دراسة إحصائية في بحوث تعليم الرياضيات لتحسين قياس الثبات: تطوير معامل جديد للثبات لتلافي مشكلات معاملات الثبات الحالية

A Statistical Study in Mathematics Education Researches to Improve Reliability Measurement: Developing A New Reliability Coefficient to Avoid Problems with Current Reliability Coefficients

إعـداد

د/ مصطفى محمد هريدي

مدير مركز الدعم النفسي
ومدير إدارة العلاقات الثقافية
مديرية التربية والتعليم بشمال سيناء
d.mustafaharidy@gmail.com

الملخص

يهدف البحث الحالي إلى تطوير معامل ثبات جديد (معامل رو لهريدي Haridy's rho) للتغلب على القيود المنطقية وغير المنطقية في معاملات الثبات الشائعة (مثل ألفا لكرونباخ ، وكودر- ريتشاردسون، أوميجا لماكدونالد)، والتي تُستخدم في تقييم اتساق المفردات في الاختبارات والمقاييس في مجال الدراسات التربوية والدراسات في العلوم الانسانية المختلفة وغيرها. توضح الدراسة أن المعاملات الحالية تظهر بها مشكلات منهجية، مثل افتراضات غير واقعية حول توزيع البيانات، وعدم مراعاة التباين بين عينات الطلاب، وحساسيتها لحجم العينة وطبيعة الأسئلة وعددها، مما يؤدي إلى قيم ثبات مضللة أو غير مستقرة، خاصة في السياقات التربوية المعقدة. وقد اعتمد البحث على منهجية إحصائية لتحليل بيانات افتراضية وبيانات حقيقية من اختبارات فعلية، مع مقارنة أداء المعاملات التقليدية بالمعامل المقترح. وقد تم تصميم المعامل الجديد ليعالج هذه المشكلات عبر عمليات دمج واستبدال رياضياتية. وقد أظهرت النتائج تفوق المعامل الجديد في تقدير الثبات بدقة أكبر، مع تقليل الاعتماد على عدد المفردات، وتحسين القدرة على تفسير الاستقرار الداخلي للاختبارات. ويوصي البحث الحالي بتطبيق هذا المعامل في البحوث التربوية والعلوم الانسانية.

الكلمات المفتاحية: معامل رو لهريدي، الثبات الإحصائي، معامل ماكدونالد أوميجا، معامل كرونباخ ألفا.

Abstract

The current research aims to develop a new reliability coefficient (Haridy's rho) to overcome the logical and illogical limitations of common reliability coefficients (such as Cronbach's alpha, Kuder-Richardson, McDonald's Omega), which are used to assess the consistency of items in tests and scales in the field of educational studies and studies in various humanities and others. The research shows that current coefficients shows some of methodological problems, such as unrealistic assumptions about the distribution of data, failure to take into account the variance between student samples, and their sensitivity to sample size and the nature and number of questions, which leads to misleading or unstable reliability values, especially in complex educational contexts. The research relied on a statistical methodology to analyze hypothetical data and real data from actual tests, while comparing the performance of traditional coefficients with the proposed coefficient. The new coefficient was designed to address these problems through mathematical integration and substitution processes. The results showed that the new coefficient is superior in estimating reliability more accurately, while reducing reliance on the number of items, and improving the ability to interpret the internal stability of tests. The current research recommends applying this coefficient in educational and humanities research.

Keywords: Haridy's Rho Coefficient, Statistical Reliability, Mcdonald's Omega Coefficient, Cronbach's Alpha Coefficient.

مقدمة:

يعد الثبات Reliability والصدق Validity بصفة عامة من أهم الخصائص السيكومترية التي يجب حسابها لأي أداة بحثية قبل تطبيقها على عينة التطبيق الأساسية، حيث إن ثبات وصدق الأداة بضمن أكبر قدر من تحقيق نتائج قياس حقيقية ومفيدة.

وبصفة خاصة يعد الثبات مفهوم أساسي في البحث العلمي والقياس النفسي والتربوي، وهو يشير إلى درجة الاتساق في نتائج أي أداة قياس (مثل استبيان، اختبار، أو مقياس). بمعنى آخر، إذا تم استخدام نفس الأداة لقياس نفس السمة أو المتغير مع نفس العينة تحت ظروف مشابهة، فإن النتائج يجب أن تكون متسقة عبر الزمن أو عبر الأشخاص (بين المحكمين) أو داخل البنود نفسها.

لذا فإن حساب الثبات هو خطوة أساسية في تطوير أدوات القياس وضمان صحتها ودقتها. وتمكين الباحثين من تصميم أدوات قياس أكثر فعالية ودقة تلبي متطلبات البحث العلمي والتطبيق العملي.

وفي مجال الأبحاث التطبيقية، قد يبدو الثبات كمفهوم بسيط، لكنه في الواقع يتطلب فهماً عميقاً ومعرفة بالطرق الإحصائية المستخدمة لضمان قياسها (Turner & Houle, 2019).

ويواجه حساب الثبات تحديات متعددة، منها عدم الاتساق في تسمية معاملات الثبات وكذلك استخدامها بشكل غير منهجي، مما يؤدي إلى سوء فهم الباحثين حول كيفية اختيار المعامل المناسب ولتجاوز هذه التحديات، تمت محاولات متعددة لتطوير طرق جديدة لتسمية وتوليد صيغ معاملات الثبات (Cho, 2016).

هذا وبالرغم من أن حساب الثبات لأدوات القياس أمر ضروري لضمان صحتها، يجب على الباحثين التعامل مع عدة تحديات بما في ذلك مصادر التباين بين درجات المفردات، وخطأ القياس، واختيارات التصميم، والتعقيدات الإحصائية، والقدرة على التعميم، والاتساق الداخلي.

حيث إن الثبات وخطأ القياس هما خاصيتان وثيقتا الصلة في القياس ولكنهما مختلفتان ويمكن تقييمهما باستخدام نفس البيانات التي تم جمعها، ويمكن اختيار عدة تصميمات لتقييم الثبات وخطأ القياس للأداة، ويتضمن كل تصميم مصدرًا واحدًا أو أكثر للتباين. إن تصميم مثل هذه الدراسات واختيار صيغ معاملات الارتباط داخل الفئة Intra-class Correlation Coefficient (ICC). والخطأ المعياري للقياس Standard Error of Measurement (SEM) المناسبة قد يكون أمرًا صعبًا، وتعتمد الاختيارات على عدد مصادر التباين والغرض من القياس (Mokkink et al., 2023, p. 194).

وأيضًا من مشكلات حساب الثبات وخاصة مع بعض الأساليب الإحصائية مثل ألفا لكرونباخ هو الاتساق الداخلي ولاسيما إذا كانت العناصر في أداة القياس لا تعكس البنية الأساسية بشكل كافٍ أو أنها غير مترابطة بقدر كافٍ. وقد يؤدي هذا إلى انخفاض درجة الثبات حتى إذا كانت الأداة سليمة من الناحية المفاهيمية (Price et al., 2015, p. 163-164).

مشكلة البحث:

من واقع خبرة الباحث في مجال التحليل الإحصائي، ومن واقع تحليل نتائج الكثير من البحوث والدراسات التي تطلبت قياس ثبات الأدوات البحثية، ونتيجة بعض الدراسات التي تناولت قياس الثبات، والتي اعتمدت في قياس الثبات على بعض المعادلات مثل: ألفا لكرونباخ ، وكودر- ريتشاردسون، وأوميجا لماكدونالد، وجتمان للتجزئة النصفية، وسبيرمان – براون للتجزئة النصفية، لاحظ الباحث في بعض الأحيان ظهور قيم غير منطقية لمعاملات الثبات مثل: قيم تزيد عن الواحد الصحيح، أو قيم سالبة، هذا فضلاً عن عدم ظهور قيم لمعامل و أوميجا لماكدونالد في كثير من الأحيان، مما يمثل مشكلة حقيقية في الاعتماد على الأدوات البحثية بعد فشل التحقق من ثباتها بسبب إما وجود قصور في البنية الرياضياتية لهذه المعادلات أو بسبب وجود متطلبات معقدة أو افتراضات غير متوافرة في معظم الحالات. وبذلك يمكن صياغة مشكلة البحث الحالي في العبارة التقريرية الآتية:

الأساليب الإحصائية الشائعة الحالية المستخدمة في قياس الثبات بعضها لا يعطي نتائج مقبولة إحصائياً وبعضها يتطلب افتراضات يصعب توافرها أغلب الوقت.

وهذا ما تطلب البحث بجدية في أساليب إحصائية جديدة لقياس الثبات والتوصل إلى معادلة تتلافى عيوب ومعوقات استخدام المعادلات آنفة الذكر.

هدف البحث:

يهدف الحث الحالي إلى استنباط معادلة إحصائية مطورة لحساب الثبات، بحيث تتلافى العيوب والانتقادات التي تواجه المعادلات التقليدية الحالية.

أهمية البحث:

يمكن إيجاز أهمية الحث الحالي فيما يلي:

١. إلقاء الضوء على نقاط ضعف بعض المعادلات المستخدمة في حساب الثبات.
٢. تقديم معادلة إحصائية جديدة لحساب الثبات من المتوقع أن تتلافى بعض أوجه القصور في المعادلات التقليدية الحالية.
٣. فتح الباب أمام الباحثين والمختصين للمراجعات الإحصائية والتدقيق في الأساليب الإحصائية المختلفة.

منهج البحث:

يتبع البحث الحالي كل من المنهج التحليلي والمنهج التطبيقي، حيث إن المنهج التحليلي يركز على تحليل البيانات الموجودة مسبقًا لفهم الظواهر بشكل أعمق. في حالة دراسة نقاط الضعف في المعادلات الإحصائية الحالية، فإن الباحث يقوم بتحليل تلك المعادلات لتحديد المشاكل والقيود التي تعاني منها، في حين أن المنهج التطبيقي يركز على حل المشكلات العملية وذلك من خلال اقتراح معادلة إحصائية جديدة تُحسن الأداء وتتلافى المشكلات الموجودة في المعادلات الحالية.

