من الأشخاص ذوي الدخل المرتفع، وقد تفقد البيانات بسبب خاصية في الأفراد المستجيبين، ومن الأمثلة عليه فقدان البيانات الخاصة بالسن لدى الإناث، وقد تفقد البيانات بسبب عدم الجدية في التعامل مع الامتحان، وهذا النمط من فقدان البيانات هو الشائع في اختبارات الدراسات المسحية الوطنية والدولية.

وهناك ثلاثة أشكال للبيانات المفقودة تصنف وفق سبب الفقدان هي: البيانات المفقودة بصورة غير عشوائية (missing not at random MNAR)، وترتبط القيم المفقودة فيها بخصائص البيانات نفسها؛ أي أنَ احتمال أنْ تكون البيانات مفقودة يعتمد على البيانات غير الملاحظة، أي على قيم المتغير نفسه؛ فالأفراد ذوي الدخل المتدني أو الدخل المرتفع مثلاً يميلون إلى عدم ذكر مستوى دخلهم، وبالتالي يعتمد نمط البيانات المفقودة على قيم دخلهم؛ أي قيم متغير دخل الفرد.

والنوع الثاني هو البيانات المفقودة عشوائيًا (missing at random (MAR))، وهنا ترتبط البيانات المفقودة بخصائص الأفراد ولا ترتبط بخصائص البيانات، مثل فقدان البيانات الخاصة بمتغير العمر للنساء، فاحتمال أن تكون البيانات مفقودة لا يعتمد على البيانات غير الملاحظة، لكن وجود البيانات المفقودة يعتمد على عملية منتظمة غير عشوائية ترتبط بجنس المستجيب، فتظهر عند الإناث وتختفي عند الذكور، وبمعنى آخر يمكننا التنبؤ باحتمال أن تكون بعض البيانات مفقودة في المتغير ص (عمر المستجيب)، من خلال المتغير س (جنس المستجيب)، أو حتى مجموعة من المتغيرات.

والنوع الثالث هو البيانات المفقود بصورة عشوائية تامة (missing completely at random (MCAR))، وهي البيانات المفقودة بطريقة لا ترتبط بخصائص البيانات أو خصائص الأفراد، ولا تعتمد على البيانات الأخرى الملاحظة أو المتوافرة عن الفرد نفسه أو متغيرات الدراسة الأخرى؛ لذا لا يمكننا التنبؤ بها بأي طريقة، وهذا النوع من البيانات المفقودة هو الأكثر انتشارًا، فهي لا ترتبط بأي من متغيرات الدراسة الأخرى أو أية عوامل منتظمة، فالبيانات المفقودة فيها تتوزع توزيعًا عشوائيًّا.

(Durrant, 2009, Myers, 2011, Bihrmann and ErsbOll, 2015).

ويمكن استخدام طريقة (Little's) وقيمة الإحصائي كاي تربيع لتحديد نوع البيانات المفقودة، حيث تُختبَر الفرضية الصفرية بأن البيانات فقدت بطريقة عشوائية تامة (MCAR)، فإذا كان مستوى الدلالة المحسوبة أكبر من 0.05، نقبل الفرضية التي تؤيد بأن البيانات فقدت بطريقة عشوائية تامة (McKnight, Sidani, and Figueredo, 2007).

وهناك العديد من الطرائق الإحصائية لمعالجة البيانات المفقودة، وتقسم هذه الطرائق إلى نوعين: طرائق الحذف، وطرائق التعويض، وفي ما يأتي عرض للأساليب التي تندرج في كل منهما:

أ. طرائق الحذف (Deletion Methods)

أولاً: طريقة (Listwise Deletion):

وتشير إلى حذف الحالة التي تتضمن بيانات مفقودة بالكامل، وتتطلب تحقق الباحث من أن الفقدان للبيانات كان بطريقة عشوائية تامة (MCAR)، وهي الطريقة الأكثر شيوعًا

لدى الباحثين، ولكنها ليست المثلى، حيث تؤثر في حجم العينة وبالتالي في قوة الاختبار الإحصائي، وفي حال استخدام هذه الطريقة عندما يكون الفقدان بطريق غير عشوائية، فإن العينة المتبقية بعد الحذف تكون متحيزة ولا تمثل المجتمع؛ ما يجعل النتائج غير سليمة والاستنتاجات غير دقيقة.

ثانيًا: طريقة (Pairwise Deletion):

وتشير إلى الحذف المزدوج للبيانات، وتتطلب تحقق الباحث من أن الفقدان للبيانات كان بطريقة عشوائية تامة (MCAR)، وَيستَبعَد الشخص من التحليل فقط عندما لا تتوافر بيانات عنه للمتغير قيد الدراسة ويدخل في حالة توافر بيانات عنه لمتغير آخر، مما يجعل حجم العينة يختلف من متغير إلى آخر في نفس الدراسة، وهذا يشعر القارئ بالتناقض ويؤثر على صدق النتائج (Myers, 2011) .

ب. **طرائق تعويضية عن القيم المفقودة بقيمة واحدة فقط (Single Imputation Methods)**، وتفترض هذه الطرائق أن البيانات فقدت بطريقة عشوائية تامة ومنها:

أولاً: طريقة التعويض بالمتوسط الحسابي:

يُعوَّض فيها عن البيانات المفقودة بأسلوبين: الأسلوب الأول يُعوَّض فيه عن القيمة المفقودة بحساب متوسط القيم لجميع الأفراد الذين أجابوا على فقرة المقياس، ومن سلبياتها أنها تؤثر في تباين المتغير؛ حيث تستبدل جميع القيم المفقودة بالقيمة نفسها، والأسلوب الثاني يُعوَّض فيه عن القيمة المفقودة بحساب متوسط إجابة الفرد نفسه على بقية فقرات المقياس، وفي هذا الأسلوب يفترض تحقق أحادية البعد للمقياس (Elliot, Hawthorne, 2005).

ثانياً: التعويض بالقيم المفقودة من متبرع:

المتبرع هو شخص متقارب في السمات وليس لديه بيانات مفقودة، ونستخدم القيم لديه للتعويض عن القيم المفقودة للشخص المشابه (Huisman, 2000).

ثالثاً: التعويض باستخدام الانحدار

تتضمن طريقة الانحدار التوصل إلى معادلة انحدار بطريقة المربعات الصغرى، ويكون فيها المتغير ذو البيانات المفقودة متغيرًا تابعًا، وتستخدم فيها المتغيرات الأخرى ذات العلاقة والتي تكون قوة ارتباطها بالمتغير متوسطة على الأقل بوصفها متغيرات متنبئة بالقيم المفقودة للمتغير، وتتباين أنواع الانحدار حسب طبيعة المتغير ما يؤدي إلى تباين طريقة تقدير القيم المفقودة من متغير إلى آخر في نفس الدراسة (Musil, Warner, Yobas & Jones, 2002).

ويرى أكوك (Acock, 2005) أنه غالبًا ما تُهمل القيم المفقودة في البحوث أو تُعطى قدرًا أقل من اهتمام الباحثين؛ وذلك لقصور فهمهم لمشكلة القيم المفقودة أو لعدم إدراكهم لكيفية التعامل معها، وهذا لا يتناسب وتأثيرها السلبي في النتائج.

ويجب على الباحث قبل البدء بعملية التحليل الاهتمام باستخدام الطريقة الأكثر ملاءَمة للتعامل مع القيم المفقودة من أجل الوصول إلى تقدير أكثر دقة لمعالم الفقرات والقدرة، وقد أشار علام (2005) إلى أن تأثير القيم المفقودة يتناسب مع حجمها قياسًا إلى حجم البيانات الأصيلة وطريقة توزيعها، وأن مسؤولية تحليل البيانات تقع على عاتق الباحث، ويكون دور المحلل الإحصائي للبيانات بالحاسوب محصورًا في المساعدة على تنفيذ أسلوب التحليل الذي اعتمده الباحث.

إن البحث في أثر القيم المفقودة في دقة تقدير معالم الفقرات وقدرات الأفراد من القضايا التي حظيت باهتمام الباحثين في مجال القياس والتقويم قديمًا وحديثًا، وقد اجريت عدة دراسات استعمل فيها الباحثون بيانات غير حقيقية؛ وُلِّدَت باستعمال برامج إحصائية مثل: برنامج (WINGEN)، ودراسات استعمل فيها الباحثون بيانات حقيقية لنتائج طلبة في اختبارات عامة، ودراسات استعمل فيها الباحثون بيانات حقيقية لاختبارات من إعدادهم، وقد أجرى بوكوسا، هوينج، وكوهن (Bokossa, Huang and Cohen, 2000) دراسة، هدفت إلى المقارنة بين دقة طريقتين من طرائق التعامل مع البيانات المفقودة، هما: طريقة المتبرع، وطريقة النموذج المستند إلى التعويض العشوائي (Hot-deck imputation & model-based random imputation method, PROC IMPUTE)، واستخدموا لهذه الغاية بيانات عينة عشوائية طبقية تكونت من (8.252) طالبا من طلبة المرحلة الأساسية العليا والثانوية الذين تقدموا لاختبارات وطنية في القراءة والحساب في مدينة اورلنجتن بولاية فرجينيا، حيث تم استخدام النموذج ثلاثي المعالم لتقدير قدرات المفحوصين، وقد تم حذف ما نسبته 20% من البيانات، والتعويض عنها بالطريقتين السابقتين، ومن ثم استخدموا البيانات الناتجة في تقدير قدرة المفحوصين، واعتمدوا في الحكم على دقة تقدير القدرة على ثلاثة معايير هي: معدل خطأ التعويض، وتحيز التباين، ومتوسط التحيز (The average imputing error, the bias of the variance, and the mean bias)، وأظهرت النتائج أن تقدير القيم المفقودة بطريقة (PROC IMPUTE) كان أكثر دقة من تقديرها بطريقة (Hot-deck).

