مجلـــة العلـــوم التربـــوية والدراســـات الإنســـانيـــة
Humanities and Educational Sciences Journal
ISSN: 2709-0302 (online)
ISSN: 2617-5908 (print)

أثر حجم النموذج وحجم العينة على أداء مؤشرات جودة المطابقة في النمذجة بالمعادلة البنائية: دراسة محاكاة(*)

الباحثة/ رحاب صالح عبد الله الصيخان
باحثة دكتوراة في القياس والتقويم
جامعة القصيم – المملكة العربية السعودية
rehab-alsaikhan@hotmail.com

*) تاريخ تسليم البحث 3/10/2023 تاريخ قبوله للنشر 30/10/2023
*) موقع المجلة: http://hesj.org/ojs/index.php/hesj/index

أثر حجم النموذج وحجم العينة على أداء مؤشرات جودة المطابقة في النمذجة بالمعادلة البنائية: دراسة محاكاة

الباحثة/ رحاب صالح عبد الله الصيخان
باحثة دكتوراة في القياس والتقويم
جامعة القصيم – المملكة العربية السعودية

الملخص

تتبعت هذه الدراسة تأثير أهم عوامل التصميم التجريبي في النمذجة بالمعادلة البنائية على مؤشرات جودة المطابقة العامة، وشملت هذه العوامل أثر حجم النموذج بتعريفه كنسبة المتغيرات المشاهدة لكل عامل (*p/f*)، وحجم العينة وتفاعلهما على مؤشر χ^2 ومؤشرات المطابقة المطلقة: GFI, RMSEA, SRMR، ومؤشرات المطابقة المتزايدة: CFI, NFI.

فتم بواسطة المحاكاة بناء عدة نماذج عاملية توكيدية متباينة بعدد العوامل الكامنة: 1-3-5، ونسبة المتغيرات المشاهدة لكل متغير كامن: 3-5-10-15، وخلال مستويات مختلفة لأحجام العينات:200-400-600-800-1000، وبالاستعانة ببيانات متصلة وتحت التوزيع الاعتدالي، وتقديرها بطريقة الاحتمال الأقصى ML، فأظهرت النتائج وجود تأثير رئيسي دال إحصائياً لحجم النموذج (*p/ f*) وحجم العينة على أداء مؤشرات المطابقة وأن هناك تفاعل ثنائي دال إحصائياً لهذه العوامل على هذه المؤشرات، وكان أكثرها تأثراً بهذه العوامل: SRMR- NFI- GFI، بينما كان مؤشر RMSEA هو الأقل حساسية تجاه هذه العوامل مع تحسن قيمه بزيادة حجم النموذج، وقد أوصت الدراسة بمراعاة خصائص النموذج عند التعامل مع مؤشرات المطابقة.

الكلمات المفتاحية: حجم النموذج، حجم العينة، النمذجة بالمعادلة البنائية، مؤشرات المطابقة، مطابقة النموذج.

The Effect of Model Size and Sample size on the Fit Indices in structural Equation Modeling: Simulation Study

Rehab Saleh Al-Saikhan
Ph. researcher in Measurement and Evaluation
Qassim University, KSA

Abstract

This study investigated the effect of the most important factors of the experimental design in structural equation modelling. These factors include model size as the number of observed variables per factor *(p/f)*, the sample size and their interactions on general fit indices: χ^2, the absolute fit indices: GFI, RMSEA, SRMR, and the incremental fit indices: CFI, NFI.

Through a simulation, various conditions of different confirmatory factorial models were created by manipulating the number of latent factors:1-3-5, the number of observed variables; 3-5-10-15, and through different conditions of sample sizes: 200-400-600-800-1000. Using continuous data under normal distribution, these models were estimated using the Maximum Likelihood Estimation Method (ML). The results showed that there are main significant effects of the model size *(p/f)*, the sample size and their interaction on all the fit indices. The GFI, SRMR, and the NFI were the most effected indices by these factors while RMSEA is the least affected and its value became better as the model size increased. The study recommended to be aware of the of model's characteristics when dealing with fit indices.

Keywords: model size, sample size, structural equation modeling (SEM), fit indices, model fit.

مقدمة:

تشـــكل نمذجة المعادلات البنائية مدخلاً إحصـــائياً هاماً ومنهجية متطورة في التحليل الإحصـــائي قد تزايد اسـتخدامها في مجال البحوث العلمية عامة والعلوم الإنسـانية بصـفة خاصـة؛ كونها أحد الاسـتراتيجيات الحديثة والمتقدمة التي تمكن الباحثين من البناء والكشـف عن العلاقات بين المتغيرات بطريقة أكثر شمولية ومرونة، والتحقق من النظريات التي يتم تبنيها، وذلك لتضـمنها مجموعة من الأسـاليب الإحصـائية التي تسـمح للباحثين بطرح أسـئلة أكثر تعقيداً واختبار نماذج معقدة ومتعددة المتغيرات في دراسة واحدة (Weston & Gore. 2006).

فمنهجية النمذجة بالمعادلة البنائية Structural Equation Modeling (SEM) هي "أسـلوب إحصـــائي شـــامل لاختبار العلاقات المفترضـــة بين المتغيرات الملاحظة والكامنة" (Hoyle. 1995. p.5). متضـمنة مجموعة من النماذج الإحصـائية لتقييم مصـداقية النظريات التي يتم تبنيها أثناء البحث (Lie & Wu. 2007)؛ فهي مزيج من التحليل العاملي وتحليل الانحدار يهدف للكشـــف عن العلاقات الداخلية المتبادلة بين المتغيرات الملاحظة والمتغيرات الكامنة التي يفترض من أدوات القياس أن تقيســـها كمياً بواســـطة نموذج القياس Measurement model، ومحاكياً للظاهرة أو النظرية بنموذج بنائي Structural model يصـــف العلاقات الافتراضية المتداخلة بين هذه المتغيرات الكامنة (المهدي، 2007، Morrison. et al.. 2017; Weston & Gore. 2006).

ويقارب عمر هذه المنهجية مائة عام حتى الآن؛ وعند تتبع جذورها ســـنجد أنها تعود لأعمال كلاً من رايت Wright في الفترة (1918-1921) خلال تطويره لتحليل المسار Path Analysis وجهود سبيرمان Spearman عام (1904) في تطويره للتحليل العاملي Factor Analysis، ثم ظهرت بداياتها في أوائل الســـبعينيات ضـــمن أعمال عدة علماء أمثال ويلي Wiley في (1973) وجورســـكوق Joreskog في (1973). وقد حازت في أواخر القرن الماضـــي على اهتمام العديد من الباحثين وخاصـــة في العلوم الاجتماعية، لاسيما بعد توفر البرامج الحاسوبية التي يسرت تطبيقها فزاد الاهتمام بهذه المنهجية وتطويرها واعتبارها منهجية أساسية لاختبار الفروض البحثية (Beran & Violato. 2010; Hoyle. 1995; Fan et al.. 2016).

أما في العلوم الإنســـانية والنفســـية، فتظهر أهمية هذه المنهجية جليةً في التحقق من مصـــداقية النماذج النظرية المختلفة؛ فهي تقدم إطاراً مرناً لبناء وتحليل العلاقات المركبة والمعقدة في هذا المجال ذو المتغيرات المتعددة، مما يسمح للباحثين باختبار صـدق النظريات باسـتخدام نماذج تجريبية واختبارها ومقارنتها كمياً، وإيجاد أفضـل النماذج وأدقها نظرياً وخاصـــة لامتيازها في مســـألة إدارة الأخطاء؛ حيث تســـمح بنمذجة أخطاء القياس اثناء عملية التحليل، وتصـفية المتغيرات الكامنة من البواقي أو أخطاء القياس (تيغزة، 2012؛ Beran & Violato. 2010; Martens. 2005)

فهي تشمل مجموعة من الأساليب الإحصائية؛ كتحليل المسار Path analysis والذي يعمل على توضيح واختبار العلاقات السـببية المفترضـة بين المتغيرات، كما يوضـح التأثيرات الوسـيطية لهذه المتغيرات، وعلى التحليل

العاملي التوكيدي Confirmatory factor analysis الذي يمكننا من استخلاص البناء الكامن وقياس المتغيرات الكامنة بواسطة المتغيرات المشاهدة والمقاسة (Kline. 2016; Lie & Wu. 2007).

وعند تمثيل العلاقة بين هذه المتغيرات المشاهدة والمتغيرات الكامنة في نماذج فإن معالمها تقدر من خلال طرق تقدير متعددة Estimations methods تحاول جعل الفروق بين مصفوفة التغاير covariance matrix للنموذج المفترض ومصفوفة التغاير للبيانات الملاحظة observed covariance matrix أقل ما يمكن (تيغزة، 2012؛ Moshagen. 2012).

ثم تأتي مرحلة تقويم النموذج Model evaluation حيث ما يُعرف بعملية مطابقة النموذج للبيانات Model's goodness of fit لتقييم أقصى درجة ممكنة من التقارب بين مصفوفة التغاير للبيانات ومصفوفة التغاير التي ينتجها النموذج، وبالاستعانة بمؤشرات لتقييم معالم النموذج ومؤشرات المطابقة Fit indices للنموذج ككل؛ فتشمل مؤشرات تتعلق بكل مَعلم: كالدلالة الإحصائية لمعاملات الانحدار Regression coefficients والبواقي وحجم التأثير لهذه العلاقات البنائية (التأثيرات) بين المتغيرات، ومنطقية التقدير لكل معلم، كما يشمل تقييم النموذج تقدير المطابقة العامة له Overall model fit بمؤشرات جودة المطابقة المختلفة كمؤشر مربع كاي $\chi 2$ وCFI (Baumgartner & Homburg. 1996).