محاور البحث:

كي يحقق البحث الحالي أهدافه فإنه يسير في أربعة محاور أساسية هي:

- المحور الأول: مقدمة في الثبات وتعريفاته المختلفة.
- المحور الثاني: الأساليب الشائعة لحساب الثبات.
- المحور الثالث: أوجه تفنيد بعض المعادلات لحساب الثبات.
- المحور الرابع: تطوير معادلة جديدة لحساب الثبات.

وفيما يلي يتم تناول هذه المحاور بالتفصيل.

▪ المحور الأول: مقدمة في الثبات وتعريفاته المختلفة:

أولًا: المفهوم العام للثبات:

يقصد بالثبات Reliability أن يعطى الاختبار النتائج نفسها عند تكرار تطبيقه في قياس الشيء نفسه أكثر من مرة، وفي ظروف تطبيق متشابهة، فإذا حصل نفس المتعلم على الدرجة نفسها (أو ما يقرب منها) في الاختبار أو في مجموعات من الأسئلة المتكافئة، أو المتماثلة أكثر من مرة. فإننا نصف الاختبار أو المقياس في هذه الحالة بأنه على درجة عالية من الثبات (شحاتة والنجار، ٢٠٠٣، ص١٦١).

من الناحية العملية، مفهوم الثبات هو الدرجة التي تظل بها درجات انحراف الأفراد متسقة نسبيًا على مدار الاستخدام المتكرر لنفس الاختبار أو نماذج الاختبار البديلة (Crocker & Algina, 2008, p.105).

ويقصد بمفهوم ثبات الاختبار مدى خلو درجاته من الأخطاء العشوائية التي تشوب القياس؛ أي مدى قياس الاختبار للدرجة الحقيقية للسمة التي يهدف لقياسها، فدرجات الاختبار تكون ثابتة Reliable إذا كان الاختبار يقيس سمة معينة قياساً متسقاً في الظروف المتباينة التي قد تؤدي إلى أخطاء القياس، فهذا يعني أن الثبات هو الاتساق أو الدقة في القياس (علي، ٢٠١١، ص٢٩٢).

كما يمكن اعتبار الثبات على أنه يعني الاستقرار Stability بمعنى أنه لو تم تكرار عمليات القياس للفرد الواحد لأظهرت النتائج شيئًا من الاستقرار (حسن، ٢٠١١، ص٥١٤).

وبذلك يمثل الثبات حالة من الاستقرار والاتساق في جميع صوره سواء اتساق عبر الزمن، أو اتساق عبر الأفراد، أو اتساق عبر المكونات الداخلية لأداة القياس.

ثانيًا: المفهوم الإحصائي للثبات:

معامل الثبات هو ذلك الجزء من تباين الدرجات الملاحظة الذي يُعزى إلى تباين الدرجات الحقيقية. بمعنى آخر، هو النسبة بين التباين الحقيقي للدرجات والتباين الكلي المُلاحظ، وتتراوح قيم معامل الثبات بين الصفر والواحد الصحيح، ويُعبر عنه بكسر عشري مثل معامل الارتباط، وتفسر قيمة معامل الثبات بمدى قربها من الواحد الصحيح حيث إن كلما اقتربت قيمة معامل الثبات من الواحد الصحيح، دل ذلك على قدر أكبر من ثبات الدرجات. (علام، ٢٠٠٠، ص ص١٣٣-١٣٤).

ثالثًا: مفهوم الثبات من منظور نظريات القياس:

يشير مفهوم الثبات في علم القياس إلى دقة أو مدى إمكانية تكرار نتائج الاختبار، وهو مؤشر أساسي على جودة الأدوات. فهو يُمثل اتساق القياسات عند تكرارها في ظروف مماثلة، وهو ضروري لتعزيز الثقة بنتائج الأبحاث (Zaki et al., 2013, p.803).

يمكن إعادة النظر في تعريف الثبات إذا ما تم تناوله من منظور بعض نظريات القياس المختلفة، والتي تعد من أبرزها ثلاثة نظريات رئيسة، هي:

١. نظرية الاختبار الكلاسيكية Classical Test Theory (CTT)
٢. نظرية التعميم Generalizability Theory (GT)
٣. نظرية الاستجابة للمفردة Item Response Theory (IRT)

وفيما يلي عرض موجز لتعريف كل نظرية ولمفهوم الثبات من منظورها:

١. نظرية الاختبار الكلاسيكية Classical Test Theory (CTT):

نظرية الاختبار الكلاسيكية (CTT) هي أسلوب قياس يأخذ في الاعتبار العلاقة بين النتيجة المتوقعة والنتيجة المرصودة في أي تقييم. وتُستخدم كلمة "كلاسيكي" بمعنى أن هذه النظرية تُعتبر أول تطبيق عملي للرياضيات لوصف هذه العلاقة، وبناءً على ذلك فإن جوهر هذه النظرية الكلاسيكية تتمثل ببساطة في المعادلة $[X = T + e]$ حيث: (X) هي الدرجة المرصودة أو الدرجة الملاحظة و(T) هي الدرجة الحقيقية، و(e) هي الخطأ العشوائي للقياس (Frey, 2018, pp.713-714).

ومن منظور نظرية الاختبار الكلاسيكية CTT يتم تعريف ثبات الاختبار لمجتمع ما على أنها نسبة تباين الدرجة الحقيقية إلى تباين الدرجة الملحوظة، $\mathrm{Var}(T_i)/\mathrm{Var}(X_i)$، أو (على نحو مكافئ) على أنها الارتباط التربيعي بين الدرجات الحقيقية والملاحظة. ومع ذلك، في البحوث التجريبية، لا يمكن تحديد الدرجات الحقيقية بشكل مباشر، وبالتالي، يتم تقدير الثبات عادةً من خلال معاملات الاتساق الداخلي، وإعادة الاختبار، والصيغ البديلة، ويعد إحدى أكثر الطرق استخدامًا لتقدير ثبات الاتساق الداخلي هي معامل ألفا لكرونباخ. كما أنه من الجدير بالذكر ضرورة التأكيد على أنه يجب أيضًا حساب فترات الثقة سواء لمعامل ألفا لكرونباخ أو أي معاملات أخرى للثبات (Dimitrov, 2002, p.785).

وأيضاً يمكن تعريف الثبات وفق هذه النظرية بأنه ارتباط حاصل الضرب (العزم) بين درجتي الاختبار المتناظرة، ويمكن إثبات أنه، وفقًا لافتراضات CTT، فإن هذا الارتباط يساوي نسبة التباين الحقيقي للدرجة إلى درجات الاختبار الملاحظة أو المقاسة (Sijtsma & Van der Ark, 2015. P.130).

٢. نظرية التعميم Generalizability Theory (GT):

يُعد التعميم هو مدى انعكاس نتائج دراسة بحثية على ما ستكون عليه في الواقع، سواءً مع عينة أخرى من المشاركين أو مع المتغيرات المُفعّلة بطرق أخرى. بعبارة أخرى، تُعتبر نتائج البحث قابلة للتعميم عندما تكون النتائج صحيحة بشكل عام في معظم السياقات، ومع معظم الناس في معظم الأوقات. وبذلك

توفر نظرية التعميم إطارًا للتحقيق في مدى تأثير مصادر الخطأ المتميزة على دقة الدرجات التي تم الحصول عليها من إجراء القياس (Frey, 2018, pp. 1703, 1706).

في نظرية التعميم GT يقاس الثبات كميًا من خلال معامل التعميم (معامل g)، الذي يُقدّر نسبة التباين في مجموعة من الدرجات المنسوبة إلى تباين الدرجات الكلية. يُمثل هذا المعامل: "نسبة التباين المنسوب إلى الدرجات الكلية إلى تباين الدرجات الكلية المُلاحظ (أي تباين الدرجات الكلية زائد التباين المنسوب إلى جميع مصادر الخطأ التي تُساهم في تباين الدرجات المُلاحظة) (Lakes & Hoyt, 2009).

معامل الثبات في نظرية GT، يعرف باسم معامل التعميم، وهو يساوي نسبة تباين درجة الفرد بالنسبة لجميع التأثيرات التي تؤثر على ترتيب الفرد النسبي، وبالتالي استبعاد جميع التأثيرات التي لا يعتمد عليها ترتيب الفرد النسبي والتي تحدد نطاق التعميم (Sijtsma & Van Der Ark, 2015. P.133).

٣. نظرية الاستجابة للمفردة Item Response Theory (IRT):

نظرية الاستجابة للمفردة (IRT) هي إطار قياس لتطوير الاختبارات وتسجيل استجابات المفردات فيها. تشمل الجوانب الرئيسة لإطار IRT التركيز على المفردات كوحدات قياس مُلاحظة، وملاءمة النماذج الإحصائية البارامترية لبيانات الاستجابة الفئوية للمفردات، وتقدير متغير السمة الكامنة، والطبيعة الشرطية للثبات والخطأ المعياري للقياس، وتُستخدم نظرية الاستجابة للمفردة لتسجيل بيانات المقاييس، مثل مقاييس المواقف التي تتكون من سلسلة من فقرات من نوع ليكرت. كما تُستخدم نظرية الاستجابة للمفردة غالبًا لتطوير أدوات القياس، وتقييم ثبات بيانات الاختبارات، وتقدير القدرات الكامنة التي يمكن استخدامها كمتغيرات في الدراسات البحثية (Frey, 2018, p. 2108).

ومن منظور نظرية الاستجابة للمفردة IRT يعتمد معامل الثبات على توزيع القدرات بين الممتحنين، بالإضافة إلى عدد مفردات الاختبار، وقوة تمييز المفردات، هذا بالإضافة إلى بعض العوامل الأخرى، كما أن معاملات الخطأ المعياري القياسي ومعاملات الثبات ترتبط بتقديرات اختبار الاستجابة للخطأ لمعلمات المفردات والقدرة (Dimitrov, 2002, p.788).