كما قام ميرتفت، ستنسرود، وأولسن (Myrtveit, 2001 Stensrud , & Olsson, بدراسة هدفت إلى مقارنة أربع طرائق لمعالجة البيانات المفقودة، هي: حذف الحالة بالكامل، والتعويض بالمتوسط، والتعويض بمتبرع، والتعويض بطريقة

المعلومات الكاملة للأرجحية العظمى full information maximum likelihood (FIML). واستخدموا بيانات 176 مشروع من مشاريع تنفيذ الموارد وتخطيطها في النرويج لعمل نموذج انحدار للتنبؤ، واستخدموا قيم R^2، وقيم t بوصفها مؤشرًا على مطابقة نموذج الانحدار، وفاعليته باستخدام البيانات الأصيلة، والبيانات التي عُوِّض فيها عن البيانات المفقودة بطرائق التعويض الأربع، وأظهرت النتائج أن طريقة المعلومات الكاملة للأرجحية العظمى هي الوحيدة المناسبة عندما لا تحقق البيانات شرط الفقد العشوائي التام، كما أظهرت نتائج مقارنة طريقتي التعويض بالمتوسط، والتعويض بمتبرع مع طريقة حذف الحالة بالكامل أنهما الأكثر ملاءمة عندما لا تكفي البيانات المتبقية بعد الحذف لبناء نموذج التنبؤ.

كما قام مسل، ورنر، يوباز، وجونز (Musil, 2002 Warner, Yobas & Jones, بدراسة هدفت إلى مقارنة دقة خمس طرائق للتعويض عن البيانات المفقودة هي: حذف الحالة بالكامل، والتعويض بالمتوسط، والانحدار البسيط، والانحدار البسيط مع إضافة الخطأ في التقدير، وطريقة تعظيم التوقعات (Listwise deletion, mean substitution, simple regression, regression imputation with error term, and expectation maximization [EM] algorithm)، ولتحقيق غرض الدراسة، استُخدمَت بيانات دراسة سابقة تناولت القلق، والصحة لدى كبار السن، تم إجرائها على عينة عشوائية طبقية مكونة من 492 فردًا من ولايات الغرب الاوسط (Midwest) في الولايات المتحدة الامريكية. وللحكم على دقة طرائق التعويض، اعتُمِدت طريقتان:

الأولى تمثلت في مقارنة بعض الإحصاءات الوصفية: المتوسط الحسابي، والمدى، والانحراف المعياري، والالتواء، والتفلطح للبيانات الأصيلة، وللبيانات بعد التعويض عن القيم المفقودة التي حُذِفت باستخدام طرائق التعويض الخمس. أما الطريقة الثانية فتمثلت في حساب معامل الارتباط بين البيانات الأصيلة والمعالجة بطرائق التعويض الخمس، وأظهرت النتائج أن طريقة التعويض بالمتوسط كانت الأقل دقة، وأن طريقتي الانحدار البسيط مع إضافة خطأ التقدير، وطريقة تعظيم التوقعات كانتا الأدق في التعويض عن البيانات المفقودة.

وقام وايمان (Wayman, 2003) بدراسة هدفت إلى المقارنة بين ثلاث طرائق للتعامل مع القيم المفقودة، هي: طريقة حذف الحالة، وطريقة التعويض بالمتوسط، وطريقة حساب قيم تعويضية متعددة (Listwise Deletion, Mean– Substitution, Multiple Imputation). واستعمل لهذه الغاية بيانات عينة شملت (19373) طالبًا وطالبة من طلبة المدارس في الولايات المتحدة على الاختبار الوطني للقراءة، وكانت نسبة البيانات المفقودة على الاختبار الكلي (15%) وأظهرت النتائج أن التعامل مع القيم المفقودة بطريقة حساب قيم تعويضية متعددة يوفر نتائج ذات تحيز أقل من حيث الأخطاء المعيارية مقارنة ببقية الطرائق المستخدمة في الدراسة.

وأجرى هوثورن وإليوت (Hawthorne and Elliott, 2003) دراسة لاستقصاء الطريقة المثلى لمعالجة القيم المفقودة اعتمادًا على نسبة الفقدان للبيانات، واستخدم فيها الطرائق الآتية لمعالجة القيم المفقودة: حذف الحالة، الوسط الحسابي للفرد، الانحدار، التوزيعات غير مشروطة، والوسط الحسابي للفقرة. واستخدم الباحث بيانات حقيقية لاستجابة 1200 شخص من المحاربين القدامى في الولايات المتحدة الأمريكية على ثلاثة مقاييس هي: مقياس اضطرابات ما بعد الصدمة، ومقياس استهلاك الكحول، ومقياس القلق، وبافتراض وجود قيم مفقودة بنسب مختلفة، هي: 20%، 40%، 60%.

وحُسبَت المتوسطات الحسابية للطرائق الخمس، وقورنت بمتوسط المجموعة الأصيلة التي لا تتضمن قيمًا مفقودة باستعمال اختبار (t-test)، وأظهرت النتائج أن طريقتي المتبرع، وطريقة متوسط الأفراد هي الأفضل عندما تكون نسبة البيانات المفقودة أقل من النصف، أما إذا زادت نسبة البيانات المفقودة عن النصف، (60%) فإن طريقة المتبرع هي الأفضل، كما أظهرت النتائج أيضًا أداء ضعيفًا لطريقتي التعويض بمتوسط الفقرة وطريقة حذف الحالة بالكامل.

وأجرى فنش (Finch, 2008) دراسة هدفت إلى تحديد كفاءة بعض طرائق معالجة القيم المفقودة في تقدير معالم الفقرة باستعمال النموذج الثلاثي المعالم، وقام الباحث بتوليد استجابات غير حقيقية لعينتين حجم كل منهما (500) و(1000) شخص على (20) فقرة لها معالم مختلفة، واستعمل نسب مختلف للفقد (5%، 15%، 30%) مبنية على آليتي الفقد العشوائي (MAR)، وغير العشوائي (MNAR)، واستعمل الطرائق الآتية في معالجة القيم المفقودة: (Incorrect (IN، Fractionally Correct (FR) Not present (NP)، وحساب قيمة تعويضية للوسط المصحح للفقرة (CM)، وحساب قيمة تعويضية بطريقة دالة الاستجابة (RF)، وخوارزمية تعظيم التوقعات (EM)، وطريقة حساب قيم تعويضية متعددة (MI)، واستعمل الباحث تحليل التباين المعتمد على الأخطاء المعيارية لمعالم الفقرات: الصعوبة والتمييز والتخمين، وأظهرت النتائج المتعلقة بتأثير التفاعل بين طريقة معالجة القيم المفقودة وآلية الفقد في دقة تقدير معلم الصعوبة للفقرات وجود تقارب في قيم الأخطاء المعيارية ماعدا طريقة (Incorrect (IN حيث كانت

الأخطاء المعيارية لها أقل ما يمكن، وأظهرت النتائج المتعلقة بتأثير التفاعل بين طريقة حساب القيم التعويضية ونسبة القيم المفقودة في دقة تقدير معلم التمييز للفقرات وجود تناسب طردي بين الأخطاء المعيارية ونسبة القيم المفقودة ماعدا طريقة Incorrect (IN)، وأظهرت النتائج المتعلقة بتأثير التفاعل بين طريقة معالجة القيم المفقودة وآلية الفقد في دقة تقدير معلم التخمين للفقرات وجود تقارب في قيم الأخطاء المعيارية ماعدا طريقة Incorrect (IN) حيث كانت الأخطاء المعيارية لها أقل ما يمكن وبشكل عام كانت الأخطاء المعيارية في حالة الفقد العشوائي أقل منها في حالة الفقد غير العشوائي.

وقام لينكامب، ليمان، ولمشو (Langkamp, Leman, and Lemeshow, 2010) بدراسة على عينة مكونة من (9953) طفلا من الأطفال البيض الامريكين، و(8285) أم من أمهاتهم. هدفت إلى تحديد طرائق التعامل مع القيم المفقودة التي تعطي تقديرات أكثر دقة لمعاملات نموذج الانحدار المستخدم في التعامل مع بيانات الدراسات المسحية حول صحة الأطفال الأمريكيين في ضوء وجود نسب مختلفة من القيم المفقودة (10%، 20%، 30%، 40%). وأظهرت نتائج الدراسة انه عندما تزيد نسبة القيم المفقودة عن (10%)، فإن إعـــــادة الوزن (Reweighting)، وتعويض القيم المتعددة (Multiple Imputation) أفضل كثيرًا من حذف الحالة – (Case Deletion) وتعويض القيمة المفردة (Hot-Deck). وأوصت الدراسة باستخدام الطرائق القائمة على القيم التعويضية وعدم اللجوء إلى الطرائق القائمة على الحذف، والحذر عند تحليل البيانات التي تتضمن نسبة فقد كبيرة.