فالمؤشرات العامة للنموذج تعمل على تكميم التباين المفسر في النموذج (Hu & Bentler. 199P)؛ ويتعدد تصنيف هذه المؤشرات لاعتبارات عدة: قد تتعلق بتأثرها بحجم العينة، والاعتدالية متعددة المتغيرات، وما إذا كان تقييم المطابقة المطلقة، أو مدى ملائمتها لنموذج معياري، إلا أن هذه المؤشرات المختلفة تعطي معلومات متكاملة (Anderson & Gerbing. 1988; Lacobucci. 2010)؛ ولا يوجد اتفاق على أفضل مؤشر، فعلى الباحث أن يعي طبيعة النموذج والسياق الذي يعمل فيه عند اختياره لمؤشر ما (الدوسري، 2021)؛ كما لا توجد مطابقة تامة لأي نموذج، وجميعها تحتمل نسبة من الخطأ، ولكن يتم التفاضل بين هذه النماذج بمدى مطابقتها وبساطتها وقدرتها على التفسير الجوهري للظاهرة (MacCallum & Austin. 2000; MacCallum. 2003).

إلا أن أحد العوامل المهمة والتي ترتبط بأداء مؤشرات جودة المطابقة في قبول ورفض النموذج هو حجم النموذج الذي يتم اختباره؛ فحجم النموذج قد يشير إلى عدد المتغيرات المقاسة الصريحة Manifest or Observed variables *(P)*، أو نسبة المتغيرات المقاسة إلى المتغيرات الكامنة *(p/f)*، أو عدد المعالم الحرة *q* أو درجات الحرية؛ وعندما لا يتناسب حجم النموذج مع حجم العينة التي يتم الاستعانة، بها فإن ذلك قد يؤدي إلى رفض نماذج صحيحة وهو ما قد اطلق عليه الباحثين بـ "تأثير حجم النموذج" Model size effect، وهو تضخم في الخطأ من النوع الأول يتعلق بأداء مؤشر مربع كاي (χ^2) وكذلك المؤشرات التي تعتمد في أساسها على توزيع مربع كاي مثل (CFI. TLI. SRMR)، والتي قد أشار لاكوبتشي Lacobucci (2010) إلى وجود شبه اتفاق بين الباحثين في وجوب تضمينها عند التحليل.

ومن هنا نستطيع أن نرى أن مدى مناسبة حجم العينة له دور كبير في تقويم النموذج؛ فقد وضع كلاً من Raykov and Widaman (1995) أربعة متطلبات لتحديد حجم العينة المناسب وهي: درجة سوء التحديد للنموذج، وحجم النموذج ومدى الاعتدالية للبيانات، وطريقة التقدير للمعالم؛ فالنمذجة بالمعادلة البنائية هي منهجية تتطلب عينات كبيرة، حيث اتساع حجم العينة يساهم في استقرار قيم معالمها (Kline. 2016)؛ وإشكاليات تتعلق ببعض مؤشرات المطابقة وتقدير المعالم أو ظهور نماذج غير سليمة قد تكون نتيجة للاستعانة بعينات صغيرة (Wang & Wang. 2012)؛ إلا أن الزيادة في حجم العينة له أثر سلبي على دقة تقديرات مؤشرات المطابقة؛ فمؤشرات المطابقة كمربع كاي χ^2 قد يفضي إلى نتائج دالة إحصائياً ورفض النموذج بالرغم من مطابقته، وقد يتم قبول نماذج غير صحيحة بسبب أن نتائج مؤشر مربع كاي جاءت غير دالة لعدم مناسبة حجم العينة أو القوة الإحصائية (Kim. 2009)؛ ولمرونة هذه المنهجية في اختبارها لنماذج متعددة ومعقدة، وتنوع متغيراتها، واختلاف طرق التقدير، ومدى تعقد نماذجها فمن الصعب تحديد قاعدة ثابتة لتحديد حجم العينة المناسب (Brown. 2015; MacCallum et al.. 1999; Wolf et al.. 2013).

وممّا سبق يتضح أن النمذجة بالمعادلة البنائية هي منهجية تنطوي بالضرورة على عمليات تقييمه وتقويمية لتقدير مدى مطابقة النموذج Model Fit في ضوء محكات متعددة: كمعالم النموذج والقدرة التفسيرية له، ودقة مؤشرات جودة مطابقة النموذج Goodness of fit indices في التحقق من مدى ملائمة تمثيل النموذج للمتغيرات (Sasaki. 1993; Shi & Maydeu-Olivares. 2019; Weston & Gore. 2006; Xia & Yung. 2019)؛ فتظهر ضرورة الاهتمام بعدد المؤشرات أو المتغيرات الممثلة للعوامل الكامنة وحجم العينة لضمان دقة وثبات النموذج (Almalki. 2021)؛ مما يؤكد أهمية الأخذ بعين الاعتبار الدور المحتمل لهذه العوامل عند مطابقة النموذج البنائي.

ولأهمية النمذجة البنائية بصفة عامة والتحليل العاملي التوكيدي بصفة خاصة لما له من العديد من التطبيقات في مجال بناء أدوات القياس والتأكد من كفاءتها السيكومترية، فإن الدراسة الحالية ستحاول الكشف عن مدى تأثير بعض العوامل المرتبطة بحيثيات النماذج البنائية وتفاعلاتها على جودة التحليل العاملي التوكيدي كأحد تطبيقات النمذجة البنائية عند بناء أدوات القياس، والاعتبارات التي ينبغي على الباحث أن يأخذها بالحسبان عند استخدام منهجية النمذجة البنائية.

مشكلة الدراسة:

تمثل النمذجة بالمعادلة البنائية والتحليل العاملي التوكيدي كأحد تطبيقاتها أحد أهم وأقوى الأدوات الإحصائية لاختبار طبيعة العلاقات بين السمات الكامنة، وهو ما يفسر شيوعها عند بناء أدوات القياس، وفي التحقق من جودة النماذج البنائية بصفة عامة ويؤكد على أهميتها (Davvetas et al.. 2020; DeVellis. 2017; Eisenhauer et al.. 2015; Maydeu-Olivares et al.. 2017; Mishra. 2016).

والباحث عند تطبيقه لنمذجة المعادلات البنائية يضع في اعتباره هدفين أساسيين: تقدير معالم النموذج، والتحقق من حسن مطابقة هذه النماذج المفترضة للبيانات الملاحظة أو المقاسة (Sugawara & MacCallum.

(1993؛ ولعل أحد أهم القضـــايا المعاصـــرة المرتبطة بهذه التطبيقات والتي لا زالت تشـــغل كثيراً من الباحثين لتعقيدها هو قضـــية تقويم النموذج والمطابقة العامة له Model Overall Fit (Shi et al.. 2018; Shi & Maydeu-Olivares. 2019)؛ فبينما تظهر أهمية مؤشـــرات المطابقة كمؤشـــرات للحكم على أداء النموذج وجودته، إلا أنها حساسة لعدة عوامل أخرى قد تتعلق بحجم النموذج ومدى تعقيده، وبطريقة التقدير لمعالمه، ومدى مناســـبة حجم العينة، وبطبيعة البيانات ومدى كفايتها واعتداليتها (Hoyle. 1995; Sasaki.1993; Weston & Gore. 2006; Xia & Yung. 2019).

فمن جانب قد تســتعين معظم الدراســات وعلى وجه الخصــوص النفســية منها والتربوية بمقاييس كبيرة على اعتبار أن الزيادة في الفقرات المقاسة يضمن ثبات القياس ودقة تقدير معالم النموذج (Marsh et al..1998)؛ إلا أن هذه الزيادة دون مراعاة لحجم العينة المناســـب قد يؤدي إلى ما يعرف بتأثير حجم النموذج Model size effect وهو التحيز في تقديرات مؤشر مربع كاي عند مطابقته للنموذج مما يؤدي إلى تضخم في الخطأ من النوع الأول، الأمر الذي قد يجعل من الحصـــول على نموذج قياس ملائم للبيانات وعلى درجة عالية من الدقة والموثوقية تحدياً للباحث (Shi et al.. 2018).

ومن جانب آخر فأداء مؤشـرات المطابقة قد لا يعكس مدى ملائمة النموذج للبيانات فقط، ولكنه قد يكون انعكاساً لتأثيرات عوامل أخرى كمدى مناسبة حجم العينة والتي لا تزال قضية ضبابية لاختلاف توجهات الباحثين في معايير تحديدها، ولتعدد العوامل المرتبطة بهذا الشـأن: كعدد المتغيرات المقاسـة، وطرق التقدير، وتحقق افتراضـية التوزيع الاعتدالي (عامر، 2014).

وقد أشـــارت عدد من الدراســـات Goodboy & Kline (2017); Fan et al. (2016); Martens (2005); Morrison et al. (2017); Zhang et al. (2021) إلى عدم اتســـاق تطبيقات هذا الأســـلوب بشـــكل عام عبر الدراســـات، ووجود أخطاء تتعلق بتقدير حجم العينة الملائم للنموذج، وطرق التقدير للمعالم، ووجود عدد من الأخطاء المتعلقة بوصـــف وتخصـــيص النموذج، وطرق تحديد المطابقة أو الاستناد على مؤشرات تقدير غير دقيقة، كالاعتماد فقط على الدلالة الإحصائية، وإغفال تقديم مبررات لاختيار مؤشـرات المطابقة في دراسـاتهم أو طرق التقدير، حيث أشـار فان وآخرون Fan et al. (2016) من خلال تقويم (146) دراســـة تم فيها اســـتخدام النمذجة البنائية من عام (1999حتى 2016) إلى عدم إدراج مبررات اختيار مؤشـرات المطابقة التي تم الاعتماد عليها في تقويم النموذج في معظم هذه البحوث، وهناك بحوث ودراسـات لم تدرج الدلالة الإحصائية لاختبار ($\chi 2$) ضـمن نتائجها أو قد تكتفي بمؤشرات تقدير غير دقيقة باعتمادها فقط على الدلالة الإحصائية.

