البحث الخامس

مقارنة بين طريقتي كيرنل وقوس الدائرة في معادلة درجات اختبار في عينات صغيرة.

د. نضال الشريفين *

أ. محمد أبو عناز **

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى المقارنة بين طريقتي كيرنل "Kernel"، وقوس الدائرة "Circle-Arc" في معادلة درجات اختبار في عينات صغيرة، ولتحقيق هدف الدراسة تمّ بناء نموذجين لاختبار تحصيلي؛ عدد فقرات كل منهما (25) فقرة من نوع الاختيار من متعدد، ولكل فقرة أربعة بدائل، مستخدماً تصميم المجموعات المتكافئة لجمع البيانات مع حجوم مختلفة من العينات (15، 25، 50، 100) طالبة من أفراد مجتمع الدراسة البالغ عددهن (741) طالبة، وتم الحكم على دقة المعادلة باستخدام الخطأ المعياري للمعادلة.

أظهرت النتائج أنَّ طريقة قوس الدائرة كانت أكثر دقة من طريقة كيرنل؛ إذ كانت قيمة الخطأ المعياري لطريقة قوس الدائرة أقل منها في طريقة كيرنل، وكذلك أظهرت النتائج أنّ قيم الأخطاء المعيارية تقل بزيادة حجم العينة لكلا الطريقتين.

الكلمات المفتاحية: معادلة الاختبارات، المجموعات المتكافئة، طريقة قوس الدائرة، طريقة كيرنل.

---

* أستاذ مشارك في قسم القياس والتقويم – كلية التربية- جامعة اليرموك – الأردن.

** مدرس رياضيات – ماجستير في القياس والتقويم - جامعة اليرموك – الأردن.

1. مقدمة الدراسة:

تحتاج القرارات المتصلة بعملية اختيار الأفراد لتوظيفهم في مؤسسة للعمل، أو لقبولهم كطلبة في مؤسسة تربوية، إلى معلومات رصينة، وتحقيق شروط ومعايير محددة، وتعد الاختبارات من أهم الأدوات الرئيسة لعملية القياس والتقويم.

وبما أنَّ هناك مواقف كثيرة تتطلب استخدام نماذج متعددة من الاختبار لعوامل مختلفة؛ منها: تجنب آثار تطبيق الاختبار نفسه أكثر من مرة، وضمان سرية الاختبار، وتحقيق العدالة بين المفحوصين لذلك من الأهمية بمكان أن تكون هذه الدرجات المتحصل عليها من النماذج المختلفة من الاختبار قابلة للمقارنة لضمان أنَّ المفحوصين تم تقييمهم بطريقة عادلة خاصة في الاختبارات التحصيلية التي يتم على أساسها المفاضلة بينهم (Meng, 2012).

وعلى الرغم من أنَّ مطوري الاختبارات يبذلون الكثير من الجهد حتى تكون هذه النماذج متكافئة، إلاَّ أنَّه من الصعب تحقيق هذا الهدف في معظم الأحيان لذلك فإنَّ نماذج الاختبار تختلف على الأقل في درجة الصعوبة (Kolen & Brennan, 2014)، وعند استخدام هذه النماذج في اختبار مجموعات مختلفة من المفحوصين، فمن المتوقع أن تتباين النتائج؛ فالذين استجابوا للنموذج الأسهل سيحصلون على درجات ملاحظة مرتفعة، والذين استجابوا للنموذج الأصعب سيحصلون على درجات متدنية لذلك فإنَّ استخدام هذه الدرجات قد يقود إلى قرارات خاطئة، وقد يكون له عواقب وخيمة على الفرد أو المؤسسة التي ينتمي لها بصورة عامة لأنّ دقة القرار تعتمد على دقة المعلومات المتوافرة لأنَّ الحصول على معلومات صادقة يشكل حجر الزاوية في عملية التقويم (عودة، 2010).

ويقصد بمعادلة درجات الاختبار إجراء تحويل نظام وحدات القياس الخاص بأحد النموذجين إلى نظام وحدات القياس الخاص بالنموذج الآخر، بحيث تصبح القياسات المستمدة من درجات كل من النموذجين متكافئة بعد إجراء هذا التحويل، بحيث يتم بناء النموذجين لنفس المحتوى والأهداف والخصائص الإحصائية لتجاوز الآثار التي يتركها الفرق بين متوسطات مستويات الصعوبة والتمييز للفقرات على درجات الاختبار (Kolen & Brennan, 2014).

حظيت معادلة درجات نماذج مختلفة من اختبار وما تزال باهتمام الباحثين إذ اعتمدوا بشكل واسع على استخدام العينات الكبيرة، وابتعدوا عن استخدام العينات الصغيرة لعدة أسباب؛ منها: أنَّ الخطأ المعياري من أهم المؤشرات على دقة المعادلة؛ إذ يتناسب الخطأ المعياري للمعادلة تناسباً عكسياً مع حجم العينة؛ فيقل بزيادة حجمها ويزداد بنقصانه، ومن المعيقات كذلك أنَّ الدرجات الملاحظة لاستجابات

الطلبة على فقرات الاختبار قد لا تغطي متصل درجات الاختبار نتيجة لقلة عدد المفحوصين، خصوصاً إذا كان عدد فقرات الاختبار أكبر من عدد المفحوصين، أو إذا كانت مجموعة المفحوصين متجانسة (Kim, von Davier & Haberman, 2006)، لذلك كانت الطرائق والإجراءات التي تم تطويرها تناسب العينات الكبيرة، لكن السؤال الذي يطرح هنا: هل الطرائق والإجراءات المستخدمة في معادلة الدرجات باستخدام العينات الكبيرة تناسب معادلة الدرجات باستخدام العينات الصغيرة؟

في الفترة الأخيرة وجّه بعض الباحثين اهتمامهم للعينات الصغيرة؛ وظهرت طرائق مبتكرة لتحسين دقة المعادلة عند استخدام العينات الصغيرة، فقد أجرى "ليفنچستون وكيم" (Livingston & Kim, 2008) دراسة هدفت إلى التعريف بطريقة قوس الدائرة كطريقة جديدة لمعادلة درجات اختبار إذ تضمنت هذه الطريقة إصدارين: "Symmetric Circle-Arc" و"Simplified Circle-Arc"، وتمت المقارنة بين طريقة قوس الدائرة بإصداريها مع الطرائق (تكر، ليفين، السلاسل الخطية، الوسط الحسابي، سلاسل المئينات المتساوية)، وأشارت النتائج إلى أفضلية "Simplified Circle-Arc" تبعاً لمعيار الأخطاء المعيارية، وفي دراسة أخرى "ليفنچستون وكيم" (Livingston & Kim, 2009) هدفت إلى مقارنة "Simplified Circle-Arc" مع الطرائق (تكر، ليفين، السلاسل الخطية، الوسط الحسابي، سلاسل المئينات المتساوية) في العينات الصغيرة، أشارت النتائج إلى إيجابية هذه الطريقة بالمقارنة مع الطرائق السابقة خصوصاً للدرجات الواقعة تحت المئين (10) وفوق المئين (90)، وفي السياق نفسه أجرى "ليفنچستون وكيم" (Livingston & Kim, 2010) دراسة هدفت إلى مقارنة طريقة قوس الدائرة بإصداريها مع الطرق التقليدية الأخرى وطريقة المئينات المتساوية للحكم على دقة المعادلة مستخدماً (RMSD) مؤشراً على دقة المعادلة، وكانت النتائج مشابهة للدراستين السابقتين.

أمّا دراسة (Sunnassee, 2011) فقد هدفت إلى تقييم دقة سبع طرائق للمعادلة (المحايدة، قوس الدائرة، السلاسل الخطية، السلاسل المئينية الممهدة، تقدير التكرارات الممهدة، تكر، ليفين) مع الحجوم (25، 50، 100، 200، 400)، وأشارت النتائج إلى أفضلية طريقة قوس الدائرة على الطرائق الأخرى تبعاً لمعيار الأخطاء المعيارية.