وأجرى بني عواد (2010) دراسة هدفت إلى مقارنة ثماني طرائق مختلفة للتعامل مع البيانات المفقودة في تقدير معالم الفقرات والأفراد، ولتحقيق أهداف الدراسة طُبِّق اختبار للقدرة العقلية على عينة مكونة من 1600 مفحوص من طلبة الصف الثامن.

وأشارت النتائج إلى أن طرائق التعويض تؤثر في معالم الفقرات والإفراد باختلاف طول الاختبار، وأظهرت النتائج وجود فروق دالة إحصائياً بين متوسطات الأخطاء المعيارية لمعلم القدرة للفرد ومعالم الصعوبة والتمييز والتخمين للفقرات تعزى لطريقة المعالجة، ولطول الاختبار، وللتفاعل بينهما.

وقام الدرابسه (2012) بدراسة هدفت إلى بيان أثر طريقة تقدير قدرات الأفراد، وطريقة معالجة القيم المفقودة في دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد، حيث استخدم الباحث بيانات غير حقيقية لـ (1500) مفحوص على اختبار مكون من (80) فقرة ثنائية الاستجابة (وُلِّدَت وفقًا للنموذج ثلاثي المعالم باستخدام برنامج (WINGEN))، وحُصِل على بيانات مفقودة بنسبة (5%)، وعولجت القيم المفقودة بالطرائق: تعظيم التوقعات (EM)، والقيم التعويضية المتعدد (MI)، ودالة الاستجابة (RF).

وأظهرت النتائج وجود اختلاف في دقة تقدير معلمة التمييز يعزى لطريقة معالجة القيم المفقودة ولصالح طريقة القيم المتعددة، ووجود اختلاف في دقة تقدير قدرات الأفراد يعزى لطريقة معالجة القيم المفقودة ولصالح طريقة تعظيم التوقعات، ووجود اختلاف في دقة تقدير قدرات الأفراد يعزى لطريقة التقدير المستخدمة، ولصالح طريقة بييز للتوقع البعدي، وأوصت الدراسة باستخدام طريقتي القيم المتعددة، وتعظيم التوقعات في معالجة القيم المفقودة، مثلما أوصت باستخدام طريقة الأرجحة العظمى لتقدير معالم الفقرات في الاختبارات، واستخدام طريقة بييز للتوقع البعدي لتقدير قدرات الأفراد.

التعقيب على الدراسات السابقة

من خلال مراجعة الدراسات السابقة نلاحظ ندرة الدراسات الوطنية التي تناولت بالبحث موضوع البيانات المفقودة (دراستين فقط)، وأن واحدة منها اعتمدت على بيانات غير حقيقية مولدة باستخدام برنامج (WINGEN)، والثانية استخدمت بيانات لاختبار قدرات عقلية، وأنها هدفت في جزء منها إلى فحص أثر طرائق معالجة البيانات المفقودة في دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد باستعمال عينات لم تتجاوز (1600) مفحوص ومن غير التحقق من الافتراض بأنَّ البيانات مفقودة بطريقة عشوائية تامة بوصفها شرطًا أساسيًّا لاستخدام الطرائق التعويضية.

كما أن الدراسات السابقة التي استعملت طرائق معالجة للقيم المفقودة ليس من السهل تناولها من قبل الباحث غير المختص في الإحصاء، كما أنها لم تكن موجهة نحو معالجة البيانات المفقودة في الاختبارات التحصيلية العامة التي تخدم صناع القرار وراسمي السياسات التربوية والتي عادة تشيع فيها بيانات مفقودة بنسب كبيرة نظرًا لعدم اهتمام الطلاب بها؛ لأنها لا تحتسب في معدلاتهم، ولا يبنى عليها قرارات تتعلق بمستقبلهم كالترفيع للصف الأعلى أو التوزيع على فرع التعليم المناسب.

مشكلة الدراسة وأسئلتها

أضحت البيانات المفقودة في الاختبارات الوطنية مثل: الاختبار الوطني لضبط نوعية التعليم (NT)، واختبار مهارات الاقتصاد المعرفي (NAfKE)، والاختبارات الدولية (TIMSS, PISA)، قضية تؤرق الباحثين وصناع القرار التربوي في

الأردن، وأصبحت نتائج الدراسات المبنية عليها محل تساؤل نتيجة للنسب الكبيرة للبيانات المفقودة التي تنتج من الترك المقصود للأسئلة من غير إجابات من الطلبة؛ لأن نتائجها لا تدخل ضمن حساب معدلاتهم ولا يبنى عليها قرارات نجاحهم ورسوبهم.

وتتمثل مشكلة الدراسة في مقارنة ثلاث طرائق سهلة للتعامل مع القيم المفقودة لا يتطلب استعمالها امتلاك الباحث خلفية إحصائية كبيرة، وتفي بغرض الباحثين في المجالات الاجتماعية والنفسية، والتربوية والإنسانية والباحثين غير المتخصصين في الإحصاء. ويمكن تلخيص مشكلة الدراسة في الأسئلة الآتية:

1. هل يوجد ارتباط بين تقدير صعوبة فقرات الاختبارات العامة، التي حصِلَ عليه بعد معالجة البيانات المفقودة بطرائق (التعويض بالمتوسط، والتعويض من متبرع، والتعويض بالانحدار)، وتقدير صعوبة فقرات الاختبارات العامة للبيانات الحقيقية؟
2. هل يوجد ارتباط بين تقدير تمييز فقرات الاختبارات العامة، التي حصِلَ عليه بعد معالجة البيانات المفقودة بطرائق (التعويض بالمتوسط، والتعويض من متبرع، والتعويض بالانحدار)، وتقدير تمييز فقرات الاختبارات العامة للبيانات الحقيقية؟
3. هل يوجد ارتباط بين تقدير معلم القدرة للمفحوصين على الاختبارات العامة، التي حصِلَ عليه بعد معالجة البيانات المفقودة بطرائق (التعويض بالمتوسط، والتعويض من متبرع، والتعويض بالانحدار)، وتقدير معلم القدرة للمفحوصين للبيانات الحقيقية؟
4. هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية في دقة تقدير معلمة الصعوبة للفقرات في الاختبارات العامة، عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$)، تعود لطرائق معالجة البيانات المفقودة، عند استخدام النموذج الثنائي المعلمة؟
5. هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية في دقة تقدير معلمة التمييز للفقرات في الاختبارات العامة، عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$)، تعود لطرائق معالجة البيانات المفقودة، عند استخدام النموذج الثنائي المعلمة؟
6. هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية في دقة تقدير معلمة القدرة للمفحوصين على الاختبارات العامة، عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$)، تعود لطرائق معالجة البيانات المفقودة، عند استخدام النموذج الثنائي المعلمة؟

أهمية الدراسة

تبين للباحثين من خلال عملهم في مجال الدراسات الوطنية، أن جهود القائمين على تطبيق الاختبارات في الوقاية من البيانات المفقودة ضعيفة، وأن طريقة المعالجة الشائعة فيها، هي حذف الحالة بالكامل، من غير التحقق من شرط استخدام طريقة الحذف، ومن غير الاهتمام بالآثار السلبية للحذف، فهو يقلل من حجم العينة، ويجعلها متحيزة؛ ويؤدي بالتالي إلى نتائج غير سليمة، واستنتاجات غير دقيقة، ويضعف قوة الاختبار الإحصائي.

تكمن أهمية هذه الدراسة، في أنها تُعدّ الدراسة الأولى– حسب اطلاع الباحثين– التي استخدمت النموذج ثنائي المعالم، للمقارنة بين دقة طرائق التعويض عن القيم المفقودة بقيمة واحدة، في تقدير معالم الفقرات والمفحوصين، وبطرائق تعويض من السهل أن يستخدمها الباحث غير المختص في الإحصاء، وأنها الدراسة الأولى، التي استعملت عينة كبيرة، لبيانات حقيقية مكتملة من نتائج امتحانات عامة وطنية، ظهر فيها مشكلة البيانات المفقودة بشكل كبير؛ لتحديد أكثر طرائق التعويض عن القيم المفقودة دقة في تقدير معالم الفقرات، والأفراد.

ويتوقع أن تقدم نتائج الدراسة للباحثين ترتيبًا تنازليًّا للطرائق التعويضية من حيث الدقة في تقدير معالم الفقرات والأفراد؛ مما يسهل عليهم حل مشكلة البيانات المفقودة في الدراسات المسحية الوطنية التي تتتبع التحصيل، وتقيم أثر برامج التطوير التربوي، وبرامج التدخل والعلاج الوطنية لمشكلات التحصيل.

مصطلحات الدراسة

في ما يأتي عرض للمصطلحات الأساسية الواردة في ثنايا الدراسة:

البيانات المفقودة (Missing Data): عدم استجابة المفحوص على بعض فقرات الاختبار، وتركها فارغة.