وبالنظر إلى أهمية هذه المنهجية العلمية الرصـــينة والتي يتم تبنيها في الوقت الحالي في جزء كبير من البحوث النفسـية والتربوية بصـفة خاصـة، ووجود قضـايا جوهرية تتعلق بإجراءات النمذجة بالمعادلة البنائية لاتزال اشـكالية وخاضعة للدراسة، بالإضافة إلى إدراكنا أنها لا تزال عرضة لسوء الاستخدام، والذي سيؤثر بدوره على مصداقية

نتائج ومخرجات تلك البحوث، وضرورة اتباع التطورات والتحديثات الطارئة عليها لصقل هذه الممارسات، وخاصة في مسألة بناء النماذج واختيار العينة وطريقة التقدير، والتي تضم اعتبارات ذات تأثير جوهري على المخرجات، ففي سبيل ذلك هدفت الدراسة الحالية بصورة متعمقة وعبر دراسة محاكاة أداء تصاميم مختلفة للنماذج وتتحدد مشكلة الدراسة الحالية بتتبع مؤشرات جودة المطابقة لنماذج التحليل العاملي التوكيدي المكونة من (1-3-5) عامل كامن، وعدد المتغيرات المقاسة (3-5-10-15) لكل متغير كامن، وعند أحجام العينات (200-400-600-800-1000)، وبالاستعانة بطريقة التقدير الافتراضية لمعظم البرامج وهي: طريقة الاحتمال الأقصى ML، والإجابة عن الأسئلة التالية:

1- هل توجد فروق دالة احصائياً في قيم مؤشر مطابقة مربع كاي ($\chi 2$) ترجع لاختلاف حجم النموذج وحجم العينة والتفاعلات المشتركة بينهما؟

2- هل توجد فروق دالة احصائياً في قيم مؤشرات المطابقة المطلقة ترجع لاختلاف حجم النموذج وحجم العينة والتفاعلات المشتركة بينهما؟

3- هل توجد فروق دالة احصائياً في قيم مؤشرات المطابقة المتزايدة ترجع لاختلاف حجم النموذج وحجم العينة والتفاعلات المشتركة بينهما؟

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة الحالية إلى استقصاء تأثير اختلاف حجم النموذج وحجم العينة والتفاعلات المشتركة بينهما على:

1- مؤشرات المطابقة العامة للنموذج وبصفة خاصة مؤشر مربع كاي ($\chi 2$).

2- مؤشرات المطابقة المطلقة (GFI. RMSEA.SRMR).

3- مؤشرات المطابقة المتزايدة (CFI. NFI).

أهمية الدراسة:

تستمد هذه الدراسة أهميتها من خلال:

الأهمية النظرية:

1- زيادة وعي الباحثين فيما يتعلق بالإجراءات التي يجب اتباعها وسد للثغرات التي قد تواجههم عند استخدامهم للنمذجة البنائية وخاصة التحليل العاملي التوكيدي.

2- تحسين المعرفة المفاهيمية والتطبيقية للنمذجة البنائية بتناول الدراسة لقضايا مهمة تتعلق بجودة مخرجات النمذجة البنائية؛ كمدى تأثر جودة النماذج والمتمثلة بمؤشرات مطابقة النماذج ببعض الظروف الاختبارية ممثلة بحجم النموذج وحجوم العينات والتفاعلات المشتركة بينهما.

3- تقديم توصيات للباحثين في اختيار مؤشرات جودة مطابقة مناسبة لتصاميم متعددة للتحليل العاملي التوكيدي.

4- توضيح العديد من الاعتبارات التي يجب أخذها في الحسبان عند الاستعانة بمنهجية النمذجة البنائية بصفة عامة والتحليل العاملي التوكيدي بصفة خاصة فيما يتعلق بمسألة حجم النموذج وحجم العينة.

الأهمية التطبيقية:

1- تقديم تقييم لتأثير تصـــميمات مختلفة للنماذج وأحجام العينات في ســـياق التحليل العاملي التوكيدي كأحد نماذج النمذجة البنائية من حيث دقة النماذج بتوفير نماذج محاكاة، والذي يمكن من خلاله تحديد أفضـــل الممارسات والقرارات المتعلقة باستخدام النمذجة البنائية بصفة عامة والتحليل العاملي التوكيدي بصفة خاصة.

2- المساهمة في تحقيق جودة البحث العلمي بصفة عامة وجودة الخصائص السيكومترية لأدوات القياس المستخدمة في البحوث.

3- مســـاعدة الباحثين في اختيار مؤشـــرات المطابقة الملائمة لطبيعة النماذج التي يتم اختبارها في التحليل العاملي التوكيدي، وهو ما ينعكس على دقة هذا الاختيار وجودة النتائج التي يتم التوصل إليها.

4- مســـاعدة القائمين على تحكيم البحوث وقبول نشـــرها وتحكيم الرســـائل العلمية في تقييم جودة الإجراءات والنتائج المتبعة عند استخدام النمذجة البنائية.

مصطلحات الدراسة:

- **النموذج (Model):**

بيان إحصـائي يتم التعبير عنه بالمعادلات أو الرسـوم التخطيطية لتمثيل العلاقات الافتراضـية بين المتغيرات بناء على أسس نظرية ودراسات تطبيقية (Hoyle. 1995. p.2).

- **نمذجة المعادلة البنائية [Structural equation modeling (SEM)]:**

"هو نموذج إحصـــائي لاختبار الفرضـــيات حول العلاقات بين المتغيرات الملاحظة والمتغيرات الكامنة" (Hoyle. 1995. p.1). والذي يختبر أنماطاً افتراضية من العلاقات المباشرة وغير المباشرة بين هذه المتغيرات (MacCallum & Austin. 2000).

- **التحليل العاملي التوكيدي [Confirmatory Factor Analysis (CFA)]:**

أحد تطبيقات النمذجة بالمعادلة البنائية التي تختص بنماذج القياس، والتي تدرس العلاقة بين المتغيرات الملاحظة أو المؤشرات Indicators؛ كفقرات الاختبار، أو الدرجات، أو تقديرات (الملاحظات السلوكية) وبين المتغيرات الكامنة أو العوامل Factors (Brown. 2015. p.1).

- **مؤشرات المطابقة (Fit Indices):**

مؤشرات تشير إلى المدى الـذي يتطابـق فيـه النمـوذج النظـري مـع البيانـات الواقعية، ومن أمثلتها: Chi-Square. CFI. NNFI. RMSEA (المهدي، 2007). وقد صنف كلاً من هيو وبينتلر (Hu & Bentler. 1995) هذه المؤشرات الى:

- **مربع كاي ($\chi 2$):**

حيث يتم حســـاب مدى التباين بين مصـــفوفة التغاير من البيانات ومصـــفوفة التغاير التي ينتجها النموذج بالاعتماد على الدلالة الإحصـائية؛ فتشـير القيم غير الدالة لمربع كاي ($\chi 2$) على تطابق النموذجين، بينما تعتمد بقية المؤشرات على المطابقة التقريبية (Lacobucci. 2010).

- **مؤشرات المطابقة المطلقة** (Absolute Fit Indices):

حيث يتم تحديد مدى جودة النموذج من خلال القيم المنخفضة للبواقي (residual) والتي تمثل التباين الغير مفسر من مطابقة النموذجين (النموذج المقترح بالنموذج المثالي أو القاعدي)، بحساب الجذر التربيعي لمتوسط البواقي الناتجة من اختلاف نموذج البيانات والنموذج المقترح (Iacobacci. 2010). ومن أشهرها (تيغزة، 2012؛ Beran & Violato. 2010):

- جذر متوسط مربعات خطأ التقريب Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)
- الجذر المعياري لمتوسط مربعات البواقي Standardized Root Mean Square Residual (SRMR).
- مؤشر حسن المطابقة Goodness Fit Index (GFI).

مؤشرات المطابقة النسبية أو المتزايدة (Incremental fit index):

وهي مؤشرات تقيم مطابقة النموذج المقترح مقارنة بالنموذج الصفري (Null Model)، وكلما زادت قيمة مؤشرات المطابقة كلما كان النموذج جيد، ومن امثلتها:

- مؤشر المطابقة المقارن Comparative Fit Index (CFI).
- مؤشر المطابقة المعياري Normed Fit Index (NFI).

حدود الدراسة:

يقتصر موضوع الدراسة الحالية في التعرف على:

- أثر حجم النموذج وأثر حجم العينة.
- أثر طريقة التقدير الافتراضية والأكثر استخداماً في البحوث بحسب الدراسات المسحية السابقة وهي: طريقة الاحتمال الأقصى ML.
- تأثير هذه المتغيرات على مؤشرات جودة المطابقة (مربع كاي، المؤشرات المطلقة، المؤشرات المتزايدة).

الدراسات السابقة:

قارنت دراسة (عامر، 2004) بين مؤشرات المطابقة (χ 2. NCP. RMSEA. AGFI. GFI. NFI. NNFI. CFI)، خلال أحجام مختلفة من عينة حقيقة (50- 100-200-250-500)، ودرجة سوء التحديد (خفيف- متوسط- شديد)، لنموذج تحليل عاملي توكيدي مكون من (17) فقرة موزعة على (6) عوامل، ومقارنة بين ثلاثة طرق للتقدير : الاحتمال الأقصى (ML) ، والمربعات الصغرى المعممة (GLS). والمربعات الصغرى غير الموزونة (ULS)، وقد أظهرت النتائج أن عند التحديد الحقيقي للنموذج فإن أكثر المؤشرات تحيزاً لحجم العينة (χ^2. NCP. NFI)، بينما أظهرت المؤشرات (GFI. AGFI) تحيزاً بدرجة متوسطة، ولم تظهر (RMSEA. CFI. NNFI) أي تحيز لحجم العينة.

تتبعت دراسة (Moshagen. 2012) مصدر تأثير حجم النموذج على جودة المطابقة في النمذجة من خلال دراستين محاكاة؛ فتحت التوزيع الاعتدالي وحجم عينة بلغ (200) مشاهدة وبالاستعانة بطريقة الاحتمال الأقصى للتقدير تم في الدراسة الأولى بناء خمسة أزواج من النماذج لهما نفس العدد من المتغيرات المقاسة ولكن تختلف بدرجة التحديد والمعالم الحرة على النحو التالي: (5:3 - 3:5 - 10:3 - 3:10 - 15: 3 - 3: 15- 20:3 - 3:20 - 30: 3 - 30:3). وفي الدراسة الثانية تم استخدام خمسة أزواج من التصاميم المختلفة بنسبة عدد المتغيرات المقاسة للعوامل مع تساوي حجم النموذج لجميع النماذج وكان التغيير في عدد المعالم الحرة، فتوصلت إلى أن لا تأثير لعدد المعالم الحرة أو درجات الحرية على المؤشرات التابعة لتوزيع مربع كاي، وأن التحيز الشديد كان مصاحباً عند الزيادة في عدد المتغيرات المشاهدة، واعتبرت أن مطابقة النموذج تعتمد بشكل جذري على حجم مصفوفة التغاير وعلى أهمية وضع عدد المتغيرات المقاسة في الاعتبار وليس على درجة تحديد النموذج.

