



## The Effect of Different Estimation Methods, Data Distribution Shapes, and Sample Size on Goodness-of-Fit Indices in Structural Equation Modeling: A Simulation Study

*Dr. Sultanah S. Alhthali*

PhD in Psychology, Statistics and Research  
College of Education, Umm Al-Qura University, Saudi Arabia  
[Suuitanna88@gmail.com](mailto:Suuitanna88@gmail.com)

Received: 12-7-2025 Revised: 24-8-2025 Accepted: 6-9-2025

Published: 13-11-2025

DOI: 10.21608/jsre.2025.403296.1809

Link of paper: [https://jsre.journals.ekb.eg/article\\_464518.html](https://jsre.journals.ekb.eg/article_464518.html)

### Abstract

The study aimed to investigate the differences in structural model fit indices according to estimation methods, The study aimed to investigate the differences in structural model fit indices according to estimation methods, sample size, and data distribution. The study adopted the experimental approach by generating data through simulation, based on a model consisting of four latent variables and ten observed variables. Four estimation methods were examined: Maximum Likelihood (ML), Generalized Least Squares (GLS), Unweighted Least Squares (ULS), and Asymptotically Distribution-Free (ADF). Sample sizes included three levels (400, 800, 1200), and three data distributions (normal, non-normal with positive skewness, non-normal with negative skewness). Five fit indices were used to assess model fit. Data generation and analysis were conducted using R software and the lavaan package, with 30 samples generated for each method ( $30 * 4 * 3 * 3$ ), resulting in a total of 1080 samples. The data were analyzed using mixed ANOVA, with effect size estimated through generalized eta squared. The results indicated statistically significant effects of estimation methods on all fit indices, while sample size showed a clear influence on some indices. A significant interaction was observed between sample size and estimation methods, as well as between estimation methods and data distribution, on the GFI index only. The findings confirmed that increasing sample size improves model fit, particularly in RMSEA.

**Keywords:** *Structural Equation Modeling, Estimation Methods, Sample Size, Data Distribution, Fit Indices.*

## أثر اختلاف طريقة التقدير وشكل توزيع البيانات وحجم العينة على مؤشرات جودة المطابقة في النمذجة بالمعادلة البنائية: دراسة محاكاة

د. سلطانه بنت سعدي الهذلي

دكتوراه في علم النفس، إحصاء وبحوث

كلية التربية، جامعة أم القرى، المملكة العربية السعودية

[Suuitanna88@gmail.com](mailto:Suuitanna88@gmail.com)

### المستخلص:

هدفت الدراسة إلى الكشف عن الفروق في مؤشرات جودة مطابقة النماذج البنائية باختلاف طرق التقدير وحجم العينة وشكل توزيع البيانات، وقد اعتمدت الدراسة على المنهج التجريبي بتوليد البيانات باستخدام المحاكاة اعتماداً على نموذج مكون من أربع متغيرات كامنة وعشر متغيرات مشاهدة، وقد تم دراسة أربع طرق لتقدير معالم النموذج: الاحتمالية العظمى ML، والمربعات الصغرى المعممة GLS والمربعات الصغرى غير الموزونة ULS وطريقة التوزيع الحر التقاربية ADF، وتكونت أحجام العينات من ثلاث أحجام (٤٠٠، ٨٠٠، ١٢٠٠)، وثلاث توزيعات للبيانات (اعتدالي، غير اعتدالي (التواء موجب)، غير اعتدالي (التواء سالب))، واعتمدت الدراسة على خمس مؤشرات لتقدير جودة مطابقة النموذج وقد اعتمدت الدراسة باستخدام برنامج R والحزمة الإحصائية Lavaan بتوليد ٣٠ عينة لكل طريقة،  $3 * 4 * 30$  (3) وبالتالي تكونت ١٠٨٠ عينة، تم تحليلها باستخدام تحليل التباين المختلط مع حساب حجم التأثير باستخدام مربع ايتا المعمم، وقد أظهرت النتائج وجود تأثير دال إحصائياً لطرق التقدير على جميع مؤشرات جودة المطابقة، كما كان لحجم العينة تأثير واضح على بعض المؤشرات. وظهر تفاعل دال بين حجم العينة وطرق التقدير، وكذلك بين طرق التقدير وتوزيع البيانات على مؤشر GFI فقط. وأكدت النتائج أن زيادة حجم العينة تحسن جودة المطابقة، خاصة في RMSEA.

**الكلمات المفتاحية:** نمذجة المعادلات البنائية، طرق التقدير، حجم العينة، توزيع البيانات، مؤشرات المطابقة.

## أثر اختلاف طريقة التقدير وشكل توزيع البيانات وحجم العينة على مؤشرات جودة المطابقة في النمذجة بالمعادلة البنائية: دراسة محاكاة

### مقدمة:

تعد الأساليب الإحصائية أحد الأدوات الرئيسة في أي دراسة كمية، حيث تساعد هذه الأساليب في الإجابة عن تساؤلات الدراسة ومعالجة فروضها، ومن ثم حل مشكلة الدراسة.

وقد هيمنت الأساليب الإحصائية التقليدية أو ما يسمى بالجيل القديم للإحصاء ردحاً طويلاً من الزمن على المحيط البحثي النفسي والتربوي، إلا أنه في أواخر القرن العشرين بدأ الجيل الجديد للإحصاء يأخذ أهميته ويشيع استخدامه بصورة متزايدة في مختلف العلوم وخاصة العلوم النفسية والتربوية.

ولعل ما يميز هذا الجيل الجديد من الإحصاء هو دراسته للعلاقات المتشابكة بين المتغيرات المختلفة ككتلة واحدة، دون تجزئتها إلى أجزاء متفرقة (القهوجي وأبو عواد، ٢٠١٨)، حيث يتم دراسة هذه العلاقات بعدد من الأساليب الإحصائية المتقدمة التي تُكوّن ما يسمى بالنمذجة بالمعادلة البنائية.

فقد شكّلت النمذجة بالمعادلة البنائية مدخلاً إحصائياً مهماً ومنهجية متطورة في التحليل الإحصائي قد تزايد استخدامها في مجال البحوث العلمية عامة والعلوم الإنسانية بصفة خاصة؛ كونها إحدى الاستراتيجيات الحديثة والمتقدمة التي تُمكن الباحثين من البناء والكشف عن العلاقات بين المتغيرات بطريقة أكثر شمولية ومرونة، والتحقق من النظريات التي يتم تبنيها، وذلك لتضمنها مجموعة من الأساليب الإحصائية التي تسمح للباحثين بطرح أسئلة أكثر تعقيداً واختبار نماذج معقدة ومتعددة المتغيرات في دراسة واحدة (2006 Weston & Gore).

وفي سياق تطبيق نمذجة بالمعادلة البنائية، يعتمد الباحثون على مجموعة من مؤشرات جودة المطابقة (Goodness-of-Fit Indices) لتقييم مدى ملاءمة النموذج للبيانات الفعلية. ومن أبرز هذه المؤشرات: مؤشر مربع كاي (Chi-square)، ومؤشر RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation)، ومؤشر CFI (Comparative Fit Index)، ومؤشر TLI (Tucker-Lewis Index)، بالإضافة إلى مؤشر SRMR (Standardized Root Mean Square Residual). وتُعتبر هذه المؤشرات أدوات حيوية في الحكم على جودة النموذج، حيث تساعد في تقدير مدى قدرة النموذج على تمثيل العلاقات بين المتغيرات بشكل مقبول وموثوق (Weston & Gore, 2006؛ Iacobucci, 2010).

غير أن نتائج هذه المؤشرات قد لا تكون معزولة عن تأثير عدة عوامل منهجية، أبرزها طريقة التقدير المستخدمة في تحليل النموذج، وشكل توزيع البيانات — خاصة مدى انحرافه عن التوزيع الطبيعي — إضافة إلى حجم العينة، الذي يُعد من العوامل الحاسمة التي تؤثر في استقرار النتائج ودقتها. إذ يمكن أن تؤدي طرق التقدير المختلفة إلى تباين في نتائج مؤشرات المطابقة، كما أن وجود توزيع غير طبيعي للبيانات أو حجم عينة غير ملائم قد يؤثر سلباً في تقديرات النموذج وجودة مؤشراته (Kline, 2016؛ Iacobucci, 2010).

فهذه الدراسة تسعى في جوهرها إلى إيجاد نموذج ذو قيمة نظرية وعملية ومنطقية وإحصائية في تفسير ظاهرة ما، وهو ما يجعل الباحث متبعا لعدة معايير أو مؤشرات معقدة وغير مباشرة للحكم على مدى مطابقة النموذج وجودته (عامر، ٢٠١٨؛ Morrison et al., 2017).

من هنا، تسعى هذه الدراسة إلى استكشاف أثر كل من طريقة التقدير، وشكل توزيع البيانات، وحجم العينة على مؤشرات جودة المطابقة في نمذجة المعادلات البنائية، وذلك بهدف تقديم رؤى منهجية يمكن أن تسهم في تحسين جودة تطبيق هذا الأسلوب الإحصائي في البحوث الإنسانية والتربوية، وتعزيز موثوقية نتائج الدراسات التي تعتمد عليه.

### مشكلة الدراسة وتساؤلاتها:

تعد النمذجة بالمعادلة البنائية كأحدى تطبيقاتها من أهم وأقوى الأدوات الإحصائية لاختبار طبيعة العلاقات، فهي كما يصفها (Hall (2017 بأنها حجر الزاوية في القياسات النفسية؛ وهو ما يفسر شيوعها عند بناء أدوات القياس، وفي التحقق من جودة النماذج البنائية بصفة عامة.

إلا وأنه بالرغم من ظهور العديد من البرامج الإحصائية التي سهلت هذه التحليلات، يظل الجانب الأكبر من نجاحها واقعا على كاهل الباحث في اتخاذ قرارات حاسمة تظهر في مراحلها وتتعلق بإجراءاتها وتفسيرها، والتي لاتزال خاضعة للدراسة المستمرة، كمدى ملائمة طرق التقدير وكفاية البيانات ومناسبة مؤشرات جودة المطابقة وتأثيرها في قبول أو رفض النموذج وعلاقتها بأحجام العينات وأدوات القياس، فمثل هذه التقنيات إذا لم يتم توظيفها بالشكل الصحيح فقد تحرم الباحث من الوصول إلى نتائج دقيقة (Joreskog & Sorbom, 1996).

فالباحث عند تطبيقه لأساليب النمذجة بالمعادلة البنائية يضع في اعتباره هدفين أساسيين: تقدير معالم النموذج أولاً، ثم التحقق من حسن مطابقة هذه النماذج المفترضة للبيانات الملاحظة أو المقاسة (Sugawara & MacCallum, 1993)؛ ولعل أحد أهم القضايا المعاصرة المرتبطة بهذه التطبيقات والتي لا زالت تشغل كثيرا من الباحثين لتعقيدها هو قضية تقويم النموذج والمطابقة العامة له، فبينما تظهر أهمية مؤشرات جودة المطابقة كمؤشرات للحكم على مطابقة أداء النموذج وجودته، إلا أنها حساسة لعدة عوامل أخرى قد تتعلق بحجم النموذج ومدى تعقيده، وبطريقة لتقدير لمعامله، ومدى مناسبة حجم العينة وبطبيعة البيانات ومدى كفايتها واعتداليتها (Hoyle, 1995; Weston & Gore, 2006).

وفي سبيل رفع جودة مخرجات البحث العلمي، جاءت العديد من التوصيات بضرورة التحقق من دقة تطبيقات منهجية النمذجة بالمعادلة البنائية والعوامل المؤثرة، لاسيما وأن المراجعات في الدراسات الأجنبية لتطبيقاتها قد كشفت عن مشكلات عديدة، فمؤشرات جودة المطابقة والتي تعد من أهم دلائل جودة النموذج قد يخضع اختيارها للذاتية في كثير من الأحيان (Seaman & Weber, 2015)؛ أو استخدامها دون تقديم مبررات منطقية لذلك، كما وقد يعتمد كثيرا من الباحثين على الطرق الافتراضية المتاحة في البرامج لتقدير المعالم عوضا عن استخدام طرق أخرى قد تكون أكثر مناسبة للبيانات وتقضي إلى قيم أفضل لمؤشرات جودة المطابقة (عسيري، ٢٠٢١).

فقد أشارت دراسات (Fan et al (2016) ; Goodboy & Kline (2017) ; Jackson et al (2009) إلى عدم اتساق تطبيقات هذا الأسلوب بشكل عام عبر الدراسات، ووجود أخطاء تتعلق بتقدير

العينة الملائم للنموذج، وطرق التقدير للمعالم، ووجود عدد الأخطاء المتعلقة بوصف وتخصيص النموذج، وطرق تحديد المطابقة، أو الاستناد إلى مؤشرات غير دقيقة: كالاتتماد فقط على الدلالة الإحصائية، وإغفال تقديم مبررات لاختيار مؤشرات جودة المطابقة في دراساتهم أو طرق التقدير، حيث أشار Fan. (2016) et al من خلال تقييم (١٤٦) دراسة تم فيها استخدام النمذجة البنائية من عام (١٩٩٩ حتى ٢٠١٦) إلى عدم إدراج مبررات اختيار مؤشرات جودة المطابقة التي تم الاعتماد عليها في تقويم النموذج في معظم هذه البحوث، وهناك بحوث ودراسات لم تُدرج الدلالة الإحصائية لاختبار مربع كاي ضمن نتائجها، وربما استعانت بعض الأبحاث بمؤشرات لا يوصى باستخدامها كمؤشري (NFI, GFI)، أو قد تكتفي بالدلالة الإحصائية لمربع كاي.

وعربياً لم تكن تطبيقات البحوث والدراسات النفسية والتربوية بأفضل حال، فقد وضح عامر (٢٠١٤) و الدوسري (٢٠٢١) أن تطبيقات البحوث والدراسات العربية للنمذجة البنائية يشوبها القصور، الأمر الذي أرجعه الدوسري (٢٠٢١) لعدم وجود المصادر التخصصية التوضيحية العربية الكافية في النمذجة، وسهولة استخدام البرامج الإحصائية الخاصة بها، وهو ما يهدد جودة البحوث ومصداقية النتائج، موصياً بتوضيح طريقة هذه المنهجية باستخدام بيانات توضيحية؛ كما وشدد بعض الباحثين على أهمية البحث المستمر عن المعلومات التي بإمكانها أن ترشدنا إلى التطبيقات المناسبة لهذا الأسلوب وتحديثها، باعتبار أن هذه الممارسات قد يشوبها الغموض أو القصور أو أن تتغير عبر الزمن.

وبالنظر إلى أهمية هذه المنهجية العلمية الرصينة والتي يتم تبنيها في الوقت الحالي في جزء كبير من البحوث النفسية والتربوية بصفة خاصة، ووجود قضايا جوهرية تتعلق بإجراءات النمذجة بالمعادلة البنائية لا تزال إشكالية وخاضعة للدراسة، بالإضافة إلى أنها لا تزال عرضة لسوء الاستخدام، والذي سيؤثر بدوره على مصداقية نتائج ومخرجات تلك الدراسات، وضرورة تتبع كل ما من شأنه صقل وتقويم الممارسات المتبعة في تطبيقاتها، وخاصة في مسألة بناء النماذج والتحقق من جودتها، واختيار العينة وطريقة التقدير والتي تضم اعتبارات ذات تأثير جوهري على المخرجات.

وفي سبيل ذلك جاءت الدراسة الحالية بصورة متعمقة وعبر دراسة محاكاة، لمحاولة الكشف عن مدى تأثير طريقة التقدير، وشكل توزيع البيانات، وحجم العينة على مؤشرات جودة المطابقة في نمذجة المعادلة البنائية، بهدف تقديم إرشادات منهجية تساعد الباحثين في تحسين دقة نماذجهم وتفسير نتائجهم بطريقة أكثر موثوقية مما سيثري مجال الإحصاء والقياس التربوي والنفسي، وتوفير رؤية أكثر وضوحاً عن أثر هذه العوامل على مخرجات البحوث العلمية في هذا المجال والاعتبارات التي ينبغي للباحث أن يأخذها بالحسبان.

#### وتحددت مشكلة الدراسة في الإجابة عن التساؤلات التالية:

- ١- هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تقييم مؤشر مطابقة مربع كاي تعزى إلى اختلاف طرق التقدير وشكل توزيع البيانات وحجم العينة والتفاعلات بينها؟
- ٢- هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية في قيم مؤشرات جودة المطابقة المطلقة تعزى إلى اختلاف طرق التقدير وشكل توزيع البيانات وحجم العينة والتفاعلات بينها؟
- ٣- هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية في قيم مؤشرات جودة المطابقة المقارنة والنسبية تعزى اختلاف إلى طرق التقدير وشكل توزيع البيانات وحجم العينة والتفاعلات بينها؟

### أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة الحالية إلى استقصاء تأثير اختلاف طرق التقدير وشكل توزيع البيانات وحجم العينة والتفاعلات بينها على:

- 1- مؤشرات جودة المطابقة العامة للنموذج والمتمثلة في مؤشر مربع كاي ( $\chi^2$ ).
- 2- مؤشرات جودة المطابقة المطلقة والمتمثلة في: (GFI, RMSEA).
- 3- مؤشرات جودة المطابقة المقارنة والنسبية والمتمثلة في: (CFI, NFI).

### أهمية الدراسة:

تكمن أهمية الدراسة من خلال:

#### أولاً: - الأهمية النظرية:

- 1- استخدام منهج المحاكاة والذي يتميز بدرجة عالية من الدقة والتي ترفع الثقة في نتائج الدراسات وتوظيفها مع دراسات واقعية.
- 2- يمكن لنتائج الدراسة أن تحسن المعرفة المفاهيمية للنمذجة البنائية؛ وذلك بتقديم فهماً أعمق للعلاقة بين العوامل المنهجية (طريقة التقدير، حجم العينة، شكل توزيع البيانات) وجودة النماذج الإحصائية، مما يثري الأدبيات المتعلقة بنمذجة المعادلة البنائية.
- 3- تساعد الدراسة الباحثين في تفسير مؤشرات جودة المطابقة بشكل أدق، وتجنب الأخطاء الناتجة عن تجاهل تأثير هذه العوامل.