رابعًا: النماذج الأساسية في نظرية القياس الكلاسيكية:

توجد أربعة نماذج أساسية لنماذج قياس البنود في النظرية الكلاسيكية والتي تندرج تحتها الغالبية العظمى لأساليب قياس الثبات، وهذه النماذج هي (كريش، ٢٠٢٢، ص٢١٠):

(١) **النموذج المتوازي** Parallel Model: يعتبر النموذج المتوازي الأكثر تقييدًا وصرامة من نماذج القياس المستخدمة لتحديد الدرجة الحقيقية، ويفترض هذا النموذج أن مفردات الاختبار تقيس عامل كامن واحد (أحادية البعد)، ولها نفس متوسطات الدرجات الحقيقية، ونفس تباينات الدرجات الحقيقية، وتباينات الخطأ وهذا يعني أن كل المفردات تقيس نفس العامل الكامن وعلى نفس المستوى من القياس وبنفس درجة الدقة ونفس كمية خطأ القياس.

(٢) **نموذج تاو المتكافئ** Tau-Equivalent Model: هذا النموذج مشابه للنموذج المتوازي، والاختلاف الوحيد بينهما هو حرية اختلاف تباينات الخطأ للمفردات وهذا يعني أن كل المفردات تقيس نفس العامل الكامن وعلى نفس المستوى من القياس، وبنفس درجة الدقة، ولكن تختلف في تباينات الخطأ أي كمية خطأ القياس.

(٣) **نموذج تاو المتكافئ أساسًا** Essential Tau-Equivalent Model: هذا النموذج أقل صرامة من نموذج تاو المتكافئ، حيث يفترض كذلك أن كل المفردات تقيس نفس العامل الكامن وللمفردات نفس تباينات الدرجة الحقيقية (تشبعات العامل متساوية)، ولكن تختلف متوسطات الدرجة الحقيقية وتباينات الخطأ وبالتالي كل المفردات تقيس نفس العامل الكامن وعلى نفس المستوى من القياس، لكن مع احتمال اختلاف درجة الدقة وكمية خطأ القياس، فعلى الرغم من أن قياس الدرجات الحقيقية تم على نفس المستوى من القياس إلا أنها تختلف فيما يخص الدقة بالحصول على متوسطات مختلفة للدرجات الحقيقية.

(٤) **النموذج المتقارب** Congeneric Model: هو النموذج الأقل تقييدًا مقارنة بالنماذج السابقة، حيث لا يفترض تساوي متوسطات الدرجة الحقيقية ولا تباينات الدرجات الحقيقية، ولا تباينات الخطأ فلكي تكون المفردات من النموذج المتقارب يكفي أنها تقيس تكوينا فرضيا واحدًا فقط.

وهذا يعني أنه كلما انتقلنا من النموذج المتوازي إلى نموذج تاو المتكافئ ثم إلى نموذج تاو المتكافئ أساسًا ثم إلى النموذج المتقارب، تقل القيود والافتراضات، ويزداد التوافق مع الحالات الواقعية للاختبارات النفسية والتربوية، حيث إن معظم الحالات التي يتم التعامل معها في الواقع ولاسيما في العلوم الإنسانية، من الصعب في أغلب الأحيان أن تحقق الكثير من هذه الافتراضات أو القيود.

- **المحور الثاني: الأساليب الشائعة لحساب الثبات:**

تعددت طرق حساب الثبات وكذلك تعددت تصنيفاتها، فيرى البعض أن طرق حساب الثبات يمكن تصنيفها في قسمين رئيسين هما (حسن، ٢٠١١، ص٥١٤):

١. **طرق حساب ثبات المفردات**: ومنها الاتساق الداخلي، ومعامل ألفا لكرونباخ الكلي عند حذف المفردة.
٢. **طرق حساب الثبات الكلي لأداة القياس**: ومنها إعادة الاختبار، والصور المتكافئة، وألفا لكرونباخ الكلية، والتجزئة النصفية ... إلخ.

وهناك منظور آخر لتصنيف طرق حساب الثبات وهي كما يلي (باهي وفياض، ٢٠٠٨، ص ص٤١١-٤١٣):

١. **ثبات التكافؤ**: ويُقصد به قياس مدى استقرار العلاقة بين متغيرين أو أكثر على مستوى درجات الصعوبة أو الفهم لدى المشاركين في الدراسة، ويتم تحديد درجة الثبات عبر ربط مجموعتين من المتغيرات (واحدة تعتمد على الصعوبة والأخرى على الارتباط) باستخدام معامل الارتباط.
٢. **ثبات الاستقرار**: ويقصد به الاتفاق على أدوات القياس بمرور الوقت، ولتحديد الاستقرار، يتم تكرار القياس أو الاختبار على نفس المشاركين في وقت لاحق، ومن ثم يتم مقارنة وربط النتائج بين القياسين، ومنها حساب الثبات بطريقة الاختبار – وإعادة الاختبار.
٣. **الاتساق الداخلي**: ويقصد به المدى الذي تقوم من خلاله الاختبارات أو الإجراءات بتقييم نفس السمة أو المهارة، فهو يعد مقياس للدقة بين الملاحظين أو أدوات القياس. ويمكن أن يستخدم في تفسير البيانات والتنبؤ بقيمة الدرجات وحدود العلاقة بين المتغيرات، ومنها معامل ألفا لكرونباخ.
٤. **الثبات بين المقدرين**: ويقصد به مدى الاتفاق في التقدير بين فردين أو أكثر (مقدرين أو محكمين).

ويرى الباحث تصنيفًا مغايرًا لأساليب وطرق حساب الثبات، وهذا التصنيف قائم على طبيعة الإحصاءة الأساسية التي يعتمد عليها الأسلوب أو المعادلة المستخدمة في حساب الثبات، وبناءً على هذا المنطلق يمكن اعتبار أن جميع الأساليب الإحصائية المستخدمة في حساب وتقدير الثبات تتكون من إحصاءتين أساسيتين هما الارتباط Correlation والتباين Variance، ولذا لا تخرج فئات هذه الأساليب – من وجهة نظر الباحث – عن التصنيفات الثلاثة الآتية:

١. **أساليب قائمة على الارتباط فقط**: وهي الأساليب الإحصائية التي تكون معادلاتها تتكون من معامل الارتباط فقط وبصورة مباشرة (وبالطبع لا يمكن اعتبار مكونات أخرى مثل حجم العينة أو عدد المفردات أساليب إحصائية)، وكون أن هذه الأساليب تعتمد على معامل الارتباط بصورة مباشرة فهذا لا يعني بالضرورة عدم وجود كميات عددية مرافقة لمعامل الارتباط سواء بالضرب أو القسمة أو الجمع أو الطرح، ومن أمثلة هذه الأساليب:

- التطبيق – إعادة التطبيق(*).
- معامل سبيرمان – براون للتجزئة النصفية.
- الاختبارات المتكافئة.

٢. **أساليب قائمة على التباين فقط**: وهي الأساليب الإحصائية التي تكون معادلاتها تتكون من التباينات المختلفة وبصورة مباشرة سواء التباين الجزئي للمفردات أو التباين الكلي للدرجات، ومن أمثلة هذه الأساليب:
   - معامل ألفا لكرونباخ.
   - كودر – ريتشاردسون ٢٠
   - كودر – ريتشاردسون ٢١
   - معامل جتمان للتجزئة النصفية.

٣. **أساليب قائمة على مزيج من الارتباط والتباين**: وهي الأساليب الإحصائية التي تكون معادلاتها تتكون من مزيج من كل من معاملات الارتباط والتباينات، ومن أمثلة هذه الأساليب: معامل أومجا لماكدونالد، وذلك باعتبار أن تشبعات التحليل العاملي التي تمثل أحد مكونات المعادلة هي في الأساس عبارة عن ارتباطات المفردات بعواملها.

وهذا المنظور في تصنيف طرق وأساليب حساب الثبات سوف يفيد كثيرًا في التمهيد والتهيئة لمنطلقات وتتابع خطوات التوصل للمعادلة المقترحة لحساب الثبات بما يقلل إلى حد كبير ظهور الأخطاء غير المنطقية التي تظهر في بعض الأحيان في قيم معاملات الثبات التي يتم حسابها من خلال بعض المعادلات الإحصائية المختلفة، وهو ما سيتم التعرض إليه لاحقًا في البحث الحالي.

أما عن المعادلات الإحصائية التي يتم استخدامها لحساب الثبات بالطرق السابقة فسوف يتم إلقاء الضوء على بعضها بصورة موجزة كما يلي (حسن، ٢٠١١، ص ص ٥١٧-٥١٩):

أولًا: معامل ألفا لكرونباخ Cronbach's Alpha:

وهو من الأساليب الإحصائية التي تقيس الثبات وتعتمد معادلته في صورتها التقليدية على إحصاءة التباين، ويرمز له بالرمز (α)، والصيغة الرياضياتية لمعادلة ألفا لكرونباخ هي كما يلي:

$$\alpha = \frac{n}{n-1}\left(1 - \frac{\sum {\sigma_i}^2}{{\sigma_t}^2}\right)$$

حيث: α = معامل ألفا لكرونباخ.

n = عدد مفردات أو أسئلة أداة القياس.

${\sigma_i}^2$= تباين درجة كل مفردة في أداة القياس.

${\sigma_t}^2$ = تباين الدرجة الكلية لأداة القياس.