وبحثت دراسة (Dogan. 2015) في تأثير سبعة أحجام للعينة: (50- 100- 200- 400- 800- 1600- 4000)، وأربعة طرق للتقدير تمثلت في طريقة الاحتمال الأقصى (ML) والمربعات الصغرى المعممة (GLS)، والمربعات الصغرى الموزونة (WLS)، والمربعات الصغرى (LS)، وثلاثة أنماط لتوزيع البيانات (طبيعي، وانحراف بسيط، وانحراف متوسط) عبر دراسة محاكاة من خلال برمجية EQS لتتبع تأثير هذه الحالات على خصائص أحد عشر مؤشر من مؤشرات جودة المطابقة للتحليل العاملي التوكيدي، وأظهرت النتائج وجود تأثير لهذه العوامل على مؤشرات المطابقة بشكل عام، وقد كان أداء طرق التقدير الأربع متشابهاً عند حجم العينة (400) فأكثر وفي قيم مختلفة للتفرطح، كما كانت قيم مربع كاي تشير إلى نتائج غير حقيقية بارتفاع قيمها كلما زادت حجم العينة، ولم تكن نتائج مؤشرات (IFI. NNFI) جيدة عند انحراف البيانات عن التوزيع الطبيعي، ولذلك جاءت التوصية بعدم استخدامهما، وقد كان أداء مؤشري (NFI. CFI) جيداً فقط عند استخدام طريقتي التقدير (ML. LS) وعند فقط تحقق اعتدالية التوزيع، وقد أوصت الدراسة بتتبع حالات أخرى لعدم الاعتدالية واستخدام برنامج آخر قد يفضي إلى نتائج يمكن مقارنتها مع هذه النتائج.

وقد تقصت دراسة (lee et al.. 2019) أثر حجم النموذج باعتبار أنه مجموع المتغيرات المقاسة (P) على أداء مؤشرات جودة المطابقة (CFI. TLI. RMSEA) عبر ثلاثة تصاميم مختلفة للنموذج تباينت بعدد المتغيرات المقاسة (10- 30- 60- 90-120)، ودرجة عدم تحديد النموذج (تحديد جيد، وغير محدد بدرجة بسيطة)، وحجم العينة (200- 500- 1000)، ودرجة تشبع العوامل التي تراوحت من (0.40 حتى 0.80)، فتم توليد بيانات محاكاة ضمن 90 نموذج، وأظهرت النتائج أن تأثير عدد المتغيرات المقاسة كان يعتمد في المؤشرين (CFI. TLI) على درجة خطأ عدم التحديد، وانخفاض المؤشر (RMSEA) مع ارتفاع عدد المتغيرات المقاسة بغض النظر عن عدم تحديد النموذج، وسوء قيم المؤشرات بشكل عام لمحدودية العينة والذي يزداد مع صغر حجم العينة وارتفاع عدد المتغيرات المقاسة وانخفاض تشبع العوامل.

وجاءت دراسة (عسيري، 2021) لتقارن بين مؤشرات جودة المطابقة (χ2 . GFI. . χ 2 / v ratio RMSEA. CFI NFI. TLI. IFI.CFI) . لنموذج تحليل المسار الناتج عن استخدام طريقتين في التقدير: طريقة الاحتمال الأقصىML . وطريقة المربعات الصغرى المعممة GLS، تحت أحجام عينات مختلفة: (200-400-600-800-1000)، ومستعينة ببيانات لمتغيرات مولدة حاسوبياً وتحت التوزيع الطبيعي، وقد

أظهرت النتائج عدم وجود اختلافات في طرق التقدير، وكفاءة مؤشـــرات المطابقة في كلا الطريقتين وفي ضـــوء الاحجام المختلفة للعينات، وقد أوصت الدراسة باستخدام عدد من مؤشرات المطابقة المثالية عند استخدام تحليل المسار كأحد أنماط النمذجة بالمعادلة البنائية في البحوث النفسية والتربوية.

منهج الدراسة وإجراءاتها:

منهج الدراسة:

تم الاعتماد على المنهج الوصـفي المقارن لمناسـبته لإجراءات الدراسـة الحالية، بوصـف مؤشـرات جودة المطابقة للنماذج التحليل العاملي التوكيدية في ظل اختلاف حجم هذه النماذج، والمسـتويات المختلفة من أحجام العينات التي تم الاستعانة بها، ثم مقارنة قيم هذه المؤشرات لمعرفة تأثير هذه العوامل المختلفة على أداء كل مؤشر.

مجتمع وعينة الدراسة:

مجتمع الدراسة:

تم الاســتعانة ببيانات مولدة حاســوبياً من خلال إجراء محاكاة، لتطوير بيانات افتراضــية لتصــميمات مختلفة للنماذج ذات خصائص معينة للإجابة على تساؤلات الدراسة.

عينة الدراسة:

تتضــمن عينة الدراســة احجام مختلفة (200، 400، 600، 800، 1000) لأفراد افتراضــيين يتم توليدهم كمستجيبين باستخدام حزمة Lavaan لبرمجية R، والتي تتبع توزيعاً اعتدالياً بمتوسط حسابي (صفر) وانحراف معياري (1)، ويوضح جدول (1) الخصائص العامة لعدد (11) نموذج عاملي تم بناءه من خلال المحاكاة لتحقيق أهداف هذه الدراسة.

جدول (1) الخصائص العامة للنماذج العاملية التوكيدية للدراسة

رقم النموذج	عدد العوامل الكامنة	نسبة المتغيرات المشاهدة لكل عامل	عدد معالم النموذج المقدرة	درجات الحرية
1	1	5	10	5
2	1	10	20	35
3	1	15	30	90
4	3	3	21	24
5	3	5	33	87
6	3	10	63	402
7	3	15	93	942
8	5	3	40	80
9	5	5	60	265
10	5	10	110	1165
11	5	15	160	2690

المعالجات الإحصائية:

1- الاستعانة بحزم lavaan package في برنامج R في بناء نماذج تحليل عاملي توكيدي وفقاً لتصاميم مختلفة من النماذج (3×4×5) حيث عدد العوامل الكامنة (1-3-5)، وعدد المتغيرات المقاسة (3-5-10-15) لكل متغير كامن، مع افتراض أن حجم التشبعات لهذه المتغيرات هو (0.70)؛ و معامل الارتباط هو (0.30) بين هذه العوامل (Moshagen. 2012)؛ لتقترب من محاكاة طبيعة المتغيرات الإنسانية. وأحجام العينات (200. 400. 600، 800، 1000)، وتقديرها بواسطة طريقة الاحتمال الأقصى ML ومن ثم يتم:

- استخراج قيم مؤشرات جودة المطابقة (χ^2).
- استخراج قيم المؤشرات المطلقة مثل (GFI. RMSEA. SRMR).
- استخراج قيم لمؤشرات المتزايدة مثل (CFI. NFI).

2- الاستعانة ببرنامج SPSS لاستخدام تحليل التباين العاملي Two ways ANOVA في الإجابة عن أسئلة الدراسة.

نتائج البحث ومناقشتها:

أولاً – النتائج المتعلقة بالسؤال الأول:

ينص السؤال الأول في هذه الدراسة على: "هل توجد فروق دالة احصائياً في قيم مؤشر مطابقة مربع كاي (χ2) ترجع لاختلاف حجم النموذج وحجم العينة والتفاعلات المشتركة بينها؟"

لاستخراج متوسطات قيم مؤشر مربع كاي والكشف عن دلالة الفروق بينها،تم الاستعانة بحزمة (lavaan) لبرمجية R في حساب مؤشر مربع كاي في كل نموذج من النماذج موضوع الدراسة والتي تختلف من حيث حجم النموذج، وفي مستويات متعددة لحجم العينة: 200- 400- 600- 800- 1000، وباستخدام طرق التقدير الافتراضية، ويوضح الجدول (2) متوسط مؤشرات المطابقة لمربع كاي χ2 بعد عملية تكرار بلغت (1000) لكل حالة والانحرافات المعيارية لهذه التقديرات:

جدول (2) المتوسطات والانحرافات المعيارية لمربع كاي وفقاً للنماذج المختلفة وحجم العينة

حجم النموذج	حجم العينة									
	200		400		600		800		1000	
	م	ع	م	ع	م	ع	م	ع	م	ع
1	4.976	3.164	5.050	3.117	5.038	3.342	5.105	3.354	5.025	3.290
2	35.810	8.735	36.215	8.807	34.379	7.813	35.014	8.613	35.288	8.097
3	93.978	13.704	90.910	13.217	91.719	13.775	90.390	13.132	90.835	12.612
4	24.686	7.105	24.042	7.171	24.158	7.267	23.965	6.749	24.137	6.780
5	90.074	13.848	88.344	13.387	88.442	12.998	88.097	13.105	87.919	13.659
6	429.261	32.298	414.291	28.717	409.892	28.267	409.571	29.879	408.263	30.169
7	1036.610	47.911	987.237	45.489	970.221	44.362	963.451	44.721	959.404	44.487
8	82.745	12.966	81.420	12.306	80.485	12.684	81.321	13.033	80.701	12.633
9	281.011	24.333	273.842	23.854	268.799	23.418	267.595	23.181	268.259	23.200
10	1296.459	54.344	1227.597	51.992	1205.337	50.054	1196.448	48.882	1190.101	48.604
11	3156.431	87.040	2899.370	78.154	2821.847	75.914	2787.219	73.764	2769.470	76.738
مج	593.822	911.764	557.120	839.839	545.483	818.067	540.743	808.374	538.127	803.249

حيث: م تعني المتوسط الحسابي، ع تعني الانحراف المعياري، مج تعني المجموع.

وللكشف عن دلالة الفروق في هذه النتائج وتأثير التفاعل بين متغيرات الدراسة؛ تم الاستعانة بتحليل التباين ثنائي الاتجاه Two Ways Analysis of Variance (5×11)، كما تم حساب حجم التأثير لكل متغير مستقل باستخدام مربع إيتا الجزئي Partial Eta. Square وهو مؤشر لحجم التأثير والدلالة العملية لكل متغير مستقل. والذي تم حسابه باستخدام المعادلة التالية كما وضحها (Pierce et al.. 2004. 917-918):

$$partial\ \eta 2 = \frac{\text{SSfactor}}{\text{SSfactor} + \text{SSerror}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

حيث:

SSfactor = تأثير مجموع مربعات تباين العوامل.