#### ثانياً: الأهمية التطبيقية:

- 1- قد تقدم الدراسة توصيات عملية للباحثين عند تصميم دراساتهم وتحليل بياناتهم باستخدام نمذجة المعادلة البنائية.
- 2- قد تساعد الباحثين في اختيار طريقة التقدير الأنسب، وتحديد حجم العينة الملائم، وفهم أثر توزيع البيانات عند بناء النماذج بالمعادلة البنائية.
- 3- قد تسهم نتائج هذه الدراسة في مساعدة القائمين على تحكيم البحوث وقبول نشرها وتحكيم الرسائل العلمية في تقييم جودة الإجراءات والنتائج المتبعة عند استخدام النمذجة البنائية.

### مصطلحات الدراسة:

#### طريقة التقدير Estimation Method:

وتعرف طريقة التقدير بأنها: عملية إحصائية للحصول على تقديرات للمعالم الحرة من البيانات المشاهدة (Hoyle, 2011) وتشمل الطرق المتضمنة في الدراسة الحالية:

### - طريقة الاحتمال الأقصى (Maximum likelihood Method (ML):

وتعد من أشهر هذه الطرق ويتم تعيينها كإجراء افتراضي في معظم البرامج، حيث تقوم بتقدير مدى توقع النموذج لقيم مصفوفة التغيرات Covariance Matrix للعينة، وتشير القيم القريبة من الصفر لأفضل ملائمة وتستخدم هذه الطريقة عادة مع البيانات ذات التوزيع الطبيعي (Hoyle, 1995).

### - طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة (Unweighted Least Squares (ULS):

تقوم هذه الطريقة على إيجاد أفضل حل من خلال تقليص مجموع مربعات البواقي بين النموذج المفترض والنموذج الملاحظ من العينة، وتعطي تقديرات جيدة عند انتهاك افتراضات الاعتدالية (1995) (Hu & Bentler).

### - طريقة المربعات الصغرى المعممة (Generalized Least Squares (GLS):

"طريقة تقوم على تقليص مجموع مربعات البواقي بين النموذج المفترض والنموذج الملاحظ من العينة وتحول عناصر المصفوفة الارتباطية إلى معاملات ارتباط موزونة بمعكوس تباينها الخاص" (تليغزة، ٢٠١٢، ص. ٢١١).

### - طريقة التوزيع الحر التقريبية (Asymptotically Distribution-Free (ADF):

تستخدم هذه الطريقة عند التعامل مع بيانات لا تتبع التوزيع الطبيعي، وتعتبر مناسبة في الحالات التي يكون فيها التواء البيانات كبيراً (West et al, 1995).

### شكل توزيع البيانات Data Distribution Shapes :

ويعرف شكل توزيع البيانات بأنه: "الطريقة التي تنتشر بها قيم البيانات عبر مجموعة معينة، بحيث يوضح هذا الشكل طريقة توزيع القيم سواء كانت متمركزة حول نقطة معينة، أو متناثرة، أو مائلة إلى جهة معينة، أو تحتوي على قمم متعددة" (الزيود، ٢٠١٠، ص. ١٩).

• التوزيع الاعتدالي (Normal Distribution): حيث يكون التواء البيانات قريباً من الصفر، مما يجعل معظم طرق التقدير مناسبة.

• التوزيع غير الاعتدالي ذو التواء موجب (Positively Skewed Distribution): يكون التوزيع منحرفاً باتجاه القيم الأدنى، مما قد يؤثر على دقة بعض طرق التقدير مثل الاحتمال الأقصى (ML)

• التوزيع غير الاعتدالي ذو التواء سالب (Negatively Skewed Distribution): يكون التوزيع منحرفاً باتجاه القيم الأعلى، مما يتطلب طرق تقدير تتعامل مع عدم التوزيع الطبيعي للبيانات.

### حجم العينة Sample size :

ويعرف حجم العينة بأنه: "عدد الوحدات أو العناصر التي يتم اختيارها من مجتمع الدراسة لإجراء البحث أو التحليل الإحصائي" (أبو شعر، ١٩٩٧، ص. ١٣).

## مؤشرات جودة المطابقة Goodness Fit Indices :

وتعرف مؤشرات جودة المطابقة بأنها: تقديرات رقمية تعكس مدى اقتراب البيانات المشاهدة لتوزيع معين مفترض (Hooper et al., 2008) وتشمل الدراسة الحالية المؤشرات التالية:

### - مؤشر مربع كاي ( $\chi^2$ ):

حيث يتم تحديد مدى جودة المطابقة من حساب مدى التباين بين مصفوفة التباين للبيانات ومصفوفة التباين التي ينتجها النموذج بالاعتماد على الدلالة الإحصائية؛ فتشير القيم غير الدالة لمربع كاي  $\chi^2$  على تطابق النموذجين، في حين تعتمد بقية المؤشرات على المطابقة التقريبية (Iacobucci, 2010)

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

هي المؤشرات التي تحدد مدى جودة النموذج من خلال القيم المنخفضة للبواقي Residual والتي تمثل التباين غير المفسر، وهي الفروق بين ما استطاع النموذج تفسيره وبين المصفوفة الأصلية للتباين والتباين، لتظهر أفضل النماذج مطابقة للبيانات (Hooper, 2008)؛ ومن أشهرها كما يشير (تيغزة، ٢٠١٢):

– الجذر التربيعي لمتوسط خطأ التقريب Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA).

– مؤشر حسن المطابقة Goodness Fit Index (GFI).

### - مؤشرات المطابقة المقارنة والنسبية (Comparative Fit Index):

وهي مؤشرات تقييم مطابقة النموذج المقترح مقارنة بالنموذج الصفري Null Model، وهو نموذج قيم جودة مطابقته باستخدام مربع كاي دائماً مرتفعة وسيئة، فتقاس هذه المؤشرات من خلال هذا النموذج مدى التحسن في المطابقة (Hooper et al., 2008)، ومن أمثلتها:

– مؤشر المطابقة المقارن Comparative Fit Index (CFI).

– مؤشر المطابقة المعياري Normed Fit Index (NFI).

### نمذجة المعادلة البنائية (Structural Equation Modeling (SEM):

يعرفها المهدي (٢٠٠٧) على أنها: "مدخل يستخدم لتقدير وتحليل واختبار النماذج التي تحدد العلاقات بين المتغيرات، وتعتبر المدخل الإحصائي الشامل لاختبار الفروض عن العلاقات بين المتغيرات" (ص.٢٢).

### المحاكاة Simulation:

وتعرف دراسة المحاكاة بأنها: منهجية بحثية تستخدم لتقليد نظام أو عملية حقيقية بهدف فهم سلوكها أو تقييم أداء استراتيجيات في ظل ظروف مختلفة دون الحاجة إلى إجراء تجارب فعلية قد تكون مكلفة أو غير عملية. (Law, 2015)

## حدود الدراسة:

### الحدود الموضوعية:

يقتصر موضوع الدراسة الحالية على فحص أثر ثلاث متغيرات مستقلة (طريقة التقدير، شكل توزيع البيانات، حجم العينة) على مؤشرات جودة المطابقة في النمذجة البنائية كما سيتم الاقتصار على طرق التقدير: طريقة الاحتمال الأقصى (ML)، وطريقة المربعات الصغرى المعممة (GLS)، وطريقة المربعات الصغرى غير الموزونة (ULS)، وعلى شكل توزيع البيانات (اعتدالي، غير اعتدالي) (التواء موجب) غير اعتدالي (التواء سالب)) كما اقتصر على مؤشرات جودة المطابقة (مربع كاي  $\chi^2$ ، المؤشرات المطلقة، المؤشرات المقارنة والنسبية).

### الحدود الأدائية:

تمثلت الحدود الأدائية في البرامج الإحصائية المستخدمة في توليد البيانات والمعالجة الإحصائية.

ونظرًا لأهمية الموضوع فقد استعرضت الباحثة ما توفر لها من دراسات ذات صلة منها: دراسة Olsoon (2000) والتي هدفت إلى فحص أداء ثلاث طرق تقدير في نمذجة المعادلة البنائية وهي الاحتمال الأقصى والمربعات الصغرى المعممة وطريقة التوزيع الحر التقاربية، في ظل ظروف متعددة من الأخطاء في تحديد النموذج وإنحراف البيانات عن التوزيع الطبيعي، وذلك باستخدام منهج المحاكاة بتطبيق خمس عينات (١٠٠-٢٥٠-٥٠٠-١٠٠٠-٢٠٠٠)، وتم استخدام مؤشري RMSEA و SPB، حيث توصلت النتائج إلى أن طريقة الاحتمال الأقصى كانت الأكثر استقرارًا في معظم الظروف وأقل تأثرًا بحجم العينة، كما أن تلك الطرق لا تتأثر بتوزيع البيانات في حالة النماذج التي تم توصيفها بطريقة صحيحة.

### الدراسات السابقة:

هدفت دراسة Gold (2003) إلى مقارنة بين طريقتي الاحتمال الأقصى وطريقة التوزيع الحر التقاربية مع بيانات لا تتبع التوزيع الطبيعي مع وجود فقد في البيانات، حيث استخدمت هذه الدراسة منهج المحاكاة عند حجم عينة (٥٠٠-٥٠٠٠) وأظهرت النتائج تفوق طريقة الاحتمال الأقصى عند حجم عينة ٥٠٠، بينما أظهرت طريقة التوزيع الحر التقاربية أداءً متقارب مع طريقة الاحتمال الأقصى عندما كان حجم العينة ٥٠٠٠.

و حاولت دراسة Herzog et al., (2007) تتبع أثر حجم النموذج على الخطأ من النوع الأول بشكل دقيق عبر دراسة محاكاة، والتي تم اعتبار درجات الحرية هو المحدد لحجم النموذج وذلك عند أحجام عينات مختلفة تتبع التوزيع الطبيعي، فتعددت النماذج في هذه الدراسة ليتراوح عدد العوامل الكامنة في هذه الدراسة ٤-٦-٨-١٠-١٢-١٤-١٦ وكل عامل تم تثبيته بثلاث متغيرات وتم تقدير المعالم بطريقة الاحتمال الأقصى، حيث أظهرت النتائج إلى أن قيم مربع كاي  $\chi^2$  تميل إلى أن تكون كبيرة جدًا عندما تكون أحجام العينات صغيرة، كما أن استخدام أحجام عينات صغيرة يؤدي إلى رفض نماذج جيدة ويزيد من الخطأ من النوع الأول.

كما هدفت دراسة Ory & Mokhtarian (2010) إلى قياس مدى تأثير مؤشرات جودة المطابقة في نمذجة المعادلة البنائية وذلك تبعًا لطريقة التقدير وحجم العينة في حالة عدم اعتدالية البيانات وذلك من

خلال تحليل عشر نماذج ميدانية، حيث تم التركيز على مؤشري مربع كاي  $\chi^2$  و RMSEA وطريقتي التقدير الاحتمال الأقصى وطريقة التوزيع الحر التقاربية أظهرت النتائج أن هناك تأثير ضعيف لعدم اعتدالية توزيع الدرجات على البيانات بين طريقة الاحتمال الأقصى وطريقة التوزيع الحر التقاربية، وأوصت الدراسة باستخدام أكثر من طريقة تقدير لتقييم النموذج.

و هدفت دراسة (Cangur & Ercan (2015) مقارنة أربعة طرق للتقدير: الاحتمال الأقصى، وطريقة المربعات الصغرى الموزونة، وطريقة التوزيع الحر التقاربية، وطريقة إحصاء اختبار مربع كاي ساتورا وبنتر ( $SB-\chi^2$ ) على مؤشرات جودة المطابقة:  $\chi^2$ ، CFI، NNFI، RMSEA، SRMR لنماذج بنائية مختلفة، حيث تمت المطابقة على أحجام للعينات: 50 - 100 - 1000 ضمن توزيع اعتدالي للبيانات، وتم مقارنة مؤشرات جودة المطابقة بالأخذ بالاعتبار تأثير تباين عدد العوامل في النماذج البنائية، وتوصلت النتائج إلى أن إحصاءات اختبار نسبة مربع كاي  $\chi^2$  و RMSEA و CFI أكثر تأثراً بطريقة التقدير وحجم العينة في التوزيع الاعتدالي وخاصة مع أحجام العينات الصغيرة، كما توصلت هذه الدراسة إلى أن مؤشرات جودة المطابقة المستخلصة من طريقة التوزيع الحر التقاربية يمكن أن تتأثر بشكل سلبي مع زيادة عدد العوامل في مثل ظروف هذه الدراسة.

و هدفت دراسة (Yilmaz & Özaydin (2015) إلى تقييم خصائص مؤشرات جودة المطابقة تحت ظروف تجريبية مختلفة من حيث حجم العينة وطريقة التقدير وشكل توزيع البيانات، حيث تم استخدام منهج المحاكاة وتوليد بيانات في حالة التوزيع الطبيعي للبيانات وأخرى لا تتبع التوزيع الطبيعي وذلك بأحجام عينات (50-100-200-400-800-1600-4000) واستخدام أربع طرق تقدير مختلفة وهي الاحتمال الأقصى ML و طريقة المربعات الصغرى المعممة GLS والمربعات الصغرى OLS والمربعات الصغرى الموزونة WLS وتم إجراء الدراسة على أكثر من أحد عشر مؤشراً للمطابقة والتي تستخدم في التحليل العاملي التوكيدي و النمذجة بالمعادلة البنائية وتوصلت الدراسة إلى أن جميع العوامل التي تم دراستها لها تأثير على مؤشرات جودة المطابقة.

كما سعت دراسة (Ainur et al., (2017) إلى تأثير حجم العينة وشكل توزيع البيانات على مؤشرات جودة المطابقة في نماذج المعادلة البنائية، وذلك باستخدام منهج المحاكاة بمستويات أحجام عينات (30-50-100-200-500-1000) في ظل ظروف تجريبية للبيانات (التوزيع الاعتدالي - التوزيع غير الاعتدالي)، وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن مؤشرات جودة المطابقة تتأثر بحجم العينة، في حين أنها قوية جداً عندما لا تكون البيانات تتبع التوزيع الطبيعي، كما تتأثر مؤشرات جودة المطابقة المطلقة RMSEA, AGFI, GFI بشكل أكبر بحجم العينة، بينما تتأثر مؤشرات جودة المطابقة المقارنة CFI, TLI بشكل أقل بحجم العينة وعدم اعتدالية البيانات.

كما هدفت دراسة (Xia & Yang (2019) إلى اختبار مدى تأثر مؤشرات جودة المطابقة في نمذجة المعادلات البنائية وتحديداً: متوسط الجذر التربيعي للخطأ التقريبي (RMSEA)، ومعامل المطابقة المقارن (CFI)، ومؤشر تاكر-لوييس (TLI) - بطريقة التقدير الإحصائي المستخدمة، وذلك عند التعامل مع البيانات الفئوية المرتبة، والتي تُستخدم فيها عادة مقاييس مثل مقياس ليكرت وقد سعت الدراسة إلى مقارنة نتائج هذه المؤشرات عند استخدام ثلاث طرق تقدير مختلفة هي: طريقة الاحتمال الأقصى (ML)، وطريقة المربعات الصغرى غير المرجحة (ULS)، وطريقة المربعات الصغرى المرجحة قطرياً (DWLS)، بهدف التحقق من مدى صلاحية تطبيق القيم الحديثة التقليدية على النماذج المقدرّة باستخدام

DWLS و ULS. اتبعت الدراسة منهج المحاكاة الإحصائية على مرحلتين؛ تمثلت الأولى في توليد ٤٨٠٠ مصفوفة ارتباط بولي كوري اصطناعية على مستوى المجتمع وفق نماذج عاملية متعددة (ذات عامل واحد وثلاثة عوامل) ودرجات مختلفة من سوء المطابقة، أما المرحلة الثانية، فقد اعتمدت على تحليل ست مصفوفات ارتباط بولي كوري فعلية مستخلصة من دراسات منشورة سابقة تنتمي إلى مجالات متعددة مثل السلوك، والصحة، والأداء الوظيفي، وقد بيّنت النتائج أن طريقتي DWLS و ULS أعطتا في جميع الشروط، قيمًا أقل لـ RMSEA، وقيمًا أعلى لـ CFI و TLI مقارنةً بطريقة ML، مما يعني أن هاتين الطريقتين تميلان إلى إعطاء انطباع مضلل بوجود مطابقة جيدة بين النموذج والبيانات حتى في حال وجود سوء مطابقة فعلي. كما أظهرت المؤشرات المحسوبة أن استخدام القيم الحدّية التقليدية ( $RMSEA < .06$ )، ( $CFI > .95$ ،  $TLI > .95$ ) مع طرائق ULS و DWLS قد يؤدي إلى تصنيف نماذج معيبة على أنها جيدة.