وفي دراسات أخرى اعتمدت إجراء تمهيد أو تمليس "Smoothing" للدرجات قبل إجراء المعادلة للحد من خطأ المعادلة، واستخدمت لأول مرة من قبل الباحثين "هولاند وثاير" تحت عنوان طريقة كيرنل للمعادلة (Von Davier, Holland & Thayar, 2004)، وأجرى العكور (Akour, 2006) دراسة هدفت إلى المقارنة بين ثلاثة أشكال لطريقة معادلة المئينات المتساوية

وشكلين لطريقة كيرنل "kernel"، وأشارت النتائج إلى أنَّ جميع طرائق المعادلة كانت أكثر دقة من الطرائق غير الممهدة "Unsmoothed Method" وفقاً لمعيار الأخطاء المعيارية، وأجرت "قودفري" (Godfrey, 2007) دراسة هدفت إلى المقارنة بين طريقة كيرنل، وطريقة معادلة الدرجات الحقيقية في نظرية استجابة الفقرة، وأشارت النتائج إلى أنَّ طريقة كيرنل خيار قابل للتطبيق خاصة في الحالات التي يكون فيها حجم العينة صغيراً أو الفقرات أقل، أمّا (المحروق، 2011) فقد هدفت دراسته إلى المقارنة بين طريقة كيرنل، وطريقة المئينات المتساوية، وطرائق نظرية استجابة الفقرة، وأشارت النتائج أنّ طريقة استجابة الفقرة أكثر الطرائق دقة، تليها طريقة كيرنل، وأجرى (الدويري، 2012) دراسة هدفت إلى المقارنة بين طريقة كيرنل، وطريقة المئينات المتساوية، لمعادلة نموذجين من اختبار في ضوء الاختلافات في شكل التوزيع، وأشارت النتائج إلى أفضلية طريقة كيرنل في حال تساوي النموذجين في قيمة الالتواء. أمّا نتائج دراسة "مينغ" (Meng, 2012) فقد أظهرت أنَّ طريقة كيرنل أكثر استقراراً وثباتاً مقارنة مع طريقة المعادلة وفق نظرية استجابة الفقرة.

وبعد الاطلاع على الدراسات السابقة وخصوصاً العربية منها لم يعثر الباحثان على أي دراسة تهتم بالمقارنة بين طريقتي كيرنل وقوس الدائرة في معادلة درجات اختبار في العينات الصغيرة. لذلك جاءت هذه الدراسة للكشف عن أثر الحجوم المختلفة للعينات الصغيرة وطريقة المعادلة في دقة المعادلة.

2. الشعور بمشكلة الدراسة وتحديدها:

تتضمن عملية معادلة درجات الاختبار نوعين من الخطأ (Kolen & Brennan, 2014)، الخطأ المنتظم للمعادلة"Systemic Equating error"، والخطأ العشوائي "Random Equating error" الذي يكون نتيجة استخدام عينة من المفحوصين لحساب اقتران المعادلة للاختبار: فالعينة الكبيرة والممثلة للمجتمع على نحو كافٍ يكون خطؤها العشوائي صغيراً، ويكون اقتران المعادلة المشتق من هذه العينة مشابهاً وبدرجة كبيرة لاقتران المعادلة المشتق من مجتمع الدراسة، ولكن عندما يكون حجم العينة صغيراً ولا يمثل المجتمع جيداً فإنَّ اقتران المعادلة المشتق من هذه العينة قد لا يكون دقيقاً (Sunnassee, 2011)؛ ونتيجة لذلك فقد يفرض حجم العينة مشكلة عند طرح نموذج جديد للاختبار الذي يجب معادلته لنموذج سابق موجود على المقياس؛ وبناءً على هذا فإنَّ حجم العينة الصغير قد يكون عائقاً أمام إجراء المعادلة لنموذجين من الاختبار، لأنَّ الطرائق والإجراءات التي تم تطويرها عبر السنوات الماضية في معادلة الدرجات تناسب العينات الكبيرة؛ ولهذا يطرح السؤال: كيف لنا إجراء معادلة

لدرجات اختبار عندما نكون ملزمين بعينات صغيرة؟ وما الطريقة الأكثر ملاءمة لمعادلة العينات الصغيرة في النظرية التقليدية؟

وبالتحديد سوف يتم الإجابة عن السؤال الآتي: هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α=0.05) في دقة معادلة اختبار الرياضيات تعزى لطريقة المعادلة (قوس الدائرة، وكيرنل) وحجم العينة (15، 25، 50، 100) والتفاعل بينهما؟

3. هدف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى تحديد أثر حجوم العينات الصغيرة المختلفة في دقة المعادلة عند استخدام معيار الخطأ المعياري للمعادلة، واستكشاف خصائص ومزايا كل من طريقتي المعادلة (كيرنل، قوس الدائرة) باختلاف حجوم العينات.

4. أهداف الدراسة:

تبرز أهمية الدراسة في جانبين:

4. 1. الأهمية النظرية؛ وتتمثل في: الكشف عن الطريقة المثلى في معادلة الاختبارات عندما تكون حجوم العينات صغيرة، وذلك بمقارنة طريقة كيرنل بطريقة قوس الدائرة دون إدعاء أفضلية طريقة على أخرى؛ بحيث تحدد النتائج التجريبية مزايا كل طريقة وعيوبها، وتسهم في دعم القاعدة النظرية للبحوث المتعلقة بمعادلة الدرجات لاختبار ما؛ خصوصاً في العينات الصغيرة.

4. 2. الأهمية العملية: إذ يأمل الباحثان بأنَّ نتائج الدراسة ستشجع على المزيد من الأبحاث في معادلة الدرجات باستخدام طرق أخرى لجمع البيانات، وأن يفيد منها مطورو الاختبارات، والمراكز المتخصصة في بناء الاختبارات ومعادلتها، والجهات المهتمة بتطوير الاختبارات؛ حيث تقدِّم الطريقتان (كيرنل، قوس الدائرة) حلولاً لمعادلة الدرجات خصوصاً عند ندرة البيانات.

5. محددات الدراسة:

5. 1. طالبات فرع الإدارة المعلوماتية للصف الثاني الثانوي في المدارس الحكومية في محافظة عجلون في الفصل الثاني للعام الدراسي 2015/2014م.

5. 2. اقتصر محتوى نموذجي الاختبار على وحدة التكامل من كتاب الرياضيات المقرر من وزارة التربية والتعليم لطلبة الصف الثاني الثانوي فرع الإدارة المعلوماتية 2015/2014م.

6. التعريفات الإجرائية لمصطلحات الدراسة:

6. 1. معادلة الاختبار "Testing Equating": تحويل نظام الدرجات الملاحظة على نموذج الاختبار الأول إلى نظام الدرجات على النموذج الثاني باستخدام طريقة كيرنل وطريقة قوس الدائرة في المعادلة، بحيث يمكن استخدام درجات كل من النموذجين تبادلياً.

6. 2. طريقة كيرنل: إحدى طرائق المعادلة اللامعلمية التي تتبع النظرية التقليدية في معادلة درجات نموذجي اختبار؛ تقوم باستبدال توزيعات الدرجات المنفصلة بتوزيعات متصلة قبل إجراء المعادلة.

6. 3. طريقة قوس الدائرة: هي أيضاً من طرائق النظرية التقليدية في معادلة الدرجات وتقوم على تحديد نقطتي البداية والنهاية لكل نموذج من الاختبار بتحديد أكبر وأصغر قيمة ممكنة في كل نموذج، أما نقطة المنتصف فيتم تحديدها من خلال الوسط الحسابي للدرجات لكلا النموذجين.

6. 4. الخطأ المعياري للمعادلة "Standard Error of Equating": يمثل الانحراف المعياري للدرجات المعادلة لعينة المفحوصين، ويستخدم وسيلة للتعبير عن دقة المعادلة وفاعليتها، ويستعمل أيضا في تقدير حجم العينة المطلوب ليحقق مستوى معين من دقة المعادلة، كما يستعمل أيضا للمقارنة بين طرائق المعادلة وتصاميمها.

7. الإطار النظري:

7. 1. اقترح العديد من الباحثين شروط ومتطلبات لعملية تحويل الدرجات من نموذج لآخر حتى ترتقي إلى مفهوم المعادلة؛ ومن هذه المتطلبات (Dorans, Moses & Eignor, 2011):

7. 1. 1. أن تقيس اختبارات البناء نفسه "Same Construct".

7. 1. 2. تساوي الثبات أي تتم معادلة نماذج الاختبارات التي لها نفس المستوى من الثبات.

7. 1. 3. أن يتحقق التماثل "Symmetry" أي عدم تغير المعادلة بين نموذجي الاختبار بغض النظر عن أيهما عدّ الأساس في المعادلة.