SSerror= تأثير مجموع مربعات تباين الخطأ.

ويمكن الحكم على حجم التأثير بالاعتماد على المحكات التالية:

- η^2_p = 0.01 (تأثير ضعيف).
- η^2_p = 0.06(تأثير متوسط).
- η^2_p = 0.14 (تأثير مرتفع).

جدول (3) تحليل التباين ثنائي الاتجاه للتصميم التجريبي حجم العينة ×النموذج عند مؤشر مربع كاي

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	ف	الدلالة العملية
حجم العينة	22991322.985	4	5747830.74	**4901.035	0.263
حجم النموذج	38392421303.435	10	3839242130.344	** 3273628.106	0.998
حجم العينة ×النموذج	89726184.305	40	2243154.608	** 1912.683	0.582
الخطأ	64438339.360	54945	1172.779		
الكلي	**55514563898.708**	**55000**			

***الفرق بين المتوسطين دال إحصائياً عند مستوى دلالة 0.05 ** الفرق بين المتوسطين دال إحصائياً عند مستوى دلالة 0.01**

يظهر من جدول (3):

أ- التأثير الرئيسي لحجم العينة: توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.01) بين متوسطات قيم مؤشر مربع كاي ترجع لاختلاف حجم العينة، وكان حجم التأثير لحجم العينة على مؤشر مربع كاي مرتفعاً، حيث بلغت قيمة مربع إيتا الجزئية (η^2 =0.263).

ب- التأثير الرئيسي لحجم النموذج: توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.01) بين متوسطات قيم مؤشر مربع كاي ترجع لاختلاف حجم النموذج، وكان حجم التأثير لحجم النموذج على مؤشر مربع كاي مرتفعاً، حيث بلغت قيمة مربع إيتا الجزئية (η^2 =0.998).

ج- تأثير التفاعل بين حجم العينة وحجم النموذج: توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.01) بين متوسطات قيم مؤشر مربع كاي ترجع للتفاعل بين حجم العينة وحجم النموذج وكان حجم التأثير لهذا التفاعل على مؤشر مربع كاي مرتفعاً، حيث بلغت قيمة مربع إيتا الجزئية (η^2=0.582).

ثانياً: النتائج المتعلقة بالسؤال الثاني:

ينص السؤال الثاني في هذه الدراسة على: "هل توجد فروق دالة احصائياً في قيم مؤشرات المطابقة المطلقة ترجع لاختلاف حجم النموذج وحجم العينة والتفاعلات المشتركة بينها؟"

لاستخراج متوسطات قيم مؤشرات المطابقة المطلقة: GFI. RMSEA. SRMR والكشف عن دلالة الفروق بين هذه القيم، فقد تم الاستعانة بحزمة (lavaan) لبرمجية R في حساب قيم هذه المؤشرات في كل نموذج من النماذج موضوع الدراسة والتي تختلف من حيث حجم النموذج، وفي مستويات مختلفة لأحجام العينات:200- 400- 600- 800- 1000، وتوضح الجداول (4-6) متوسط قيم مؤشرات المطابقة والانحرافات المعيارية لها لكل مؤشر بعد عملية تكرار بلغت (1000) لكل حالة. وفيما يلي تفصيل لأداء كل مؤشر:

جدول (4) المتوسطات والانحرافات المعيارية GFI وفقاً للنماذج المختلفة وحجم العينة

حجم النموذج	GFI									
	200		800		600		800		1000	
	م	ع	م	ع	م	ع	م	ع	م	ع
1	٠.٩٩٠	٠.٠٠٦	٠.٩٩٥	٠.٠٠٣	٠.٩٩٧	٠.٠٠٢	٠.٩٩٧	٠.٠٠٢	٠.٩٩٨	٠.٠٠١
2	٠.٩٦٦	٠.٠٠٨	٠.٩٨٢	٠.٠٠٤	٠.٩٨٩	٠.٠٠٣	٠.٩٩١	٠.٠٠٢	٠.٩٩٣	٠.٠٠٢
3	٠.٩٤٣	٠.٠٠٨	٠.٩٧١	٠.٠٠٤	٠.٩٨٠	٠.٠٠٣	٠.٩٨٥	٠.٠٠٢	٠.٩٨٨	٠.٠٠٢
4	٠.٩7	٠..1	٠.٩٩	٠..٠4	٠.٩٩	٠..٠3	٠.٩٩	٠..٠2	٠.٩٩	٠.٠٠٠
5	٠.٩٤٥	٠.٠٠٨	٠.٩٧٢	٠.٠٠٤	٠.٩٨١	٠.٠٠٣	٠.٩٨٦	٠.٠٠٢	٠.٩٨٨	٠.٠٠٢
6	٠.٨٨١	٠.٠٠٨	٠.٩٣٧	٠.٠٠٤	٠.٩٥٧	٠.٠٠٣	٠.٩٦٧	٠.٠٠٢	٠.٩٧٤	٠.٠٠٢
7	٠.٨٢٦	٠.٠٠٦	٠.٩٠٥	٠.٠٠٤	٠.٩٣٥	٠.٠٠٣	٠.٩٥٠	٠.٠٠٢	٠.٩٦٠	٠.٠٠٢
8	٠.٩٤٩	٠.٠٠٧	٠.٩٧٤	٠.٠٠٤	٠.٩٨٣	٠.٠٠٣	٠.٩٨٧	٠.٠٠٢	٠.٩٨٩	٠.٠٠٢
9	٠.٩٠٣	٠.٠٠٧	٠.٩٤٩	٠.٠٠٤	٠.٩٦٦	٠.٠٠٣	٠.٩٧٤	٠.٠٠٢	٠.٩٧٩	٠.٠٠٢
10	٠.٨١٠	٠.٠٠٦	٠.٨٩٥	٠.٠٠٤	٠.٩٢٨	٠.٠٠٣	٠.٩٤٥	٠.٠٠٢	٠.٩٥٥	٠.٠٠٢
11	٠.٧٣٥	٠.٠٠٥	٠.٨٤٧	٠.٠٠٤	٠.٨٩٣	٠.٠٠٣	٠.٩١٨	٠.٠٠٢	٠.٩٣٣	٠.٠٠٢
مج	**٠.٩٠2**	**٠.٠2**	**٠.95**	**٠.٠٤٥**	**٠.٩٦**	**٠.٠٣**	**٠.٩٧**	**٠.٠٢**	**٠.98**	**٠.٠2**

حيث: م تعني المتوسط الحسابي، ع تعني الانحراف المعياري، مج تعني المجموع.

جدول (5) المتوسطات والانحرافات المعيارية RMSEA وفقاً للنماذج المختلفة وحجم العينة

حجم النموذج	RMSEA									
	200		400		600		800		1000	
	م	ع	م	ع	م	ع	م	ع	م	ع
1	0.020	0.029	0.015	0.020	0.012	0.017	0.011	0.015	0.009	0.013
2	0.016	0.018	0.011	0.013	0.007	0.009	0.007	0.009	0.006	0.008
3	0.015	0.014	0.008	0.010	0.007	0.008	0.006	0.007	0.005	0.006
4	0.016	0.019	0.010	0.014	0.009	0.011	0.007	0.009	0.007	0.008
5	0.014	0.015	0.009	0.010	0.007	0.008	0.006	0.007	0.005	0.006
6	0.016	0.011	0.008	0.007	0.006	0.006	0.005	0.005	0.004	0.004
7	0.021	0.007	0.010	0.006	0.006	0.005	0.005	0.004	0.004	0.004
8	0.014	0.015	0.009	0.010	0.007	0.008	0.006	0.007	0.005	0.006
9	0.015	0.011	0.009	0.008	0.006	0.006	0.005	0.005	0.004	0.005
10	0.023	0.005	0.011	0.005	0.007	0.005	0.005	0.004	0.004	0.003
11	0.029	0.003	0.014	0.003	0.009	0.003	0.006	0.003	0.005	0.003
مج	**0.018**	**0.016**	**0.010**	**0.011**	**0.007**	**0.009**	**0.006**	**0.008**	**0.005**	**0.007**

حيث: م تعني المتوسط الحسابي، ع تعني الانحراف المعياري، مج تعني المجموع.

جدول (6) المتوسطات والانحرافات المعيارية SRMR وفقاً للنماذج المختلفة وحجم العينة

حجم النموذج	SRMR									
	200		400		600		800		1000	
	م	ع	م	ع	م	ع	م	ع	م	ع
1	0.026	0.009	0.019	0.006	0.02	0.015	0.013	0.004	0.012	0.004
2	0.038	0.005	0.027	0.003	0.02	0.021	0.019	0.002	0.017	0.002
3	0.041	0.003	0.029	0.002	0.02	0.024	0.020	0.002	0.018	0.001
4	0.044	0.007	0.030	0.005	0.02	0.025	0.022	0.003	0.019	0.003
5	0.051	0.005	0.036	0.003	0.03	0.029	0.025	0.002	0.023	0.002
6	0.056	0.003	0.039	0.002	0.03	0.032	0.028	0.001	0.025	0.001
7	0.057	0.002	0.040	0.002	0.03	0.033	0.029	0.001	0.026	0.001
8	0.049	0.004	0.035	0.003	0.03	0.028	0.024	0.002	0.022	0.002
9	0.055	0.003	0.039	0.002	0.03	0.032	0.027	0.001	0.025	0.001
10	0.059	0.002	0.042	0.001	0.03	0.034	0.029	0.001	0.026	0.001
11	0.060	0.001	0.042	0.001	0.03	0.035	0.030	0.001	0.027	0.001
مج	**0.049**	**0.011**	**0.034**	**0.008**	**0.03**	**0.028**	**0.024**	**0.005**	**0.022**	**0.005**

وللكشف عن دلالة الفروق في هذه النتائج وتأثير التفاعل بين متغيرات الدراسة؛ تم الاستعانة بتحليل التباين ثنائي الاتجاه Two Ways Analysis of Variance (5×11)، كما تم حساب حجم التأثير لكل متغير مستقل باستخدام مربع إيتا الجزئي Partial Eta. Square .