وقد بحثت دراسة (Koran 2020) عن تأثير حجم النموذج الممثل بعدد المتغيرات المشاهدة لكل عامل لاستكشاف الحد الأدنى لحجم العينة اللازم مع الأخذ بالاعتبار العوامل والمحددات المهمة والتي يعد التحيز في مربع كاي عند مطابقة النموذج أحدها، فمن خلال دراسة محاكاة في برنامج SAS 9.4 تم تصميم نماذج مختلفة ذات بيانات تتوزع بشكل اعتدالي وباستخدام طريقة الاحتمال الأقصى، تراوحت العوامل الكامنة فيها: ٣ - ٦ - ١٢ مع تباين تشبعاتها: ٠,٤ - ٠,٦ - ٠,٨ ووجود عشرة مستويات للمتغيرات المشاهدة التي تمثل كل عامل بحد أدنى وهو ثلاثة متغيرات مشاهدة لكل عامل حتى ١٢ متغيرًا، مع زيادة تعقيد هذه الدراسة بتغيير حجم التشبعات لكل مرحلة واختبار أداءها على قيم ابتدائية لأحجام العينات مستعينة بنتائج الأدبيات السابقة، فخلصت إلى وجود ارتباط بين عدد المشاهدات اللازمة لكل عامل بالحد الأدنى لحجم العينة لتفادي تبعات مهمة في التحليل؛ كالتحيز في إحصاء مربع كاي، كما توصلت إلى وجود حد أعلى من عدد المشاهدات التي تمثل كل عامل يعتمد على عدد العوامل ومدى تحديد هذه العوامل، وأن أعلى حد لأدنى حجم العينة مرتبط بمدى الزيادة في حجم النموذج وخاصة بالنسبة للتضخم في تقديرات مربع كاي، وأن النماذج ذات التشبعات الضعيفة أو قليلة العوامل تميل إلى الزيادة في عدد المشاهدات لكل عامل، مع الأخذ بالاعتبار حجم العينة وقوة هذه المؤشرات وقوة الاختبار، وبعدها أدنى ثلاثة مؤشرات لكل عامل.

هدفت دراسة الدوسري (٢٠٢١) واقع تطبيقات النمذجة بالمعادلة البنائية في البحوث والدراسات التربوية والنفسية خلال العشرين سنة الماضية، والتي أكدت أن الباحثين لا يتبعون أفضل الممارسات في النمذجة البنائية؛ كاستخدام حدود القطع المناسبة لمؤشرات مطابقة النماذج، وقد تراوحت أحجام العينات في عينة تلك الدراسات بين ٦٠ حتى ٤٣٤٥٢ بمتوسط ٦٠٨,٥٨، وكانت ٣٩٪ من هذه الدراسات بأحجام عينات ١٠٠ حتى ٢٠٠، و ٤٩,٤٪ أكبر من ٢٠٠، وبينما لم توضح ٦٧,٥٪ من الدراسات طريقة التقدير، فقد كانت طريقة الاحتمال الأقصى الأكثر استخدامًا في هذه الدراسات واختارت بقية الدراسات طريقتي المربعات الصغرى الموزونة والمربعات الصغرى غير الموزونة ونموذج واحد استخدم الطريقة البيئية Bayesian Method، وقد كانت أكثر مؤشرات جودة المطابقة استخدامًا هي:  $GLI$ ،  $CFI$ ،  $\chi^2$ ،  $RMSEA$  على الترتيب.

بينما تعقبت دراسة (Kilic & Dogan 2021) من خلال المحاكاة جودة أداء طرق التقدير: المربعات الصغرى الموزونة WLS، ومتوسط وتباين المربعات الصغرى الموزونة المصحح



فوجدت هذه الدراسة أن مؤشرات جودة المطابقة الأساسية في هذه الدراسات ونسبة تكرارها كان ٧٨٪ مربع كاي، ٨٠٪ CFI، ٧٣٪ RMSEA، ٤٦٪ SRMR، ٣٤٪ NNFI، ١٣٪ AIC، ١٠٪ IFI، ٩٪ BIC، ٧٪ NFI، ٤٪ AGFI، ٤٪ RMR، وأوصت هذه الدراسة بتطوير مسألة التقرير عن مثل هذه المؤشرات لأهميتها، كما لاحظت في مسألة تحديد درجة القطع بأن العديد من هذه الدراسات المنشورة تشير إلى درجات القطع التي تم استخدامها في دراسات سابقة دون الرجوع إلى المصادر الرئيسية التي أوصت بهذه المحكات، وأقل من ٣٦٪ من هذه الدراسات وضحت مصادر محددة لدرجات قطع معينة، وقد كان أكثر هذه المصادر شهرة هو (Hu & Bentler (1999 بنسبة ١٥٪ من التوثيق، كما استنكرت هذه الدراسة المشاكل التي لا زالت مسيطرة على هذه الممارسات كعدم التقرير عن طريقة التقدير، وإحصاءات المطابقة وغيرها من الخصائص التي تعتبر أساسية لتقييم النماذج البنائية، ودعت إلى مواصلة إجراء بحوث تقييمية ونقدية لاستخدامها.

وتتبع دراسة (Aimran et al., (2024 استخدام طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة ULS مع بيانات لا تتبع التوزيع الطبيعي في نمذجة المعادلات البنائية بتطبيق منهج المحاكاة لتوليد بيانات لا تتبع التوزيع الطبيعي و بأحجام عينات (٥٠-١٠٠-٢٠٠-٥٠٠)، حيث توصلت النتائج إلى فعالية طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة في تحسين مؤشرات جودة المطابقة المقارنة CFI, TLI ومؤشرات جودة المطابقة المطلقة RMSEA, SRMR.

وقارنت دراسة النفيعي (٢٠٢٤) دقة مؤشرات جودة المطابقة للتحليل العاملي التوكيدي المتمثلة في  $x^2$ , RMSEA, SRMR, GFI, TLI, AGFI، في ضوء مستويات درجة تعقيد النموذج (بسيطة، ومتوسطة، وكبيرة)، وأحجام عينات (٢٠٠-٥٠٠-٧٥٠)، وشكل توزيع البيانات (اعتدالي، ملتوي إلتواء سالب، ملتوي إلتواء موجب)، وطرق تقدير المعالم باستخدام (USL, WLSMV, ML) ولتحقيق ذلك تم تصميم دراسة محاكاة من خلال تصميم بحثي تم من خلاله ضبط المتغيرات وفقاً للشروط السابقة وتوصلت نتائج الدراسة دقة جميع مؤشرات جودة المطابقة عندما تكون درجة تعقيد النموذج بسيطة، أو عندما يكون حجم العينة صغير، أو عندما يتبع توزيع البيانات التوزيع الاعتدالي، أو عند استخدام أي طريقة من طرق تقدير المعالم الثلاثة. لكن عندما تكون درجة تعقيد النموذج متوسطة، أو عندما يكون حجم العينة متوسطاً أو كبيراً فمؤشرات RMSEA, SRMR, GFI, TLI تكون الأكثر دقة، أما عندما تكون درجة تعقيد النموذج كبيرة، أو عندما يكون شكل توزيع البيانات ملتوي إلتواء سالباً أو موجباً فمؤشري SRMR, RMSEA الأكثر دقة.

### التعقيب على الدراسات السابقة:

يتضح من عرض الدراسات السابقة الدور الذي تؤديه خصائص النماذج البنائية وما ينبغي مراعاته عند بنائها وأثر ذلك على مخرجات التحليل الإحصائي في النمذجة بالمعادلة البنائية.

فنجد على صعيد الدراسات التي تقصت استخدام النمذجة بالمعادلة البنائية كدراسة الدوسري (٢٠٢١)، ودراسة أبو هاشم (٢٠٢٣)، ودراسة (Zyphur (2023، وجود شبه إجماع بينها على قصور وأخطاء في هذه الممارسات، بالإضافة إلى أن مؤشرات جودة المطابقة الأكثر استخداماً هي RMSEA, CFI,  $x^2$ , GFI مع توصية هذه الدراسات بالتنوع في استخدام هذه المؤشرات.

أما بالنسبة لقضية حجم العينة في تلك الدراسات، فنجد دراسة الدوسري (٢٠٢١) تؤكد على وجود مشكلة في اختيار حجم العينة المناسب، وفي ضوء تلك المراجعات يمكن اعتبار أن طريقة الاحتمال الأقصى ML هي طريقة التقدير المختارة في أغلب الدراسات، إلا أن الدوسري (٢٠٢١) قد وجد أن طريقتي المربعات الصغرى الغير موزونة ULS والمربعات الصغرى الموزونة WLS من طرق التقدير الشائعة كذلك، إلا أن دراسة Cangur & Ercan (2015) أضافت طريقتي التوزيع الحر التقاربية، وطريقة إحصاء اختبار مربع كاي ساتورا وبنتلر إلى جانب طريقة الاحتمال الأقصى وطريقة المربعات الصغرى الموزونة. كما بحثت دراسة Koran (2020) عن تأثير حجم النموذج الممثل بعدد المتغيرات المشاهدة لكل عامل لاستكشاف الحد الأدنى لحجم العينة اللازم مع الأخذ بالاعتبار العوامل والمحددات المهمة والتي يعد التحيز في مربع كاي عند مطابقة النموذج أحدها. وقد توصلت إلى وجود حد أعلى من عدد المشاهدات التي تمثل كل عامل يعتمد على عدد العوامل ومدى تحديد هذه العوامل، وأن أعلى حد لأدنى حجم العينة مرتبط بمدى الزيادة في حجم النموذج وخاصة بالنسبة للتضخم في تقديرات مربع كاي، وأن النماذج ذات التشبعات الضعيفة أو قليلة العوامل تميل إلى الزيادة في عدد المشاهدات لكل عامل، مع الأخذ بالاعتبار حجم العينة وقوة هذه المؤشرات وقوة الاختبار، وبعد أدنى ثلاثة مؤشرات لكل عامل.

أما دراسة Olsoon (2000)، ودراسة Gold (2003)، ودراسة Yilmaz & Özaydin (2015) ودراسة Aimran & Know & Ainur & Saynng & Jannoo (2017)، ودراسة Zulkifli (2024) ودراسة النفيعي (٢٠٢٤) حول تأثير حجم العينة وشكل توزيع البيانات على مؤشرات جودة المطابقة في نماذج المعادلة البنائية، فقد تم مناقشة تأثير حجم العينة وشكل توزيع البيانات على جودة مؤشرات المطابقة المستخدمة على نطاق واسع في نماذج المعادلات البنائية وتوضيحها تجريبياً، وتوصلت النتائج إلى أن مؤشرات جودة المطابقة تتأثر باختلاف طرق التقدير وحجم العينة وشكل توزيع البيانات.

وعلى ما يتضح أن طريقة الاحتمال الأقصى هي الطريقة الأكثر شيوعاً كما وضحتها دراسة عسيري (٢٠٢١) ودراسة Kilic & Dogan (2021) ثم طريقة المربعات الصغرى المعممة، ثم طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة، إلا أن نطاق أحجام النماذج الذي تم على أساسها المقارنة بين هذه الطرق في مدى ضيق من عدد العوامل وكذلك عدد المتغيرات المشاهدة التي تمثلها.

بعد العرض السابق يظهر أن بعض الدراسات لا تزال متشككة في مسألة القواعد العامة التقديرية لاختيار أحجام العينات المناسبة والاعتماد عليها بشكل مطلق، وكذلك الأمر في مسألة القواعد العامة لعدد المتغيرات أو المؤشرات التي يجب أن تمثل كل عامل، كما كان تركيز معظم الدراسات على أداء مؤشرات مطابقة النموذج كمؤشر رئيسي على جودة النموذج بغض النظر عن مخرجات التحليل الأخرى.

وبمراجعة هذه الأدبيات، فقد استعانت الدراسة الحالية بما سبق في رسم وتحديد ظروفها التجريبية بما يمكن تمثيله واقعاً ومقارناً ومساهمًا لما سبق، فقد ساهمت الأدبيات السابقة في:

- تحديد خصائص نماذج الدراسة الحالية، وأحجام العينات في ضوء الأحجام الأكثر تكراراً.
- اختيار طرق التقدير للمعالم والتي يظهر أن هناك تفاوت فيما توصلت إليه الدراسات السابقة في شأنها.
- الإدراك بأن هناك آليات متعددة في مسألة توليد البيانات، وأن هذه البرمجيات باختلافها قد تؤدي إلى تباين في مخرجاتها.

وتظهر أهمية الدراسة الحالية في إيضاح صورة أشمل لأداء مؤشرات جودة المطابقة لمدى أوسع من حجوم العينات وشكل توزيع البيانات وخيارات أكثر من طرق التقدير، حيث جاءت هذه الدراسة لاختبار فروض الدراسة التالية:

١. لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تقييم مؤشر مطابقة مربع كاي تعزى إلى اختلاف طرق التقدير وشكل توزيع البيانات وحجم العينة والتفاعلات بينها.
٢. لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في قيم مؤشرات جودة المطابقة المطلقة تعزى إلى اختلاف طرق التقدير وشكل توزيع البيانات وحجم العينة والتفاعلات بينها.
٣. لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في قيم مؤشرات جودة المطابقة المقارنة والنسبية تعزى إلى اختلاف طرق التقدير وشكل توزيع البيانات وحجم العينة والتفاعلات بينها.

### منهج الدراسة:

تم الاعتماد على المنهج التجريبي القائم على طريقة المحاكاة لمناسبته لإجراءات الدراسة الحالية، ثم تحديد المتغيرات المراد دراستها، وقد تبنت الدراسة نموذج يتكون من ثلاث متغيرات كامنة وعشر متغيرات مشاهدة، كما تم تحديد متغيرات الدراسة والمتمثلة في طريقة التقدير وشكل توزيع البيانات وحجم العينة كمتغيرات مستقلة، ومؤشرات جودة المطابقة كمتغير تابع.

### تصميم الدراسة وإجراءاتها:

تكون مجتمع الدراسة الحالية من (١٠٠٠٠٠) مشاهدة إحصائية تم توليدها حاسوبياً من خلال المحاكاة Simulation بالاستعانة ببرنامج R، لتطوير بيانات افتراضية ضمن نماذج بنائية ذات خصائص معينة للإجابة على تساؤلات الدراسة.

وقد تم سحب ثلاث عينات عشوائية بأحجام (٤٠٠-٨٠٠-١٢٠٠) باستخدام برنامج المحاكاة Simulation أو ما يطلق عليه دراسة مونت كارلو Monte Carlo Study، والتي تعتمد على توليد البيانات باستخدام برنامج R.

شملت إجراءات الدراسة ما يلي:

أولاً: تم الاطلاع على الأدبيات السابقة التجريبية والتقييمية العربية منها والأجنبية ومراجعتها وتحديد الخصائص العامة المراد بنائها وفقاً لأهداف الدراسة الحالية والفروض التي تحاول الإجابة عنها.

ثانياً: تم تحديد متغيرات الدراسة التالية:

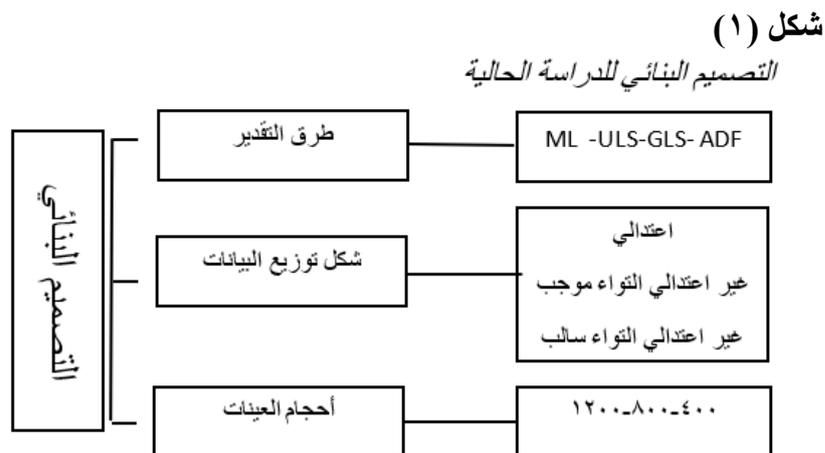
- ١- حجم العينة: وقد تم تحديد ثلاث أحجام للعينات في ضوء الإطار النظري والدراسات السابقة: (٤٠٠، ٨٠٠، ١٢٠٠)
- ٢- شكل توزيع البيانات: وقد تم تحديد ثلاث توزيعات وهي:

- توزيع اعتدالي.
- توزيع غير اعتدالي التواء موجب.
- توزيع غير اعتدالي التواء سالب.

٣- طرق التقدير:

- طريقة الاحتمال الأقصى (Maximum Likelihood (ML)
- طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة (Unweighted Least Squares (ULS)
- طريقة المربعات الصغرى المعممة (Generalized Least Squares (GLS)
- طريقة التوزيع الحر التقريبية (Asymptotic Distribution Free

ويتضح التصميم البنائي للدراسة الحالية من شكل (٤) التالي:



ثالثاً: توليد البيانات باستخدام برنامج R ودالة simulate Data في الحزمة lavaan، و تم توصيف النموذج المكون من ثلاث متغيرات كامنة وعشر متغيرات مشاهدة (شكل ٥)، ثم تحديد شكل توزيع البيانات، وتحديد حجم العينة؛ ثم قامت الباحثة بمطابقة البيانات التي تم توليدها باستخدام دالة sem وتحديد طريقة التقدير المستخدمة، وتكرار تلك العملية لكل طريقة تقدير من الطرق الأربعة المراد دراستها على نفس البيانات، ثم حفظ مؤشرات جودة المطابقة:

- مؤشر مربع كاي
- مؤشرات المطابقة المطلقة:
- مؤشر حسن المطابقة GFI
- مؤشر الجذر التربيعي لمتوسط خطأ التقريب (RMSEA)
- مؤشرات المطابقة المقارنة و النسبية :
- مؤشر المطابقة المقارن (CFI)
- مؤشر المطابقة المعياري (NFI)

ومن ثم تكرار تلك العملية ٣٠ مرة، بحيث أصبحت البيانات تتكون من أربع طرق للتقدير، وثلاث أشكال لتوزيع البيانات، وثلاث أحجام عينات وبالتالي تكونت البيانات النهائية من:

$1080 = 30 \times 3 \times 3 \times 4$  عينة، لدراسة دقة مؤشرات جودة المطابقة الثمانية التي اهتمت بها الدراسة.