7. 1. 4. أن يتحقق شرط التساوي في توزيع الدرجات "Equity"، ويكون التوزيع التكراري الشرطي "Conditional frequency distribution" للدرجات على النموذج بعد التحويل هو التوزيع التكراري الشرطي نفسه للدرجات على النموذج الآخر وذلك لكل مجموعة من المفحوصين.

7. 1. 5. اللاتباين في مجتمع الدراسة: أي يجب أن يبقى تحويل الدرجات كما هو بغض النظر عن مجموعة المفحوصين التي تستمد منها الدرجات (Andersson, 2014).

وتعد الطرائق اللامعلمية "Nonparametric Methods" في معادلة الدرجات أكثر ملاءمة عندما تكون المتغيرات مقاسة بمقياس رتبي أو اسمي؛ إذ إنَّ هذه الطرائق لا تتطلب افتراضات حول المجتمعات الإحصائية؛ ومن هذه الطرائق ضمن النظرية التقليدية التي ظهرت حديثاً وتلائم بيانات وظروف البحث الحالي طريقة كيرنل "Kernel Equating"، وطريقة قوس الدائرة "Circle- Arc".

7. 2. طريقة كيرنل "Kernel Equating":

تمتاز طريقة "kernel" بأنها تعادل الدرجات على فترة متصلة (von Davier et al., 2004)، وتعد كيرنل من أشكال المعادلة الخطية عندما يكون عرض النطاق "bandwidths" كبيراً، ومن ميزات كيرنل أنَّ لها افتراضات رياضية قليلة (Meng, 2012).

7. 2. 1. خطوات تنفيذ طريقة كيرنل للمعادلة عند استخدام تصميم المجموعات المتكافئة:

7. 2. 1. 1. التمهيد القبلي: يتم وضع جدول التوزيع التكراري لدرجات المفحوصين الملاحظة ولنموذجي الاختبار، وتحسب الإحصاءات الوصفية لها، ثم تتم مطابقة نماذج اللوغاريتم الخطي "Log-Linear Models" للدرجات الملاحظة للمفحوصين لأنَّ نماذج اللوغاريتم الخطي هي الأفضل لمرونتها في مطابقة أنواع مختلفة من توزيعات الدرجات "Score Distribution" لأنها تحافظ على الخصائص الإحصائية لتوزيعات الدرجات الملاحظة، ويعمل تمهيد الدرجات على تقليل أو إزالة النتوءات في التوزيع التجريبي (الدرجات الملاحظة) التي تأتي من أخطاء العينة (Lee & von Davier, 2011)، وبذلك يكون اقتران المعادلة أكثر ثباتاً، ومن الممكن تجاوز هذه الخطوة واستخدام الدرجات الملاحظة، لإجراء المعادلة بشكل مباشر إلاَّ أنّ استخدام التمهيد القبلي يعمل على تحسين دقة النتائج (Kolen & Brennan, 2014).

7. 2. 1. 2. تقدير احتمالات الدرجة: بعد مطابقة معالم النموذج للدرجات الملاحظة يبقى التوزيع منفصلاً، ويشمل نفس مدى توزيع الدرجات الملاحظة، وفي هذه الخطوة تنشأ الحاجة إلى حساب متجهين: r_j، s_k.

r_j: احتمال كل درجة ممكنة من درجات النموذج الأول.

s_k : احتمال كل درجة ممكنة من درجات النموذج الثاني.

وتستخدم المعادلات التالية في حسابها:

$$r_j = \text{Prob}\{x = x_j / T\}$$
$$s_k = \text{Prob}\{y = y_k / T\}$$

حيث إنّ: $j = 1,2,3,\dots,J$ ، $k = 1,2,3,\dots,K$

ومن ثم يمكن استخدام المتجهين السابقين فيما بعد لحساب "SEE" في الخطوة الأخيرة، ويتم في هذه الخطوة تعريف واستخدام اقتران التصميم، وهذا الاقتران يختلف باختلاف تصميم جمع البيانات المستخدم، وفي هذا التصميم يعرف اقتران التصميم على أنَّه الاقتران المحايد.

7. 2. 1. 3. تحويل الانفصال إلى اتصال "continuization": يتم استخدام التقريب لتقدير لحظات الانفصال في المنحنى المتجمع الصاعد الذي حصلنا عليه من خطوة التمهيد القبلي؛ إذ يعدّ التمهيد بكيرنل وسيلة تمهيد لا معلمية يعمل على جعل المتغير العشوائي المنفصل (X) (درجات النموذج الأول من الاختبار) متصلاً، بإضافة المتغير العشوائي المستقل المتصل (V) (وV قد يكون Gaussian أو Logistic أو Uniform) مضروباً بعرض النطاق "bandwidth" (h_x) بحيث تحدد قيم (h_x) وفقاً لأغراض عملية وتكون معادلة التقريب المتصل للمتغير العشوائي (X) كما يلي: $X(h_x)=x+h_xv$؛ حيث $X(h_x)$: التقريب المتصل للمتغير العشوائي (X)، وتعد معادلة التقريب المتصل للمتغير العشوائي، الفكرة المركزية للتميهد بكيرنل، بحيث تتأثر نتائج عمليات تقريب الاتصال من التوزيعات المنفصلة بمقدار عرض النطاق، وهذا يقود الى إنتاج اقترانات للتوزيع أكثر تمهيداً، وتوجد طرائق مختلفة لاختيار طول hx، لمزيد من التفصيل ارجع إلى (Andersson & von Davir, 2014).

7. 2. 1. 4. إجراء المعادلة "Equating": بعد أنْ يتم توزيع الدرجات في نقاط محددة، تكون الخطوة التالية حساب معادلة كيرنل، وتتم معادلة درجات النموذج (X) إلى (Y) بالمعادلة:

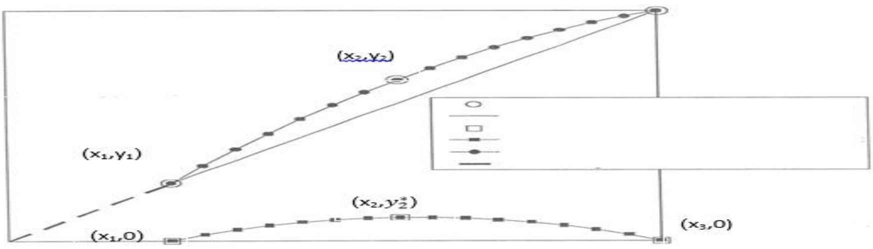
$e_y(x) = G^{-1}(F(X))$ علماً أن $G^{-1}(F(X))$ هو الاقتران النظير (المكعوس) للتوزيع التراكمي للنموذج (X)، وحيث إنَّ بيانات الاختبار تتألف من أعداد صحيحة فإن الاقتران السابق غير معرف عند نقاط كثيرة "نقاط التشعب "لهذا السبب نجد التقريب المتصل للتوزيع التراكمي في معادلة كيرنل (Andersson & von Davier, 2014)، وتتم معادلة النموذج (Y) إلى النموذج (X) بالمعادلة $e_x(y) = G^{-1}(F(y))$ حيث: $G^{-1}(F(y))$ الاقتران النظير (المكعوس) للتوزيع التراكمي للنموذج (Y).

7. 2. 1. 4. التحقق من دقة المعادلة: يتم في هذه الخطوة حساب الخطأ المعياري "SEE" للمعادلة؛ والخطأ المعياري للمعادلة يحدد مقدار الدقة في عملية المعادلة لنماذج الاختبار، ويمكن حساب الخطأ المعياري لمعادلة (X) إلى (Y) باستخدام معادلات معينة تعتمد على نوع التصميم المستخدم في جمع البيانات.

7. 3. طريقة قوس الدائرة "Circle –Arc":

قدم الباحثان "Livingston and Kim" طريقة قوس الدائرة في معادلة درجات نموذجين من الاختبار، ويمر منحنى المعادلة بالنقطتين (X1,Y1)، (X3.Y3)؛ كما في الشكل رقم (1)، بحيث يمثل X3 النهاية العظمى للنموذج الأول، وY3 النهاية العظمى للنموذج الثاني من الاختبار، وتمثل X1 النهاية الصغرى للنموذج الأول وY1 النهاية الصغرى للنموذج الثاني، ويتم تحديد نقطة المنتصف بطرائق مختلفة تبعاً للتصميم المستخدم في جمع البيانات، وتكون النهاية الصغرى في اختبارات الاختيار من متعدد مساوية لدرجة التخمين، وتتميز هذه الطريقة بمتطلباتها القليلة بحيث يكفي تحديد نقطة واحدة على منحنى المعادلة من بيانات العينة الصغيرة ليتم تقديرها.