جدول (7) تحليل التباين ثنائي الاتجاه للتصميم التجريبي حجم العينة ×النموذج للمؤشرات: SRMR– RMSEA– GFI

المؤشر	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	ف	الدلالة العملية
GFI	حجم العينة	40.932	4	10.233	**640737.465	0.979
	حجم النموذج	84.296	10	8.430	**527815.966	0.990
	حجم العينة ×النموذج	23.897	40	0.597	** 37408.121	0.965
المؤشر	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	ف	الدلالة العملية
RMSEA	حجم العينة	1.187	4	0.297	**2903.675	0.175
	حجم النموذج	0.171	10	0.017	**167.732	0.030
	حجم العينة ×النموذج	0.189	40	0.005	**46.106	0.032
المؤشر	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	ف	الدلالة العملية
SRMR	حجم العينة	5.094	4	1.273	**142136.291	0.912
	حجم النموذج	2.317	10	0.232	**25855.280	0.825
	حجم العينة ×النموذج	0.219	40	0.005	**610.314	0.308

*الفرق بين المتوسطين دال إحصائياً عند مستوى دلالة 0.05 ** الفرق بين المتوسطين دال إحصائياً عند مستوى دلالة 0.01

يظهر من جدول (7):

أ- التأثير الرئيسي لحجم العينة: توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.01) بين متوسطات قيم كل مؤشر من المؤشرات SRMR-RMSEA - GFI ترجع لاختلاف حجم العينة، وكان حجم التأثير لحجم العينة على جميع هذه المؤشرات مرتفعاً، حيث بلغت قيمة مربع إيتا الجزئية η^2 = 0.979، 0.175. 0.912 على الترتيب.

ب- التأثير الرئيسي لحجم النموذج: توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.01) بين متوسطات قيم كل مؤشر من المؤشرات SRMR-RMSEA - GFI ترجع لاختلاف حجم النموذج، وكان حجم التأثير لحجم النموذج على جميع المؤشرين: SRMR -GFI مرتفعاً. حيث بلغ حجم التأثير عند هذا المؤشر η^2 = 0.965. 0.825على الترتيب. بينما كان حجم تأثيره متوسطاً عند المؤشر RMSEA فقد بلغ (η^2=0.030).

ج- تأثير التفاعل بين حجم العينة وحجم النموذج: توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.01) بين متوسطات قيم كل مؤشر من قيم المؤشرات SRMR-RMSEA - GFI ترجع للتفاعل بين حجم العينة وحجم النموذج وكان حجم التأثير لهذا التفاعل مرتفعاً على المؤشرين GFI و SRMR ومتوسطاً عند المؤشر RMSEA، حيث بلغت قيمة مربع إيتا الجزئية η^2 = 0.965، 0.032. 0.308 لهذه المؤشرات على الترتيب.

ثالثًا: النتائج المتعلقة بالسؤال الثالث:

ينص السؤال الثالث في هذه الدراسة على "هل توجد فروق دالة احصائياً في قيم مؤشرات المطابقة المتزايدة ترجع لاختلاف حجم النموذج وحجم العينة والتفاعلات المشتركة بينهما؟"

لاستخراج متوسطات قيم مؤشرات المطابقة المتزايدة: CFI. NNF، والكشف عن دلالة الفروق بين نماذجها، فقد تم الاستعانة بحزمة (lavaan) ببرمجية R في حساب قيم هذه المؤشرات في كل نموذج من النماذج موضوع الدراسة، ويوضح الجداول (8-9) متوسط قيم مؤشرات المطابقة والانحرافات المعيارية في تقدير هذه المؤشرات. بعد عملية تكرار بلغت (1000) لكل حالة.

جدول (8) المتوسطات والانحرافات المعيارية لقيم المؤشر CFI للنماذج المختلفة وفقا لحجم العينة وطريقة التقدير

حجم النموذج	CFI									
	200		400		600		800		1000	
	م	ع	م	ع	م	ع	م	ع	م	ع
1	0.992	0.015	0.996	0.007	0.997	0.005	0.998	0.004	0.998	0.003
2	0.991	0.013	0.995	0.007	0.998	0.003	0.998	0.003	0.998	0.002
3	0.990	0.012	0.996	0.005	0.997	0.004	0.998	0.003	0.999	0.002
4	0.984	0.024	0.993	0.012	0.995	0.008	0.997	0.006	0.997	0.005
5	0.985	0.019	0.994	0.009	0.996	0.006	0.997	0.004	0.998	0.004
6	0.978	0.019	0.993	0.008	0.996	0.005	0.997	0.004	0.998	0.003
7	0.961	0.019	0.990	0.008	0.995	0.005	0.997	0.004	0.998	0.003
8	0.981	0.025	0.992	0.012	0.995	0.008	0.996	0.006	0.997	0.005
9	0.977	0.022	0.991	0.010	0.995	0.006	0.997	0.004	0.997	0.004
10	0.946	0.021	0.986	0.010	0.993	0.006	0.996	0.004	0.997	0.003
11	0.895	0.019	0.974	0.009	0.989	0.006	0.994	0.004	0.996	0.003
مج	**0.971**	**0.034**	**0.991**	**0.011**	**0.995**	**0.006**	**0.997**	**0.004**	**0.997**	**0.003**

حيث: م تعني المتوسط الحسابي، ع تعني الانحراف المعياري، مج تعني المجموع.

جدول (9) المتوسطات والانحرافات المعيارية لقيم المؤشر NFI للنماذج المختلفة وفقا لحجم العينة وطريقة التقدير

حجم النموذج	NFI									
	200		400		600		800		1000	
	م	ع	م	ع	م	ع	م	ع	م	ع
1	0.968	0.021	0.984	0.010	0.989	0.007	0.992	0.005	0.993	0.004
2	0.926	0.020	0.961	0.010	0.975	0.006	0.981	0.005	0.984	0.004
3	0.892	0.018	0.945	0.009	0.962	0.006	0.972	0.004	0.977	0.003
4	0.891	0.031	0.942	0.017	0.961	0.012	0.970	0.008	0.976	0.007
5	0.845	0.025	0.917	0.013	0.942	0.009	0.956	0.007	0.965	0.006
6	0.764	0.020	0.869	0.011	0.909	0.007	0.930	0.005	0.944	0.004
7	0.697	0.019	0.828	0.010	0.880	0.007	0.907	0.005	0.925	0.004
8	0.816	0.030	0.896	0.016	0.928	0.011	0.945	0.009	0.955	0.007
9	0.753	0.023	0.860	0.013	0.903	0.009	0.926	0.007	0.939	0.006
10	0.646	0.019	0.792	0.011	0.852	0.007	0.886	0.005	0.907	0.004
11	0.561	0.017	0.734	0.010	0.809	0.007	0.851	0.005	0.878	0.004
مج	**0.796**	**0.122**	**0.884**	**0.074**	**0.919**	**0.053**	**0.938**	**0.042**	**0.949**	**0.034**

حيث: م تعني المتوسط الحسابي، ع تعني الانحراف المعياري، مج تعني المجموع.

وللكشف عن دلالة الفروق في هذه النتائج وتأثير التفاعل بين متغيرات الدراسة؛ تم الاستعانة بتحليل التباين ثنائي الاتجاه Two Ways Analysis of Variance (5×11)، كما تم حساب حجم التأثير لكل متغير مستقل باستخدام مربع إيتا الجزئي Partial Eta Square.

جدول (10) تحليل التباين ثنائي الاتجاه للتصميم التجريبي حجم العينة × النموذج للمؤشرات: NFI –CFI

المؤشر	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	ف	الدلالة العملية
CFI	حجم العينة	3.082	10	0.308	**2937.193	0.348
	حجم النموذج	5.339	4	1.335	**12721.261	0.481
	حجم العينة ×النموذج	5.719	40	0.143	**1362.657	0.498
NFI	حجم العينة	167.223	4	41.806	**264796.648	0.951
	حجم النموذج	226.255	10	22.626	**143309.270	0.963
	حجم العينة ×النموذج	52.549	40	1.314	**8321.049	0.858

***الفرق بين المتوسطين دال إحصائياً عند مستوى دلالة 0.05 ** الفرق بين المتوسطين دال إحصائياً عند مستوى دلالة 0.01**

يظهر من جدول (10):

أ- التأثير الرئيسي لحجم العينة: توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.01) بين متوسطات قيم كل مؤشر من المؤشرات: NFI-CFI ترجع لاختلاف حجم العينة، وكان حجم التأثير لحجم العينة على هذه المؤشرات مرتفعاً، حيث بلغت قيمة مربع إيتا الجزئية η^2 = 0.348، 0.951 على الترتيب.

ب- التأثير الرئيسي لحجم النموذج: توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.01) بين متوسطات قيم كل مؤشر من المؤشرات: NFI -CFI ترجع لاختلاف حجم النموذج، وكان حجم التأثير لحجم النموذج عليهما مرتفعاً، حيث بلغ حجم التأثير عند هذا المؤشر η^2 = 0.481. 0.963 على الترتيب.

ج- تأثير التفاعل بين حجم العينة وحجم النموذج: توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.01) بين متوسطات قيم كل مؤشر من المؤشرات: NFI -CFI ترجع للتفاعل بين حجم العينة وحجم النموذج وكان حجم التأثير لهذا التفاعل مرتفعاً على المؤشرين، حيث بلغت قيمة مربع إيتا الجزئية η^2 = 0.498، 0.858 لهذه المؤشرات على الترتيب.

أهم النتائج التي تم التوصل إليها:

النتائج المتعلقة بحجم العينة:

كان التأثير الرئيسي لهذا العامل هو الأدنى بالعموم إذا ما قورن مع تأثير حجم النموذج، وكان تأثيره أكبر عند المؤشرات: NFI- SRMR-GFI. ويمكن تبرير هذه النتيجة بأن النماذج التي تم تبنيها في هذه الدراسة تتمتع بقيم تشبع مرتفعة لمتغيراتها المقاسة، وتحديد جيد. وهو الأمر الذي ساهم في خفض تأثير حجم العينة والوصول إلى مطابقات مقبولة مع الحد الأدنى لحجم العينة (200) لمعظم النماذج وخاصة χ^2. متفقاً مع دراسة (Guadagnoli & Velicer. 1988).