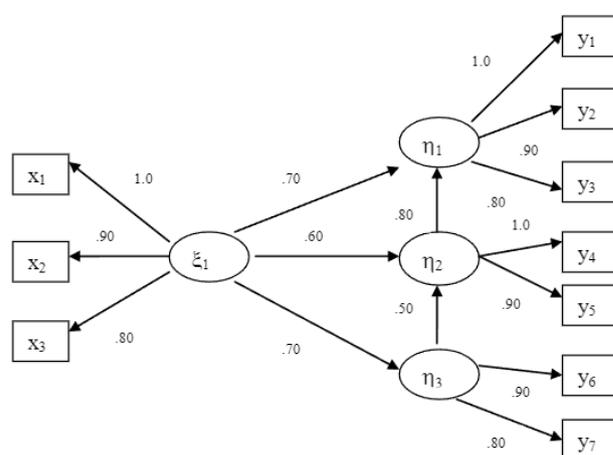
رابعًا: تحليل البيانات بعد عملية توليدها ومطابقة النموذج باستخدام طرق التقدير المختلفة، وحساب قيم مؤشرات جودة المطابقة لكل نموذج تحت القيم المختلفة لأحجام العينات، وتوزيع البيانات، ثم استخدام الأساليب الإحصائية التالية للإجابة عن فروض الدراسة.

### نموذج الدراسة:

تم استخدام النموذج التالي والمتمثل في ٣ متغيرات كامنة و ١٠ متغيرات مشاهدة كما موضح في (شكل ٥) بحيث يرمز لهذه المشاهدات بالرموز  $x_1, x_2, x_3, y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6, y_7$ ، والتي تمثل عوامل كامنة ويرمز لها بالرمز  $\xi_1, \eta_1, \eta_2, \eta_3$  وتم استخدام هذا النموذج البنائي في عدد من الدراسات كدراسة Li (2010); Brown (1994).

### شكل (٢)

النموذج المستخدم في توليد البيانات



### الأساليب الإحصائية المستخدمة في الدراسة:

لتحقيق أهداف الدراسة والإجابة عن فروضها، تم إجراء المعالجات الإحصائية اللازمة لذلك وهي كما يلي:

- المتوسطات والانحرافات المعيارية لمؤشرات جودة المطابقة.
- تحليل التباين المختلط Mixed Way ANOVA لاختبار أثر التفاعل بين طرق التقدير وشكل توزيع البيانات وأحجام العينات على متوسط قيم مؤشرات جودة المطابقة.
- تحليل التباين للقياسات المتكررة Repeated Measures ANOVA لمقارنة الفروق بين طرق التقدير المختلفة.
- تحليل التباين أحادي الاتجاه One-Way ANOVA لمقارنة الفروق بين أحجام العينات وشكل توزيع البيانات.
- المقارنات البعدية Post Hoc Comparisons لتحديد مصدر الفروق بين طرق التقدير المختلفة لمعرفة مصدر الفروق.

– حجم التأثير: مربع إيتا المعمم generalized eta-squares للكشف عن الدلالة التطبيقية للفروق الإحصائية، وقد اعتمدت الباحثة عند تفسير حجم التأثير على المحكات التي وضعها Cohen (1988) لتفسير حجم التأثير: ٠,٠١ حجم تأثير صغير، ٠,٠٦ حجم تأثير متوسط، ٠,١٤ حجم تأثير كبير.

#### نتائج الدراسة ومناقشتها وتفسيرها:

#### أولاً: التحقق من الفرضية الأولى ومناقشته نتائجها:

للتحقق من الفرضية الأولى التي تنص على " لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تقييم مؤشر مطابقة مربع كاي تعزى إلى اختلاف طرق التقدير وشكل توزيع البيانات وحجم العينة والتفاعلات بينها"

تم حساب المتوسطات والانحرافات المعيارية لقيم مؤشر مربع كاي، ثم الكشف عن دلالة الفروق في هذا المؤشر وفقاً لاختلاف طرق التقدير وحجم العينة وشكل توزيع البيانات باستخدام اختبار تحليل التباين المختلط Mixed ANOVA، وقد جاءت النتائج كما يوضحها جدول (١)

#### جدول (١)

نتائج تحليل التباين المختلط لتأثير طرق التقدير وشكل توزيع البيانات وحجم العينة في تقييم مؤشر مطابقة مربع كاي والتفاعلات المشتركة بينهما

التأثير	درجة الحرية البسط	درجة الحرية المقام	قيمة ف	مستوى الدلالة	مربع إيتا المعمم
حجم العينة	٢	٢٦١	٠,٠٦٢	٠,٩٤٠	٠,٠٠٠
شكل توزيع البيانات	٢	٢٦١	٠,٣٩٦	٠,٦٧٤	٠,٠٠٣
طرق التقدير	٣	٧٨٣	١٦٢٢,٤٢٦	٠,٠٠٠	٠,٤٣٤
التفاعل بين حجم العينة وشكل توزيع البيانات	٤	٢٦١	٠,٥٣٣	٠,٧١٢	٠,٠٠٧
التفاعل بين حجم العينة وطرق التقدير	٦	٧٨٣	٣,١٨٨	٠,٠٠٤	٠,٠٠٣
التفاعل بين طرق التقدير وشكل توزيع البيانات	٦	٧٨٣	١,١٩٧	٠,٣٠٦	٠,٠٠١
التفاعل بين طرق التقدير وحجم العينة وشكل توزيع البيانات	١٢	٧٨٣	٠,٥٥٧	٠,٨٧٧	٠,٠٠١

#### التأثيرات الرئيسية:

يتضح من جدول (١) ما يلي:

أ- التأثير الرئيسي لحجم العينة: عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥ بين متوسطات قيم مؤشر مربع كاي ترجع لاختلاف حجم العينة، فقد كانت قيمة ف = ٠,٠٦٢، عند مستوى دلالة = ٠,٩٤٠ وهو أكبر من ٠,٠٥؛ كما أن قيمة مربع إيتا المعمم = ٠,٠٠٠ مما يدل على تأثير ضعيف جداً.

- ب- التأثير الرئيسي لشكل توزيع البيانات: عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥، بين متوسطات قيم مؤشر مربع كاي ترجع لاختلاف شكل توزيع البيانات، فقد كانت قيمة  $F = ٠,٣٩٦$ ، عند مستوى دلالة  $= ٠,٦٧٤$  وهو أكبر من ٠,٠٥؛ كما أن قيمة مربع إيتا المعممة  $= ٠,٠٠٣$  مما يدل على تأثير ضعيف.
- ج- التأثير الرئيسي لطرق التقدير: وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥، بين متوسطات قيم مؤشر مربع كاي ترجع لاختلاف طرق التقدير، فقد كانت قيمة  $F = ١,٦٢٢,٤٢٦$ ، عند مستوى دلالة  $= ٠,٠٠٠$  وهو أقل من ٠,٠٥؛ كما أن قيمة مربع إيتا المعممة بلغت  $= ٠,٤٣٤$  مما يدل على تأثير كبير.

#### ✓ تأثير التفاعلات:

- أ- تأثير التفاعل بين حجم العينة وشكل توزيع البيانات: عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥، بين متوسطات قيم مؤشر مربع كاي ترجع إلى التفاعل بين حجم العينة وشكل توزيع البيانات، فقد كانت قيمة  $F = ٠,٥٣٣$ ، عند مستوى دلالة  $= ٠,٧١٢$  وهو أكبر من ٠,٠٥؛ كما أن قيمة مربع إيتا المعممة  $= ٠,٠٠٧$  مما يدل على تأثير ضعيف.
- ب- تأثير التفاعل بين حجم العينة وطرق التقدير: وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥، بين متوسطات قيم مؤشر مربع كاي ترجع إلى التفاعل بين حجم العينة وطرق التقدير، فقد كانت قيمة  $F = ٣,١٨٨$ ، عند مستوى دلالة  $= ٠,٠٠٤$  وهو أقل من ٠,٠٥؛ كما أن قيمة مربع إيتا المعممة  $= ٠,٠٠٣$  مما يدل على تأثير ضعيف.
- ج- تأثير التفاعل بين طرق التقدير وشكل توزيع البيانات: عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥، بين متوسطات قيم مؤشر مربع كاي ترجع إلى التفاعل بين طرق التقدير وشكل توزيع البيانات، فقد كانت قيمة  $F = ١,١٩٧$ ، عند مستوى دلالة  $= ٠,٣٠٦$  وهو أكبر من ٠,٠٥؛ كما أن قيمة مربع إيتا المعممة  $= ٠,٠٠١$  مما يدل على تأثير ضعيف.
- د- تأثير التفاعل بين طرق التقدير وحجم العينة وشكل توزيع البيانات: عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥، بين متوسطات قيم مؤشر مربع كاي ترجع إلى التفاعل بين طرق التقدير وحجم العينة وشكل توزيع البيانات، فقد كانت قيمة  $F = ٠,٥٥٧$ ، عند مستوى دلالة  $= ٠,٨٧٧$  وهو أكبر من ٠,٠٥؛ كما أن قيمة مربع إيتا المعممة  $= ٠,٠٠١$  مما يدل على أن تأثير طرق التقدير على قيم مؤشر مربع كاي لا تتوقف على كل من حجم العينة وتوزيع البيانات.

كما يتضح من جدول (١) وجود تفاعل دال إحصائياً بين طرق التقدير وأحجام العينات فقد كانت قيمة  $F = ٣,١٨٨$ ، ومستوى دلالة  $= ٠,٠٠٤$  وهي أقل من ٠,٠٥؛ مما يدل على أن تأثير طرق التقدير على قيم مؤشر مربع كاي تتوقف على حجم العينة؛ على الجانب الآخر لا يوجد تأثير دال إحصائياً للتفاعل بين طرق التقدير وشكل توزيع البيانات، فقد كانت قيمة  $F = ١,١٩٧$  ومستوى الدلالة  $= ٠,٣٠٦$  وهو أكبر من ٠,٠٥، مما يدل على أن تأثير طرق التقدير على قيم مؤشر مربع كاي لا تتوقف على شكل توزيع البيانات.

### ✓ التفاعل بين طرق التقدير وأحجام العينات

للكشف عن تأثير التفاعل بين طرق التقدير وأحجام العينات تم إجراء اختبار تأثير طرق التقدير على قيم مؤشر مربع كاي، وذلك لكل حجم من أحجام العينة باستخدام اختبار تحليل التباين للقياسات المتكررة، وجاءت النتائج كما يوضحها جدول (٢).

#### جدول (٢)

نتائج تحليل التباين للقياسات المتكررة لتأثير طرق التقدير على قيم مربع كاي لكل حجم عينة

التأثير	حجم العينة	درجة الحرية	مجموع المربعات	متوسط المربعات	قيمة ف	مستوى الدلالة
طرق التقدير	٤٠٠	٣	٢٣٧٨٥,٣٢٨	٧٩٢٨,٤٤٣	٥٤٠,٦٠٤	٠,٠١
البواقي	٤٠٠	٢٦٧	٣٩١٥,٧٩٨	١٤,٦٦٦		
طرق التقدير	٨٠٠	٣	٢٤١٠٢,٠٨٥	٨٠٣٤,٠٢٨	٥٧٩,٠٩١	٠,٠١
البواقي	٨٠٠	٢٦٧	٣٧٠٤,٢٢٩	١٣,٨٧٤		
طرق التقدير	١٢٠٠	٣	٢٥٩٤٥,١٩٨	٨٦٤٨,٣٩٩	٥٢٢,٣٦٤	٠,٠١
البواقي	١٢٠٠	٢٦٧	٤٤٢٠,٥٢٨	١٦,٥٥٦		

يتضح من جدول (٢) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠١ في قيم مربع كاي ترجع لتأثير طريقة التقدير، حيث بلغت قيمة ف = ٥٤٠,٦٠٤ عند حجم العينة (٤٠٠)، وبلغت قيمة ف = ٥٧٩,٠٩١ عند حجم العينة (٨٠٠)، كما بلغت قيمة ف = ٥٢٢,٣٦٤ عند حجم العينة (١٢٠٠)، ولتحديد مصدر تلك الفروق تم إجراء المقارنات الثنائية اللازمة بواسطة اختبار توكي بين طرق التقدير وحجم كل عينة، وجاءت النتائج كما يوضحها الجدولين (٣، ٤) وشكل (١).

#### جدول (٣)

نتائج المقارنات الثنائية لتأثير طرق التقدير على قيم مربع كاي لكل عينة

حجم العينة	طرق التقدير	طريقة المربعات الصغرى المعممة	الاحتمال الأقصى	المربعات الصغرى غير الموزونة
٤٠٠	الاحتمال الأقصى	٠,٠١		
٤٠٠	المربعات الصغرى غير الموزونة	٠,٠١	٠,٠١	
٤٠٠	طريقة التوزيع الحر التقاربية	٠,٠١	٠,٠١	٠,٠١
٨٠٠	الاحتمال الأقصى	٠,٠١		
٨٠٠	المربعات الصغرى غير الموزونة	٠,٠١	٠	
٨٠٠	طريقة التوزيع الحر التقاربية	٠,٠١١	٠,٩٨	٠,٠١
١٢٠٠	الاحتمال الأقصى	٠,٠١		

أثر اختلاف طريقة التقدير وشكل توزيع البيانات وحجم العينة على مؤشرات جودة المطابقة في النمذجة بالمعادلة البنائية:  
دراسة محاكاة

المربعات الصغرى غير الموزونة	الاحتمال الأقصى	طريقة المربعات الصغرى المعممة	طرق التقدير	حجم العينة
	٠,٠١	٠,٠١	المربعات الصغرى غير الموزونة	١٢٠٠
٠,٠١	٠,٩٩	٠,١٩١	طريقة التوزيع الحر التقريبية	١٢٠٠

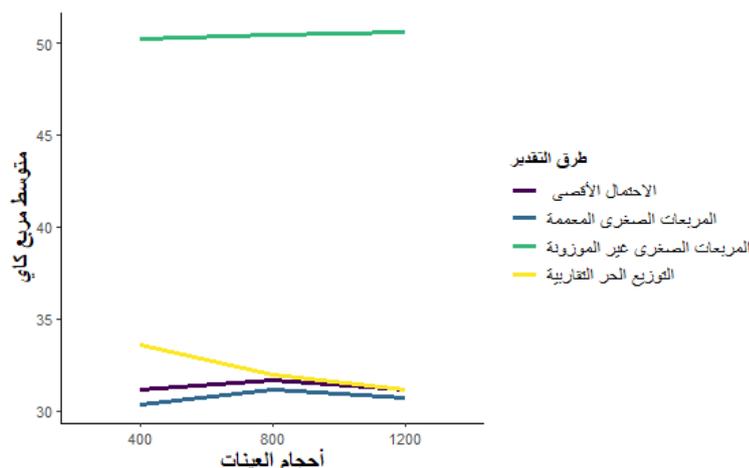
يتضح من جدول (٣) ما يلي:

وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة وجميع طرق التقدير الأخرى وأن تلك الفروق في اتجاه طريقة المربعات الصغرى، أي أن سوء مطابقة النموذج كانت الأعلى في حالة استخدام طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة وذلك عبر جميع أحجام العينات، فكما يتضح من جدول (٤) وشكل (١) أن قيم متوسطات مربع كاي كانت الأعلى في حالة استخدام طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة؛ بينما كانت الأصغر في حالة استخدام طريقة المربعات الصغرى المعممة؛ كما أظهرت النتائج وجود فروق بين طريقة المربعات الصغرى المعممة وطرق التقييم الأخرى عند أحجام عينات ٤٠٠ لصالح الطرق الأخرى، أي أن طريقة المربعات الصغرى المعممة كانت أفضل من جميع طرق التقدير الأخرى عندما كان حجم العينة ٤٠٠ و ٨٠٠؛ إلا أن الفروق أصبحت غير دالة إحصائياً عندما زادت حجم العينة إلى ١٢٠٠، حيث أصبحت الفروق بين طريقة المربعات الصغرى المعممة و كل من طريقة الاحتمال الأقصى و طريقة التوزيع الحر التقريبية غير دالة إحصائياً.

#### جدول (٤)

المتوسطات والانحرافات المعيارية لقيم مربع كاي عبر طرق التقدير لكل حجم من أحجام العينات

طرق التقدير	حجم العينة	قيم مربع كاي	
		المتوسط	الانحراف المعياري
الاحتمال الأقصى	٤٠٠	٣١,١٢	٧,٧٩
الاحتمال الأقصى	٨٠٠	٣١,٦٨	٧,٤٤
الاحتمال الأقصى	١٢٠٠	٣١,١٨	٧,٨٦
المربعات الصغرى المعممة	٤٠٠	٣٠,٣٤	٧,٥٠
المربعات الصغرى المعممة	٨٠٠	٣١,١٤	٧,٣٤
المربعات الصغرى المعممة	١٢٠٠	٣٠,٧٠	٧,٥٩
المربعات الصغرى غير الموزونة	٤٠٠	٥٠,٢٥	١٣,١٣
المربعات الصغرى غير الموزونة	٨٠٠	٥٠,٤٧	١٢,٤٩
المربعات الصغرى غير الموزونة	١٢٠٠	٥٠,٦٠	١٤,٣٩
التوزيع الحر التقريبية	٤٠٠	٣٣,٥٧	٩,٣٤
التوزيع الحر التقريبية	٨٠٠	٣١,٩٣	٧,٧٥
التوزيع الحر التقريبية	١٢٠٠	٣١,١٣	٧,٨٢



شكل (١)

متوسط قيم مربع كاي لطرق التقدير المختلفة عبر أحجام العينات

كما يتضح من جدول (٤) وشكل (١) أن طريقة الاحتمال الأقصى كانت أفضل من طريقة التوزيع الحر التقاربية عندما كانت حجم العينة ٤٠٠، ثم أصبحت الطريقتان متساويتان عندما زادت حجم العينة إلى ٨٠٠، وظلت الطريقتان متكافئتان عندما أصبح حجم العينة ١٢٠٠.