وتتفرد هذه الطريقة بقدرتها على معادلة الدرجات الواقعة تحت المئين (10) وفوق المئين (90) بحيث يمكن معادلة نماذج من اختبار في الحالات التي يكون فيه أعداد المتقدمين للاختبار لا يحقق شروط الطرائق الأخرى في النظرية التقليدية، وأشارت نتائج دراسة ليفنجستون وكيم إلى أنَّ هذه الطريقة يمكن أن تحل مكان طريقة المعادلة باستخدام الوسط الحسابي للعينات الصغيرة لأنها أكثر دقة وخصوصاً عند ذيلي التوزيع، والدقة في هذه المنطقة مهمة جداً خصوصاً إذا احتوت هذه المنطقة (ذيلي التوزيع) درجة القطع، كذلك في الحالات التي يكون فيها الاختلاف في درجة صعوبة النماذج المختلفة من الاختبار واضحة والعينات صغيرة، وفي حالة ندرة أو غياب البيانات، فإنَّ المعادلة باستخدام طريقة المئينات المتساوية تصبح غير ممكنة، لهذا نلجأ إلى الطرائق الممهدة لتقدير احتمالات الدرجة في هذه المنطقة، لأنَّ الطرائق الممهدة تعطي مطابقة جيدة في حالة وجود بيانات؛ فإنَّ احتمالات الدرجة المقدرة نتيجة لغياب البيانات يمكن أن يقود إلى معادلة مشكوك بدقتها لذلك تقدم طريقة قوس الدائرة كحل لهذه المعضلة، (Livingston & Kim, 2010)، وقد استخدم الباحثان الإصدار "Simplified Circle-arc" في هذه الدراسة.



شكل 1

تمثيل بياني لطريقة قوس الدائرة في معادلة الدرجات الاصدار الثاني simplified circle-arc

7. 3. 1. تنفيذ معادلة قوس الدائرة؛ وتتلخص بالخطوات الآتية:

7. 3. 1. 1. يتم جدولة العلامات الملاحظة وهي مجموع الدرجات على فقرات الاختبار لكل مفحوص بحيث يحتوي الجدول التكراري العلامة الخام، وتكرارها لكل من نموذجي الاختبار المراد معادلة درجاته، ومن ثم نجد الوسط الحسابي.

7. 3. 1. 2. يتم تحديد إحداثيات نقطتي النهاية العظمى والنهاية الصغرى للاختبار.

7. 3. 1. 3. يتم تحديد نقطة المنتصف، بحيث يمثل الإحداثي السيني للنقطة الوسط الحسابي للنموذج الأول والإحداثي الصادي الوسط الحسابي للنموذج الثاني، وهذه الطريقة تخص تصميم جمع البيانات باستخدام المجموعات المتكافئة.

7. 3. 1. 4. إذا لم تقع نقطة المنتصف على الخط الواصل بين نقطتي النهاية، نجد y_2^*؛ حيث $y_2^* = y_2 - x_2$ لأن معادلة الخط المستقيم الواصل بين نقطتي النهاية هي: $l(x) = x$ ؛ وتمثل هذه المعادلة معادلة الاقتران المحايد.

7. 3. 1. 5. نسقط نقطتي النهاية على محور السِّينات، بحيث تصبح إحداثيات النقطتين (x_1,y_1)، (x_3,y_3) على التوالي $(x_1,0)$، $(x_3,0)$ لأنَّ $y_1^* = y_3^* = 0$.

7. 3. 1. 6. نسقط نقطة المنتصف (x_2,y_2) على محور السينات وتصبح (x_2,y_2^*).

7. 3. 1. 7. نجد إحداثيات مركز الدائرة والتي تمر بالنقاط $(x_{1,}\ 0)$، (x_2,y_2^*)، $(x_3,\ 0)$ بحيث تعبر المعادلة التالية عن الإحداثي السيني $x_c = \frac{(x_3^2 - x_1^2)}{2\times(x_3 - x_1)}$، والمعادلة التالية عن الإحداثي الصادي $y_c = \frac{\left((x_1^2)(x_3-x_2)\right)-\left((x_2^2+y_2^{*2})(x_3-x_1)\right)+\left((x_3^2)(x_2-x_1)\right)}{2[y_2^*(x_1-x_3)]}$.

7. 3. 1. 8. يتم حساب طول نصف القطر باستخدام المعادلة $r = \sqrt{(x_c - x_1)^2 + y_c^2}$.

7. 3. 1. 9. يتم حساب قيمة الدرجة المعادلة للاختبار من النموذج الأول إلى النموذج الثاني باستخدام المعادلة $y_x = y_c \pm \sqrt{r^2 - (x - x_c)^2} + L(x)$.

فإذا كان النموذج الأول أصعب من النموذج الثاني؛ أي أنَّ الوسط الحسابي للنموذج الثاني أكبر من الوسط الحسابي للنموذج الأول، فإنَّ نقطة المنتصف سوف تقع فوق الخط المستقيم، ونستخدم المعادلة $y_x = y_c + \sqrt{r^2 - (x - x_c)^2} + L(x)$، وفي الحالة التي يكون فيها النموذج الأول أسهل من النموذج الثاني تكون المعادلة $y_x = y_c + \sqrt{r^2 - (x - x_c)^2} + L(x)$.

8. الطريقة والإجراءات:

8. 1. مجتمع الدراسة: تكون مجتمع الدراسة من جميع طالبات الصف الثاني الثانوي فرع الإدارة المعلوماتية بالمدارس الحكومية في محافظة عجلون للعام الدراسي 2015/2014م؛ وقد بلغ عددهن (741) طالبةً.

8. 2. عينة الدراسة: تم اختيار عينة الدراسة بالطريقة العشوائية العنقودية والبالغ حجمها (380) طالبةً؛ بواقع (190) طالبةً وُزِّع عليهن النموذج الأول، و(190) طالبةً وُزِّع عليهن النموذج الثاني من الاختبار.

8. 3. أداة الدراسة: لأغراض إنجاز هذه الدراسة؛ تم بناء اختبار تحصيلي في وحدة التكامل لمبحث الرياضيات، وأثناء بناء نموذجي الاختبار ووضعه في صيغته النهائية، تم الاسترشاد بالأسس المتبعة في تصميم اختبارات التحصيل الصفية التي ذكرها (عودة، 2010؛ Crocker & Algina, 1986)؛ فحُلل المحتوى الدراسي لتحديد نتاجات التعلم وفي ضوء ذلك تم بناء جدول المواصفات للاختبار بحيث قسمت وحدة التكامل المتضمنة في الاختبار إلى موضوعات لتحديد مستويات المجال المعرفي بتحديد وزن كل درس بالنسبة للدروس الأخرى، وتحديد وزن كل مستوى، وتم تحديد وزن كل درس، عن طريق ضرب النسبة المئوية للدرس في النسبة المئوية للمستوى.

تم صياغة فقرات الاختبار بنموذجيه؛ واعتماد الفقرات ذات الإجابة المنتقاة وفقاً للقواعد المتبعة في معرض صياغتها، بالإضافة إلى الاستعانة بأسئلة وزارة التربية والتعليم للسنوات السابقة الخاصة بهذه الوحدة؛ واحتوى كل نموذج على (25) فقرة من نوع الاختيار من متعدد ولكل فقرة أربعة بدائل، أحدها يمثل الإجابة الصحيحة، وللتحقق من الصدق الظاهري للاختبار تم عرض النماذج الأولية للاختبار وجداول المواصفات، وتحليل المحتوى، والنتاجات التعليمية، على مجموعة من المختصين والخبراء بهدف مراجعة الموضوعات التي تضمنها الاختبار، والتحقق من صحة صياغة النتاجات التعليمية، ومدى ملاءمتها للمقرر الدراسي، وفي أي مستوى من مستويات المجال المعرفي تقع: (المعرفة والتذكر، الفهم، التطبيق، التحليل، التركيب، التقويم)، واقتراح إضافة أية فقرات جديدة أو حذف أية فقرات أو تعديلها، وكذلك لأخذ وجهات نظرهم في مدى صدق فقرات الاختبار في قياس النتاج المحدد، واقتراح ما يرونه من تعديل، وقاموا بإجراء بعض التعديلات وإبداء الملاحظات حول بعض الفقرات، وقد تم الأخذ بها وتعديل جدول المواصفات وفقرات الاختبار في ضوئها.