ثانيًا: معادلتا كودر - ريتشاردسون Kuder-Richardson:

وهما من الأساليب الإحصائية التي تقيس الثبات وتعتمد معادلتيها على إحصاءة التباين، وهما معادلتان يرمز لهما بالرمزين (KR-20) و (KR-21) وتعد معادلتا كودر – ريتشاردسون حالة خاصة من معادلة ألفا لكرونباخ، حيث يتم استخدامهما مع الدرجات ثنائية التقدير فقط (نعم/ لا أو صواب/ خطأ) أي أنهما مناسبتان مع الدرجتين (صفر، واحد)، وتستخدم الصيغة (KR-21) في حالة عدم توفر تباينات كل مفردة من مفردات أداة القياس، ويعتمد على المتوسط الحسابي للدرجات الكلية، والصيغ الرياضياتية لمعادلتي كودر – ريتشاردسون (KR-20) و (KR-21) هي كما يلي:

(*) من الأخطاء الشائعة عند حساب الثبات بطريقة التطبيق وإعادة التطبيق هو إيجاد معامل ارتباط بيرسون أو معامل ارتباط سبيرمان بين مجموعتي درجات التطبيق بصورة مباشرة، حث إن درجة الارتباط هنا لا تعبر عن ثبات الاختبار بل تعبر عن مدى اتساق فقرات الاختبار لذلك لا يعد معامل الارتباط العادي في هذه الحالة أسلوبًا مناسبًا لحساب الثبات، ويكون الأسلوب المناسب في هذه الحالة هو حساب الارتباط داخل الفئات Intraclass Correlation.

$$KR-20 = \frac{n}{n-1}\left(\frac{{\sigma_t}^2 - \sum {\sigma_i}^2}{{\sigma_t}^2}\right)$$

حيث: $KR-20$ = معامل كودر – ريتشاردسون ٢٠.
n = عدد مفردات أو أسئلة أداة القياس.
${\sigma_i}^2$ = تباين درجة كل مفردة في أداة القياس.
${\sigma_t}^2$ = تباين الدرجة الكلية لأداة القياس.

$$KR-21 = \frac{n}{n-1}\left(1 - \frac{\overline{\mathrm{X}}(n - \overline{\mathrm{X}})}{{\sigma_t}^2}\right)$$

حيث: $KR-21$ = معامل كودر – ريتشاردسون ٢١.
n = عدد مفردات أو أسئلة أداة القياس.
$\overline{\mathrm{X}}$ = متوسط الدرجة الكلية لأداة القياس.
${\sigma_t}^2$ = تباين الدرجة الكلية لأداة القياس.

ثالثًا: معادلة جتمان Guttman للتجزئة النصفية Split-Half:

وهو من الأساليب الإحصائية التي تقيس الثبات وتعتمد معادلتها على إحصاءة التباين بصورة كلية، ويرمز لمعامل جتمان برمز الارتباط (r)، والصيغة الرياضياتية لمعادلة جتمان للتجزئة النصفية هي كما يلي:

$$\mathrm{R_G} = 2\left(\frac{{\sigma_t}^2 - {\sigma_1}^2 - {\sigma_2}^2}{{\sigma_t}^2}\right)$$

حيث: $\mathrm{R_G}$ = معامل جتمان.
${\sigma_1}^2$ = تباين درجات النصف الأول لأداة القياس.
${\sigma_2}^2$ = تباين درجات النصف الثاني لأداة القياس.
${\sigma_t}^2$ = تباين الدرجة الكلية لأداة القياس.

رابعًا: معادلة سبيرمان – براون Spearman-Brown للتجزئة النصفية Split-Half:

وهو من الأساليب الإحصائية التي تقيس الثبات وتعتمد معادلتها على إحصاءة الارتباط بصورة كلية، ويرمز لمعامل سبيرمان – براون برمز الارتباط (r)، والصيغة الرياضياتية لمعادلة سبيرمان – براون للتجزئة النصفية هي كما يلي:

$$\mathrm{R_{SB}} = \frac{2\,r}{1+r}$$

حيث: $\mathrm{R_{SB}}$ = معامل سبيرمان – براون
r = معامل الارتباط بين درجات نصفي أداة القياس

خامسًا: معامل أوميجا لماكدونالد McDonald's Omega (Orçan, 2023, p.710)**:**

وهو من الأساليب الإحصائية التي تقيس الثبات وتعتمد معادلته على مزيج من إحصاءة التباين وإحصاءة الارتباط، حيث تعتمد تقديرات أوميجا على التحليل العاملي التوكيدي (CFA) Confirmatory Factor Analysis. يُطابق نموذج CFA البيانات أولًا ثم يتم حساب أوميجا بناءً على تشبعات العوامل (وهي بالأساس معاملات ارتباط) وتباينات الأخطاء، ويرمز له بالرمز (ω)، والصيغة الرياضياتية لمعادلة أوميجا لماكدونالد هي كما يلي:

$$\omega = \frac{(\sum \lambda_i)^2}{(\sum \lambda_i)^2 + \sum \theta_i}$$

حيث: ω = معامل أوميجا لماكدونالد.

λ_i= التشبع الخاص بكل مفردة (العلاقة بين المفردة والعامل الكامن).

θ_i = تباين الخطأ لكل مفردة في أداة القياس.

- **المحور الثالث: أوجه تفنيد بعض المعادلات لحساب الثبات:**

بادئ ذي بدء وقبل الشروع في تفنيد بعض المعادلات شائعة الاستخدام لحساب الثبات، فإنه من الضروري استعراض نقطتين مهمتين وهما: افتراضات طرق حساب الثبات، والعوامل المؤثرة في الثبات، وفيما يلي عرض ذلك بإيجاز.

أولًا: افتراضات Assumptions وشروط طرق حساب معاملات الثبات:

توجد بعض الافتراضات والشروط العامة لاستخدام طرق حساب معاملات الثبات، منها (حسن، ٢٠١١، ص ص٥١٤-٥١٥):

(١) أن تكون المشاهدات مستقلة.

(٢) عدم وجود ارتباط بين أخطاء المفردات.

(٣) أن يكون لكل زوج من المفردات توزيع اعتدالي ثنائي المتغيرات.

(٤) وجود ارتباط خطي بين كل مفردة وبين الدرجة الكلية لأداة القياس.

(٥) وجود تكافؤ بين أجزاء أداة القياس.

(٦) عدم استخدام الطرق التي تعتمد على الاتساق الداخلي لحساب ثبات أدوات القياس الموقوتة.

كما توجد افتراضات خاصة بكل معادلة أو أسلوب قد تختلف أو تتفق مع الافتراضات العامة السابق ذكرها، وذلك وفق الإحصاءة الأساسية القائمة عليها هذه المعادلات كما سبق توضيحها.

فعلى سبيل المثال نجد أن الافتراضات الأساسية التي قامت عليها المعادلات المستخدمة لحساب معاملات كودر – ريتشاردسون Kuder – Richardson (KR-20) و (KR-21) هي افتراضات يصعب تحقيقها ومنها (سالم، ٢٠٠٠، ص٢٨):

(١) أن يكون جميع الممتحنين قد حاولوا الإجابة عن جميع الأسئلة أو المفردات.

(٢) أن تتساوى معاملات ارتباط المفردات بعضها ببعض.

كما أن طرق حساب الثبات التي تعتمد على حساب تباين مفردات أدوات القياس سواء معادلات كودر – ريتشاردسون أو معادلة كرونباخ، هذه الطرق لها أيضًا بعض الافتراضات لحساب الثبات، وهي (حسن، ٢٠١١، ص٥١٧):

١. أن تتقارب صعوبة أسئلة الاختبار.

٢. أن يجيب كل فرد عن جميع أسئلة الاختبار.

٣. أن يقيس الاختبار قدرة واحدة أو سمة واحدة، بمعنى أن تكون أداة القياس أحادية البعد.

٤. أن تتساوى معاملات ارتباط الأسئلة ببعضها البعض.

ومن الافتراضات الخاصّة بطريقة ألفا لكرونباخ أن تكون فقرات المقياس من نموذج تاو المتكافئ Tau-equivalent model وفق (عبيدات، ٢٠٢٢، ص٧٧؛ عبدالباري، ٢٠٢٢، ص٣٥٣) أو نموذج تاو المتكافئ أساسًا Essential Tau-Equivalent Model وفق (Orçan, 2023, p.710؛ كريش، ٢٠٢٢، ص٢٠٨؛ محمد، ٢٠٢٢، ص٩٧)، بحيث تكون الدرجات الحقيقية متماثلة بين الفقرات لنفس الفرد، كما تشترط أن يكون المقياس أحادي البُعد.

أما بالنسبة لمعامل أوميجا لماكدونالد فبالرغم من أن أوميجا لا تعتمد على افتراضات مثل ألفا، نظرًا لأن أوميجا تُحسب بعد التحليل العاملي التوكيدي Confirmatory Factor Analysis (CFA) فإن أي تأثير على ملاءمة بيانات النموذج لنموذج التحليل العاملي التوكيدي يؤثر أيضًا على قيمة أوميجا. على سبيل المثال، يُعد حجم العينة عاملًا حاسمًا في التحليل العاملي، فكلما انخفض حجم العينة، أصبحت ملاءمة بيانات النموذج لتحليل العوامل مشكلة، أو قد لا يتقارب النموذج إلى حل (Orçan, 2023, p.710).

وبالتالي تكون افتراضات التحليل العاملي التوكيدي (CFA) هي الافتراضات المطلوبة لحساب معامل أوميجا لماكدونالد، وهذه الافتراضات يمكن تلخيصها في الآتي (Schneider & Roman, 2017, p.44):

(١) كل نموذج هو نظام مغلق.
(٢) التأثيرات خطية بشكل واضح.
(٣) البواقي Residuals تكون موزعة توزيعًا طبيعيًا.
(٤) التأثيرات ثابتة بين الأفراد.