الخلاصة: أن طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة هي أسوأ الطرق عبر جميع أحجام العينات، وأشكال توزيع البيانات، وعلى الجانب الآخر فإن طريقة المربعات الصغرى المعممة كانت أفضل الطرق عندما كانت حجم العينة أقل من ١٢٠٠ وتساوت طرق المربعات الصغرى المعممة مع طريقة الاحتمال الأقصى وطريقة التوزيع الحر التقاربية عندما كانت حجم ١٢٠٠.

وللكشف عن تأثيرات أحجام العينات على قيم مربع كاي، قامت الباحثة باستخدام اختبار تحليل التباين في اتجاه واحد، وجاءت النتائج كما يوضحها جدول (٥)

جدول (٥)

نتائج تحليل التباين في اتجاه واحد لتأثير أحجام العينات عبر كل طريقة من طرق التقدير

طرق التقدير	التأثير	درجة الحرية	مجموع المربعات	متوسط المربعات	قيمة ف	مستوى الدلالة
الاحتمال الأقصى	حجم العينة	٢	١٧,٠٧١	٨,٥٣٦	٠,١٤٤	٠,٨٦٦
الاحتمال الأقصى	البواقي	٢٦٧	١٥٨٢١,٤٠٦	٥٩,٢٥٦		
المربعات الصغرى المعممة	حجم العينة	٢	٢٨,٥٣٠	١٤,٢٦٥	٠,٢٥٥	٠,٧٧٥
المربعات الصغرى المعممة	البواقي	٢٦٧	١٤٩٢٨,٩٤٨	٥٥,٩١٤		
المربعات الصغرى غير الموزونة	حجم العينة	٢	٥,٨٧٦	٢,٩٣٨	٠,٠١٦	٠,٩٨٤

أثر اختلاف طريقة التقدير وشكل توزيع البيانات وحجم العينة على مؤشرات جودة المطابقة في النمذجة بالمعادلة البنائية:  
دراسة محاكاة

مستوى الدلالة	قيمة ف	متوسط المربعات	مجموع المربعات	درجة الحرية	التأثير	طرق التقدير
		١٧٨,٤٨١	٤٧٦٥٤,٣٣٥	٢٦٧	البواقي	المربعات الصغرى غير الموزونة
٠,١٣٨	١,٩٩٦	١٣٨,٧٤٧	٢٧٧,٤٩٥	٢	حجم العينة	التوزيع الحر التقريبية
		٦٩,٥١١	١٨٥٥٩,٤٨٣	٢٦٧	البواقي	التوزيع الحر التقريبية

يتضح من جدول (٥) عدم وجود تأثير لحجم العينة على متوسط قيم مربع كاي وذلك لجميع طرق التقدير، فقد كانت قيم ف غير دالة إحصائياً، ففي حالة طريقة الاحتمال الأقصى ف=٠,١٤٤؛ ومستوى الدلالة ٠,٨٦٦؛ وفي حالة طريقة المربعات الصغرى المعممة ف=٠,٢٥٥، ومستوى دلالة ٠,٧٧٥؛ بالمثل طريقة المربعات غير الموزونة ف=٠,٠١٦، ومستوى دلالة ٠,٩٨٤؛ بالمثل في حالة التوزيع الحر التقريبية ف=١,٩٩٦؛ ومستوى دلالة ٠,١٣٨.

أظهرت نتائج الإجابة عن الفرضية الأولى أن مؤشر مربع كاي يتأثر بالتفاعل بين طرق التقدير واحجام العينات، في حين أنه لا يتأثر بتوزيع البيانات والتفاعل بين توزيع البيانات واحجام العينات.

فقد أظهرت النتائج أن متوسط مؤشر مربع كاي كان في ا أكبر قيم له عند استخدام طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة، وكان أقل قيمة له في حالة المربعات الصغرى المعممة والأرجحية العظمى، كما أظهرت النتائج تأثير قيم مؤشر مربع كاي بحجم العينة في حالة استخدام طريقة التوزيع الحر التقريبية، فكلما زادت قيمة احجام العينات كلما قلت قيم مربع كاي وتقارب القيم التي تحصل عليها مع قيم طريقة المربعات الصغرى التقريبية؛ ويمكن تفسير تلك النتيجة في ضوء أن قيمة مربع كاي تعتمد على القيمة الصغرى لدالة المطابقة Minimum Fit Function وهي تمثل الفرق بين مصفوفة التباين المتغيرة المقدرة باستخدام طريقة التقدير ومصفوفة التباين المتغيرة المشاهدة، ونظراً لأن القيمة الصغرى لدالة المطابقة تتوقف على طريقة التقدير لهذا فإن هناك اختلاف في قيمة مربع كاي باختلاف طرق التقدير (Bollen, 1989).

وهذه النتيجة تتفق مع طبيعة طريقة التوزيع الحر التقريبية فقد أشارت دراسة (Hoyle 1995) إلى ان طريقة التوزيع الحر التقريبية تحتاج إلى ٢٥٠٠ حجم عينة لكي تتمكن من تحديد معالم النموذج بدقة. كما أظهرت النتائج أن طريقة المربعات الصغرى المعممة وطريقة الأرجحية العظمى تقدران معامل النموذج بدقة أكثر مقارنة بطريقة المربعات الصغرى غير الموزونة وطريقة التوزيع الحر التقريبية؛ كما تتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه نتائج دراسة (Gold et al 2003) التي استخدمت منهج المحاكاة لمقارنة طريقة التوزيع الحر التقريبية وطريقة الأرجحية العظمى وظهرت تفوق طريقة الأرجحية العظمى وتم مقارنة الطريقتين عند احجام عينات ٥٠٠٠، ٥٠٠٠٠ وقد أظهرت طريقة التوزيع الحر التقريبية أداء متقارب مع طريقة الأرجحية العظمى عندما كان حجم العينة ٥٠٠٠، مما يؤكد على جودة الطريقة عندما تكون حجم العينة كبيرة؛ كما تتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسة (Cangur & Ercan 2015) التي قارنت أربعة طرق للتقدير: الاحتمال الأقصى، وطريقة المربعات الصغرى الموزونة، وطريقة التوزيع الحر التقريبية وتوصلت إلى أن طريقة التوزيع الحر التقريبية يمكن أن تتأثر بشكل سلبي مع زيادة عدد العوامل في مثل ظروف هذه الدراسة.

وأظهرت نتائج الفرضية الأولى أيضاً عدم تأثير مؤشر مربع كاي بحجم العينة عبر جميع طرق التقدير باستثناء طريقة التوزيع الحر التقاربية فقد كانت الزيادة ملحوظة إلا إنها غير دالة، وتختلف هذه النتيجة مع ما توصلت إليه دراسة Herzog et al (2007) التي أظهرت ان قيم مربع كاي تميل إلى أن تكون كبيرة جداً عندما تكون احجام العينات صغيرة، ويمكن تفسير الاختلاف بين نتائج الدراسة الحالية ودراسة Herzog et al (2007) إلى ان الدراسة الحالية تضمنت احجام عينات كبيرة ٤٠٠، ٨٠٠، و ١٢٠٠ مقارنة بدراسة Herzog et al (2007) التي تضمنت احجام عينات ٢٥ و ٥٠؛ وقد أظهرت نتائج الدراسة الحالية أهمية أن تكون احجام العينات المستخدمة في نموذج المعادلات البنائية مناسبة لدرجة تعقيد النموذج، فكلما احتوى النموذج على عدد أكبر من المؤشرات كلما احتاج إلى حجم عينة كبير، ونظراً أن الدراسة الحالية تبنت نموذج يتضمن ١٠ متغيرات مشاهدة وأربع متغيرات كامنة، فقط كانت احجام العينات مناسبة لتقدير مربع كاي؛ كما أظهرت نتائج دراسة Herzog et al (2007) أن استخدام احجام عينات صغيرة يؤدي إلى رفض نماذج جيدة ويزيد من الخطأ من النوع الأول.

و أظهرت النتائج كذلك عدم تأثير مؤشر مربع كاي بتوزيع البيانات، حيث انه لا توجد فروق في متوسطات قيم مربع كاي بين شكل توزيع البيانات التواء موجب وسالب واعتدالي وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه دراسة Ory & Mokhtarian (2010) التي أظهرت أن هناك تأثير ضعيف لعدم اعتدالية توزيع الدرجات على البيانات وذلك عندما قارنت بين طريقة التوزيع الحر التقاربية وطريقة الأرجحية العظمى عبر ١٠ دراسات ميدانية؛ كما تتفق نتائج الدراسة الحالية مع ما توصلت إليه دراسة Olsson et al (2000) التي استخدمت منهج المحاكاة لمقارنة طريقة الأرجحية العظمى ML، وطريقة المربعات الصغرى المعممة GLS وطريقة التوزيع الحر التقاربية ADF واظهرت نتائج الدراسة أن تلك الطرق لا تتأثر بتوزيع البيانات في حالة النماذج التي تم توصيفها بطريقة صحيحة؛ كما اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع ما توصلت إليه دراسة Finch et al (1997) من أن طريقة التوزيع الحر التقاربية ADF و طريقة الأرجحية العظمى لم تتأثر بالتوزيع غير الاعتدالي للبيانات إلا إنها تأثرت بحجم العينة. على الجانب الآخر اختلفت نتائج الدراسة الحالية مع ما توصلت إليه دراسة Ainur & Saynng & Jannoo (٢٠١٧) التي أظهرت تأثير طرق التقدير بحجم العينة وأن هذا التأثير كان أكبر عندما كانت الدرجات لا تتوزع توزيع اعتدالي إلا أن الدراسة لم تتناول مربع كاي كأحد مؤشرات جودة المطابقة كما إنها استخدمت احجام عينات صغيرة تراوحت بين ٣٠ و ١٠٠٠.

#### ثانياً: التحقق من الفرضية الثانية ومناقشته نتائجها:

للتحقق من الفرضية الثانية التي تنص على " لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في قيم مؤشرات جودة المطابقة المطلقة تعزى إلى اختلاف طرق التقدير وشكل توزيع البيانات وحجم العينة والتفاعلات بينها"

تم تقسيم الفرضية الثانية إلى فرضيتين فرعيتين كل فرضية تتضمن مؤشر من مؤشرات جودة المطابقة المطلقة، وهي كما يلي:

#### ➤ مؤشر حسن المطابقة (GFI) Goodness of Fit Index:

للتحقق من الفرضية الفرعية ٢-أ التي تنص على " لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في قيم مؤشر حسن المطابقة تعزى إلى اختلاف طرق التقدير وشكل توزيع البيانات وحجم العينة والتفاعلات المشتركة

بينها" تم حساب المتوسطات والانحرافات المعيارية لقيم مؤشر حسن المطابقة، ثم الكشف عن دلالة الفروق في هذا المؤشر وفقاً لاختلاف طرق التقدير وحجم العينة وشكل توزيع البيانات باستخدام اختبار تحليل التباين المختلط Mixed ANOVA ، وقد جاءت النتائج كما يوضحها جدول (٦)

### جدول (٦)

نتائج تحليل التباين المختلط لتأثير طريقة التقدير وشكل توزيع البيانات وحجم العينة في تقييم مؤشر حسن المطابقة (GFI) والتفاعلات المشتركة بينهما

التأثير	درجة الحرية البسط	درجة الحرية المقام	قيمة ف	مستوى الدلالة	مربع إيتا المعممة
حجم العينة	٢	٢٦١	٣٥٥,٧٨٧	٠,٠١	٠,٦٦٥
توزيع البيانات	٢	٢٦١	٠,١٨٥	٠,٨٣١	٠,٠٠١
طرق التقدير	٣	٧٨٣	٢٨٥٥,٦٦٩	٠,٠١	٠,٧٤٨
التفاعل بين حجم العينة وتوزيع البيانات	٤	٢٦١	٠,٤٥١	٠,٧٧١	٠,٠٠٥
التفاعل بين حجم العينة وطرق التقدير	٦	٧٨٣	٢٧٩,٧٨٣	٠,٠١	٠,٣٦٨
التفاعل بين طرق التقدير وتوزيع البيانات	٦	٧٨٣	٦,٥٤٤	٠,٠١	٠,٠١٣
التفاعل بين طرق التقدير وحجم العينة وتوزيع البيانات	١٢	٧٨٣	١,١٤٩	٠,٣١٧	٠,٠٠٥

### ✓ التأثيرات الرئيسية:

يتضح من جدول (٦) ما يلي:

- التأثير الرئيسي لحجم العينة: توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠١ بين متوسطات قيم مؤشر حسن المطابقة ترجع لاختلاف حجم العينة، فقد كانت قيم ف=٣٥٥,٧٨٧ عند مستوى دلالة ٠,٠١ وهو أقل من ٠,٠٥، كما أن قيمة مربع إيتا المعممة =٠,٦٦٥ مما يدل على وجود حجم تأثير كبير.
- التأثير الرئيسي لشكل توزيع البيانات: لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥ بين متوسطات قيم مؤشر حسن المطابقة ترجع لاختلاف توزيع الدرجات، فقد كانت قيم ف=٠,١٨٥ ومستوى دلالة ٠,٨٣١ وهي أكبر من ٠,٠٥، كما أن قيمة مربع إيتا المعممة =٠,٠٠١ مما يدل على وجود حجم تأثير ضعيف.
- التأثير الرئيسي لطرق التقدير: توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠١ بين متوسطات قيم مؤشر حسن المطابقة ترجع لاختلاف طرق التقدير، فقد كانت قيم ف=٢٨٥٥,٦٦٩ عند مستوى دلالة ٠,٠١ وهو أقل من ٠,٠٥، كما أن قيمة مربع إيتا المعممة =٠,٧٤٨ مما يدل على وجود حجم تأثير كبير.

### ✓ تأثير التفاعلات:

- أ- تأثير التفاعل بين حجم العينة وشكل توزيع البيانات: لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥، بين متوسط قيم مؤشر حسن المطابقة ترجع إلى تأثير التفاعل بين حجم العينة وشكل توزيع البيانات فقد كانت قيمة  $F = ٠,٤٥١$ ؛ ومستوى دلالة ٠,٧٧١، وهي أكبر من ٠,٠٥ وحجم تأثير ٠,٠٠٥، مما يدل على وجود تأثير ضعيف.
- ب- تأثير التفاعل بين حجم العينة وطرق التقدير: توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥ بين متوسطات قيم مؤشر جودة المطابقة ترجع إلى التفاعل بين حجم العينة وطرق التقدير، فقد كانت قيمة  $F = ٢٧٩,٧٨٣$ ، عند مستوى دلالة = ٠,٠٠١ وهو أقل من ٠,٠٥؛ كما أن قيمة مربع إيتا المعممة = ٠,٣٦٨، مما يدل على وجود تأثير كبير.
- ج- تأثير التفاعل بين طرق التقدير وشكل توزيع البيانات: توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥ بين متوسطات قيم مؤشر جودة المطابقة ترجع إلى التفاعل بين طرق التقدير وشكل توزيع البيانات، فقد كانت قيمة  $F = ٦,٥٤٤$ ، عند مستوى دلالة = ٠,٠١ وهو أقل من ٠,٠٥؛ كما أن قيمة مربع إيتا المعممة = ٠,٠١٣، مما يدل تأثير ضعيف.
- د- تأثير التفاعل بين طرق التقدير وحجم العينة وشكل توزيع البيانات: عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥ بين متوسطات قيم مؤشر مربع كاي ترجع إلى التفاعل بين طرق التقدير وحجم العينة وشكل توزيع البيانات، فقد كانت قيمة  $F = ١,١٤٩$ ، عند مستوى دلالة = ٠,٣١٧ وهو أكبر من ٠,٠٥؛ كما أن قيمة مربع إيتا المعممة = ٠,٠٠٥، مما يدل على أن تأثير طرق التقدير على قيم مؤشر مربع كاي لا تتوقف على كل من حجم العينة وتوزيع البيانات.

### ✓ التفاعل بين طرق التقدير وأحجام العينات

يتضح من جدول (٦) عدم وجود تأثير دال إحصائياً للتفاعل الثلاثي بين طرق التقدير وأحجام العينات وتوزيع البيانات على مؤشر حسن المطابقة، حيث كانت قيمة  $F = ١,١٤٩$  ومستوى الدلالة ٠,٣١٧ أكبر من ٠,٠٥؛ على الجانب الآخر توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠١ للتفاعل الثنائي بين طرق التقدير وأحجام العينات حيث قيمة  $F = ٢٧٩,٧٨٣$  ومستوى دلالة ٠,٠٠١، وحجم تأثير كبير = ٠,٣٦٨؛ كما أظهرت النتائج وجود تفاعل ثنائي دالة إحصائياً عند مستوى ٠,٠١ بين طرق التقدير وتوزيع البيانات حيث كانت قيمة  $F = ٦,٥٤٤$  ومستوى دلالة ٠,٠١ وحجم تأثير صغير = ٠,٠١٣؛ لتحديد مصدر تلك الفروق قامت الباحثة بدراسة التفاعل الثنائي بصورة تفصيلية.

### التفاعل الثنائي بين طرق التقدير وحجم العينة

تم اختبار دلالة الفروق بين طرق التقدير لكل حجم عينة بصورة منفصلة وذلك باستخدام تحليل التباين للقياسات المتكررة، وقد جاءت النتائج كما يوضحها جدول (٧).