طرائق التعامل مع البيانات المفقودة (Methods Handling Missing Data): هي مجموعة من الأساليب الإحصائية المعتمدة لمعالجة البيانات المفقودة ضمن استجابة الشخص، وتشمل طرائق الحذف، وطرائق التعويض، ولأغراض هذه الدراسة، اعْتُمِدَت الطرائق الآتية للتعويض عن القيم المفقودة بقيمة واحدة: طريقة التعويض بالمتوسط لدرجات الأفراد على نفس المتغير، وطريقة التعويض من متبرع مشابه، وطريقة التعويض باستخدام الانحدار.

القيم التعويضية (Substitution Values): القيم التي تستبدل بها القيم المفقودة، بعد أن تُعالَج بواحدة من طرائق معالجة البيانات المفقودة.

معلمة صعوبة الفقرة (Item Difficulty bi): أحد معالم الفقرة، وهي نقطة على متصل القدرة تقابل احتمال الإجابة عن الفقرة إجابة صحيحة (1+ci /2)، حيث (ci) معلمة التخمين، ولأغراض هذه الدراسة تقابل الاحتمال (1/2)، لأن معلمة التخمين (ci =0) في النموذج ثنائي المعلمة.

معلمة تمييز الفقرة (Item Discrimination): أحد معالم الفقرة، وتعرف بقدرة الفقرة على التمييز بين مستويات المفحوصين المختلفة على متصل السمة المقيسة، وتمثل ميل منحنى خصائص الفقرة، عند نقطة على متصل السمة، تكون فيها معلمة القدرة مساوية لصعوبة الفقرة، ويرمز لها بالرمز (ai).

معلمة القدرة للمفحوص (Person Ability): تعبير اصطلاحي عن سمة كامنة عند الفرد، ويعتمد تقديرها على معرفة نمط استجابة الفرد على فقرات الاختبار، ومعالم تلك الفقرات، ويرمز لها بالرمز (θ)، ولأغراض هذه الدراسة تعبر القدرة عن تحصيل طالب الصف العاشر في اختبار الرياضيات الوطني للعام 2012، والمقدرة من خلال برنامج (BILOG-MG3).

الاختبارات العامة (General Exams): اختبارات مركزية مبنية على أسس علمية صحيحة تعزّز من دقة القياس للتحصيل أو القدرات تعدها وتنفذها الجهات الموكول إليها تحقيق الإنصاف والعدالة وتكافؤ الفرص ومراقبة جودة التعليم، وتعد من أدوات جمع البيانات للدراسات التقويمية الشاملة، وتستخدم نتائجها لأغراض متعددة منها: توزيع الطلبة على فروع التعليم الثانوي، والقبول في التعليم الجامعي، والحكم على نجاح برامج التطوير، والمساءلة، والاعتماد. ولأغراض هذه الدراسة يشير الاختبار العام إلى اختبار الرياضيات الوطني للصف العاشر في العام 2012.

الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ (The Root Mean Square Error (RMSE)): هو الجذر التربيعي لمعدل مربع الفروق بين القيم الملاحظة $X_{obs,i}$ والقيم المتنبأ بها بالنموذج الرياضي $X_{mo\,del,i}$، ويُحسب من خلال المعادلة الآتية:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_{obs,i} - X_{mo\,del,i})^2}{n}}$$

(Armstrong, 1992)

محددات الدراسة

اقتصرت الدراسة على المحددات الآتية:

1. استخدام النموذج ثنائي المعالم.
2. استخدام الطرائق الآتية للتعويض عن القيم المفقودة بقيمة واحدة: التعويض بالمتوسط لدرجات الأفراد على نفس المتغير، التعويض من متبرع مشابه، التعويض باستخدام الانحدار.
3. تقدير معلمي الصعوبة والتمييز للفقرات ومعلم القدرة للمفحوصين باستعمال برنامج (BILOG-MG3).
4. بيانات حقيقية غير مولدة، لعينة من طلبة الصف العاشر للعام 2012م، على اختبار الرياضيات الوطني في الأردن.

الطريقة والإجراءات

مجتمع الدراسة وعينتها

تألف مجتمع الدراسة من (62000) طالب وطالبة من طلبة الصف العاشر الأساسي في المملكة الأردنية الهاشمية للعام الدراسي (2012م)، والذين تقدموا للاختبار الوطني للرياضيات لضبط نوعية التعليم، بينما تألف إطار المعاينة أو المجتمع الفعلي من (41576) من مجتمع الدراسة اكتملت استجاباتهم على جميع فقرات اختبار الرياضيات الوطني وعددها (30) فقرة. وتكونت عينة الدراسة من (2100) طالب وطالبة أي ما يعادل (5%) من حجم المجتمع الفعلي اختيروا بطريقة عشوائية طبقية.

إجراءات الدراسة

تمثلت إجراءات الدراسة بما يأتي:

1. مراجعة استجابات الطلبة وتحديد الاستجابات المكتملة وحذف السجلات غير المكتملة التي تتضمن بيانات مفقودة وعددها (20424) ونسبتهم 32.9% من المجتمع، وهي نسبة فقد كبيرة تبين أن القيم المفقودة في الاختبارات العامة مشكلة ملحة تتطلب إيجاد حلولا لها، ويبرر أهمية الدراسة.
2. اختيار عينة عشوائية طبقية من المجتمع الفعلي للدراسة تكونت من (2100) طالب وطالبة، أي ما يعادل (5%) من حجم المجتمع، واصطلح على تسمية ملف البيانات الذي يحويها في هذه الدراسة ملف البيانات الحقيقية أو

الأصيلة.

3. التحقق من مطابقة البيانات الحقيقية للنموذج ثنائي المعلمة، وقدر قيم كل من معاملات الصعوبة والتمييز للفقرات الثلاثين المكونة للاختبار، وقدرات (2100) طالب.
4. حذف ما يعادل 10% من استجابات الطلبة في ملف البيانات الحقيقية بطريقة عشوائية بسيطة، ومن ثم التحقق من أن البيانات فقدت بطريقة عشوائية تامة (MCAR) باستعمال طريقة (Little's) وكانت قيمة الإحصائي (Little's MCAR test= (18721)، وكان مستوى الدلالة المحسوبة (0.679)، وهي أكبر من 0.05، لذا فشل في رفض الفرضية الصفرية القائلة بأن البيانات فقدت بطرائق عشوائية تامة.
5. استخدام ثلاث طرائق تعويضية عن القيم المفقودة بقيمة واحدة هي: التعويض بمتوسط الفرد على العبارات الأخرى غير المفقودة، التعويض بالقيم المفقودة من متبرع، وهو شخص متقارب في السمات وليس لديه بيانات مفقودة، التعويض باستخدام الانحدار.
6. التحقق من مطابقة البيانات في الملفات الثلاث الناتجة عن الطرائق التعويضية للنموذج ثنائي المعلمة، وتحقق من افتراضات النموذج الثنائي.
7. استخدام برنامج (BILOG-MG3) في تقدير قيم معاملات الصعوبة والتمييز للفقرات الثلاثين المكونة للاختبار، وقدرات (2100) طالب في الملفات الثلاثة الناتجة عن الطرائق التعويضية: التعويض بمتوسط الفرد، التعويض من متبرع، التعويض باستخدام الانحدار.
8. ادخال قيم: معاملات الصعوبة، معاملات التمييز، قدرات الطلبة لطرائق التعويض عن القيم المفقودة وللبيانات الحقيقية إلى برمجية SPSS، وقام باستعمال الأساليب الإحصائية الارتباطية واختبار فشر (**ز**) واختبار **ت** للعينات المستقلة والجذر التربيعي لمتوسط الخطأ المعياري للقياس (RMSE) لاستقصاء أكثر طرائق التعويض عن القيم المفقودة دقة في تقدير معالم الفقرات والأفراد وللإجابة عن أسئلة الدراسة.

نتائج الدراسة

للإجابة عن سؤال الدراسة الأول ويبحث في وجود ارتباط بين تقدير صعوبة فقرات الاختبارات العامة التي حُصِل عليه بعد معالجة البيانات المفقودة بطرائق (التعويض بالمتوسط، والتعويض من متبرع، والتعويض بالانحدار) وتقدير صعوبة فقرات الاختبارات العامة للبيانات الحقيقية، تم إيجاد معاملات الارتباط بين قيم معلم صعوبة الفقرات اعتمادًا على البيانات الحقيقية والبيانات بعد معالجة القيم المفقودة بالطرائق الثلاث، ويعرض الجدول (1) الآتي تلك النتائج:

الجدول (1)

معاملات الارتباط بين قيم معلم صعوبة الفقرات اعتمادًا على البيانات الحقيقية والبيانات بعد معالجة القيم المفقودة بالتعويض بالمتوسط، والتعويض من متبرع، والتعويض بالانحدار

مصدر البيانات	معامل الارتباط	معامل التحديد	مستوى الدلالة
الأصلية، المعالجة بالمتوسط	0.996	0.992	*0.000
الأصلية، المعالجة بمتبرع	0.813	0.661	*0.000
الأصلية، المعالجة بالانحدار	0.998	0.996	*0.000

* دال إحصائياً عند مستوى الدلالة 0.05.