ثانيًا: العوامل المؤثرة في الثبات:

من العوامل التي تؤثر على الثبات ما يلي (حسن، ٢٠١١، ص٥١٩):

١. طول الاختبار: حيث يزداد معامل الثبات بزيادة عدد المفردات.
٢. زمن الاختبار: يزداد معامل الثبات بزيادة الزمن المخصص للإجابة عن أسئلة الاختبار حتى يصل إلى الحد المناسب للاختبار فيصل الثبات إلى نهايته العظمى، ثم يقل الثبات بعد ذلك كلما زاد الزمن عن ذلك الحد.
٣. التباين: يزداد معامل الثبات بزيادة تباين درجات الاختبار، وينقص هذا الثبات عندما بنقص تباين درجات الاختبار.
٤. التخمين: ينقص معامل الثبات تبعًا لزيادة التخمين، ولاسيما في أسئلة الاختيار من متعدد.
٥. صياغة الأسئلة أو المفردات: يزداد معامل الثبات عندما تكون الأسئلة أو المفردات واضحة وموضوعية وقصيرة، بينما يقل الثبات عندما تكون الأسئلة أو المفردات غامضة أو خادعة أو طويلة.

ومن العوامل الأخرى التي يمكن أن تؤثر على الثبات ما يلي (سالم، ٢٠٠٠، ص٤٠):

١. تقارب مستوى صعوبة مفردات الاختبار.
٢. العمليات الاحصائية المستخدمة في تحديد وحساب معامل الثبات.
٣. خصائص العينة التى يجرى عليها الاختبار، ومستوى استعدادهم.
٤. العلاقة بين مفردات الاختبار وكذلك مدى تجانس المفردات ومدى صدقها في قياس ما وضعت لقياسه.
٥. يتأثر ثبات الاختبار بتوحيد ظروف اجراء الاختبار.
٦. موضوعية التصحيح.
٧. عوامل أخرى مثل: قابلية الاختبار للاستخدام، وضبط موقف التطبيق، والمؤثرات الفيزيقية والمشتتات المتعددة في موقف الاختبار.

ثالثًا: تفنيد بعض المعادلات شائعة الاستخدام في حساب الثبات:

فيما يلي استعراض لبعض أوجه التفنيد والانتقاد التي يمكن توجيهها إلى بعض المعادلات شائعة الاستخدام في حساب الثبات:

(١) إن كل من طريقة التطبيق- إعادة التطبيق، وطريقة الصور المتكافئة، وطرق التجزئة النصفية لم تأخذ في الاعتبار بعض المتغيرات المهمة مثل طول الاختبار، أو حجم العينة التي تم التطبيق عليها، أو تباين درجات المفحوصين على الاختبار، أو المتوسط الحسابي لدرجاتهم على الاختبار بالرغم من كونه المعبر الحقيقي للدرجات استنادًا على حجم العينة (إبراهيم، ٢٠١٠، ص٤١١).

(٢) الأساليب الإحصائية التي تستخدم لحساب الثبات وتعتمد على الاتساق الداخلي مثل معامل ألفا لكرونباخ ومعاملات الثبات لكودر – ريتشاردسون فهي بالرغم من استخدامها كمؤشر أولي لصدق بناء مفردات أداة القياس إلا أنها تعد غير كافية لأنها تدل فقط على تجانس المفردات ولا تدل على كفايتها في تمثيل المجال المستهدف، فقد تكون جميع المفردات متجانسة وتمثل بعدًا واحدًا، ولكنها تقيس سمة أخرى غير السمة المستهدفة بالقياس (محمود، ٢٠١٩، ص٦٨٨).

(٣) إن معادلتي كودر – ريتشاردسون Kuder – Richardson (KR-20) و (KR-21) تقتصران فقط على المفردات ثنائية الدرجة Dichotomous Values أو الدرجة صفر وواحد (حسن، ٢٠١١، ص٥١٧).

(٤) إن ارتفاع قيمة معامل ألفا لكرونباخ لا يدل بالضرورة على ارتفاع مستوى الاتساق الداخلي لأداة القياس. بل أن ثمة عاملًا حاسمًا آخر له تأثيرًا كبيرًا على نتائج معامل ألفا ويتمثل هذا العامل في عدد مفردات أداة القياس (تيغزة، ٢٠٠٩، ص٦٥٤).

(٥) استخدام معامل ألفا لكرونباخ غير مناسب في كثير من الأحيان وخصوصاً في حالة الاختبارات التي تتضمن أكثر من نوع واحد من المفردات، إذ تبرز مشكلة اختلاف الأوزان على هذه المفردات الذي يجعل تحقيقها لشروط تقدير الثبات باستخدام معادلات الاتساق الداخلي سواء في المعادلات التي تشترط التوازي أو التكافؤ بالضرورة أمراً صعباً (محمد، ٢٠٢١، ص٩٤).

(٦) إن ارتفاع قيمة معامل ألفا ليست مؤشرًا لأحادية البعد واتساق بنود المقياس، فقد تكون القيمة المرتفعة نتيجة عدد البنود أو معاملات الارتباط البينية (أبو هاشم، ٢٠٢٠، ص٢٠٣).

(٧) إن استخدام طريقة ألفا لكرونباخ في حال عدم تحقق افتراضاتها الخاصة بنموذج تاو المتكافئ فإنها تعطي تقديرًا أدنى لقيمة معامل الثبات من القيمة الحقيقية (عبيدات، ٢٠٢٢، ص٧٧).

(٨) إن استخدام معامل ألفا دون التأكد من تحقق افتراضاته يثير الشكوك حول دقة قيم الثبات التي تذكرها الدراسات، وبالتالي حول صحة نتائج الاختبارات والاستنتاجات المستخلصة منها. فإذا كانت قيمة معامل ألفا منخفضة، فقد يكون السبب عدم ثبات درجات الاختبار أو عدم تحقق افتراضات معامل ألفا في المفردات، مما يؤدي إلى تقدير غير دقيق للثبات الحقيقي. أما إذا كانت القيمة مرتفعة، فلا يعني ذلك بالضرورة ثبات الدرجات، فقد يكون هناك ارتباط بين أخطاء المفردات خاصة إذا لم تتحقق الافتراضات المطلوبة. لذلك، ينبغي الحذر وعدم التسرع في تفسير قيم معامل ألفا سواء كانت منخفضة أو مرتفعة (كريش، ٢٠٢٢، ص٢١٤).

(٩) هذا فضلًا عن الملاحظات الواقعية نتيجة الممارسة العملية لحساب الثبات بالطرق المختلفة مثل (ألفا لكرونباخ، سبيرمان – براون للتجزئة النصفية، جتمان للتجزئة النصفية، أوميجا لماكدونالد) باستخدام برنامج SPSS، ويمكن إيجاز هذه الملاحظات في النقاط الآتية:

أ- ظهور قيم سالبة في كثير من الأحيان لمعاملات ألفا وجتمان وسبيرمان – براون، دون وجود سبب منطقي مثل أخطاء الترميز للمفردات السالبة.

ب- ظهور قيم غير منطقية لمعاملات ألفا وجتمان وسبيرمان – براون وأوميجا لماكدونالد، حيث تكون قيمة هذه المعاملات أكبر من الواحد الصحيح.

ت- ظهور تعارض واضح في بعض الأحيان في نتيجة حساب الثبات بطريقة ألفا لكرونباخ وبين حساب الثبات بطرق التجزئة النصفية.

ث- ظهور تناقض في بعض نتائج حساب الثبات بين طرق التجزئة النصفية ذاتها عندما يكون عدد المفردات فرديًا.

ج- عدم إمكانية تنفيذ حساب الثبات بطريقة أوميجا لماكدونالد في أغلب الأحيان باستخدام برنامج SPSS أو غيره من البرامج التي تتضمن هذه المعادلة ضمن برمجيتها، وهذا بالطبع مع العينات غير الكبيرة.

ح- ظهور قيم غير منطقية لمعامل أوميجا لماكدونالد في أغلب الأحيان إذا ما تمكن برنامج SPSS من حسابه.

▪ المحور الرابع: تطوير معادلة جديدة لحساب الثبات:

أولًا: منطلقات تطوير المعادلة الجديدة:

بناءً على ما سبق من أوجه لتفنيد وانتقاد مثالب بعض المعادلات شائعة الاستخدام لحساب ثبات أدوات القياس وخاصة معامل ألفا لكرونباخ Cronbach's Alpha، ومعامل أوميجا لماكدونالد McDonald's Omega، ومعامل سبيرمان – براون Spearman-Brown للتجزئة النصفية،

ومعامل جتمان Guttman للتجزئة النصفية، ونخص بالذكر القيود والافتراضات والشروط السابق ذكرها والتي يصعب تحقيقها في كثير من الأحيان، وكذلك النتائج غير المنطقية التي تظهر في قيم هذه المعاملات في كثير من الأحيان أيضًا، وكذلك إمكانية ظهور نتيجة من الأساس لبعض هذه المعاملات مثل معامل أوميجا لماكدونالد.

بناءً على كل ذلك، فقد استوجب الأمر التفكير في تطوير أساليب حساب الثبات Reliability ودراسة التوصل لمعامل جديد للثبات قائم على معادلة جديدة لحساب الثبات تتلافى – على قدر الإمكان – أكبر قدر من عيوب ومثالب بعض المعاملات الحالية، بحيث تضمن للمعالج الإحصائي ما يلي:

١. الحصول على معامل ثبات قيمته منطقية في صورته الرياضياتية لا تتجاوز قيمته الواحد الصحيح.
٢. تقليل الاعتماد غير الموضوعي بأكبر قدر ممكن على عدد مفردات أداة القياس (n) على حساب الاتساق الحقيقي فيما بينها.
٣. تقنين الإشارة السالبة لمعامل الثبات، بحيث تكون الارتباطات السالبة مؤشر دال ومقصود لعدم الاتساق بين المفردات بعضها البعض أو بين المفردات والأبعاد والدرجة الكلية وليس نتيجة اختلافات عكسية بين قيم تباينات المفردات (σ^2)، لكن دون أن تظهر الإشارة السالبة في القيمة النهائية لمعامل الثبات بل تؤثر على قيمته (قوة الارتباط).
٤. الحصول على معامل ثبات يحقق أكبر قدر من التمثيل الفعلي للعلاقات المتبادلة بين المفردات.
٥. الحصول على معامل ثبات قادر على التعامل مع أي أداة قياس مهما كان عدد مفرداتها ومهما كان عدد الأفراد الذين تم تطبيق الأداة عليهم.
٦. الحصول على معامل ثبات قادر على التعامل مع أي أداة قياس مهما كان عدد أبعادها سواء كانت أحادية البعد أو متعددة الأبعاد وذلك بأسلوب إحصائي بسيط وغير معقد.