### جدول (٧)

نتائج تحليل التباين للقياسات المتكررة لتأثير طرق التقدير على قيم مؤشر حسن المطابقة لكل حجم عينة

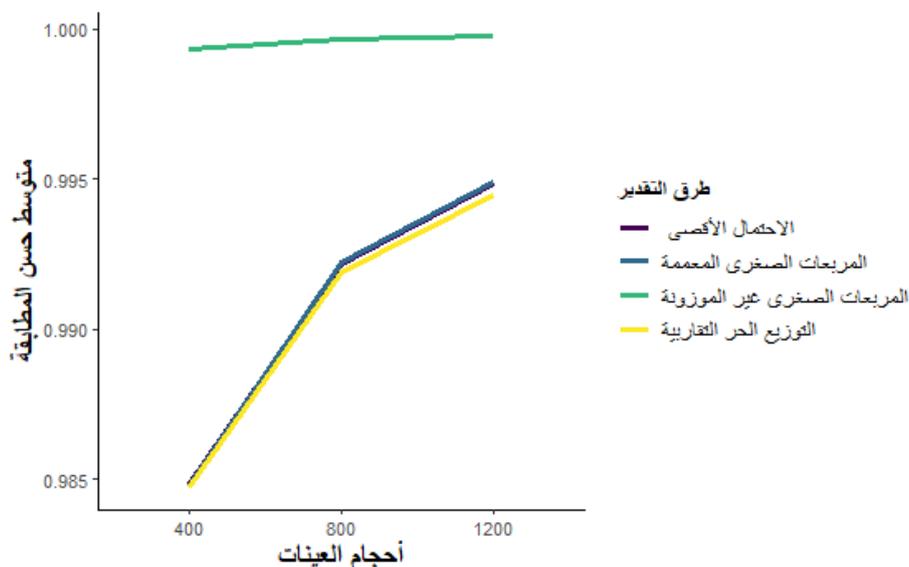
التأثير	حجم العينة	درجة الحرية	مجموع المربعات	متوسط المربعات	قيمة ف	مستوى الدلالة
طرق التقدير	٤٠٠	٣	٠,٠١٤	٠,٠٠٥	١٠٢٨,٣٨٤	٠,٠١
البواقي	٤٠٠	٢٦٧	٠,٠٠١	٠,٠٠٠		
طرق التقدير	٨٠٠	٣	٠,٠٠٤	٠,٠٠١	١٣٣٣,٤١٥	٠,٠١
البواقي	٨٠٠	٢٦٧	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠		
طرق التقدير	١٢٠٠	٣	٠,٠٠٢	٠,٠٠١	١٢٠٠,٢٧٢	٠,٠١
البواقي	١٢٠٠	٢٦٧	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠		

يتضح من جدول (٧) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠١ بين طرق التقدير وذلك لكل حجم عينة بصورة منفصلة، فقد كانت قيم مستويات الدلالة لجميع قيم ف دالة إحصائياً، ولتحديد مصدر تلك الفروق قامت الباحثة بالمقارنة الثنائية بين طرق التقدير عند كل حجم عينة، وجاءت النتائج كما يوضحها الجدولين (٨، ٩) وشكل (٢)

### جدول (٨)

نتائج المقارنات الثنائية لتأثير حجم العينة على مؤشر حسن المطابقة لكل طريقة تقدير

أحجام العينات	طرق التقدير	٤٠٠	٨٠٠
٨٠٠	الاحتمال الأقصى	٠,٠١	٠,٠١
١٢٠٠	الاحتمال الأقصى	٠,٠١	٠,٠١
٨٠٠	المربعات الصغرى المعممة	٠,٠١	٠,٠١
١٢٠٠	المربعات الصغرى المعممة	٠,٠١	٠,٠١
٨٠٠	المربعات الصغرى غير الموزونة	٠,٠١	٠,٠١
١٢٠٠	المربعات الصغرى غير الموزونة	٠,٠١	٠,٠١
٨٠٠	التوزيع الحر التقاربية	٠,٠١	٠,٠١
١٢٠٠	التوزيع الحر التقاربية	٠,٠١	٠,٠١



شكل (٢)

متوسط قيم مؤشرات حسن المطابقة لكل طريقة تقدير ولكل حجم عينة

جدول (٩)

المتوسطات والانحرافات المعيارية لقيم مؤشر حسن المطابقة عبر طرق التقدير لكل حجم من أحجام العينات

مؤشر حسن المطابقة		حجم العينة	طرق التقدير
الانحراف المعياري	المتوسط		
٠,٠٠٤	٠,٩٨٥	٤٠٠	الاحتمال الأقصى
٠,٠٠٢	٠,٩٩٢	٨٠٠	الاحتمال الأقصى
٠,٠٠١	٠,٩٩٥	١٢٠٠	الاحتمال الأقصى
٠,٠٠٤	٠,٩٨٥	٤٠٠	المربعات الصغرى المعممة
٠,٠٠٢	٠,٩٩٢	٨٠٠	المربعات الصغرى المعممة
٠,٠٠١	٠,٩٩٥	١٢٠٠	المربعات الصغرى المعممة
٠,٠٠٠	٠,٩٩٩	٤٠٠	المربعات الصغرى غير الموزونة
٠,٠٠٠	١,٠٠٠	٨٠٠	المربعات الصغرى غير الموزونة
٠,٠٠٠	١,٠٠٠	١٢٠٠	المربعات الصغرى غير الموزونة
٠,٠٠٤	٠,٩٨٥	٤٠٠	التوزيع الحر التقاربية
٠,٠٠٢	٠,٩٩٢	٨٠٠	التوزيع الحر التقاربية
٠,٠٠١	٠,٩٩٤	١٢٠٠	التوزيع الحر التقاربية

يتضح من الجدولين (٨، ٩) وشكل (٢) وجود تأثير لأحجام العينات على متوسط حسن المطابقة GFI ؛ فقد كانت جميع الدلالة الإحصائية للفروق في متوسطات مؤشرات حسن المطابقة بين أحجام العينات المختلفة دالة إحصائياً عند مستوى ٠,٠١، وذلك لجميع طرق التقدير؛ فقد كانت جميع قيم متوسطات حسن المطابقة أكبر للعينات أحجام ١٢٠٠ مقارنةً بأحجام العينات ٤٠٠ و ٨٠٠ وذلك لكافة طرق التقدير؛ كما يتضح من شكل (٢) أنه كلما زادت حجم العينة كلما زادت قيم متوسط مؤشرات حسن المطابقة لجميع طرق التقدير.

➤ مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)

للتحقق من الفرضية الفرعية ٢-ب التي تنص على " لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في قيم مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي تعزى إلى اختلاف طرق التقدير وشكل توزيع البيانات وحجم العينة والتفاعلات المشتركة بينها" تم حساب المتوسطات والانحرافات المعيارية لقيم مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي (RMSEA)، ثم الكشف عن دلالة الفروق في هذا المؤشر وفقاً لاختلاف طرق التقدير وحجم العينة وشكل توزيع البيانات باستخدام اختبار تحليل التباين المختلط Mixed ANOVA ، وقد جاءت النتائج كما يوضحها جدول (١٠).

#### جدول (١٠)

نتائج تحليل التباين المختلط لتأثير طريقة التقدير وشكل توزيع البيانات وحجم العينة في تقييم مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي RMSEA والتفاعلات المشتركة بينهما

التأثير	درجة الحرية البسط	درجة الحرية المقام	قيمة ف	مستوى الدلالة	مربع إيتا المعممة
حجم العينة	٢	٢٦١	١٤,٨٢٨	٠,٠٠١	٠,٠٩١
توزيع البيانات	٢	٢٦١	٠,١٠٩	٠,٨٩٧	٠,٠٠١
طرق التقدير	٣	٧٨٣	١٤٧٥,٠٠٤	٠,٠٠١	٠,٤٠٣
التفاعل بين حجم العينة وتوزيع البيانات	٤	٢٦١	٠,٧٣١	٠,٥٧٢	٠,٠١٠
التفاعل بين حجم العينة وطرق التقدير	٦	٧٨٣	٤٣,٦٨٥	٠,٠٠١	٠,٠٣٩
التفاعل بين طرق التقدير وتوزيع البيانات	٦	٧٨٣	١,٤٩٠	٠,١٧٩	٠,٠٠١
التفاعل بين طرق التقدير وحجم العينة وتوزيع البيانات	١٢	٧٨٣	٠,٦٦٩	٠,٧٨٢	٠,٠٠١

#### ✓ التأثيرات الرئيسية:

يتضح من جدول (١٠) ما يلي:

أ- التأثير الرئيسي لحجم العينة: توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠١ بين متوسطات قيم مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي ترجع لاختلاف حجم العينة، فقد كانت قيم  $F=14,828$

- عند مستوى دلالة 0,001 وهو أقل من 0,05، كما أن قيمة مربع ايتا المعممة = 0,091 مما يدل على وجود حجم تأثير متوسط.
- ب- التأثير الرئيسي لشكل توزيع البيانات: لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى 0,05 بين متوسطات قيم مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي ترجع لاختلاف توزيع الدرجات، فقد كانت قيم ف = 0,109 ومستوى دلالة 0,897. وهي أكبر من 0,05، كما أن قيمة مربع ايتا المعممة = 0,001 مما يدل على وجود حجم تأثير ضعيف.
- ج- التأثير الرئيسي لطرق التقدير: توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى 0,01 بين متوسطات قيم مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي ترجع لاختلاف طرق التقدير، فقد كانت قيم ف = 0,0475، 0,04 عند مستوى دلالة 0,001 وهو أقل من 0,05، كما أن قيمة مربع ايتا المعممة = 0,403 مما يدل على وجود حجم تأثير كبير.

### ✓ تأثير التفاعلات:

- أ- تأثير التفاعل بين حجم العينة وشكل توزيع البيانات: لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى 0,05 بين متوسط قيم مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي ترجع إلى تأثير التفاعل بين حجم العينة وشكل توزيع البيانات فقد كانت قيمة ف = 0,731؛ ومستوى دلالة 0,572 أكبر من 0,05 وحجم تأثير 0,010 مما يدل على وجود تأثير ضعيف.
- ب- تأثير التفاعل بين حجم العينة وطرق التقدير: وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى 0,05 بين متوسطات قيم مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي ترجع إلى التفاعل بين حجم العينة وطرق التقدير، فقد كانت قيمة ف = 0,685، 0,43 عند مستوى دلالة = 0,001 وهو أقل من 0,05؛ كما أن قيمة مربع ايتا المعممة = 0,039 مما يدل على وجود تأثير ضعيف.
- ج- تأثير التفاعل بين طرق التقدير وشكل توزيع البيانات: عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى 0,05 بين متوسطات قيم مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي ترجع إلى التفاعل بين طرق التقدير وشكل توزيع البيانات، فقد كانت قيمة ف = 0,490، 1 عند مستوى دلالة = 0,179 وهو أكبر من 0,05؛ كما أن قيمة مربع ايتا المعممة = 0,001 مما يدل تأثير صغير.

يتضح من جدول (10) عدم وجود تأثير دال إحصائياً للتفاعل الثلاثي بين طرق التقدير وأحجام العينات وشكل توزيع البيانات على مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي، حيث كانت قيمة ف = 0,669 ومستوى الدلالة 0,782 أكبر من 0,05؛ على الجانب الآخر توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى 0,01 للتفاعل الثنائي بين طرق التقدير وأحجام العينات حيث قيمة ف = 0,685، 0,43 ومستوى دلالة 0,01 وحجم تأثير صغير = 0,039؛ كما أظهرت النتائج عدم وجود تفاعل ثنائي دالة إحصائياً عند مستوى 0,05 بين طرق التقدير وشكل توزيع البيانات حيث كانت قيمة ف = 0,490، 1 ومستوى دلالة 0,179 وحجم تأثير صغير = 0,001؛ لتحديد مصدر تلك الفروق تم دراسة التفاعل الثنائي بصورة تفصيلية.

### التفاعل الثنائي بين طرق التقدير وحجم العينة

تم اختبار دلالة الفروق بين طرق التقدير لكل حجم عينة بصورة منفصلة وذلك باستخدام تحليل التباين للقياسات المتكررة، وقد جاءت النتائج كما يوضحها جدول (11).

### جدول (١١)

نتائج تحليل التباين للقياسات المتكررة لتأثير طرق التقدير على قيم مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي لكل حجم عينة

مستوى الدلالة	قيمة ف	متوسط المربعات	مجموع المربعات	درجة الحرية	حجم العينة	التأثير
٠,٠١	٥٣٤,٧٨٦	٠,٠١٦	٠,٠٤٨	٣	٤٠٠	طرق التقدير
		٠,٠٠٠١	٠,٠٠٨	٢٦٧	٤٠٠	البواقي
٠,٠١	٥٤٩,٠٤٩	٠,٠٠٨	٠,٠٢٤	٣	٨٠٠	طرق التقدير
		٠,٠٠٠١	٠,٠٠٤	٢٦٧	٨٠٠	البواقي
٠,٠١	٤٥٢,٤٠٣	٠,٠٠٥	٠,٠١٦	٣	١٢٠٠	طرق التقدير
		٠,٠٠٠١	٠,٠٠٣	٢٦٧	١٢٠٠	البواقي

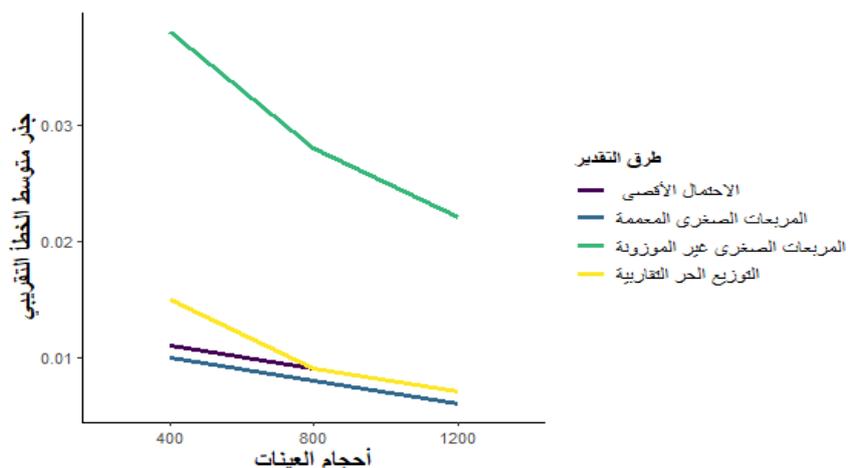
يتضح من جدول (١١) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠١ بين طرق التقدير وذلك لكل حجم عينة بصورة منفصلة، فقد كانت قيم مستويات الدلالة لجميع قيم ف دالة إحصائياً، ولتحديد مصدر تلك الفروق تم المقارنة الثنائية بين طرق التقدير عند كل حجم عينة، وجاءت النتائج كما يوضحها الجدولين (١٣، ١٢) وشكل (٣)

### جدول (١٢)

نتائج المقارنات الثنائية للفروق بين تأثيرات طرق التقدير في جذر متوسط الخطأ التقريبي لكل حجم عينة

طرق التقدير	أحجام العينات	الاحتمال الأقصى	المربعات الصغرى المعممة	المربعات الصغرى غير الموزونة
المربعات الصغرى المعممة	٤٠٠	٠,٠٠٣		
المربعات الصغرى غير الموزونة	٤٠٠	٠,٠١	٠,٠١	
التوزيع الحر التقاربية	٤٠٠	٠,٠١	٠,٠١	٠,٠١
المربعات الصغرى المعممة	٨٠٠	٠,٠١	٠,٠١	
المربعات الصغرى غير الموزونة	٨٠٠	٠,٠١	٠,٠١	
التوزيع الحر التقاربية	٨٠٠	١	٠,١٠٨	٠,٠١
المربعات الصغرى المعممة	١٢٠٠	٠,٠٠١		
المربعات الصغرى غير الموزونة	١٢٠٠	٠,٠١	٠,٠١	
التوزيع الحر التقاربية	١٢٠٠	١	٠,٦٣٢	٠,٠١

أثر اختلاف طريقة التقدير وشكل توزيع البيانات وحجم العينة على مؤشرات جودة المطابقة في النمذجة بالمعادلة البنائية:  
دراسة محاكاة



شكل (٣)

متوسط قيم مؤشرات جذر متوسط الخطأ التقريبي لكل طريقة تقدير ولكل حجم عينة

جدول (١٣)

المتوسطات والانحرافات المعيارية لقيم مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي عبر طرق التقدير لكل حجم من أحجام العينات

طرق التقدير	حجم العينة	جذر متوسط الخطأ التقريبي	
		المتوسط	الانحراف المعياري
الاحتمال الأقصى	٤٠٠	٠,٠١١	٠,٠١٣
الاحتمال الأقصى	٨٠٠	٠,٠٠٩	٠,٠٠٩
الاحتمال الأقصى	١٢٠٠	٠,٠٠٧	٠,٠٠٨
المربعات الصغرى المعممة	٤٠٠	٠,٠١٠	٠,٠١٣
المربعات الصغرى المعممة	٨٠٠	٠,٠٠٨	٠,٠٠٩
المربعات الصغرى المعممة	١٢٠٠	٠,٠٠٦	٠,٠٠٧
المربعات الصغرى غير الموزونة	٤٠٠	٠,٠٣٨	٠,٠١٥
المربعات الصغرى غير الموزونة	٨٠٠	٠,٠٢٨	٠,٠١٠
المربعات الصغرى غير الموزونة	١٢٠٠	٠,٠٢٢	٠,٠١٠
التوزيع الحر التقاربية	٤٠٠	٠,٠١٥	٠,٠١٥
التوزيع الحر التقاربية	٨٠٠	٠,٠٠٩	٠,٠٠٩
التوزيع الحر التقاربية	١٢٠٠	٠,٠٠٧	٠,٠٠٨

يتضح من جدول (١٢) وشكل (٣) أنه كلما زادت أحجام العينات كلما قلت قيم مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي لكافة طرق التقدير، فكما يتضح من جدول (١٣) فإن متوسط مؤشر متوسط خطأ التقدير انخفض في حالة طريقة الاحتمال الأقصى من ٠,٠١١ إلى ٠,٠٠٧ عندما زادت العينة من ٤٠٠ إلى ١٢٠٠؛ بالمثل انخفضت قيم المؤشر في حالة المربعات الصغرى المعممة من ٠,٠١ إلى ٠,٠٠٦ عندما

زادت العينة من ٤٠٠ إلى ١٢٠٠؛ وفي حالة طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة من ٠,٠٣٨ في حالة حجم العينة ٤٠٠ إلى ٠,٠٢٢ في حالة حجم العينة ١٢٠٠؛ كما انخفضت قيم مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي في حالة طريقة التوزيع الحر التقاربية من ٠,٠١٥ في حالة حجم العينة ٤٠٠ إلى ٠,٠٠٧ في حالة حجم العينة ١٢٠٠.