وقد أشارت تعليمات الاختبار إلى أنَّ لكل فقرة علامة واحدة، ثم طبق الاختبار بنموذجيه على عينة مكونة من (116) طالبةً من خارج عينة الدراسة النهائية المستهدفة فطُبِّق كل من النموذجين على (58) طالبةً، وتمت مراقبة عملية التطبيق لتدوين أية ملاحظات قد تحدُّ من وضوح الاختبار من حيث

عباراته أو كلماته أو تعليماته من وجهة نظر الطالبات المستجيبات، وتم تسجيل الوقت الذي استغرقته كل طالبة في العينة الاستطلاعية في الإجابة عن فقرات الاختبار، وبناءً عليه تم تحديد زمن الاختبار بـ (60 دقيقة).

بعد تطبيق نموذجي الاختبار على عينة تحليل الفقرات إحصائياً تبين أنّ قيم معاملات الصعوبة لنموذج اختبار وحدة التكامل الأوَّل قد تراوحت بين (0.23) وحتى (0.72)، بوسط حسابي مقداره (0.51)، وانحراف معياري مقداره (0.14)، وقيم معاملات الارتباط بين الفقرات لنموذج اختبار وحدة التكامل الأوَّل تراوحت بين (0.098) وحتى (0.413)، بوسط حسابي مقداره (0.258606667)، وانحراف معياري مقداره (0.05)، وقيم معاملات التمييز له تراوحت بين (0.37) وحتى (0.57)، بوسط حسابي مقداره (0.48)، وانحراف معياري مقداره (0.05)، وقيم معاملات الصعوبة للنموذج الثاني تراوحت بين (0.24) وحتى (0.72)، بوسط حسابي مقداره (0.50)، وانحراف معياري مقداره (0.14)، وقيم معاملات الارتباط بين الفقرات لنموذج اختبار وحدة التكامل الثاني تراوحت بين (0.089) وحتى (0.389)، بوسط حسابي مقداره (0.287736426)، وانحراف معياري مقداره (0.054)، وقيم معاملات التمييز له تراوحت بين (0.34) وحتى (0.59)، بوسط حسابي مقداره (0.47)، وانحراف معياري مقداره (0.06)، وتم حساب معامل ارتباط بيرسون بين درجات طالبات العينة الاستطلاعية لكلا النموذجين مع الدرجات الخاصة بمبحث الرياضيات في الفصل الأوَّل، وقد بلغت للنموذج الأوَّل (0.84)، وللنموذج الثاني (0.86)، وتعد هذه القيم مقبولة لأغراض تطبيق المقياس ومؤشراً على توفر الصدق للنموذجين، وتم حساب ثبات الاتساق الداخلي باستخدام معادلة كودر-ريتشاردسون 20 (KR-20) للنموذج الأوَّل؛ حيث بلغت قيمته (0.90)، وللنموذج الثاني (0.89)، وتعد هذه القيم مقبولة وفق ما أشار إليه (عودة، 2010).

وأخيراً تمّ تطبيق أداة الدراسة بصورتها النهائية على عينات الدراسة المختلفة كلٍّ في مدرستها، وبشكل جماعي داخل غرفة الصف، وفقاً للبرنامج الزمني المعدُّ مسبقاً والمتفق عليه مع معلمات الرياضيات؛ وتم الاستعانة بالمعلمات في مدارس العينة في توزيع نموذجي الاختبار على الطالبات والمراقبة، وتوفير الأجواء المناسبة للاختبار.

8. 4. المعالجات الإحصائية:

تم حساب كل من الدرجات المعادلة للدرجات الملاحظة والأخطاء المعيارية للدرجات المعادلة على اختلاف حجوم العينات لطريقة المعادلة كيرنل باستخدام البرمجية "Kequate"، وأسلوب معادلة ما بعد

المطابقة "Post Stratification-PSE" (Andersson, Branberg & Wiberg, 2013)، وطريقة المعادلة قوس الدائرة باستخدام "Equate" (Albano, 2010) ضمن البيئة البرمجية "R pakage"، والرزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) لحساب الأوساط الحسابية، والانحرافات المعيارية للأخطاء المعيارية للدرجات الملاحظة المعادلة لاختبار الرياضيات من النموذج (الأوّل إلى الثاني) وفق طريقتي المعادلة وفقاً لحجم العينة، وتحليل التباين للقياسات المتكررة وفقاً لحجم العينة، والمقارنات البعدية باستخدام اختبار "Bonferroni" وفقاً لحجم العينة، كما تم إنشاء رسم بياني يوضح التفاعل الثنائي لطريقتي المعادلة باختلاف حجوم العينات.

جدول 1

الأخطاء المعيارية للدرجات المعادلة وفقاً لحجم العينة وطريقة المعادلة

الدرجة الملاحظة	الأخطاء المعيارية للدرجات المعادلة وفقاً لحجم العينة وطريقة المعادلة							
	15		25		50		100	
	كيرنل	قوس الدائرة	كيرنل	قوس الدائرة	كيرنل	قوس الدائرة	كيرنل	قوس الدائرة
0	0.87	0	0.7	0	0.54	0	0.54	0
1	1.61	0.34	1.29	0.24	0.91	0.15	0.78	0.11
2	2.04	0.64	1.61	0.45	1.11	0.28	0.84	0.2
3	2.25	0.91	1.74	0.64	1.19	0.41	0.85	0.29
4	2.33	1.14	1.77	0.81	1.2	0.51	0.82	0.37
5	2.34	1.35	1.74	0.96	1.18	0.61	0.79	0.44
6	2.3	1.53	1.69	1.09	1.13	0.69	0.75	0.5
7	2.24	1.68	1.62	1.19	1.08	0.76	0.72	0.55
8	2.17	1.8	1.56	1.28	1.03	0.82	0.69	0.59
9	2.09	1.9	1.52	1.35	0.98	0.87	0.66	0.63
10	2.03	1.98	1.51	1.41	0.94	0.9	0.65	0.66
11	1.99	2.03	1.52	1.44	0.92	0.93	0.65	0.67
12	1.97	2.05	1.57	1.46	0.92	0.94	0.65	0.68
13	1.99	2.05	1.65	1.46	0.93	0.94	0.67	0.68
14	2.04	2.03	1.75	1.44	0.96	0.93	0.7	0.67
15	2.11	1.98	1.87	1.41	1.01	0.9	0.74	0.66
16	2.2	1.9	2	1.35	1.07	0.87	0.79	0.63
17	2.31	1.8	2.14	1.28	1.15	0.82	0.84	0.59
18	2.44	1.68	2.27	1.19	1.23	0.76	0.9	0.55
19	2.57	1.53	2.38	1.09	1.31	0.69	0.96	0.5
20	2.7	1.35	2.44	0.96	1.4	0.61	1.02	0.44
21	2.82	1.14	2.41	0.81	1.49	0.51	1.07	0.37
22	2.9	0.91	2.26	0.64	1.56	0.41	1.11	0.29
23	2.9	0.64	1.92	0.45	1.62	0.28	1.14	0.2
24	2.74	0.34	1.36	0.24	1.61	0.15	1.11	0.11
25	1.96	0	0.8	0	1.36	0	0.88	0

9. نتائج الدراسة:

تم حساب الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية للأخطاء المعيارية للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار حسب طريقتي المعادلة وفقاً لحجم العينة، للإجابة عن سؤال الدراسة الذي نصَّ على: هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α=0.05) في دقة معادلة اختبار الرياضيات تعزى لطريقة المعادلة (قوس الدائرة وكيرنل)، وحجم العينة (15، 25، 50، 100) والتفاعل بينهما؟، وذلك كما في الجدول رقم (2).

جدول 2

الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية للأخطاء المعيارية للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار حسب طريقتي المعادلة وفقاً لحجم العينة

	طريقة المعادلة					
حجم	قوس الدائرة		كيرنل		الكلي	
العينة	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري
15	1.63	0.69	2.04	0.35	1.83	0.24
25	*1.19	0.41	*1.62	0.36	1.40	0.04
50	0.79	0.26	1.00	0.16	0.89	0.07
100	0.55	0.18	0.73	0.10	0.64	0.06

يلاحظ من الجدول (2) وجود فروق ظاهرية بين الأوساط الحسابية للأخطاء المعيارية للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار، حسب طريقتي المعادلة ناتجة عن اختلاف مستويات حجم العينة؛ وبهدف التحقق من جوهرية الفروق الظاهرية؛ تم إجراء تحليل التباين للقياسات المتكررة للأخطاء المعيارية للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار حسب طريقتي المعادلة وفقاً لحجم العينة، وذلك كما في الجدول رقم (3).