ثانيًا: مراحل تطوير المعادلة الجديدة:

لتحقيق ذلك تم الانطلاق بدايةً من أساس معادلة ألفا لكرونباخ والعمل على تطويرها من خلال إجراء المعالجات اللازمة على نقاط ضعفها ومناط مثالبها الإحصائية حتى تم التوصل إلى معادلة مطورة مختلفة وجديدة يمكن الاعتماد عليها في حساب الثبات بصورة مطمئنة، وقد مرت عملية التطوير والمعالجة بعدة مراحل، وهي كما يلي:

- **المرحلة الأولى:** وهي تمثل مرحلة تحديد نقطة الانطلاق والبداية: تم الانطلاق من الصورة الارتباطية لمعادلة ألفا لكرونباخ والتي هي عبارة عن دالة مباشرة في معامل الارتباط، وهذه الصيغة هي حالة خاصة من معادلة ألفا لكرونباخ العامة والتي تعتمد على تقدير التجانس الداخلي بين المفردات عند تحويل درجات المفردات إلى درجات معيارية، وهذه الصيغة هي كما تظهر في المعادلة الآتية (تيغزة، ٢٠٠٩، ص٦٥٤):

$$\alpha = \frac{n\,\bar{r}}{1 + (n-1)\,\bar{r}}$$

حيث: α = معامل ألفا لكرونباخ.

n = عدد مفردات أو أسئلة أداة القياس.

$\bar{r}$ = متوسط معاملات الارتباط الممكنة بين مفردات أداة القياس.

وقد تم اعتماد إحصاءة الارتباط كإحصاءة أساسية في تأسيس المعادلة الجديدة، وذلك لأن الارتباطات المختلفة بين المفردات وبعضها البعض، وبين المفردات وأبعادها أو الدرجة الكلية، تعكس بصورة أكثر مصداقية وموضوعية وموثوقية بنية أداة القياس، وذلك يتواءم أيضًا مع كون الثبات هو مطلب أولي وأساسي لتحقق الصدق.

- **المرحلة الثانية**: وهي تمثل مرحلة تحديد الشروط والافتراضات: وفق المعادلة السابقة لكرونباخ فإن التعامل مع درجات المفردات سوف يكون في صورتها المعيارية، وبناءً على ذلك يجب تحويل

الدرجات الخام إلى درجات معيارية بمتوسط حسابي يساوي الصفر وانحراف معياري يساوي الواحد الصحيح، ويتم تحويل الدرجة الخام (x) إلى الدرجة المعيارية (z) وفق القانون الآتي:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

حيث: x = الدرجة الخام للمفردة.

μ = متوسط درجات المفردات.

σ = الانحراف المعياري لدرجات المفردات.

- **المرحلة الثالثة**: وهي تمثل مرحلة التطوير والمعالجة: حيث تم استبدال المكون (n) الذي يمثل عدد المفردات كمتغير مباشر في عدد المفردات بمكونين آخرين يمثلان مكون مركب موزون، وهذان المكونان هما: $(\bar{r}_{xd})$ و $(\bar{r}_{xt})$ حيث يمثل $(\bar{r}_{xd})$ متوسط معاملات ارتباط المفردات بأبعادها (في حالة الأدوات غير أحادية البعد) و $(\bar{r}_{xt})$ يمثل متوسط معاملات ارتباط المفردات بالدرجة الكلية للأداة. وهذان المكونان يمثلان المكون الموزون في المعادلة، حيث إنهما يعبران عن الوزن النسبي لكل مفردة بناءً على مدى مساهمة هذه المفردة في تكوين بُعدها الذي تنتمي إليه أو في تكوين الأداة ككل، وهذا لا يعني اختفاء المكون (n) بالكلية من المعادلة، بل إنه لازال موجودًا كمكون فرعي في كل من مكون الاتساق الداخلي وهو المكون $(\bar{r})$ الذي يمكن التعبير عنه في البحث الحالي بالرمز البديل $(\bar{r}_{xy})$، والمكون الموزون المركب بمكونيه الفرعيين $(\bar{r}_{xd})$ و $(\bar{r}_{xt})$، وذلك لأن المتوسطات الحسابية ما هي إلا دالة مباشرة في كل من مجموع المفردات وعددها (n).

وبناءً على ذلك فإن المعادلة الجديدة بعد عملية التبديل يمكن التعبير عنها بالدالة الآتية:

$$Reliability\ Coefficient = avg\ (\bar{r}_{xy}, \bar{r}_{xd}, \bar{r}_{xt})$$

حيث: $avg(\ )$ = يقصد بها دالة المتوسط الحسابي.

$\bar{r}_{xy}$ = متوسط معاملات الارتباط الممكنة بين مفردات أداة القياس.

$\bar{r}_{xd}$ = متوسط معاملات ارتباط المفردات بدرجة البعد الذي تنتمي إليه بعد حذف درجة المفردة.

$\bar{r}_{xt}$ = متوسط معاملات ارتباط المفردات بالدرجة الكلية للأداة بعد حذف درجة المفردة.

وفيما يلي الصيغة الرياضياتية لكل من المكونات السابقة:

$$\bar{r}_{xy} = \frac{\sum_{x=1}^{n} \sum_{y=1, y>x}^{n} r_{xy}}{\frac{n\,(n-1)}{2}}$$

$$\bar{r}_{xd} = \frac{\sum_{d=0}^{k} r_{xd}}{n}$$

$$\bar{r}_{xt} = \frac{\sum_{t=1}^{n} r_{xt}}{n}$$

حيث: r_{xt} = معامل ارتباط كل مفردة بالدرجة الكلية للاختبار أو المقياس بعد حذف درجة المفردة.

r_{xd} = معامل ارتباط كل مفردة بدرجة البعد الذي تنتمي إليه بعد حذف درجة المفردة.

r_{xy} = معامل الارتباط بين كل مفردتين مختلفتين منفردتين في الاختبار أو المقياس.

n = عدد مفردات أو أسئلة أداة القياس.

k = عدد الأبعاد في أداة القياس.

وفي حالة $(d = 0)$ تكون قيمة المقدار r_{xd} هي الصفر.

وبالتعويض في دالة المتوسط السابقة عن $(\bar{r}_{xd})$، $(\bar{r}_{xt})$، $(\bar{r}_{xy})$ بمكوناتهم، وتبسيط المعادلة واختصارها تنتج الصيغة الآتية:

$$Reliability\ Coefficient = \frac{2\sum_{x=1}^{n}\sum_{y=1,y>x}^{n} r_{xy} + (n-1)\left[\sum_{d=0}^{k} r_{xd} + \sum_{t=1}^{n} r_{xt}\right]}{n(n-1)}$$

ثالثًا: معالم الصورة النهائية للمعادلة الجديدة:

(١)**معالم المعادلة الجديدة**: يقترح الباحث المعالم الآتية للمعادلة الجديدة لحساب الثبات كما يتضح في الجدول الآتي:

جدول (١)

المعالم المقترحة للمعادلة الجديدة لحساب الثبات

البيان	المقترح
اسم المعادلة باللغة العربية	معامل رو للثبات الموزون لهريدي
اسم المعادلة باللغة الإنجليزية	Haridy's rho of Weighted Reliability Coefficient
الاسم المختصر	Haridy's rho
الرمز الرياضياتي	$H\rho$

(٢)**مبررات اختيار المقترحات**:

- مصطلح الموزون Weighted : تم اختيار مصطلح الموزون ليتناسب مع طبيعة التعديلات الجوهرية المضافة والتي تمثل المكون الأساسي (المكون الموزون) في المعادلة الجديدة الذي يعالج بعض المشكلات التي تم الإشارة إليها فيما يتعلق بمعاملات الثبات الأخرى.
- الرمز ($H\rho$): تم اختيار رمز جديد نسبيًا ليتسنى التفرقة بين المعامل في المعادلة الجديدة وبين معاملات الثبات الأخرى، فالحرف (H) يشير إلى اختصار اسم الباحث Haridy مستنبط المعادلة ، في حين أن الحرف اللاتيني (ρ) تم اختياره لأنه أحد الرموز التي تشير إلى الارتباط وبذلك فهو ملائم جدًا لطبيعة مكونات المعادلة الجديدة التي تتكون معظمها من معاملات ارتباط مختلفة.

(٣)**الصيغة النهائية للمعادلة الجديدة**: بعد تسمية وتبسيط واختصار المعادلة الجديدة (معامل الثبات الموزون لهريدي) والتي يعبر عنها بالرمز ($H\rho$) فيمكن تحديد صياغتها النهائية كما يلي:

$$H\rho = \frac{2\sum_{x=1}^{n}\sum_{y=1,y>x}^{n} r_{xy} + (n-1)\left[\sum_{d=0}^{k} r_{xd} + \sum_{t=1}^{n} r_{xt}\right]}{n(n-1)}$$

حيث: $H\rho$ = معامل رو للثبات الموزون لهريدي.

r_{xt} = معامل ارتباط كل مفردة بالدرجة الكلية للاختبار أو المقياس بعد حذف درجة المفردة.

r_{xd} = معامل ارتباط كل مفردة بدرجة البعد الذي تنتمي إليه بعد حذف درجة المفردة.

r_{xy} = معامل الارتباط بين كل مفردتين مختلفتين منفردتين في الاختبار أو المقياس.

n = عدد مفردات أو أسئلة أداة القياس.

k = عدد الأبعاد في أداة القياس.