الزيادة في حجم العينة هو متطلب لقبول النماذج الأكثر تعقيداً كنموذج رقم 10 و11 عند معظم مؤشرات المطابقة، فكان حجم عينة 400 هو الحد الأدنى لقبول هذه النماذج عند مؤشر RMSEA و600 عند المؤشرات: SRMR-NFI . وهذا التحسن في أداء متوسطات قيم المؤشرات عند اتساع العينة يتفق مع نتائج (عامر، 2004؛Almaleki. 2021)؛ ولذلك ومع تباين أثر حجم العينة خلال مؤشرات المطابقة فإن النتائج هنا تتفق مع توصيات الأدبيات السابقة التي شددت على ضرورة زيادة حجم العينة عند زيادة تعقيد النموذج (Andrson & Gerbing. 1991; Curran et al.. 1996; Kline. 2005; Raykov &Widaman. 1995).

إلا أن الزيادة في حجم العينة عند مطابقة النموذج قد لا تفضي دائماً إلى تحسن في قيم هذه المطابقة، فالزيادة في حجم العينة مع بساطة النموذج قد يفضي إلى سوء في المطابقة لارتفاع القوة الإحصائية للاختبار، كما في قيم مؤشر χ^2 عند حجم عينة 600 والذي كان مثالياً لمعظم النماذج. ثم تراجعت قيم مطابقة النماذج كنموذج 2 (10:1) عند نفس المؤشر بزيادة حجم العينة.

النتائج المتعلقة بحجم النموذج:

زيادة عدد المتغيرات المشاهدة يعني زيادة العبء على احصائي T_{ML} في الوصول إلى نتيجة حول جدوى كل متغير مشاهد وعن مصداقية النموذج (Moshgan. 2012)؛ وتبعات هذه الزيادة ستؤثر على مؤشرات المطابقة التي تعتمد في قياسها على إحصائي T_{ML}.

وبالنسبة لدرجة تأثير حجم النموذج بشكل عام فقد كانت متباينة بالكم والكيف خلال مؤشرات المطابقة المختلفة؛ فقد ساهمت الزيادة في حجم النموذج –وخاصة زيادة عدد المتغيرات المشاهدة– في سوء مطابقة القيم، وكانت أعلى تأثيراً على المؤشرات: χ^2-NFI- GFI وبمعامل تأثير يتجاوز 0.95. بينما كان تأثير الزيادة في حجم النموذج الأقل (0.030) وإيجابياً –وبشكل حصري – على مؤشر RMSEA فقط؛ فقد كانت تقديراته تتحسن (تنخفض) مع زيادة حجم النموذج، وهو ما تم تفسيره بأن هذا المؤشر يقوم بمعاقبة تعقيد النموذج من خلال دمج درجات الحرية – والتي تمثل حجم النموذج– في معادلته للحد من تأثير التعقيد فتكون أعظم تأثيراً على النماذج التي تقترب من المطابقة التامة، لتتفق هذه الدراسة مع دراسة كلاً من (Breivik & ;Olsson. 2001; Kenny & McCoach. 2003; Shi et al.. 2019) وبشكل عام كان المؤشرين: CFI و RMSEA أكثر المؤشرات منعة تجاه تأثير هذه العوامل في ظروف هذه الدراسة، بينما كانت المؤشرات: SRMR- NFI-χ2 -GFI – هي الأكثر حساسية تجاه هذه العوامل على الترتيب. وكان تفاعل التصميم التجريبي أكثر تأثيراً عند: GFI **والأدنى عند RMSEA**.

ويلخص جدول (11) مدى مطابقة النماذج الأحد عشر عند درجات القطع التي اقترحها (Hu & Bentler. 1999) كونها المحكات الأكثر تكراراً في الدراسات السابقة، وبالاستعانة بطريقة الاحتمال الأقصى ML كونها الطريقة الأكثر استقراراً في هذه الدراسة والمتبعة في غالب الدراسات (عامر، 2014، الدوسري؛ 2021؛Maydeu-Olivares. 2017b)، والطريقة الافتراضية لمعظم البرامج:

جدول (11) الحد الأدنى لأحجام العينات اللازمة لمطابقة نماذج الدراسة

النموذج	حجم النموذج	χ^2	GFI	RMSEA	SRMR	CFI	NFI
		≥ 0.05	≥0.95	≤ 0.06	≤ 0.08	≥0.95	
1	5:1	200	200	200	200	200	200
2	10:1	200	200	200	200	200	400
3	15:1	200	400	200	200	200	600
4	3:3	200	200	200	200	200	200
5	5:3	200	400	200	200	200	800
6	10:3	200	600	200	400	200	1000<
7	15:3	200	800	200	400	200	1000<
8	3:5	200	400	200	400	200	1000
9	5:5	200	400	200	400	200	1000<
10	10:5	400	1000	200	400	200	1000<
11	15:5	600	1000<	200	400	400	1000<

التوصيات:

1- مراقبة التصميم التجريبي بالنظر إلى طبيعة النموذج من حيث: عدد العوامل ومعاملات الارتباط بينها وتشبعات المتغيرات عليها؛ وتوصي هذه الدراسة باعتماد ثلاثة مؤشرات بحد أدنى لكل عامل بما يضمن نماذج فوق التعيين، وإمكانية الزيادة بما يسمح على إيجاد مصفوفة تغاير قابلة لتفسير النموذج.

2- الموائمة بين عدد المتغيرات المشاهدة وجودتها (كارتفاع تشبعاتها) وبين عدد العوامل ودرجة التحديد، حيث تقل الحاجة لزيادة عدد المتغيرات لكل عامل عندما تكون ذات جودة مرتفعة، كما تقل الحاجة لزيادة حجم العينة مع زيادة جودة مؤشرات النماذج وكفاية عددها.

3- عدم إثقال النموذج بمتغيرات مقاسة إضافية تساهم في رفضه، ويمكن اختصار أعداد المؤشرات الكبيرة جداً للنماذج بأبعاد parcels منطقية تمثل متوسطات قيم هذه المؤشرات لمحاولة خفض العبء على النموذج وتقييد حجمه بما يناسب العينة التي يستعين بها الباحث.

4- تحديد أحجام العينات بناءً على خصائص النماذج بالدرجة الأولى مع إمكانية الاسترشاد على التوصيات المتاحة دون الاعتماد عليها على الإطلاق، ثم اعتماد طرق التقدير الأقل تحيزاً تجاه هذه الخصائص.

5- الوصول إلى قيم جيدة لمؤشرات المطابقة ماهي إلا علامة على تحسن النموذج، وأن قبول هذا النموذج يقتضي تفسيراً علمياً من الباحث قد بنى عليه هذه النتيجة.

6- الاختلاف في أثر متغيرات الدراسة على مؤشرات المطابقة يحتم على الباحث الاهتمام باختيار مؤشرات المطابقة الملائمة للتصميم التجريبي الذي يتبناه ومدى حساسيته تجاه ظروف دراسته والتنويع في اختيارها مما يمكن فحص النموذج بأبعاده المختلفة.

البحوث المقترحة:

توصي هذه الدراسة بما يلي:

1- على اعتبار أن الدراسات النفسية والاجتماعية قد تكون ذات بيانات رتبية وقد تتعرض لانتهاكات شرط الاعتدالية، فيبدو من الضروري:

- مقارنة أداء هذه المؤشرات في ضوء متغيرات هذه الدراسة مع نماذج ذات بيانات رتبية.
- تناول تأثر أداء هذه المؤشرات بدرجات متعددة من انحراف البيانات عن التوزيع الاعتدالي.
- اختبار أداء هذه المؤشرات في نماذج ذات مستويات أخرى من جودة القياس؛ كمستويات أخرى من تشبعات العوامل، ودرجات وأنواع من سوء تحديد النماذج.
- دراسة أداء مؤشرات أخرى مثل $\chi 2$ /df. ومؤشرات البساطة: PNFI PGFI -AIC.

المراجع:

تيغزة، أحمد بو زيان (2012). **التحليل العاملي الاستكشافي والتوكيدي مفاهيمها ومنهجيتها بتوظيف حزمة SPSS وليزرل LESREL**. عمان: دار المسيرة.

الدوسري، سعيد عبدالله (2021). استخدام النمذجة بالمعادلات البنائية في البحوث النفسية العربية في الفترة 2000-2021: مراجعة وتوصيات. **المجلة السعودية للعلوم النفسية**، 67، 43-61.

عامر، عبد الناصر السيد (2004). أداء مؤشرات حسن المطابقة لتقويم نموذج المعادلة البنائية. **المجلة المصرية للدراسات النفسية: الجمعية المصرية للدراسات النفسية**، 14(45)، 157-106.

عامر، عبدالناصر السيد (2014). تقييم استخدام تطبيقات نمذجة المعادلة البنائية في البحث النفسي. **مجلة دراسات عربية: رابطة الأخصائيين النفسيين المصرية**،*13(4)*، 707-777.

عامر، عبدالناصر السيد (2019). **نمذجة المعادلة البنائية للعلوم النفسية والاجتماعية: الأسس والتطبيقات والقضايا**. الرياض: دار جامعة نايف للنشر.

عسيري، أحمد (2021). أثر اختلاف طريقة التقدير وحجم العينة على مؤشرات جودة المطابقة في نموذج تحليل المسار كأحد أنماط النمذجة بالمعادلة البنائية في البحوث النفسية والتربوية. **مجلة العلوم التربوية والدراسات الإنسانية**، 7(18)، 95-123.

المهدي، ياسر (2007). منهجية النمذجة بالمعادلة البنائية وتطبيقاتها في بحوث الإدارة التعليمية. **مجلة التربية والتنمية**، 15(4)، 9-41.

Almaleki. D. (2021). The Precision of the Overall Data-Model Fit for Different Design Features in Confirmatory Factor Analysis. **Engineering. Technology & Applied Science Research.** *11*(1). 6766–6774. https://doi.org/10.48084/etasr.4025

Anderson. J. C.. & Gerbing. D. W. (1988). Structural Equation Modeling in Practice: A review and Recommended two-step approach. **Psychological Bulletin**. 103(3). 411–423. http://dx.doi.org/10.1037/0033-2909.103.3.411

Beran. T.. & Violato. C. (2010). Structural Equation Modeling in Medical Research: a Primer. **BMC research notes**. 3**.** 267. https://doi.org/10.1186/1756-0500-3-267.