تبين نتائج الجدول (1) أن أكبر قيمة لمعامل الارتباط (0.998) كانت بين قيم معلم الصعوبة للفقرات اعتمادًا على البيانات الحقيقية، وقيم معلم الصعوبة للفقرات اعتمادًا على بيانات عولجت البيانات المفقودة فيها بالتعويض باستعمال الانحدار، تليها قيمة معامل الارتباط (0.996) وكانت بين قيم معلم الصعوبة للفقرات اعتمادًا على البيانات الحقيقية وقيم معلم الصعوبة للفقرات اعتمادًا على بيانات عولجت البيانات المفقودة فيها بالتعويض باستعمال المتوسط، وأخيرًا قيمة معامل الارتباط (0.813)، وكانت بين قيم معلم الصعوبة للفقرات اعتمادًا على البيانات الحقيقية، وقيم معلم الصعوبة للفقرات اعتمادًا على بيانات عولجت البيانات المفقودة فيها بالتعويض من متبرع، ولتحديد فيما إذا كانت هنالك فروق دالة إحصائياً بين قيم معاملات الارتباط الثلاث استُخدم اختبار فيشر **ز**، وفي ما يأتي عرض لنتائجه:

الجدول (2)

نتائج اختبار فيشر ز لدلالة الفروق بين معاملات الارتباط لقيم معلم صعوبة الفقرات اعتمادًا على البيانات الحقيقية والبيانات بعد معالجة البيانات المفقودة بالطرائق الثلاث

المقارنات	ز	مستوى الدلالة
المعالجة بالمتوسط × المعالجة بمتبرع	7.251	*0.000
المعالجة بالمتوسط × المعالجة بالانحدار	1.275	0.101
المعالجة بمتبرع × المعالجة بالانحدار	8.526	*0.000

* دال إحصائياً عند مستوى الدلالة 0.05.

يتضح من الجدول (2) أن معاملي الارتباط بين معلم الصعوبة للفقرات المقدرة للبيانات الحقيقية وقيم كل من معلم الصعوبة المقدرة للبيانات بعد معالجة البيانات المفقودة بطريقة المتوسط وبطريقة الانحدار كانت أعلى من ارتباطها مع معلم الصعوبة للفقرات المقدرة بطريقة المتبرع، وبفارق دال إحصائياً عند مستوى الدلالة (0.05).

وللإجابة عن سؤال الدراسة الثاني ويبحث في وجود ارتباط بين تقدير معلم التمييز لفقرات الاختبارات العامة التي حُصِل عليه بعد معالجة البيانات المفقودة بطرائق (التعويض بالمتوسط، والتعويض من متبرع، والتعويض بالانحدار) وتقدير معلم التمييز لفقرات الاختبارات العامة للبيانات الحقيقية، تم إيجاد معاملات الارتباط بين قيم معلم تمييز الفقرات اعتمادًا على البيانات الحقيقية والبيانات بعد معالجة البيانات المفقودة بالطرائق الثلاث، ويعرض الجدول (3) الآتي النتائج:

الجدول (3)

معاملات الارتباط بين قيم معلم تمييز الفقرات اعتمادًا على البيانات الحقيقية والبيانات بعد معالجة القيم المفقودة بالتعويض بالمتوسط، والتعويض من متبرع، والتعويض بالانحدار

مصدر البيانات	معامل الارتباط	معامل التحديد	مستوى الدلالة
الأصلية، المعالجة بالمتوسط	0.997	0.994	*0.000
الأصلية، المعالجة بمتبرع	0.784	0.615	*0.000
الأصلية، المعالجة بالانحدار	0.997	0.994	*0.000

* دال إحصائياً عند مستوى الدلالة 0.05.

تبين نتائج الجدول (3) أن أكبر قيمة لمعامل الارتباط (0.997) كانت بين قيم معلم التمييز للفقرات اعتمادًا على البيانات الحقيقية وقيم معلم التمييز للفقرات اعتمادًا على بيانات عولجت القيم المفقودة فيها بالتعويض باستعمال الانحدار وكذلك بالتعويض باستعمال المتوسط، وأن أصغر قيمة معامل ارتباط (0.784) كانت بين قيم معلم التمييز للفقرات اعتمادًا على البيانات الحقيقية وقيم معلم التمييز للفقرات اعتمادا على بيانات عولجت القيم المفقودة فيها بالتعويض من متبرع، ولتحديد فيما إذا كانت هنالك فروق دالة إحصائياً بين قيم معاملات الارتباط الثلاث استُخدم اختبار فيشر ز، وفي ما يأتي النتائج:

الجدول (4)

نتائج اختبار فيشر ز لدلالة الفروق بين معاملات الارتباط لقيم معلم التمييز للفقرات اعتمادًا على البيانات الحقيقية والبيانات بعد معالجة القيم المفقودة بالطرائق الثلاث

المقارنات	ز	مستوى الدلالة
المعالجة بالمتوسط × المعالجة بمتبرع	8.064	*0.000
المعالجة بالمتوسط × المعالجة بالانحدار	0	1
المعالجة بمتبرع × المعالجة بالانحدار	8.064	*0.000

* دال إحصائياً عند مستوى الدلالة 0.05.

يتضح من الجدول (4) أن معاملي الارتباط بين معلم التمييز للفقرات المقدرة للبيانات الحقيقية وقيم كل من معلم التمييز المقدرة للبيانات بعد معالجة القيم المفقودة بطريقة المتوسط وبطريقة الانحدار كانت أعلى من ارتباطها مع معلم التمييز للفقرات المقدرة بطريقة المتبرع، وبفارق دال إحصائياً عند مستوى الدلالة (0.05).

وللإجابة عن سؤال الدراسة الثالث ويبحث في وجود ارتباط بين تقدير معلم القدرة للمفحوصين على الاختبارات العامة التي حُصِل عليه بعد معالجة البيانات المفقودة بطرائق (التعويض بالمتوسط، والتعويض من متبرع، والتعويض بالانحدار) وتقدير معلم القدرة للمفحوصين للبيانات الحقيقية، تم إيجاد معاملات الارتباط بين قيم معلم القدرة للمفحوصين اعتمادًا على البيانات الحقيقية والبيانات بعد معالجة القيم المفقودة بالطرائق الثلاث، ويعرض الجدول (5) الآتي النتائج:

الجدول (5)

معاملات الارتباط بين قيم معلم القدرة للمفحوصين اعتمادًا على البيانات الحقيقية والبيانات بعد معالجة القيم المفقودة بالتعويض بالمتوسط، والتعويض من متبرع، والتعويض بالانحدار

مصدر البيانات	معامل الارتباط	معامل التحديد	مستوى الدلالة
الأصلية، المعالجة بالمتوسط	0.968	0.937	*0.000
الأصلية، المعالجة بمتبرع	0.744	0.554	*0.000
الأصلية، المعالجة بالانحدار	0.970	0.941	*0.000

* دال إحصائياً عند مستوى الدلالة 0.05.

تبين نتائج الجدول (5) أن أكبر قيمة لمعامل الارتباط (0.970) كانت بين قيم معلم القدرة اعتمادًا على البيانات الحقيقية، وقيم معلم القدرة اعتمادًا على بيانات عولجت القيم المفقودة فيها بالتعويض باستعمال الانحدار، تليها قيمة الارتباط (0.968) بالتعويض باستعمال المتوسط، وأخيرًا أصغر قيمة معامل الارتباط (0.744) كانت بين قيم معلم القدرة اعتمادًا على البيانات الحقيقية، وقيم معلم القدرة اعتمادًا على بيانات عولجت القيم المفقودة فيها بالتعويض من متبرع، ولتحديد فيما إذا كانت هنالك فروق دالة إحصائياً بين قيم معاملات الارتباط الثلاث استُخدم اختبار فيشر ز، وفي ما يأتي النتائج:

الجدول (6)

نتائج اختبار فيشر ز لدلالة الفروق بين معاملات الارتباط لقيم معلم القدرة للأفراد اعتمادًا على البيانات الحقيقية والبيانات بعد معالجة القيم المفقودة بالطرائق الثلاث

المقارنات	z	مستوى الدلالة
المعالجة بالمتوسط × المعالجة بمتبرع	4.04	0.000*
المعالجة بالمتوسط × المعالجة بالانحدار	0.12	0.452
المعالجة بمتبرع × المعالجة بالانحدار	4.163	0.000*

*دال إحصائياً عند مستوى الدلالة α=0.05.

يتضح من الجدول (6) أن معاملي الارتباط بين معلم القدرة للأفراد باستعمال البيانات الحقيقية وقيم كل من معلم القدرة للأفراد باستعمال البيانات بعد معالجة القيم المفقودة بطريقة المتوسط وبطريقة الانحدار كانت أعلى من ارتباطها مع معلم القدرة للأفراد بعد معالجة القيم المفقودة باستعمال طريقة المتبرع، وبفارق دال إحصائياً عند مستوى الدلالة (0.05).