رابعًا: مميزات المعادلة الجديدة:

١. تقليل تأثير عدد المفردات في معامل الثبات الناتج وجعل تأثيره غير مباشر حيث إن وجود المكون (n) الذي يمثل عدد المفردات في المعادلة الجديدة ليس تواجدًا مباشرًا لكنه ناتج ضمنيًا من مكون آخر أصيل وأساسي وهو جميع المكونات $(\bar{r}_{xd})$، $(\bar{r}_{xt})$، $(\bar{r}_{xy})$ التي تمثل متوسطات معاملات الارتباطات، وبالتالي يكون مكون العدد هو مكون فرعي من مكون المتوسط الحسابي، وهذا من شأنه جعل معامل الثبات أكثر ثباتًا بغض النظر عن طول أداة القياس.

٢. وجود مكون موزون كمكون أصيل في المعادلة الجديدة والمتمثل في الوزن النسبي لكل مفردة بناءً على مدى مساهمة هذه المفردة في الاتساق الداخلي، يجعل معامل الثبات المحسوب هو الأقرب إلى الثبات الحقيقي لأداة القياس، بل والأقرب لصدق الأداة حيث يجعل العلاقة بين الثبات والصدق أكثر قوة ومنطقية وواقعية.

٣. إن إعطاء أوزان لمفردات الأداة بناءً على ارتباطها بالدرجة الكلية للأداة أو ارتباطها بدرجة البُعد التي تنتمي إليه ساعد بصورة مباشرة في التغلب على مشكلة عدم أحادية البعد في كثير من المقاييس والاختبارات.

٤. استخدام القيمة المطلقة لمعاملات الارتباط في مكونات المعادلة الجديدة يضمن تحقق أن يكون المعامل الناتج هو كمية موجبة، حيث إن اتجاه العلاقة هنا لا يفيد في المعادلة بقدر قوة العلاقة، في حين أن الإفادة هنا تكمن في تأثير العلاقات العكسية التي لابد وأن تؤثر سلبًا وتضعف قيمة متوسطات الارتباطات داخل المعادلة، مما يمكن استخدام هذا التأثير كمؤشر كاشف لطبيعة العلاقة الداخلية بين المفردات هذا فضلًا عن دوره الأساسي كقياس الاتساق باعتباره مكون أساسي في بنية معادلة الثبات.

خامسًا: تجريب المعادلة الجديدة:

تم تجريب المعادلة الجديدة عدديًا على درجات مجموعة من التطبيقات الواقعية لبعض المقاييس والاختبارات وليست درجات توليدية أو محاكاة، ومن ثم حساب معامل رو لهريدي $(H\rho)$، وكذلك معاملات الثبات الأخرى والمقارنة بينهما، وتم اختيار بعض الأمثلة التي جاءت فيها قيم معاملات الثبات الأخرى متنوعة، وفيما يلي سبعة أمثلة كما يتضح في الجدول الآتي:

جدول (٢)

نتائج تطبيق المعادلة الجديدة والمعادلات الأخرى لحساب الثبات

م	بيانات أداة القياس						نتائج معاملات الثبات				
	النوع	الأبعاد	عدد المفردات	حجم العينة	الاتساق الداخلي	ألفا لكرونباخ	سبيرمان-براون	جتمان (تجزئة نصفية)	أوميجا لماكدونالد	رو لهريدي
١	استبيان	متعدد	54	85	0.253	0.950	0.880	0.862	0.948	0.483
٢	مقياس	متعدد	39	30	0.297	0.937	0.908	0.896	---- (*)	0.453
٣	اختبار	أحادي	63	15	0.337	- 0.744	- 0.340	- 0.263	---- (*)	0.185
٤	مقياس	متعدد	60	223	0.286	0.961	0.933	0.927	0.961	0.495
٥	اختبار	أحادي	18	54	0.137	- 1.779	- 0.411	- 0.400	- 99.00	0.184
٦	اختبار	أحادي	20	30	0.268	- 0.019	1.000	1.000	- 99.00	0.140
٧	اختبار	أحادي	20	29	0.169	- 1.101	- 0.940	- 0.725	- 99.00	0.167

(*) لم يتمكن برنامج SPSS من حساب قيمتها

تحليلًا لما ورد في جدول (٢) من بيانات تم الحصول عليها من عملية التحليل الإحصائي باستخدام برنامج SPSS (v. 28)، حيث إن معادلة ماكدونالد لحساب معامل ثبات أوميجا غير متضمنة في الإصدارات السابقة لبرنامج SPSS، ومن ثم يتضح ما يلي:

أولًا: بالنسبة لطبيعة البيانات: تناول الجدول أمثلة متنوعة من حيث نوع الأداة (اختبار، مقياس، استبيان)، وكذلك من حيث عدد الأبعاد (أحادية البعد، متعددة الأبعاد)، وكذلك من حيث حجم العينة (صغيرة، كبيرة)، وأخيرًا من حيث عدد مفردات الأداة (قليلة، كثيرة).

ثانيًا: بالنسبة للاتساق الداخلي: تم حساب قيم الاتساق الداخلي للدرجة الكلية لكل أداة للوقوف على طبيعة العلاقات الداخلية بين مفردات الأداة، وقد وجد أن القيم الواردة في الجدول هي قيم صغيرة لجميع الأمثلة بالرغم من الارتفاع الكبير لقيم كل من معامل ألفا لركونباخ ومعامل ثبات التجزئة النصفية (أكبر من ٠,٩) كما في الحالة (١) والحالة (٢) والحالة (٤)، مما يعطي مبررًا للشك في مصداقية ودقة هذه المعاملات، كما يلاحظ ضعف قيمة الاتساق الداخلي بين المفردات بالرغم من أن هذه المفردات هي نتاج عملية تحليل عاملي استكشافي EFA كما يظهر في الحالة (٤)، وأنه من المفترض أن هذه المفردات تم قبولها وتجميعهًا نتيجة تشبع هذه المفردات على عواملها أي أنها أكثر ارتباطًا ببعضها البعض بمقدار هذه التشبعات، وأن هذه التشبعات هي في الأساس معاملات ارتباط.

ثالثًا: بالنسبة لمعامل ألفا لكرونباخ: وجود قيم سالبة لمعامل ألفا كما يظهر في الحالة (٣) والحالة (٥) والحالة (٦) والحالة (٧)، ووجود قيم عددية أكبر من الواحد الصحيح بما يخالف طبيعة المعامل كما في الحالة (٥) والحالة (٧)، وهذه تمثل قيم غير منطقية وغير مقبولة رياضياتيًا.

رابعًا: بالنسبة لمعامل سبيرمان – براون: وجود قيم سالبة لمعامل سبيرمان – براون كما يظهر في الحالة (٣) والحالة (٥) والحالة (٧) بالرغم من ارتفاع القيمة العددية لبعضها كما هو في الحالة (٧)، ووجود قيم تساوي الواحد الصحيح كما يظهر في الحالة (٦) بالرغم من انخفاض قيمة ألفا لها.

خامسًا: بالنسبة لمعامل جتمان: وجود قيم سالبة لمعامل جتمان كما يظهر في الحالة (٣) والحالة (٥) والحالة (٧)، ووجود قيم تساوي الواحد الصحيح كما يظهر في الحالة (٦) بالرغم من انخفاض قيمة ألفا لها.

سادسًا: بالنسبة لمعامل أوميجا لماكدونالد: عدم تمكن برنامج SPSS من حساب قيمة معامل أوميجا من الدرجات المعطاة كما يظهر في الحالة (٢) والحالة (٣)، وقد لوحظ أن ذلك يحدث إذا كان حجم العينة أقل من (٨٠) فردًا، كذلك وجود قيم غير منطقية مثل (-٩٩) كما يظهر في الحالة (٥) والحالة (٦) والحالة (٧)، ولا يوجد تفسير محدد لظهور هذه القيمة بالتحديد بالرغم من اختلاف حجم العينة وعدد المفردات، ولكنها تظل قيمة سالبة وغير منطقية.

سابعًا: بالنسبة لمعامل رو لهريدي: يلاحظ أن قيم معاملات الثبات أكثر منطقية وأكثر تمثيلًا لطبيعة العلاقة بين المفردات إذا ما نظرنا إلى قيم معاملات الاتساق الداخلي لها، فنجد أن الرابط بينهما أكثر منطقية وأكثر تعبيرًا وأكثر مواءمة. كما يلاحظ أن جميع القيم موجبة وأن وجود ارتباطات سالبة داخلية بين المفردات أو الأبعاد لا تؤثر في إشارة معامل (رو) لكنها تؤثر في قيمته، مما يجعل معامل (رو) في صورة أكثر قبولًا من حيث الشكل والجوهر.

ثامنًا: بالنسبة للخصائص العامة لمعامل رو لهريدي: يمكن استنتاج بعض الخصائص العامة لمعامل رو ($H\rho$) والتي تتمثل في الآتي:

١. قيمة (رو) دائمًا موجبة ولا تتجاوز الواحد الصحيح في أي حالة من الأحوال، وأن بنيتها الرياضياتية تجعلها دائمًا محصورة فقط في الفترة المغلقة [١،٠].
٢. قيمة (رو) تتناسق تمامًا مع خصائص وطبيعة العلاقات المتبادلة بين المكونات الداخلية لأداة القياس سواءً بين المفردات ذاتها، أو بين المفردات والأبعاد التي تنتمي إليها – إن وجدت – أو بين المفردات والدرجة الكلية للأداة.
٣. معامل (رو) أكثر تحفظًا من معاملات الثبات الأخرى والتي تبدي تضخمًا في القيمة بالرغم من ضعف مكونها البنائي في بعض الحالات أو ضعف بنيتها العاملية في البعض الآخر.