Brown. T. A. (2015). **Confirmatory Factor Analysis for Applied Research**. (2nd ed.). New York: The Guilford Press.

Cangur. S.. & Ercan. I. (2015). Comparison of Model Fit Indices Used in Structural Equation modeling under multivariate normality. **Journal of Modern Applied Statistical Methods**. *14*(1). 152–167. https://doi.org/10.22237/jmasm/1430453580

Davvetas. V. ; Diamantopoulos. A.; Zaefarian. G.. & Sichtmann. C. (2020). Ten Basic Questions about Structural Equations Modeling you Should Know the Answers to–But Perhaps you don't. **Industrial Marketing Management.** 90.252-263. https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2020.07.016

DeVellis. R. F. (2017). **Scale Development: Theory and Applications (4th ed)**. Thousand Oaks. CA: Sage.

Dogan. M. E. (2015). Influence of Sample Size. Estimation Method and Normality on Fit Indices in Confirmatory Factor Analysis. ***The Journal of Social Sciences Research***. *9.* 1822-1833. https://doi.org/10.24297/jssr.v9i2.4939

Eisenhauer N.; Bowker. M.; Grace J. & Powell. J. (2015). From Patterns to Causal Understanding: Structural Equation Modeling (SEM) in Soil ecology. **Pedobiologia.** 58(2). 65–72. https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2015.03.002

Fan. Y.; Chen. J.; Shirkey. G.; John. R.; Wu. S.R.; Park. H. & Shao. C. (2016). Applications of Structural Equation Modeling (SEM) in Ecological Studies: an Updated Review. **Ecological Processes**. 5(19). 1-12. https://doi.org/10.1186/s13717-016-0063-3

Forero. C.; Maydeu-Olivares. A.. & Gallardo-Pujol. D. (2009). Factor Analysis with Ordinal Indicators: A Monte Carlo Study Comparing

DWLS and ULS Estimation. *Structural Equation Modeling*. 16. 625–641. https://doi.org/10.1080/10705510903203573

Goodboy. A. & Kline. R. (2017). Statistical and Practical Concerns With Published Communication Research Featuring Structural Equation Modeling. **Communication Research** *Reports*. 34(1). 68-77. https://doi.org/10.1080/08824096.2016.1214121

Hall. A. (2017). **Dimensionality and Instrument Validation in Factor Analysis: Effect of the Number of Response Alternatives** [Master's thesis. University of South Carolina]. Retrieved from https://scholarcommons.sc.edu/etd/4132

Hoyle. R. (1995). **Structural Equation Modeling: Concepts. Issues and Applications**. New York: Sage Publications.

Hoyle R. (2011). **Structural Equation Modeling for Social and Personality Psychology**. London: Sage Publications.

Hu. L.-t.. & Bentler. P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. ***Structural Equation Modeling***. *6*(1). 1–55. https://doi.org/10.1080/10705519909540118

Hu. L.T. & Bentler. P.M. (1995). Evaluating Model Fit. In R.H. Hoyle (Ed.). **Structural equation modeling. Concepts. issues. and applications.** 76-99. London: Sage Publications.

Jackson. D.; Gillaspy. J. & Purc-Stephenson. R. (2009). Reporting Practices in Confirmatory Factor Analysis: an Overview and Some Recommendations. **Psychological Methods**. 14. 6- 23. https://doi.org/10.1037/a0014694

Joreskog. K. & Sorbom. D. (1996). LISREL8: User's reference guide. Mooresville: Scientific Software.

Karakaya-Ozyer. K. & Aksu-Dunya. B. (2018). A Review of Structural Equation Modeling Applications in Turkish Educational Science Literature. 2010-2015. ***International Journal of Research in Education and Science***. *4*. 279-291. https://doi.org/10.21890/ijres.383177

Kilic. A. & Dogan N. (2021). Comparison of Confirmatory Analysis Estimation Methods on mixed-format data. **International Journal of**

Assessment Tools in Education. 8(1). 21-37. https://doi.org/10.21449/ijate.660353

Kim. K. H. (2009). The Relation Among Fit Indexes. Power. and Sample Size in Structural Equation Modeling. **Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal**. 12. 368–390. https://doi.org/10.1207/s15328007sem1203_2

Kline. R. (2016). **Principles and Practice of Structural Equation Modeling**. (4th ed.). New York: Guilford Press.

Lacobucci. D. (2010). Structural Equation Modeling: Fit Indices. Sample Size. and Advanced Topics. **Journal of Consumer Psychology**. 20. 90-98. https://doi.org/10.1016/j.jcps.2009.09.003

Lee. T.; Shi D & Maydeu-Olivares. A. (2019). Understanding the Model Size Effect on SEM fit Indices. ***Educational and Psychological Measurement***. *79*(2). 310–334. https://doi.org/10.1177/0013164418783530

Lie. P-W. & Wu. Q. (2007). Introduction to Structural Equation Modeling: Issues and Practical Considerations. **Educational Measurement: Issues and Practice**. 26. 33-43. https://doi.org/10.1111/j.1745-3992.2007.00099.x

MacCallum. R. C.; Widaman. K. F.; Zhang. S. & Hong. S. (1999). Sample Size in Factor Analysis. ***Psychological Methods***. *4*(1). 84–99. https://doi.org/10.1037/1082-989X.4.1.84

MacCallum. R. C. & Austin. J. T. (2000). Applications of Structural Equation Modeling in Psychological Research. **Annual Review of Psychology.** 51. 201-226. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.51.1.201

MacCallum. R. C. (2003). Working with Imperfect Models. **Multivariate Behavioral Research**. 38. 113-139. https://doi.org/10.1207/S15327906MBR3801_5

Marsh. H. W. ; Hau. K. T. ; Balla. J. R.. & Grayson. D. (1998). Is more ever too much? The number of indicators per factor in confirmatory factor analysis. **Multivariate Behavioral Research**. 33. 181-220. https://doi.org/10.1207/s15327906mbr3302_1

Martens. M. P. (2005). The Use of Structural Equation Modeling in Counseling Psychology Research. **The Counseling Psychologist**. 33(3). 296-298. https://doi.org/10.1177/0011000004272260

Maydeu-Olivares. A.; Fairchild. A. J. & Hall. A. G. (2017). Goodness of Fit in Item Factor Analysis: Effect of the Number of Response Alternatives. **Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal**. 24(4). 495-505. https://doi.org/10.1080/10705511.2017.1289816

Mishra. M. (2016). Confirmatory Factor Analysis (CFA) as an Analytical Technique to Assess Measurement Error in Survey Research: A review. **Paradigm**. 20(2) 97–112. https://doi.org/10.1177/0971890716672933

Morrison. T. G.; Morrison. M. A. & McCutcheon. J. M. (2017). Best Practice Recommendations for Using Structural Equation Modeling in Psychological Research. **Psychology**. 8. 1326- 1341. https://doi.org/10.4236/psych.2017.89086

Moshagen. M. (2012). The Model Size Effect in SEM: Inflated Goodness-of-Fit Statistics are Due to the Size of the Covariance Matrix. **Structural Equation Modeling.** 19(1). 86-98. dio:10.1080/10705511.2012.634724

Pierce. C.; Block. R. & Aguinis. H. (2004). Cautionary Note on Reporting Eta-Squared Values from Multifactor ANOVA Designs. **Educational and Psychological Measurement.** 64(6). 916-924. DOI: 10.1177/0013164404264848

Raykov. T.. & Widaman. K. F. (1995). Issues in Applied Structural Equation Modeling Rresearch. Structural Equation Modeling. 2(4). 289–31. https://doi.org/10.1080/10705519509540017

Schumacker. R. & Lomax. R. (2010***). A beginner's Guide to Structural Equation Modeling*** **(3rd ed.)**. New York: Routledge/Taylor & Francis Group.

Seaman. C. S. & Weber. R. (2015). Undisclosed Flexibility in Computing and Reporting Structural Equation Models in Communication Science. **Communication Methods and Measures**. 9. 208–232. doi:10.1080/19312458.2015.1096329

Shi. D.; Lee T. & Terry. R. (2018). Revisiting the Model Size Effect in Structural Equation Modeling. **Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal.** 25(1). 21-40. doi:10.1080/10705511.2017.1369088

Shi. D.. & Maydeu-Olivares. A. (2019). The Effect of Estimation Methods on SEM Fit Indices. **Educational and Psychological Measurement**. *80* (3). 421-445. https://doi.org/10.1177/0013164419885164

Sugawara. H.. & MacCallum. R. (1993). Effect of Estimation Method on Incremental Fit Indexes for Covariance Structure Models**.** ***Applied Psychological Measurement.*** *17*. 365-377. https://doi.org/10.1177/014662169301700405

Wang. J.. & Wang. X. (2012). **Structural Equation Modeling: Applications Using Mplus**. Hoboken. NJ: Wiley. Higher Education Press. https://doi.org/10.1002/9781118356258

Weston. R.. & Gore. P. A.. Jr. (2006). A Brief Guide to Structural Equation Modeling. ***The Counseling Psychologist***. *34*(5). 719–751. https://doi.org/10.1177/0011000006286345

Wolf. E.; Harrington. K.; Clark. S. & Miller. M. (2013). Sample Size Requirements for Structural Equation Models: An Evaluation of Power. Bias. and Solution Propriety**. Educational and psychological measurement**. *76*(6). 913–934. https://doi.org/10.1177/0013164413495237

Xia. Y. & Yang. Y. (2019). RMSEA. CFI. and TLI in Structural Equation Modeling with Ordered Categorical Data: The Story They Tell Depends on the Estimation Methods. **Behavior Research Methods**. 51. 409-428. https://doi.org/10.3758/s13428-018-1055-2

Zhang. M.; Dawson. J. & Kline. R. (2021). Evaluating the Use of Covariance-Based Structural Equation Modelling with Reflective Measurement in Organizational and Management Research: A Review and Recommendations for Best Practice**. British Journal of Management**. 32. 257-272. https://doi.org/10.1111/1467-8551.12415.