وللإجابة عن سؤال الدراسة الرابع ويبحث في وجود فروق ذات دلالة إحصائية في دقة تقدير معلمة الصعوبة للفقرات في الاختبارات العامة عند مستوى الدلالة (0.05) تعود لطرائق معالجة البيايانات المفقودة عند استخدام النموذج الثنائي المعلمة، تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لقيم الأخطاء المعيارية لتقديرات معلم الصعوبة للفقرات اعتمادًا على البيانات الحقيقية قبل الحذف، وللبيانات بعد معالجة القيم المفقودة بالتعويض بالمتوسط لدرجات الأفراد على نفس المتغير، والتعويض من متبرع، والتعويض باستخدام الانحدار، ونُظِّمَت في الجدول (7) الآتي:

الجدول (7)

المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لقيم الأخطاء المعيارية لتقديرات معلم الصعوبة للفقرات اعتمادًا على البيانات الحقيقية والبيانات بعد معالجة القيم المفقودة بالتعويض بالمتوسط، والتعويض من متبرع، والتعويض بالانحدار

البيانات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري للمتوسط
استجابات الطلاب الحقيقية (الأصيلة)	0.429	0.540	0.099
استجابات الطلاب بالتعويض بالمتوسط	0.423	0.493	0.090
استجابات الطلاب بالتعويض من متبرع	0.530	0.401	0.073
استجابات الطلاب بالتعويض باستخدام الانحدار	0.425	0.519	0.095

تشير نتائج الجدول (7) إلى وجود فروق بين المتوسطات الحسابية لقيم الأخطاء المعيارية لتقديرات معلم صعوبة الفقرات للبيانات الحقيقية، والبيانات المعالجة بالطرائق التعويضية الثلاث، حيث كان متوسط الأخطاء المعيارية لمعلم الصعوبة لاستجابات الطلبة الحقيقية (0.429) وبانحراف معياري (0.540)، وكانت متوسطات الأخطاء المعيارية لمعلم الصعوبة للفقرات بطرائق المعالجة الثلاث ضمن الفترة (0.423،0.530)، وبانحراف معياري ضمن الفترة (0.401، 0.519).

وللبحث فيما إذا كانت الفروق بين المتوسطات الحسابية لقيم الأخطاء المعيارية لتقديرات معلم الصعوبة للفقرات بالطرائق الثلاثة وبين متوسطها للبيانات الحقيقية دالة إحصائياً عند مستوى الدلالة (0.05) استُخدم اختبار **ت** للعينات غير المستقلة (اختبار ت للبيانات على شكل أزواج)، ويعرض الجدول (8) الآتي النتائج.

الجدول (8)

نتائج اختبار ت لقيم الأخطاء المعيارية لتقديرات معلم الصعوبة للفقرات اعتمادًا على البيانات الحقيقية وكل من البيانات بعد معالجة القيم المفقودة بطريقة (المتوسط، المتبرع، الانحدار)

مصدر البيانات	المتوسط الحسابي للفروق	الانحراف المعياري للفروق	قيمة ت	درجات الحرية	مستوى الدلالة
الحقيقية– التعويض بالمتوسط	0.005	0.074	0.397	29	0.694
الحقيقية– التعويض من متبرع	-0.101	0.737	-0.754	29	0.457
الحقيقية– التعويض بالانحدار	0.004	0.041	0.520	29	0.607

يتضح من الجدول (8) عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين الأخطاء المعيارية في تقدير صعوبة الفقرات تبعًا لطرائق معالجة القيم المفقودة الثلاث (المتوسط، المتبرع، الانحدار)، والأخطاء المعيارية لتقدير صعوبة الفقرات اعتمادًا على القيم الحقيقية.

ولتحديد أكثر طرائق التعويض عن القيم المفقودة دقة احتُسبت قيمة الجذر التربيعي لمتوسط الخطأ المعياري (RMSE) لكل طريقة من الطرائق الثلاث فكانت أكبر القيم لطريقة المتبرع (0.850)، وتأتي في المرتبة الثانية طريقة المتوسط (0.182)، وأخيرًا طريقة الانحدار (0.139). وتتسق هذه النتيجة مع دراسة وايمان (2003) في أن التعويض بالمتوسط هو من الطرائق الأكثر دقة في التعويض عن القيم المفقودة بقيمة واحدة.

وللإجابة عن سؤال الدراسة الخامس ويبحث في وجود فروق ذات دلالة إحصائية في دقة تقدير معلمة التمييز للفقرات في الاختبارات العامة عند مستوى الدلالة (0.05) تعود لطرائق معالجة البيانات المفقودة عند استخدام النموذج الثنائي المعلمة، تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لقيم الأخطاء المعيارية لتقديرات معلم التمييز للفقرات اعتمادًا على البيانات الحقيقية قبل الحذف، وللبيانات بعد معالجة القيم المفقودة بالتعويض بالمتوسط لدرجات الأفراد على نفس المتغير، والتعويض من متبرع، والتعويض باستخدام الانحدار، ونُظِّمت في الجدول (9) الآتي:

الجدول (9)

المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لقيم الأخطاء المعيارية لتقديرات معلم التمييز للفقرات اعتمادًا على البيانات الحقيقية والبيانات بعد معالجة القيم المفقودة بطريقة (المتوسط، المتبرع، الانحدار)

البيانات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري للمتوسط
استجابات الطلاب الحقيقية (الأصيلة)	0.033	0.009	0.002
استجابات الطلاب بالتعويض بالمتوسط	0.033	0.008	0.002
استجابات الطلاب بالتعويض من متبرع	0.234	0.779	0.142
استجابات الطلاب بالتعويض باستخدام الانحدار	0.033	0.008	0.002

تشير نتائج الجدول (9) إلى وجود فروق بين المتوسطات الحسابية لقيم الأخطاء المعيارية لتقديرات معلم تمييز الفقرات للبيانات الحقيقية، والبيانات المعالجة بالطرائق التعويضية الثلاث، حيث كان متوسط الخطأ المعياري لمعلم التمييز لاستجابات الطلبة الحقيقية (0.033) وبانحراف معياري (0.009)، وكانت متوسطات الأخطاء المعيارية بطرائق المعالجة الثلاث ضمن الفترة (0.033،0.234)، وبانحراف معياري ضمن الفترة (0.008، 0.779).

وللبحث فيما إذا كانت الفروق بين المتوسطات الحسابية لقيم الأخطاء المعيارية لتقديرات معلم التمييز للفقرات بالطرائق الثلاثة وبين متوسطها للبيانات الحقيقية دالة إحصائياً عند مستوى الدلالة (0.05) استُخدم اختبار ت للعينات غير المستقلة، ويعرض الجدول (10) الآتي النتائج.

الجدول (10)

نتائج اختبار ت لقيم الأخطاء المعيارية لتقديرات معلم التمييز للفقرات اعتمادًا على البيانات الحقيقية وكل من البيانات بعد معالجة القيم المفقودة بطريقة (المتوسط، المتبرع، الانحدار)

مصدر البيانات	المتوسط الحسابي للفروق	الانحراف المعياري للفروق	قيمة ت	درجات الحرية	مستوى الدلالة
الحقيقية– التعويض بالمتوسط	0.000	0.001	0.668	29	0.509
الحقيقية– التعويض من متبرع	-0.200	0.778	-1.407	29	0.170
الحقيقية– التعويض بالانحدار	0.000	0.001	0.614	29	0.544

يتضح من الجدول (10) عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين الأخطاء المعيارية لتقدير تمييز الفقرات لطرائق معالجة القيم المفقودة الثلاث (المتوسط، المتبرع، الانحدار) والأخطاء المعيارية لتقدير تمييز الفقرات اعتمادًا على القيم الحقيقية.

ولتحديد أكثر طرائق التعويض عن القيم المفقودة دقة حُسِبت قيمة الجذر التربيعي لمتوسط الخطأ المعياري (RMSE) لكل طريقة من الطرائق الثلاث، فكانت أكبر القيم لطريقة المتبرع (0.197)، ثم تأتي في المرتبة الثانية طريقة المتوسط (0.035)، وأخيرًا طريقة الانحدار (0.025).

وللإجابة عن سؤال الدراسة السادس ويبحث في وجود فروق ذات دلالة إحصائية في دقة تقدير معلمة القدرة للطلبة في الاختبارات العامة عند مستوى الدلالة (0.05) تعود لطرائق معالجة البيانات المفقودة عند استخدام النموذج الثنائي المعلمة، تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لقيم الأخطاء المعيارية لتقديرات معلم القدرة للطلبة اعتمادًا على البيانات الحقيقية قبل الحذف، وللبيانات بعد معالجة القيم المفقودة بالتعويض بالمتوسط لدرجات الأفراد على نفس المتغير، والتعويض من متبرع، والتعويض باستخدام الانحدار، ونظِّمت في الجدول (11) الآتي:

تشير نتائج الجدول (11) إلى وجود فروق بين المتوسطات الحسابية لقيم الأخطاء المعيارية لتقديرات معلم قدرة الطالب للبيانات الحقيقية، والبيانات المعالجة بالطرائق التعويضية الثلاث، حيث كان متوسط معلم القدرة لاستجابات الطلبة الحقيقية (0.710) وبانحراف معياري (0.147)، وكانت متوسطات معلم القدرة للفقرات بطرائق المعالجة الثلاث ضمن الفترة (0.711،0.803)، وبانحراف معياري ضمن الفترة (0.096، 0.305).