٤. البنية الرياضياتية لمعادلة الثبات الموزون لهريدي هي متوسط متوسطات معاملات أي ارتباطات تخص مفردات أداة القياس وهذا يجعلها تراعي بُعدية أدوات القياس (أحادية أو متعددة).

تاسعًا: القيم المقبولة المقدرة لمعامل رو لهريدي: في ضوء التحليلات السابقة يمكن استنباط القيم المقبولة المقدرة لمعامل رو $(H\rho)$ والتي يوضحها الجدول الآتي:

جدول (٣)

القيم المقبولة المقدرة لمعامل رو لهريدي

ثبات ضعيف	ثبات مقبول	ثبات جيد	ثبات مرتفع
أقل من 0.40	0.60 – 0.40	0.80 – 0.61	أكبر من 0.80

▪ الملخص والتوصيات:

معامل رو للثبات الموزون لهريدي (معامل رو لهريدي Haridy's rho) هو معامل ثبات بديل لبعض معاملات الثبات التقليدية الحالية للتغلب على القيود المنطقية وغير المنطقية في معاملات الثبات الشائعة (مثل كرونباخ ألفا، وكودر- ريتشاردسون، ماكدونالد أوميجا)، والتي تُستخدم في تقييم اتساق المفردات في الاختبارات والمقاييس في مجال الدراسات التربوية والدراسات في العلوم الانسانية المختلفة وغيرها. والتي تعاني من مشكلات منهجية، مثل افتراضات غير واقعية حول توزيع البيانات، وعدم مراعاة التباين بين عينات الطلاب، وحساسيتها لحجم العينة وطبيعة الأسئلة وعددها، مما يؤدي إلى قيم ثبات مضللة أو غير مستقرة، خاصة في السياقات التربوية المعقدة. وقد تم تصميم المعامل الجديد ليعالج هذه المشكلات عبر عمليات دمج واستبدال رياضياتية. وقد أظهرت النتائج تفوق المعامل الجديد في تقدير الثبات بدقة أكبر، مع تقليل الاعتماد على عدد المفردات، وتحسين القدرة على تفسير الاستقرار الداخلي للاختبارات.

وفي ضوء ذلك يمكن التوصية في البحث الحالي بما يلي:

١. استخدام المعادلة الحالية (معامل رو للثبات الموزون لهريدي) في حساب ثبات أدوات القياس المختلفة (استبانات، اختبارات، مقاييس)، أحادية البعد أو متعددة الأبعاد.
٢. تضمين المعادلة الحالية (معامل رو للثبات الموزون لهريدي) في مقررات الإحصاء التربوي والإحصاء التطبيقية.
٣. تطوير معادلات أخرى لحساب الثبات تراعي تقليل المشكلات التي تشوب المعاملات الأخرى، وتراعي تقليل القيود والافتراضات التي تعيق استخدام الكثير من المعادلات الحالية.

مراجع البحث:

إبراهيم، محمود محمد. (٢٠١٠). طول الاختبار و حجم العينة و تأثيرهما على إختيار طرائق حساب معاملات الثبات المناسبة للاختبارات التحصيلية المرجعة إلى المعيار: دراسة سيكومترية على عينة من طلبة المرحلة الإعدادية. *مجلة التربية*، (١٤٤ - ج ٧)، ٤٠٣-٤٦٥.

أبو هاشم، السيد محمد. (٢٠٢٠). معامل ألفا للتحقق من ثبات درجات أدوات القياس بين الحقائق والمعتقدات الخاطئة لدى الباحثين. *مجلة البحث العلمي في التربية*، (٢١ - ج١١)، ١٧٩-٢١٠.

باهي، مصطفى حسين إبراهيم، وفياض، ناهد خيري عبدالله. (٢٠٠٨). التحليل السيكومتري لأدوات القياس الثبات والصدق: دراسة تحليلية. *المجلة العلمية للتربية البدنية وعلوم الرياضة*، (٥٤)، ٤٠٩-٤٢٥.

تيغزة، أمحمد بوزيان. (٢٠٠٩). البنية المنطقية لمعامل ألفا لكرونباخ، و مدى دقته في تقدير الثبات في ضوء افتراضات نماذج القياس. *مجلة جامعة الملك سعود - العلوم التربوية والدراسات الإسلامية*، ٢١ (٣)، ٦٣٧-٦٨٨.

حسن، عزت عبد الحميد. (٢٠١١). *الإحصاء النفسي والتربوي: تطبيقات باستخدام برنامج SPSS 18*. القاهرة: دار الفكر العربي.

سالم، محمود عوض الله. (٢٠٠٠). الاتجاهات الحديثة في تقدير ثبات الاختبارات النفسية. *مجلة كلية التربية*، جامعة بنها، ١٠ (٤٣)، ١٠-٤٩.

شحاته، حسن، والنجار، زينب. (٢٠٠٣). *معجم المصطلحات التربوية والنفسية*. القاهرة: الدار المصرية اللبنانية.

عبد الباري، محمد توفيق. (٢٠٢٢). الخصائص السيكومترية لمقياس الإيثار لدى طالب الجامعة. *مجلة " التربية في القرن ٢١ للدارسات التربوية والنفسية" - كلية التربية - جامعة مدينة السادات*، (٢٣)، ٣٣٧-٣٦١.

عبيدات، عمر سليمان. (٢٠٢٢). مقارنة طريقتي ألفا وأوميغا في دقة تقدير الثبات في ضوء عدد الأبعاد وطول الاختبار وحجم العينة استنادا لبيانات مولدة. *المجلة التربوية*، ٣٦ (١٤٢)، ٧٥-٩٥.

علام، صلاح الدين محمود. (٢٠٠٠). *القياس والتقويم التربوي والنفسي: أساسياته وتطبيقاته وتوجهاته المعاصرة*. القاهرة: دار الفكر العربي.

علي، محمود السيد. (٢٠١١). *موسوعة المصطلحات التربوية*. عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع.

كريش، أحمد. (٢٠٢٢). واقع استخدام معامل ألفا لتقدير معامل الثبات في الدراسات النفسية العربية: دراسة مسحية على عينة من المذكرات والأطروحات ببعض البلدان العربية. *مجلة دراسات نفسية وتربوية*، ١٥ (٢)، ٢٠٧-٢١٦.

محمد، أسماء. (٢٠٢١). دراسة الفروق بين معادلتي أوميجا الموزونة وألفا كرونباخ في تقدير ثبات درجات اختبار ستانفورد بينيه -٥. *مجلة جامعة البعث*، ٤٤ (١١)، ٨٩-١٢٣.

محمد، محمد إبراهيم. (٢٠٢٢). دراسة إمكانية التنبؤ بمعاملات ثبات ألفا الرتبي وثيتا الرتبي وأوميجا وأكبر حد أدنى بمعلومية معامل ألفا لكرونباخ لأحجام عينات مختلفة. *مجلة التربية وثقافة الطفل*، كلية التربية للطفولة المبكرة، جامعة المنيا، ٢٠ (١ - ج١)، ٩٥-١٣٤.

محمود، سوميه شكري محمد. (٢٠١٩). الأخطاء الشائعة في إجراءات التحقق من ثبات وصدق أدوات القياس المستخدمة في البحوث التربوية العربية. *مجلة كلية التربية*، ٣٥ (٧)، ٦٧١-٦٩٥.

Cho, E. (2016). Making Reliability Reliable: A Systematic Approach to Reliability Coefficients. *Organizational Research Methods*, *19*(4), 651 - 682.

Crocker, L. & Algina, J. (2008). *Introduction to Classical and Modern Test Theory*. Mason, Ohio: Cengage Learning.

Dimitrov, D. M. (2002). Reliability: Arguments for Multiple Perspectives and Potential Problems with Generalization Across Studies. *Educational and Psychological Measurement, 62*(5), 783-801.

Frey, B. B. (2018). *The sage encyclopedia of educational research, measurement, and evaluation*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, Inc.

Lakes, K. D., & Hoyt, W. T. (2009). Applications of generalizability theory to clinical child and adolescent psychology research. *Journal of clinical child and adolescent psychology, 38*(1), 144–165.

Mokkink, L. B., Eekhout, I., Boers, M., van der Vleuten, C. P. M., & de Vet, H. C. W. (2023). Studies on Reliability and Measurement Error of Measurements in Medicine - From Design to Statistics Explained for Medical Researchers. *Patient related outcome measures*, 14, 193–212.

Orçan, F. (2023). Comparison of cronbach's alpha and McDonald's omega for ordinal data: Are they different?. *International Journal of Assessment Tools in Education, 10*(4), 709–722.

Price, P., Jhangiani, R., & Chiang, I. (2015). *Research Methods in Psychology* (2nd. Canadian Edition). Victoria, B.C.: BCcampus.

Schneider, W. & Roman, Z. (2017). Fine-Tuning Cross-Battery Assessment Procedures: After Follow-Up Testing, Use All Valid Scores, Cohesive or Not. *Journal of Psychoeducational Assessment. 36*(1), 34–54.

Sijtsma, K. and Van Der Ark, L. A. (2015). Conceptions of reliability revisited and practical recommendations. *Nursing Research, 64*(2), 128–136.

Thompson, B. & Vacha-Haase, T. (2012). Reliability. In C. Secolsky, & D. B. Denison (Eds.), *Handbook on measurement, assessment, and evaluation in Higher Education* (pp. 178-193). New York, NY: Routledge.

Turner, D. P., & Houle, T. T. (2019). Assessing and Interpreting Reliability. *Headache*, *59*(5), 653–658.

Zaki, R., Bulgiba, A., Nordin, N., & Ismail, NA. (2013). A systematic review of statistical methods used to test for reliability of medical instruments measuring continuous variables. *Iranian journal of basic medical sciences, 16*(6), 803–807.