كما يتضح من جدول (١٣) أن طريقة المربعات الصغرى المعممة هي أفضل الطرق وفق لمؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي عندما تكون أحجام العينات ٤٠٠، وهي أفضل من طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة وطريقة الاحتمال الأقصى عندما كانت حجم العينة ٨٠٠، وأفضل فقط من طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة عندما كانت أحجام العينات ١٢٠٠: كما يتضح من جدول (١٣) تساوي كفاءة طريقة التوزيع الحر التقاربية مع طريقة المربعات الصغرى المعممة عندما كانت حجم العينة ٨٠٠ و حجم العينة ١٢٠٠؛ فقط كانت الفروق بين طريقة المربعات الصغرى المعممة وطريقة التوزيع الحر التقاربية وطريقة الاحتمال الأقصى غير دال إحصائياً عندما كانت حجم العينة ١٢٠٠. الخلاصة أن طريقة المربعات الصغرى المعممة الأفضل عندما تكون أحجام العينات صغيرة، وطريقة التوزيع الحر التقاربية الأفضل عندما تكون أحجام العينات كبيرة وذلك وفق لمؤشر جذر متوسط الخطأ المعياري التقريبي.

للكشف عن الدلالة الإحصائية لتأثير حجم العينة على مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي استخدمت الباحثة تحليل التباين في اتجاه واحد، وجاءت النتائج كما يوضحها جدول (١٤).

#### جدول (١٤)

نتائج تحليل التباين الأحادي لتأثير أحجام العينات على قيم جذر متوسط الخطأ التقريبي لكل طريقة تقدير

طرق التقدير	التأثير	درجة الحرية	مجموع المربعات	متوسط المربعات	قيمة ف	مستوى الدلالة
الاحتمال الأقصى	طرق التقدير	٢	٠,٠٠١	٠,٠٠٠	٣,٨٨٥	٠,٠٢٢
	البواقي	٢٦٧	٠,٠٢٨	٠,٠٠٠		
المربعات الصغرى المعممة	طرق التقدير	٢	٠,٠٠١	٠,٠٠٠	٣,٢٤٢	٠,٠٤١
	البواقي	٢٦٧	٠,٠٢٦	٠,٠٠٠		
المربعات الصغرى غير الموزونة	طرق التقدير	٢	٠,٠١٣	٠,٠٠٦	٤٣,٩١٧	٠,٠١
	البواقي	٢٦٧	٠,٠٣٨	٠,٠٠٠		
التوزيع الحر التقاربية	طرق التقدير	٢	٠,٠٠٣	٠,٠٠٢	١٣,٢٧٨	٠,٠١
	البواقي	٢٦٧	٠,٠٣٢	٠,٠٠٠		

يتضح من جدول (١٤) وجود فروق ذات دلالة إحصائية في متوسطات مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي ترجع إلى تأثير حجم العينة وذلك لكل طريقة تقدير، فقد كانت تلك الفروق دالة عند مستوى ٠,٠٥ في حالة طريقة الاحتمال الأقصى والمربعات الصغرى المعممة، وكانت عند مستوى ٠,٠١ في حالة المربعات الصغرى غير الموزونة والتوزيع الحر التقاربية، ولتحديد مصدر تلك الفروق قامت الباحثة بمقارنة كل حجم عينة بالأحجام الأخرى وذلك داخل كل طريقة تقدير وجاءت النتائج كما يوضحها جدول (١٥).

### جدول (١٥)

نتائج المقارنات الثنائية لتأثير حجم العينة على مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي لكل طريقة تقدير

طرق التقدير	أحجام العينات	٤٠٠	٨٠٠
الاحتمال الأقصى	٨٠٠	٠,٤٦٤	٠,٥٢٥
	١٢٠٠	٠,٠١٧	٠,٥٧٩
المربعات الصغرى المعممة	٨٠٠	٠,٠٣٤	٠,٦٤٧
	١٢٠٠	٠,٠١	٠,٠٠٤
المربعات الصغرى غير الموزونة	٨٠٠	٠,٠٠٢	٠,٤٠١
	١٢٠٠	٠,٠١	٠,٠٠١

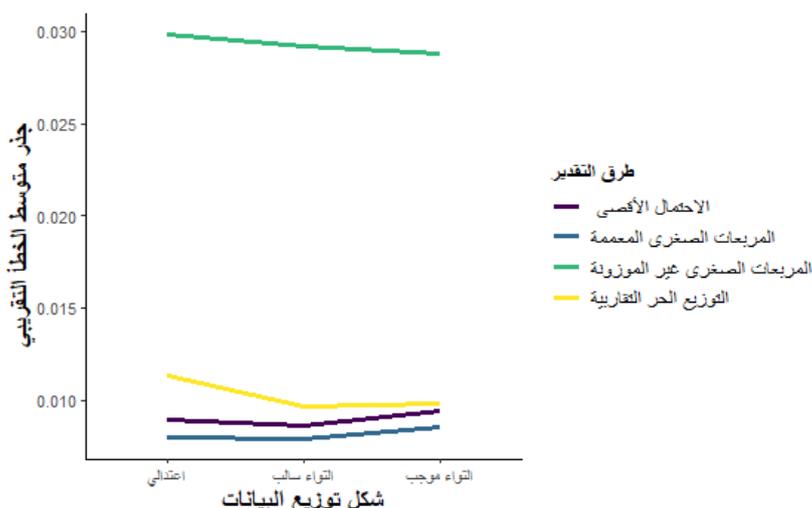
يتضح من جدول (١٥) انه في حالة طريقة الاحتمال الأقصى فإن زيادة حجم العينة من ٤٠٠ إلى ١٢٠٠ كان له تأثير دال إحصائياً عند مستوى ٠,٠٥ في مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي، بينما زيادة حجم العينة من ٤٠٠ إلى ٨٠٠ أو زيادة حجم العينة من ٨٠٠ إلى ١٢٠٠ لم يكن له تأثير دال إحصائياً؛ بالمثل طريقة المربعات الصغرى المعممة فإن تأثير زيادة حجم العينة من ٤٠٠ إلى ١٢٠٠ كان له تأثير دالة إحصائياً في قيمة مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي، بينما الزيادة من ٤٠٠ إلى ٨٠٠ أو من ٨٠٠ إلى ١٢٠٠ لم يكن لها تأثير دال إحصائياً؛ على الجانب الأخر أظهرت طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة فروق دالة إحصائياً عند مستوى ٠,٠٥ عند أي زيادة في حجم العينة، وظهرت طريقة التوزيع الحر التقاربية فروق دالة إحصائياً عند زيادة حجم العينة من ٤٠٠ إلى ٨٠٠ وفي حالة الزيادة من ٤٠٠ إلى ١٢٠٠ ولكن لم تظهر فروق دالة إحصائياً عند زيادة حجم العينة من ٨٠٠ إلى ١٢٠٠. مما يظهر أن أكثر الطرق تأثراً بحجم العينة هي طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة وفي المرتبة الثانية طريقة التوزيع الحر التقاربية، وفي المرتبة الثالثة طريقة الاحتمال الأقصى وطريقة المربعات الصغرى المعممة.

كذلك قامت الباحثة باختبار تأثير شكل توزيع البيانات على مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي وجاءت النتائج كما يوضحها جدول (١٦).

### جدول (١٦)

نتائج تحليل التباين الأحادي لتأثير شكل توزيع البيانات على قيم جذر متوسط الخطأ التقريبي لكل طريقة تقدير

طرق التقدير	التأثير	درجة الحرية	مجموع المربعات	متوسط المربعات	قيمة ف	مستوى الدلالة
الاحتمال الأقصى	طرق التقدير	٢	٠,٠٠٠	٠	٠,١١٥	٠,٨٩١
	البواقي	٢٦٧	٠,٠٢٩	٠		
المربعات الصغرى المعممة	طرق التقدير	٢	٠,٠٠٠	٠	٠,١١١	٠,٨٩٥
	البواقي	٢٦٧	٠,٠٢٧	٠		
المربعات الصغرى غير الموزونة	طرق التقدير	٢	٠,٠٠٠	٠	٠,١٢٦	٠,٨٨٢
	البواقي	٢٦٧	٠,٠٥١	٠		
التوزيع الحر التقاربية	طرق التقدير	٢	٠,٠٠٠	٠	٠,٦١٥	٠,٥٤١
	البواقي	٢٦٧	٠,٠٣٥	٠		



شكل (٤)

جذر متوسط الخطأ التقريبي لكل طريقة تقدير عبر أشكال توزيع البيانات

يتضح من جدول (١٦) وشكل (٤) عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية في قيم مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي عبر أشكال توزيع البيانات لكل طريقة تقدير، فقد كانت قيم ف غير دالة إحصائياً مما يؤشر على عدم توثر مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي بشكل توزيع البيانات لكل طريقة من طرق التقدير.

أظهرت نتائج الفرضية الثانية تأثير مؤشرات جودة المطابقة المطلقة: مؤشر حسن المطابقة GFI و مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي RMSEA بطرق التقدير، حيث أظهر مؤشر حسن المطابقة GFI أداء أفضل مع طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة، في حين أظهر مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي RMSEA أداء أفضل مع طريقة المربعات الصغرى المعممة حيث كانت قيمة المؤشر الأقل في حالة طريقة المربعات الصغرى غير المعممة مقارنة بطريقة المربعات الصغرى غير الموزونة؛ ويمكن تفسير تلك النتيجة من خلال أن قيمة مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي RMSEA تتوقف على الفرق بين قيمة مربع كاي ودرجة الحرية للنموذج المستهدف، أي ان قيمة مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي RMSEA تتوقف على قيمة مربع كاي لهذا فقد جاءت نتائج هذا المؤشر مطابقة لنتائج مؤشر مربع كاي من حيث أفضلية طريقة المربعات الصغرى المعممة على بقية الطرق (Kenny et al., 2015; Maydeu-Olivares et al., 2017).

وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه دراسة (Xia & Yang (٢٠١٩) التي قارنت مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي RMSEA في حالة استخدام طريقة الارجحية العظمى ML وطريقة مجموع المربعات غير الموزونة ULS واظهرت النتائج أن طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة تعطي قيم أقل لمؤشر مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي RMSEA مما يدل على مطابقة أفضل للنموذج في حالة استخدام طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة، وأوصى الباحثان بأن يتبنى الباحثون درجات قاطعة مختلفة للحكم على جودة مطابقة النموذج باختلاف طرق التقدير المستخدمة؛ كما تتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه دراسة (Shi & Maydeu-Olivares (2020) التي استخدمت منج المحاكاة وقارنت بين طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة ULS، وطريقة الارجحية العظمى ML، وطريقة المربعات

الصغرى الموزونة قطرياً DWLS وظهرت نتائج الدراسة تفوق طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة على طريقة الارحجية العظمى عبر المستويات المختلفة للتشبع، والدرجات المختلفة لتعدد النموذج.

كما أظهرت نتائج الفرضية الثانية تأثر مؤشر الجودة المطابقة بتوزيع الدرجات حيث أن قيمة مؤشر حسن المطابقة GFI كانت اقل في حالة شكل توزيع الدرجات الملتوي التواء سالب أو التواء موجب مقارنة بقيم المؤشر في حالة التوزيع الاعتدالي للبيانات وتتفق تلك النتيجة مع ما توصلت إليه دراسة Babakus et al(1987) التي قارنت مؤشر حسن المطابقة GFI ومؤشر حسن المطابقة المعدل AGFI وجذر متوسط مربعات البواقي RMR باستخدام منهج المحاكاة وقد تضمنت الدراسة احجام عينات ١٠٠، ٥٠٠ ومستويين من الالتواء متوسط ٠,٥ وشديد ١,٥، وقد أظهرت النتائج تؤثر قيمة مؤشر حسن المطابقة GFI بصورة سلبية بالالتواء إلا أن هذا النقص في قيمة مؤشر حسن المطابقة لم يكن دال إحصائياً، كذلك أظهرت الدراسة تؤثر مؤشر جذر متوسط مربعات البواقي RMR بعدم اعتدالية البيانات.

كما أظهرت النتائج تأثر مؤشرات المطابقة المطلقة بحجم العينة فقد زادت قيم مؤشر حسن المطابقة بزيادة حجم العينة، في حين تناقصت قيم مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي RMSEA، إلا أن هذا التأثير اختلف باختلاف طرق التقدير وباختلاف المؤشر، ففي حين تأثرت مؤشرات حسن المطابقة GFI بزيادة حجم العينات إلا أن مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي RMSEA بزيادة حجم العينة من ٤٠٠ إلى ١٢٠٠ لم يتأثر بزيادة حجم العينة من ٤٠٠ إلى ٨٠٠ أو من ٨٠٠ إلى ١٢٠٠؛ وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه دراسة Babakus et al(1987) من ارتفاع قيم مؤشر حسن المطابقة GFI من ٠,٩٨٩ عندما كانت حجم العينة ٣٠٠ إلى ٠,٩٢٢ عندما أصبح حجم العينة ٣٥؛ كما تتفق نتائج الدراسة الحالية مع ما توصلت إليه دراسة Maydeu-Olivares et al(2017) التي استخدمت منهج المحاكاة وتضمنت أربع أحجام للعينات: ١٠٠، ٢٠٠، ٥٠٠، ١٠٠٠ ومستويين من الالتواء ٠,٠-٢,٠٠، ومستويين من التفلطح Kurtosis ٠,٣، ٣، ٠، وأظهرت النتائج أنه كلما زادت حجم العينة كلما قلت قيم مؤشر جذر متوسط الخطأ التقريبي RMSEA.

#### ثالثاً: التحقق من الفرضية الثالثة ومناقشته نتائجها:

للتحقق من الفرضية الثالثة التي تنص على " لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في قيم مؤشرات جودة المطابقة المقارنة والنسبية تعزى إلى اختلاف طرق التقدير وشكل توزيع البيانات وحجم العينة والتفاعلات بينها"

تم تقسيم السؤال الثالث إلى فرضيتين فرعيتين كل فرضية تتضمن مؤشر من مؤشرات جودة المطابقة المقارنة والنسبية، وجاءت النتائج كما يلي:

#### ➤ مؤشر المطابقة المقارن Comparative Fit Index (CFI)

للتحقق من الفرضية الفرعية ٣-أ التي تنص على " لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في قيم مؤشر المطابقة المقارن تعزى إلى اختلاف طرق التقدير وشكل توزيع البيانات وحجم العينة والتفاعلات المشتركة بينها" تم حساب المتوسطات والانحرافات المعيارية لقيم مؤشر المطابقة المقارن، ثم الكشف

أثر اختلاف طريقة التقدير وشكل توزيع البيانات وحجم العينة على مؤشرات جودة المطابقة في النمذجة بالمعادلة البنائية:  
دراسة محاكاة

عن دلالة الفروق في هذا المؤشر وفقاً لاختلاف طرق التقدير وحجم العينة وشكل توزيع البيانات باستخدام اختبار تحليل التباين المختلط Mixed ANOVA ، وقد جاءت النتائج كما يوضحها جدول (١٧).

**جدول (١٧)**

نتائج تحليل التباين المختلط لتأثير طريقة التقدير وشكل توزيع البيانات وحجم العينة في تقييم مؤشر المطابقة المقارن (CFI) والتفاعلات المشتركة بينهما

التأثير	درجة الحرية البسط	درجة الحرية المقام	قيمة ف	مستوى الدلالة	مربع إيتا المعممة
حجم العينة	٢	٢٦١	١٢,٣٠٨	٠,٠١	٠,٠٥٠
توزيع البيانات	٢	٢٦١	٠,٠٤٦	٠,٩٥٥	٠,٠٠٠
طرق التقدير	٣	٧٨٣	٨٤,٨٣٠	٠,٠١	٠,١٢٦
التفاعل بين حجم العينة وتوزيع البيانات	٤	٢٦١	٠,٨٣٧	٠,٥٠٣	٠,٠٠٧
التفاعل بين حجم العينة وطرق التقدير	٦	٧٨٣	١٢,١٤٨	٠,٠١	٠,٠٤٠
التفاعل بين طرق التقدير وتوزيع البيانات	٦	٧٨٣	٠,٤٠٤	٠,٨٧٧	٠,٠٠١
التفاعل بين طرق التقدير وحجم العينة وتوزيع البيانات	١٢	٧٨٣	٠,٩٤٦	٠,٥٠٠	٠,٠٠٦

**✓ التأثيرات الرئيسية:**

يتضح من جدول (١٧) ما يلي:

- التأثير الرئيسي لحجم العينة: توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠١ بين متوسطات قيم مؤشر المطابقة المقارن ترجع لاختلاف حجم العينة، فقد كانت قيم  $F=12,308$  عند مستوى دلالة ٠,٠١ وهو أقل من ٠,٠٥، كما أن قيمة مربع إيتا المعممة = ٠,٠٥ مما يدل على وجود حجم تأثير ضعيف
- التأثير الرئيسي لشكل توزيع البيانات: لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥ بين متوسطات قيم مؤشر المطابقة المقارن ترجع لاختلاف توزيع الدرجات، فقد كانت قيم  $F=0,046$  ومستوى دلالة ٠,٩٥٥ وهي أكبر من ٠,٠٥، كما أن قيمة مربع إيتا المعممة = ٠,٠٠٠ مما يدل على وجود حجم تأثير ضعيف
- التأثير الرئيسي لطرق التقدير: توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠١ بين متوسطات قيم مؤشر المطابقة المقارن ترجع لاختلاف طرق التقدير، فقد كانت قيم  $F=84,830$  عند مستوى دلالة ٠,٠١ وهو أقل من ٠,٠٥، كما أن قيمة مربع إيتا المعممة = ٠,١٢٦ مما يدل على وجود حجم تأثير متوسط

**✓ تأثير التفاعلات:**

- تأثير التفاعل بين حجم العينة وشكل توزيع البيانات: لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥ بين متوسط قيم مؤشر المطابقة المقارن ترجع إلى تأثير التفاعل بين حجم العينة

وشكل توزيع البيانات فقد كانت قيمة  $F = 0,837$ ؛ ومستوى دلالة  $0,503$  أكبر من  $0,05$  وحجم تأثير  $0,007$  مما يدل على وجود تأثير ضعيف.