جدول 3

نتائج تحليل التباين للقياسات المتكررة للأخطاء المعيارية للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار حسب طريقتي المعادلة وفقاً لحجم العينة.

اختبارات الآثار ل:	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجة الحرية	متوسط مجموع المربعات	قيمة ف المحسوبة	الدلالة الإحصائية
داخل الأفراد	طريقة المعادلة	5.46	1	5.46	131.49	0.00
[الكروية	طريقة المعادلة×حجم العينة	0.86	3	0.29	6.92	0.00
مفترضة]	الخطأ (طريقة المعادلة)	7.72	186	0.04		
	الكلي	14.05	190	0.07		
بين الأفراد	حجم العينة	52.37	3	17.46	199.45	0.00
	الخطأ (حجم العينة)	16.28	186	0.09		
	الكلي	68.65	189	0.36		
	الكلي	82.70	379	0.22		

يتضح من الجدول (3) وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى الدلالة (α=0.05) بين الوسطين الحسابيين للأخطاء المعيارية للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار يُعزى لطريقة المعادلة؛ لصالح طريقة المعادلة (قوس الدائرة) مقارنة بطريقة المعادلة (كيرنل).

كما يتضح من الجدول (3) وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى الدلالة (α=0.05) بين الأوساط الحسابية لوسط الأخطاء المعيارية للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار معاً تُعزى لحجم العينة؛ ولكون حجم العينة متعدد المستويات، فقد تم استخدام اختبار "Bonferroni" للمقارنات البعدية المتعددة؛ بهدف تحديد لصالح أيٍّ من مستويات حجم العينة قد كانت الفروق الجوهرية بين الأوساط الحسابية لوسط الأخطاء المعيارية للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار حسب طريقتي قوس الدائرة وكيرنل للمعادلة معاً، وذلك كما هو مبين في الجدول (4).

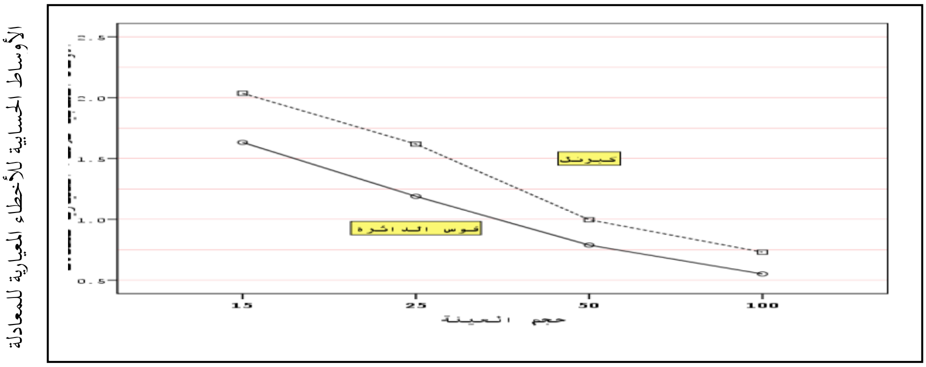
جدول 4

نتائج اختبار "Bonferroni" للمقارنات البعدية المتعددة للأوساط الحسابية لوسط الأخطاء المعيارية للدرجات المعادلة للاختبار حسب طريقتي قوس الدائرة وكيرنل للمعادلة معاً وفقاً لحجم العينة

حجم العينة		15	25	50
Bonferroni	الوسط الحسابي	1.83	1.40	0.89
25	1.40	-0.43		
50	0.89	-0.94	-0.51	
100	0.64	-1.19	-0.76	-0.25

يتضح من الجدول (4) وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى الدلالة (α=0.05) بين الوسطين الحسابيين لوسط الأخطاء المعيارية للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار حسب طريقتي قوس الدائرة وكيرنل للمعادلة معاً يعزى إلى حجم العينة؛ لصالح حجم العينة (100) مقارنة ببقية حجوم العينات الأخرى، ثم لصالح حجم العينة (50) مقارنة ببقية حجوم العينات الأخرى، ثم لصالح حجم العينة (25) مقارنة ممن حجم عينتهن (15).

كما يتضح من الجدول (4) وجود فروق دالة إحصائياً عند مستوى الدلالة (α=0.05) بين الأوساط الحسابية للأخطاء المعيارية للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار حسب طريقتي المعادلة قوس الدائرة وكيرنل تُعزى لحجم العينة، والشكل رقم (2) يوضح التفاعل الثنائي الرتبي لطريقتي المعادلة قوس الدائرة، وكيرنل باختلاف حجوم العينات (15، 25، 50، 100) على الأخطاء المعيارية للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار.

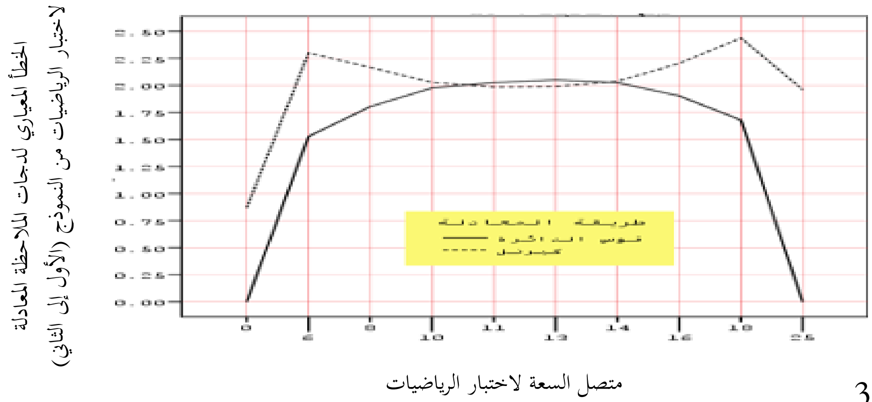


الشكل 2

التفاعل الثنائي الرتبي لطريقتي المعادلة باختلاف حجوم العينات للأوساط الحسابية للأخطاء المعيارية للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار

يلاحظ من الشكل (2) أنه تفاعل رتبي بين الأوساط الحسابية للأخطاء المعيارية للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار على اختلاف حجوم العينات المختلفة لصالح طريقة قوس الدائرة مقارنة بطريقة كيرنل؛ وتم ترتيب الأوساط الحسابية للأخطاء المعيارية للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار حسب طريقة قوس الدائرة من الأصغر إلى الأكبر وفقاً لحجم العينة على النحو الآتي: (100، ثم 50، ثم 25، ثم 15) على الترتيب حسب الظهور؛ بالمقابل تم ترتيب الأوساط الحسابية للأخطاء المعيارية للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار حسب طريقة كيرنل من الأصغر إلى الأكبر وفقاً لحجم العينة على النحو الآتي: (100، ثم 50، ثم 25، ثم 15) على الترتيب حسب الظهور.

وقد تم إنشاء رسم بياني كما في الشكل (3)؛ بهدف معرفة توزع قيم الأخطاء المعيارية للمعادلة للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار وفقاً لطريقتي المعادلة عندما يكون حجم العينة (15)

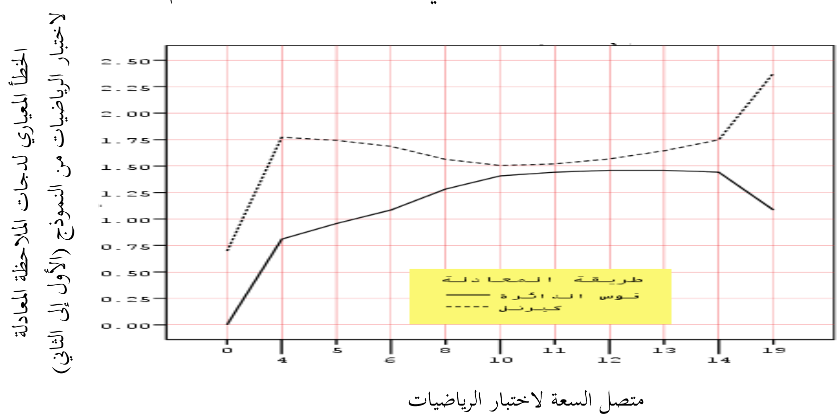


شكل 3

رسم بياني لتوزع قيم الأخطاء المعيارية للدرجات المعادلة وفقاً لطريقتي المعادلة عندما يكون حجم العينة (15)

يلاحظ من الشكل (3) أنَّ قيم الأخطاء المعيارية للمعادلة للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار وفقاً لطريقة المعادلة قوس الدائرة عند طرفي متصل السمة للاختبار عندما يكون حجم العينة (15) هي صفرية وفقاً لطريقة المعادلة كيرنل، كما ويلاحظ من الشكل (3) أنَّ قيم الأخطاء المعيارية للمعادلة للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار وفقاً لطريقة المعادلة قوس الدائرة تتوزع بشكل جَرَسي على امتداد متصل السمة للاختبار عندما يكون حجم العينة (15) هي صفرية وفقاً لطريقة المعادلة كيرنل.