الجدول (11)

المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لقيم الأخطاء المعيارية لتقديرات معلم قدرة الطلبة اعتمادا على البيانات الحقيقية والبيانات بعد معالجة القيم المفقودة بطريقة (المتوسط، المتبرع، الانحدار)

البيانات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري للمتوسط
استجابات الطلاب الحقيقية (الأصيلة)	0.710	0.147	0.003
استجابات الطلاب بالتعويض بالمتوسط	0.713	0.096	0.002
استجابات الطلاب بالتعويض من متبرع	0.803	0.305	0.007
استجابات الطلاب بالتعويض باستخدام الانحدار	0.711	0.101	0.002

وللبحث فيما إذا كانت الفروق بين المتوسطات الحسابية لقيم الأخطاء المعيارية لتقديرات معلم القدرة للطلبة بالطرائق الثلاثة وبين متوسطها للبيانات الحقيقية دالة إحصائياً عند مستوى الدلالة (0.05) استُخدم اختبار ت للعينات غير المستقلة، ويعرض الجدول (12) الآتي النتائج.

الجدول (12)

نتائج اختبار ت لقيم الأخطاء المعيارية لتقديرات معلم القدرة للطلبة اعتمادًا على البيانات الحقيقية وكل من البيانات بعد معالجة القيم المفقودة بطريقة (المتوسط، المتبرع، الانحدار)

مصدر البيانات	المتوسط الحسابي للفروق	الانحراف المعياري للفروق	قيمة ت	درجات الحرية	مستوى الدلالة
الحقيقية– التعويض بالمتوسط	-0.004	0.119	-1.386	2099	0.166
الحقيقية– التعويض من متبرع	-0.093	0.301	-14.181	2099	0.000
الحقيقية– التعويض بالانحدار	-0.001	0.111	-0.350	2099	0.727

*دال إحصائياً عند مستوى الدلالة α=0.05.

يتضح من الجدول (12) وجود فروق دالة إحصائياً فقط بين الأخطاء المعيارية لتقدير معلم القدرة للأفراد اعتمادًا على البيانات الحقيقية والأخطاء المعيارية لتقدير معلم القدرة للإفراد اعتمادًا على البيانات التي عُوِّضت القيم المفقودة بها بطريقة المتبرع فقط، حيث كانت قيمة ت (14.181–) وهي دالة إحصائياً عند مستوى الدلالة (0.05).

ولتحديد أكثر طرائق التعويض عن القيم المفقودة دقة حُسِبت قيمة الجذر التربيعي لمتوسط الخطأ المعياري (RMSE) لكل طريقة من الطرائق الثلاث فكانت أكبر القيم لطريقة المتبرع (0.906)، وتأتي في المرتبة الثانية طريقة المتوسط (0.319)، وأخيرًا طريقة الانحدار (0.310).

مناقشة النتائج والتوصيات

لمناقشة نتائج السؤالين الأول، والرابع حيث يبحثان في تحديد أدق الطرائق التعويضية عن البيانات المفقودة في الاختبارات العامة (التعويض بالمتوسط، والتعويض من متبرع، والتعويض بالانحدار) في تقدير معلم الصعوبة للفقرات، أظهرت النتائج أن جميع قيم معاملات الارتباط كانت دالة إحصائياً عند مستوى الدلالة (0.05)، وكانت أكبر قيمة لمعامل الارتباط (0.998) لطريقة التعويض عن القيم المفقودة بالانحدار، يليها (0.996) لطريقة التعويض عن القيم المفقودة بالمتوسط، وأخيراً (0.813) لطريقة التعويض عن القيم المفقودة من متبرع. وبذلك نستنتج أن طريقتي التعويض بالمتوسط وبالانحدار أكثر دقة من طريقة المتبرع في تعويض البيانات المفقودة عند تقدير معلم الصعوبة للفقرات في الامتحانات العامة؛ فالقيمة الأعلى لمعامل الارتباط بين صعوبة الفقرة المقدرة اعتمادًا على البيانات الحقيقية المكتملة صعوبة الفقرة المقدرة اعتمادًا على البيانات التي تم التعامل مع البيانات المفقودة فيها تدل على محافظة الفقرة بدرجة أكبر على موقعها ضمن توزيع قيم معلم الصعوبة لفقرات الاختبار، وعلى اتساق أكبر لقيم معلم الصعوبة لفقرات الاختبار في البيانات الحقيقية والبيانات التي عولجت القيم المفقودة فيها.

وأظهرت النتائج أن المتوسط الحسابي لقيم الأخطاء المعيارية لتقديرات معلم الصعوبة للفقرات اعتمادًا على البيانات الحقيقية قبل الحذف (0.429)، وأن أقرب قيمة لها كانت لمتوسط الأخطاء المعيارية لطريقة الانحدار (0.425)،

وطريقة المتوسط (0.423)، بينما كان متوسط الأخطاء المعيارية لطريقة المتبرع هو الأكبر (0.530)، وهذا يدل على أنها الأقل دقة.

وتؤكد قيمة الجذر التربيعى لمتوسط الخطأ المعياري (RMSE) لكل طريقة من الطرائق الثلاث نفس النتائج التى حُصِل عليها من خلال معاملات الارتباط، فكانت أقل قيم الجذر التربيعى لمتوسط الخطأ المعياري لطريقة الانحدار (0.139)، وجاءت فى المرتبة الثانية طريقة المتوسط (0.182)، وأخيرًا لطريقة المتبرع (0.850).

ولمناقشة نتائج السؤالين الثاني، والخامس والتي تبحث في تحديد أدق الطرائق التعويضية عن البيانات المفقودة في الاختبارات العامة (التعويض بالمتوسط، والتعويض من متبرع، والتعويض بالانحدار) في تقدير معلم التمييز للفقرات، وأظهرت النتائج أن جميع قيم معاملات الارتباط كانت دالة إحصائياً عند مستوى الدلالة (0.05)، وكانت أكبر قيمة لمعامل الارتباط (0.997) لطريقتي التعويض عن القيم المفقودة بالانحدار، والتعويض عن القيم المفقودة بالمتوسط، وأقل قيمة (0.784) لطريقة التعويض عن القيم المفقودة من متبرع. وبذلك نستنتج أن طريقتي التعويض بالمتوسط وبالانحدار أكثر دقة من طريقة المتبرع في تعويض البيانات المفقودة عند تقدير معلم التمييز للفقرات في الامتحانات العامة.

وأظهرت النتائج أن المتوسط الحسابي لقيم الأخطاء المعيارية لتقديرات معلم التمييز للفقرات اعتمادًا على البيانات الحقيقية قبل الحذف (0.033)، وأن أقرب قيمة لها كانت لمتوسط الأخطاء المعيارية لطريقتي الانحدار والمتوسط (0.033)، بينما كان متوسط الأخطاء المعيارية لطريقة المتبرع هو الأكبر (0.234)، وهذا يدل على أنها الأقل دقة.

وتؤيد قيمة الجذر التربيعى لمتوسط الخطأ المعياري (RMSE) لكل طريقة من الطرائق الثلاث نفس النتائج التى حُصِل عليها من خلال معاملات الارتباط، فكانت أقل قيم الجذر التربيعى لمتوسط الخطأ المعياري لطريقة الانحدار (0.025)، وجاءت فى المرتبة الثانية طريقة المتوسط (0.035)، وأخيرًا طريقة المتبرع (0.197).

ولمناقشة نتائج السؤالين الثالث، والسادس والتي تبحث في تحديد أدق الطرائق التعويضية عن البيانات المفقودة في الاختبارات العامة (التعويض بالمتوسط، والتعويض من متبرع، والتعويض بالانحدار) في تقدير معلم القدرة للمفحوصين، وأظهرت النتائج أن جميع قيم معاملات الارتباط كانت دالة إحصائياً عند مستوى الدلالة (0.05)، وكانت أكبر قيمة لمعامل الارتباط (0.970) لطريقة التعويض عن القيم المفقودة بالانحدار، يليها (0.968) لطريقة التعويض عن القيم المفقودة بالمتوسط، وأخيرا (0.744) لطريقة التعويض عن القيم المفقودة من متبرع. وبذلك نستنتج أن طريقتي التعويض بالمتوسط وبالانحدار أكثر دقة من طريقة المتبرع في تعويض البيانات المفقودة عند تقدير معلم القدرة للمفحوصين في الامتحانات العامة.

وأظهرت النتائج أن المتوسط الحسابي لقيم الأخطاء المعيارية لتقديرات معلم القدرة للمفحوصين اعتمادًا على البيانات الحقيقية قبل الحذف (0.710)، وأن أقرب قيمة لها كانت لمتوسط الأخطاء المعيارية لطريقة الانحدار (0.711)، وطريقة المتوسط (0.713)، بينما كان متوسط الأخطاء المعيارية لطريقة المتبرع هو الأكبر (0.803)، وهذا يدل على أنها الأقل دقة.

وتظهر نتائج اختبار **ت** وجود فروق دالة إحصائياً فقط بين الأخطاء المعيارية لتقدير معلم القدرة للأفراد اعتمادًا على البيانات الحقيقية والأخطاء المعيارية لتقدير معلم القدرة للإفراد اعتمادًا على البيانات التى عُوِّضت القيم المفقودة بها بطريقة المتبرع فقط، وتؤكد قيمة الجذر التربيعى لمتوسط الخطأ المعياري (RMSE) لكل طريقة من الطرائق الثلاث نفس النتائج التى حُصِل عليها من خلال معاملات الارتباط، فكانت أقل قيم الجذر التربيعى لمتوسط الخطأ المعياري لطريقة الانحدار (0.310)، وجاءت فى المرتبة الثانية طريقة المتوسط (0.319)، وأخيرًا لطريقة المتبرع (0.906).