كما تم إنشاء رسم بياني كما في الشكل رقم (4) بهدف التعرف على توزع قيم الأخطاء المعيارية للمعادلة للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار وفقاً لطريقتي المعادلة عندما يكون حجم العينة (25).

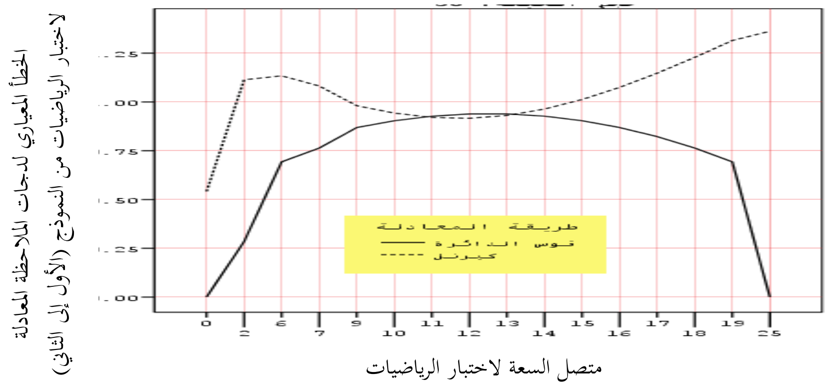


شكل 4

رسم بياني لتوزع قيم الأخطاء المعيارية للدرجات المعادلة وفقاً لطريقتي المعادلة عندما يكون حجم العينة (25)

يلاحظ من الشكل (4) أنَّ قيم الأخطاء المعيارية للمعادلة للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار وفقاً لطريقة المعادلة قوس الدائرة عند الطرف الأدنى لمتصل السمة للاختبار عندما يكون حجم العينة (25) هي صفرية وفقاً لطريقة المعادلة كيرنل، كما ويلاحظ من الشكل (4) أنَّ قيم الأخطاء المعيارية للمعادلة للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار وفقاً لطريقة المعادلة قوس الدائرة تتوزع بشكل جَرَسي على امتداد متصل السمة للاختبار عندما يكون حجم العينة (25) هي صفرية وفقاً لطريقة المعادلة كيرنل.

وكذلك تم إنشاء رسم بياني كما في الشكل رقم (5) بهدف التعرف على توزع قيم الأخطاء المعيارية للمعادلة للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار وفقاً لطريقتي المعادلة عندما يكون حجم العينة (50).

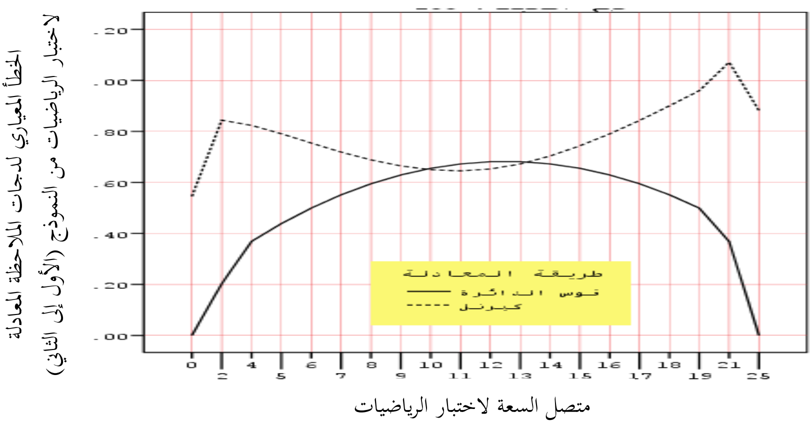


شكل 5

رسم بياني لتوزع قيم الأخطاء المعيارية للدرجات المعادلة وفقاً لطريقتي المعادلة عندما يكون حجم العينة 50

يلاحظ من الشكل (5) أنَّ قيم الأخطاء المعيارية للمعادلة للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار وفقاً لطريقة المعادلة قوس الدائرة عند طرفي متصل السمة للاختبار عندما يكون حجم العينة (50) هي صفرية وفقاً لطريقة المعادلة كيرنل، كما ويلاحظ من الشكل (5) أنَّ قيم الأخطاء المعيارية للمعادلة للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار وفقاً لطريقة المعادلة قوس الدائرة تتوزع بشكل جَرَسي على امتداد متصل السمة للاختبار عندما يكون حجم العينة (50) هي صفرية وفقاً لطريقة المعادلة كيرنل.

وأخيراً؛ تم إنشاء رسم بياني كما في الشكل رقم (6) بهدف التعرف على توزع قيم الأخطاء المعيارية للمعادلة للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار وفقاً لطريقتي المعادلة عندما يكون حجم العينة (100).



شكل6

رسم بياني لتوزع قيم الأخطاء المعيارية للدرجات المعادلة وفقاً لطريقتي المعادلة عندما يكون حجم العينة (100)

يلاحظ من الشكل (6) أنَّ قيم الأخطاء المعيارية للمعادلة للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار وفقاً لطريقة المعادلة قوس الدائرة عند طرفي متصل السمة للاختبار عندما يكون حجم العينة (100) هي صفرية مما هي عليه وفقاً لطريقة المعادلة كيرنل، كما ويلاحظ من الشكل (6) أنَّ قيم الأخطاء المعيارية للمعادلة للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار وفقاً لطريقة المعادلة قوس الدائرة تتوزع بشكل جَرَسي على امتداد متصل السمة للاختبار عندما يكون حجم العينة (100) هي صفرية مما هي عليه وفقاً لطريقة المعادلة كيرنل.

هذا وقد تم إعادة حساب الإحصاءات الوصفية للأخطاء المعيارية للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار وفقاً لطريقتي المعادلة على اختلاف حجوم العينات المختلفة، وذلك كما هو مبين في الجدول رقم (5).

جدول 5

الإحصاءات الوصفية للأخطاء المعيارية للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار وفقاً لطريقتي قوس الدائرة وكيرنل على اختلاف حجوم العينات المختلفة

الإحصائي	الخطأ المعياري للمعادلة في حالة:	حجم العينة			
		15	25	50	100
الوسط الحسابي	قوس الدائرة	1.70	1.21	0.80	0.59
	كيرنل	2.09	1.70	1.01	0.72
الوسيط	قوس الدائرة	1.90	1.35	0.87	0.63
	كيرنل	2.04	1.65	0.98	0.70
الانحراف المعياري	قوس الدائرة	0.52	0.34	0.20	0.13
	كيرنل	0.39	0.31	0.16	0.09
المدى	قوس الدائرة	2.03	1.46	0.94	0.68
	كيرنل	1.83	1.58	1.02	0.57

يلاحظ من الجدول (5) أنَّ قيم الأوساط الحسابية للأخطاء المعيارية للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار وفقاً لطريقة قوس الدائرة للمعادلة كانت أقل مما هي عليه وفقاً لطريقة كيرنل للمعادلة على اختلاف حجوم العينات المختلفة، كما يلاحظ من الجدول (5) أنَّ قيم الوسيط للأخطاء المعيارية للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار وفقاً لطريقة قوس الدائرة للمعادلة كانت أقل مما هي عليه وفقاً لطريقة كيرنل للمعادلة على اختلاف حجوم العينات المختلفة، وكذلك يلاحظ من الجدول (5) أنَّ قيم الانحراف المعياري للأخطاء المعيارية للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار وفقاً لطريقة كيرنل للمعادلة كانت أقل مما هي عليه وفقاً لطريقة قوس الدائرة للمعادلة على اختلاف حجوم العينات المختلفة، وأخيراً؛ يلاحظ من الجدول (5) أنَّ قيم المدى للأخطاء المعيارية للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار وفقاً لطريقة قوس الدائرة للمعادلة كانت أقل مما هي عليه وفقاً لطريقة كيرنل للمعادلة عند حجوم العينات (15 و100) في حين أنَّ قيم المدى للأخطاء المعيارية للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار وفقاً لطريقة كيرنل للمعادلة كانت أقل مما هي عليه وفقاً لطريقة قوس الدائرة للمعادلة عند حجوم العينات (25 و50).