وعند مقارنة نتائج هذه الدراسة بنتائج الدراسات السابقة نجدها تتسق مع نتائج الدراسات الآتية:

- دراسة بوكوسا، هوانج، وكوهن (2000) التي أظهرت نتائجها أن التعويض بالمتبرع هو من أقل الطرائق التي استعملها الباحث دقة في التعويض عن القيم المفقودة بقيمة واحدة.
- دراسة ميرتفت، ستنسرود، وأولسن (2001) التي أظهرت نتائجها أن معالجة البيانات المفقودة بطريقتي التعويض بالمتوسط والتعويض من متبرع أفضل من طريقة حذف الحالة بالكامل.
- دراسة مسل، ورنر، يوباز، وجونز (2002) التي أشارت نتائجها إلى أن التعامل مع القيم المفقودة بطريقة الانحدار أفضل من التعامل معها بطريقة المتوسط.

ولا تتسق نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسة هوثورن وإليوت (2003) التي أظهرت نتائجها أن معالجة القيم المفقودة بطريقتي المتبرع والمتوسط أفضل من معالجتها بالطرائق الأخرى التي استعملها الباحث عندما تكون نسبة البيانات

المفقودة أقل من النصف، وتصبح طريقة المتبرع الأفضل عندما تكون نسبة البيانات المفقودة أعلى من النصف، ويمكن تفسير عدم الاتساق إلى اختلاف طبيعة البيانات المستخدمة في الدراستين (نتائج اختبارات تحصيلية عامة مقابل نتائج مقاييس نفسية)، ونسب فقدان البيانات (10% مقابل 20% على الأقل)، وعدم تحقق الباحثين من أن فقدان بياناتهم كان يحقق شروط الفقدان العشوائي التام الذي يُعدّ شرطًا لاستعمال هذه الطرق للتعامل مع البيانات المفقودة.

في ضوء ما توصلت إليه الدراسة من نتائج، وللحد من الآثار السلبية لاستخدام طرائق الحذف في معالجة القيم المفقودة التي تتمثل في ضعف صدق تمثيل عينة البيانات المتبقية بعد الحذف، وتحيزها الذي ينعكس سلبيًّا على دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد، يوصي الباحث بما يأتي:

1. استخدام طريقة التعويض عن القيم المفقودة باستخدام الانحدار أو متوسط الفرد على العبارات الأخرى غير المفقودة في حالة تقدير معالم الفقرات (الصعوبة والتمييز) ومعلم الأفراد (القدرة) بالنموذج ثنائي المعلمة؛ لأن تقديرات تلك المعالم كانت الأقرب لتقديرها بالقيم الحقيقية، ويظهر ذلك من قوة الارتباط وصغر قيمة متوسط الأخطاء المعيارية.
2. لا ينصح باستخدام التعويض عن القيم المفقودة من متبرع (شخص متقارب في السمات وليس لديه بيانات مفقودة) عند استخدام النموذج ثنائي المعلمة؛ لأن تقديرات المعالم كانت بعيدة عن تقديراتها بالقيم الحقيقية، ويظهر ذلك من قيم معاملات الارتباط وقيم متوسط الأخطاء المعيارية.
3. إجراء دراسات تختبر طرائق أخرى في معالجة القيم المفقودة لبيانات مقاييس متعددة الأبعاد ولسلالم استجابة غير ثنائية.

المصادر والمراجع

بني عواد، ع. (2010). مقارنة طرائق التعامل مع البيانات المفقودة في تقدير معالم الفقرات وقدرات الأفراد. رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة اليرموك: الأردن.

حسين، م. (2012)، ندوة حول الأساليب الإحصائية المستخدمة في التعامل مع القيم المفقودة في البحوث النفسية والتربوية، كلية التربية، جامعة الملك خالد: السعودية.

الدرابسة، ر. (2012)، أثر طريقة تقدير القدرة وطريقة التعامل مع القيم المفقودة على دقة تقدير معالم القدرات والأفراد، رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة اليرموك: الأردن.

علام، ص. (2005)، نماذج الاستجابة للمفردات الاختبارية أحادية البعد ومتعددة الأبعاد وتطبيقاتها في القياس النفسي والتربوي، القاهرة: دار الفكر العربي.

عيدة، ع. (2011)، ندوة حول الأساليب الإحصائية في معالجة القيم المفقودة في المسوح، المعهد العربي للتدريب والبحوث الإحصائية، عمان: الأردن.

Acock, A. (2005), Working with Missing Values, Journal of Marriage and Family, 67(4), 1012-1028.

Armstrong, J., and Collopy F. (1992), Error Measures For Generalizing About Forecasting Methods: Empirical Comparisons. International Journal of Forecasting 8 (1): 69–80.

Bihrmann K., and ErsbOll A. K. (2015). Estimating range of influence in case of missing spatial data: a simulation study on binary data, International Journal of Health Geographics, 14:1.

Bokossa, M., Huang, G., and Cohen, M. (2000), Imputation of test scores in The National Education Longitudinal Study, National Center for Educational Statistics (NELS:88), 191-196

Durrant, B. (2009). Imputation Methods for Handling Item-Nonresponse in Practice: Methodological Issues and Resent Debates, International Journal of Social Research Methods, 12(4), 293-304.

Elliott, P., and Hawthorne G. (2005). Imputing cross-sectional missing data: comparison of common Techniques, Australian and New Zealand Journal of Psychiatry, 39, P.583–590.

Finch, H. (2008). Estimation of Item Response Theory Parameters in the Presence of Missing Data, journal of Educational Measurement, 45(3), 225-245.

Finch, H. (2010). Imputation Methods for Missing Categorical Questionnaire Data: A Comparison of Approaches, journal of Data Science, 8, 361-378.

Hawthorne, G., and Elliott, P. (2004), Imputing Cross-Sectional Missing Data: Comparison of Common Techniques, Australian and new Zealand journal of Psychiatry, 39(7), 583-590.

HUISMAN, M. (2000). Imputation of Missing Item Responses: Some Simple Techniques, Quality and Quantity 34: 331–351.

Langkamp, D., Leman, A., and Lemeshow, S. (2010). Techniques for Handling Missing Data in Secondary Analyses of Large Surveys, Academic Pediatrics,10(3), 205-211.

McKnight, P., McKnight, K., Sidani, S., and Figueredo, A. (2007). Missing Data: A Gentle Introduction (Methodology in the Social Sciences). Guilford Publications, Inc. 72 Spring Street, New York.

Musil, C. M., Warner C. B., Yobas, P. K., and Jones S. L. (2002). A Comparison of Imputation Techniques for Handling Missing Data, Western Journal of Nursing Research, 24(7), 815-829.

Myers, T. A. (2011). Goodbye, Listwise Deletion: Presenting Hot Deck Imputation as an Easy and Effective Tool for handling Missing Data, Communication Methods and Measures, 5(4), 297–310

Myrtveit, I., Stensrud E., and Olsson U. (2001). Analyzing Data Sets with Missing Data: An Empirical valuation of Imputation Methods and Likelihood-Based Methods, IEEE TRANSACTIONS ON SOFTWARE ENGINEERING, VOL. 27, NO. 11, P. 999-1013.

Wayman, J. C. (2003). Multiple Imputation for Missing Data: What is it and How Can I use it Paper, presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago.

A Comparison between Three Methods for Handling Missing Data in General Exams

Jehad M. ALanati, Nezar R. ALlabdi, Mohammed I. Muqusqus *

ABSTRACT

The aim of this study was to identify the most accurate imputation methods handling missing data through comparing: Means Imputation, Hot-deck Imputation, and Regression Imputation.

In order to attain the purpose of the study a random sample of tenth grad student was chosen, it consisted of (2100) in which they completed their responses on all (30) MCQ in the general Math exam, these were used as a source data, ten percent (10%) of the data was eliminated in which it allow the data to meet the condition of Missing Completely at Random (MCAR), The Little Test showed that data is (MCAR). The missing values were handled by three imputation methods: Means Imputation, Hot-Deck Imputation, and Regression Imputation. Items and Persons Parameters were estimated by BILOG MG3 using Two Parameter Model.

In order to explore the most accurate Methods for Handling Missing Data the following statistical methods were used: Correlation methods, Fisher Z, t Paired Sample Tests, and RMSE. In order to explore the most accurate Methods for Handling Missing Data the following statistical methods were used: Correlation methods, Fisher Z, t Paired Sample Tests, and RMSE. The results of the study showed that the most accurate methods in estimating paragraphs parameters are in the following order: Regression Imputation, Means Imputation, Hot-deck Imputation.

Keywords: Missing Data, Incomplete Data, Handling Missing Data, Estimation Items and Persons Parameters in Missing Data

* Faculty of Educational Sciences, The University of Jordan, Jordan (1.3); Taibah University, Saudi Arabia (2). Received on 21/9/2015 and Accepted for Publication on 20/1/2016.