10. مناقشة النتائج:

بينت النتائج وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى الدلالة (α=0.05) بين الوسطين الحسابيين للأخطاء المعيارية للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار يُعزى لطريقة المعادلة قوس الدائرة وكيرنل؛ لصالح طريقة المعادلة (قوس الدائرة) مقارنة بطريقة المعادلة (كيرنل)؛ ويعزو الباحثان هذه النتيجة إلى أنّ طريقة قوس الدائرة تكون أكثر دقة في المناطق التي تنـدر بها البيانات أي عند ذيلي التوزيع؛ فوق المئين (90)

وتحت المئين (10) حيث تباين الدرجات في هذه المناطق في ظل طريقة قوس الدائرة قريب جداً من الصفر إنْ لم يكن صفراً لأنَّ منحنى المعادلة مجبر على المرور بنقطتي النهاية لكل نموذج من نماذج الاختبار وتتفق في ذلك مع ما وصلت إليه الدراسات (Livingston & Kim, 2010؛ Sunnassee, 2011)، وبعكس ذلك فإنَّ طريقة كيرنل تعتمد على عملية تمهيد أو تسليس البيانات وتعطي هذه الطرائق مطابقة جيدة في حالة وجود بيانات وهذا يتفق مع نتائج دراسة "العكور" (Akour, 2006)، وبالرجوع إلى -الملحق 1- وعند دراسة حجوم العينات المختلفة وبشكل تفصيلي نجد أنَّ مدى الدرجات عند الحجم (15) للنموذج الأول كان (25)، بحيث توزعت الدرجات على متصل السمة ما أعطى أفضلية لطريقة قوس الدائرة على طريقة كيرنل عند هذا الحجم، أمَّا عند الحجم (25) فقد كان المدى (18)، بحيث تركزت الدرجات في منطقة محدودة ما أعطى أفضلية لطريقة كيرنل على قوس الدائرة عند هذا الحجم، أمَّا عند الحجوم (50، 100) فقد كان المدى (25) درجة، حيث توزعت الدرجات على متصل المقياس وبالتالي كانت النتائج مشابهة للنتائج عند الحجم (15).

كما أظهرت النتائج وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى الدلالة (α=0.05) بين الأوساط الحسابية لوسط الأخطاء المعيارية للدرجات الملاحظة المعادلة للاختبار معاً تُعزى لحجم العينة؛ لصالح حجم العينة (100) مقارنة ببقية الحجوم الأخرى للعينات، ثم لصالح حجم العينة (50) مقارنة ببقية الحجوم الأخرى للعينات، ثم لصالح حجم العينة (25) مقارنة بحجم العينة (15)، ويعزو الباحثان هذه النتيجة إلى أنّ قيم الأخطاء المعيارية تقل كلما زاد حجم العينة وتزداد كلما قل حجم العينة؛ وهذا يتفق مع نتائج الدراسات (Livingston & Kim, 2010؛ Sunnassee, 2011؛ Meng, 2012؛ المحروق، 2011؛ الدويري، 2012).

11. التوصيات:

في ضوء النتائج التي تم التوصل لها من خلال هذه الدراسة فإن الباحثين يوصيان بما يلي: إجراء دراسة مماثلة للدراسة الحالية باستخدام بيانات حقيقية مع تصاميم مختلفة لجمع البيانات، وإجراء دراسة مماثلة لهذه الدراسة تستخدم فيها معايير غير المعايير المستخدمة في الدراسة للحكم على فاعلية المعادلة مثل متوسط الخطأ المعياري للمعادلة والجذر التربيعي لمتوسط مربعات الخطأ وتحيز المعادلة.

المراجع العربية

الدويري، محمد علي. (2012). *المقارنة بين طريقة كيرنل وطريقة المئينات المتساوية لمعادلة صورتي اختبار في ضوء شكل التوزيع لبيانات مولدة*. أطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة اليرموك، إربد، الأردن.

عودة، أحمد سليمان. (2010). *القياس والتقويم في العملية التدريسية*. ط 4، إربد، الأردن: دار الأمل للنشر والتوزيع.

المحروق، يوسف عبد العاطي. (2011). *مقارنة طرق كيرنل و المئينات وطرق استجابة الفقرة عند استخدام تصميم الفقرات المشتركة في دقة معادلة درجات الاختبارات متعددة الحدود*. أطروحة دكتوراه غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.

المراجع الأجنبية

Akour, M. M. (2006). *A Comparison of Various Equipercential and Kernel Equating Methods under the Random Groups*. Unpublished Doctoral Dissertation, University Of Iowa, USA.

Albano, A. D. (2010). *Equate: Statistical Methods for Test Equating [Computer Software Manual]*. Available From Http://CRAN.R-Project.Org/Package=Equate(R Package).

Andersson, B.; Bran Berg, K. & Wiberg, M. (2013). *Kequate: The Kernel Method of Test Equating*. R Package Version 1.3.2, URL Http://CRAN.R-Project.Org/Package = Kequate.

Andersson, B.; Von Davir, A. (2014). "Improving the Bandwidth Selection in Kernel Equating". *Journal of Educational Measurement, 51*, 223-238.

Andersson, B. (2014). *Contributions to Kernel Equating*. Digital Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Sciences, Uppsala: Acta Universities Upsaliensis ISBN978-91-554-9089-8.

Crocker, L.M. & Algina, J. (1986). *Introduction to Classical & Modern Test Theory.* Holt, Rinehart & Winston Inc, New York.

Dorans, N. J.; Moses, T. P. & Eignor, D. (2011). *Equating Test Scores: Toward Best Practices.* In Von Davier, A, A, Editore, Statistical Models for Test Equating, Scaling, & Linking, 21-42 Springer-Verlag, New York.

Godfrey, K. E. (2007). *A Comparison of Kernel Equating and IRT True Score Equating Methods.* Unpublished Doctoral Dissertation, University of North Carolina, Greensboro. Retrieved From Proquest, (AAT 3273329).

Kim, S.; Von Davier, A. A. & Haberman, S. (2006). *an Alternative to Equating with Small Samples in The Non-Equivalent Groups Anchor Test Design.* Paper Presented at the Annual Meeting of The National Council on Measurement in Education, San Francisco, CA.

Kolen, M. J, & Brennan, R. J. (2014). *Test Equating: Methods & Practices (3rd Ed.).* NY: Springer-Verlag, New York.

Lee, Y. H., & Von Davier, A, A. (2011). *Equating Through Alternative Kernels.* In AA Von Davier (Ed.), Statistical Models for Test Equating, Scaling & Linking, Springer-Verlag, New York.

Livingston, S. A. & Kim, S. (2008). *Small-Sample Equating By the Circle-Arc Method (Research Report 08-39).* Princeton, NJ: Educational Testing Service.

Livingston, S. A., & Kim, S. (2009). The Circle-Arc Method for Equating in Small Samples. *Journal of Educational Measurement 46*(3), 330-343.

Livingston, S. A., & Kim, S. (2010). Random-Groups Equating With Samples of 50 to 400 Test Takers. *Journal of Educational Measurement, 47*,175–185.

Meng, Yu. (2012). *Comparison of Kernel Equating and Item Response Theory Equating Methods*. Unpublished Doctoral Dissertation, University of Massachusetts, Retrieved From Proquest, (AAT3518262).

Sunnassee, D. (2011). *Conditions Affecting the Accuracy of Classical Equating Methods for Small Samples under the NEAT Design*. Unpublished Doctoral Dissertation, University of North Carolina. Retrieved From Proquest UMI Number: 3473486.

Von Davier, A. A.; Holland, P. W., & Thayer, D. T. (2004). *The Kernel Method of Test Equating, Springer-Verlag*. New York.

<< وصل هذا البحث إلى المجلة بتاريخ 2016/7/3، وصدرت الموافقة على نشره بتاريخ 2016/8/25 >>