ب- تأثير التفاعل بين حجم العينة وطرق التقدير: توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مؤشر الجودة المقارن ترجع إلى التفاعل بين حجم العينة وطرق التقدير، فقد كانت قيمة  $F = 12,148$  عند مستوى دلالة  $0,01$  وقيمة مربع إيتا المعممة  $= 0,040$  مما يدل على وجود تأثير ضعيف

ج- تأثير التفاعل بين طرق التقدير وشكل توزيع البيانات: عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى  $0,05$  بين متوسطات قيم مؤشر المطابقة المقارن ترجع إلى التفاعل بين طرق التقدير وشكل توزيع البيانات، فقد كانت قيمة  $F = 0,404$ ، عند مستوى دلالة  $= 0,877$  وهو أكبر من  $0,05$ ؛ كما أن قيمة مربع إيتا المعممة  $= 0,001$  مما يدل على تأثير صغير

يتضح من جدول (١٧) عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى  $0,05$  للتفاعل الثلاثي بين طرق التقدير وأحجام العينات وأشكال توزيع البيانات في متوسط قيم مؤشر المطابقة المقارن حيث كانت قيمة  $F = 0,946$  ومستوى الدلالة  $0,500$  أكبر من  $0,05$ ، وحجم تأثير صغير  $0,006$ ؛ مما يدل على أن تأثير طرق التقدير في متوسط مؤشر المطابقة المقارن لا تتوقف على كل من أحجام العينات وأشكال توزيع البيانات، كما يتضح من جدول (١٧) عدم وجود تأثير للتفاعل الثنائي بين طرق التقدير وأشكال توزيع البيانات حيث كانت قيمة  $F = 0,404$ ، ومستوى دلالة  $0,877$  أكبر من  $0,05$ ؛ وبالمثل لا يوجد تأثير لأشكال توزيع البيانات على متوسط مؤشر المطابقة المقارن حيث أن قيمة  $F = 0,046$ ، ومستوى الدلالة  $0,955$  أكبر من  $0,05$ ؛ على الجانب الآخر يوجد تأثير دال إحصائياً عند مستوى  $0,05$  للتفاعل الثنائي بين طرق التقدير وأحجام العينات على متوسط مؤشر المطابقة المقارن حيث قيمة  $F = 12,148$  ومستوى دلالة  $0,01$ ، وحجم تأثير صغير  $0,040$ ، وللكشف عن تأثير التفاعل بين طرق التقدير وأحجام العينات قامت الباحثة بدراسة التفاعل الثنائي بطريقة تفصيلية، وجاءت النتائج كما يلي:

#### التفاعل الثنائي بين طرق التقدير وحجم العينة

قامت الباحثة باختبار دلالة الفروق في تقديرات مؤشر المطابقة المقارن بين طرق التقدير لكل حجم عينة بصورة منفصلة وذلك باستخدام تحليل التباين للقياسات المتكررة، وقد جاءت النتائج كما يوضحها جدول (١٨).

#### جدول (١٨)

نتائج تحليل التباين للقياسات المتكررة لتأثير طرق التقدير على قيم مؤشر المطابقة المقارن لكل حجم عينة

حجم العينة	التأثير	درجة الحرية	مجموع المربعات	متوسط المربعات	قيمة ف	مستوى الدلالة
٤٠٠	طرق التقدير	٣	٠,٠١٢	٠,٠٠٤	٣٥,٢٧٥	٠,٠١
	البواقي	٢٦٧	٠,٠٣	٠,٠٠٠١		
٨٠٠	طرق التقدير	٣	٠,٠٠٢	٠,٠٠١	٤٢,٩١٤	٠,٠١
	البواقي	٢٦٧	٠,٠٠٥	٠,٠٠٠١		
١٢٠٠	طرق التقدير	٣	٠,٠٠١	٠,٠٠١	٣٩,٣٠٣	٠,٠١
	البواقي	٢٦٧	٠,٠٠٢	٠,٠٠٠١		

يتضح من جدول (١٨) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠١ في متوسط مؤشر المطابقة المقارن بين طرق التقدير وذلك لكل حجم عينة بصورة منفصلة، فقد كانت قيم مستويات الدلالة لجميع قيم ف دالة إحصائياً، ولتحديد مصدر تلك الفروق قامت الباحثة بالمقارنة الثنائية بين طرق التقدير عند كل حجم عينة، وجاءت النتائج كما يوضحها الجدولين (١٩، ٢٠) وشكل (٥).

### جدول (١٩)

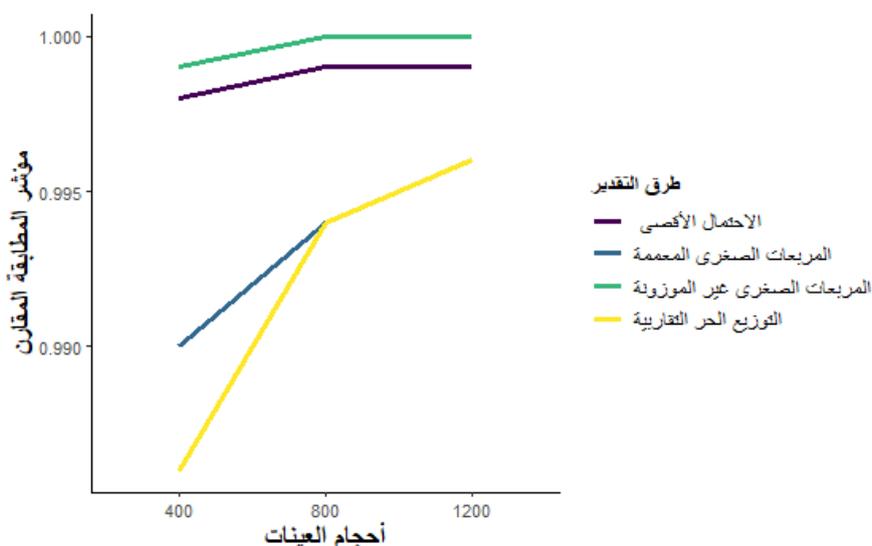
نتائج المقارنات الثنائية للفروق بين تأثيرات طرق التقدير في مؤشر المطابقة المقارن CFI لكل حجم عينة

أحجام العينات	طرق التقدير	الاحتمال الأقصى	المربعات الصغرى المعممة	المربعات الصغرى غير الموزونة
٤٠٠	المربعات الصغرى المعممة	٠,٠١	٠,٠١	٠,٠١
	المربعات الصغرى غير الموزونة	٠,٠١	٠,٠١	٠,٠١
	التوزيع الحر التقاربية	٠,٠١	٠,٠١	٠,٠١
	المربعات الصغرى المعممة	٠,٠١	٠,٠١	٠,٠١
٨٠٠	المربعات الصغرى غير الموزونة	٠,٠١	٠,٠١	٠,٠١
	التوزيع الحر التقاربية	٠,٠١	١,٠٠	٠,٠١
	المربعات الصغرى المعممة	٠,٠١	٠,٠١	٠,٠١
١٢٠٠	المربعات الصغرى غير الموزونة	٠,٠١	٠,٠١	٠,٠١
	التوزيع الحر التقاربية	٠,٠١	١,٠٠	٠,٠١

### جدول (٢٠)

المتوسطات والانحرافات المعيارية لقيم مؤشر المطابقة المقارن عبر طرق التقدير لكل حجم من أحجام العينات

طرق التقدير	حجم العينة	مؤشر المطابقة المقارن	
		المتوسط	الانحراف المعياري
الاحتمال الأقصى	٤٠٠	٠,٩٩٨	٠,٠٠٣
الاحتمال الأقصى	٨٠٠	٠,٩٩٩	٠,٠٠١
الاحتمال الأقصى	١٢٠٠	٠,٩٩٩	٠,٠٠١
المربعات الصغرى المعممة	٤٠٠	٠,٩٩٠	٠,٠١٧
المربعات الصغرى المعممة	٨٠٠	٠,٩٩٤	٠,٠٠٨
المربعات الصغرى المعممة	١٢٠٠	٠,٩٩٦	٠,٠٠٥
المربعات الصغرى غير الموزونة	٤٠٠	٠,٩٩٩	٠,٠٠٠
المربعات الصغرى غير الموزونة	٨٠٠	١,٠٠٠	٠,٠٠٠
المربعات الصغرى غير الموزونة	١٢٠٠	١,٠٠٠	٠,٠٠٠
التوزيع الحر التقاربية	٤٠٠	٠,٩٨٦	٠,٠٢١
التوزيع الحر التقاربية	٨٠٠	٠,٩٩٤	٠,٠٠٨
التوزيع الحر التقاربية	١٢٠٠	٠,٩٩٦	٠,٠٠٥



شكل (٥)

مؤشر المطابقة المقارن CFI لكل طريقة تقدير عبر أحجام العينات

يتضح من جدول (٢٠) وشكل (٥) أنه كلما زادت أحجام العينات كلما زادت مؤشر المطابقة المقارن لكافة طرق التقدير، فكما يتضح من جدول (٢٠) فإن متوسط مؤشر متوسط المطابقة المقارن زاد في حالة طريقة الاحتمال الأقصى من ٠,٩٩٨ إلى ٠,٩٩٩ عندما زادت العينة من ٤٠٠ إلى ١٢٠٠؛ بالمثل زادت قيم المؤشر في حالة المربعات الصغرى المعجمة من ٠,٩٩٠ إلى ٠,٩٩٦ عندما زادت العينة من ٤٠٠ إلى ١٢٠٠؛ وزادت في حالة طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة من ٠,٩٩٩ في حالة حجم العينة ٤٠٠ إلى ١,٠٠ في حالة حجم العينة ١٢٠٠؛ كما زادت قيم مؤشر المطابقة المقارن في حالة طريقة التوزيع الحر التقاربية من ٠,٩٨٦ في حالة حجم العينة ٤٠٠ إلى ٠,٩٩٦ في حالة حجم العينة ١٢٠٠.

كما يتضح من جدول (٢٠) أن طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة هي أفضل الطرق وفق لمؤشر المطابقة المقارن، لكافة أحجام العينات، وجاءت طريقة الاحتمال الأقصى في المرتبة الثانية، ثم طريقة المربعات الصغرى المعجمة ثم في المرتبة الأخيرة طريقة التوزيع الحر التقاربية، كما يتضح من جدول (١٩) عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥ في متوسطات مؤشر المطابقة المقارن بين طريقتي المربعات الصغرى المعجمة وطريقة التوزيع الحر التقاربية في حالة أحجام العينات ٨٠٠ و ١٢٠٠؛ حيث تقاربت قيم متوسطات المطابقة المقارن وأصبحت غير دالة إحصائياً.

للكشف عن الدلالة الإحصائية لتأثير حجم العينة على مؤشر المطابقة المقارن استخدمت الباحثة تحليل التباين في اتجاه واحد، وجاءت النتائج كما يوضحها جدول (٢١).

أثر اختلاف طريقة التقدير وشكل توزيع البيانات وحجم العينة على مؤشرات جودة المطابقة في النمذجة بالمعادلة البنائية:  
دراسة محاكاة

جدول (٢١)

نتائج تحليل التباين الأحادي لتأثير أحجام العينات على قيم المطابقة المقارن لكل طريقة تقدير

مستوى الدلالة	قيمة ف	متوسط المربعات	مجموع المربعات	درجة الحرية	التأثير	طرق التقدير
٠,٠١	٩,٦٩٠	٠,٠٠٠١	٠,٠٠٠٢	٢	طرق التقدير	الاحتمال الأقصى
		٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠١	٢٦٧	البواقي	
٠,٠١	٨,٠٤٧	٠,٠٠٠١	٠,٠٠٠٢	٢	طرق التقدير	المربعات الصغرى المعممة
		٠,٠٠٠٠١	٠,٠٣٤	٢٦٧	البواقي	
٠,٠١	٥٥,٣٦٣	٠,٠٠٠١	٠,٠٠٠٠	٢	طرق التقدير	المربعات الصغرى غير الموزونة
		٠,٠٠٠٠١	٠,٠٠٠٠	٢٦٧	البواقي	
٠,٠١	١٥,٣٧٦	٠,٠٠٠٣	٠,٠٠٠٦	٢	طرق التقدير	التوزيع الحر التقاربية
		٠,٠٠٠٠١	٠,٠٠٤٨	٢٦٧	البواقي	

يتضح من جدول (٢١) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠١ في متوسطات مؤشر المطابقة المقارن ترجع إلى تأثير حجم العينة وذلك لكل طريقة تقدير ، ولتحديد مصدر تلك الفروق قامت الباحثة بمقارنة كل حجم عينة بالأحجام الأخرى وذلك داخل كل طريقة تقدير وجاءت النتائج كما يوضحها جدول (٢٢).

جدول (٢٢)

نتائج المقارنات الثنائية لتأثير حجم العينة على مؤشر المطابقة المقارن لكل طريقة تقدير

طرق التقدير	أحجام العينات	٤٠٠	٨٠٠
الاحتمال الأقصى	٨٠٠	٠,٠٠٠٨	
	١٢٠٠	٠,٠١	٠,٦١٩
المربعات الصغرى المعممة	٨٠٠	٠,٠٢٢	
	١٢٠٠	٠,٠١	٠,٦٨١
المربعات الصغرى غير الموزونة	٨٠٠	٠,٠١	
	١٢٠٠	٠,٠١	٠,٠٣٩
التوزيع الحر التقاربية	٨٠٠	٠,٠١	
	١٢٠٠	٠,٠١	٠,٧٨٥

يتضح من جدول (٢٢) وجود فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مؤشر المطابقة المقارن عند مستوى ٠,٠١ بين أحجام العينات ٤٠٠ و ٨٠٠، وبين أحجام العينات ٤٠٠ و ١٢٠٠؛ في حين لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مؤشر المطابقة المقارن عند مستوى ٠,٠٥ بين أحجام العينات ٨٠٠ و ١٢٠٠ وذلك لكافة طرق التقدير.

➤ مؤشر المطابقة المعياري (NFI) Normed Fit Index

للتحقق من الفرضية الفرعية ٣-ب التي تنص على " لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في قيم مؤشر المطابقة المعياري تعزى إلى اختلاف طرق التقدير وشكل توزيع البيانات وحجم العينة والتفاعلات المشتركة بينها" تم حساب المتوسطات والانحرافات المعيارية لقيم مؤشر المطابقة المعياري، ثم الكشف عن دلالة الفروق في هذا المؤشر وفقاً لاختلاف طرق التقدير وحجم العينة وشكل توزيع البيانات باستخدام اختبار تحليل التباين المختلط Mixed ANOVA ، وقد جاءت يوضحها جدول (٢٣).

جدول (٢٣)

نتائج تحليل التباين المختلط لتأثير طريقة التقدير وشكل توزيع البيانات وحجم العينة في تقييم مؤشر المطابقة المعياري (NFI) والتفاعلات المشتركة بينهما

التأثير	درجة الحرية البسيط	درجة الحرية المقام	قيمة ف	مستوى الدلالة	مربع إيتا المعممة
حجم العينة	٢	٢٦١	٣٢٩,٠٧٧	٠,٠٠٠	٠,٥٨٦
توزيع البيانات	٢	٢٦١	٠,٧٦٦	٠,٤٦٦	٠,٠٠٣
طرق التقدير	٣	٧٨٣	٣٢٥٣,٣٢١	٠,٠٠٠	٠,٨٤٥
التفاعل بين حجم العينة وتوزيع البيانات	٤	٢٦١	٠,٨٢٩	٠,٥٠٨	٠,٠٠٧
التفاعل بين حجم العينة وطرق التقدير	٦	٧٨٣	٢٨١,٧٨٢	٠,٠٠٠	٠,٤٨٦
التفاعل بين طرق التقدير وتوزيع البيانات	٦	٧٨٣	١,١٨١	٠,٣١٤	٠,٠٠٤
التفاعل بين طرق التقدير وحجم العينة وتوزيع البيانات	١٢	٧٨٣	٠,٩١٣	٠,٥٣٣	٠,٠٠٦

✓ التأثيرات الرئيسية:

يتضح من جدول (٢٣) ما يلي:

- التأثير الرئيسي لحجم العينة: توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠١ بين متوسطات قيم مؤشر المطابقة المعياري ترجع لاختلاف حجم العينة، فقد كانت قيم  $F=329,077$  عند مستوى دلالة ٠,٠٠٠ وهو أقل من ٠,٠٥، كما أن قيمة مربع إيتا المعممة  $=0,586$  مما يدل على وجود حجم تأثير كبير
- التأثير الرئيسي لشكل توزيع البيانات: لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥ بين متوسطات قيم مؤشر المطابقة المعياري ترجع لاختلاف توزيع الدرجات، فقد كانت قيم  $F=0,766$  ومستوى دلالة ٠,٤٦٦ وهي أكبر من ٠,٠٥، كما أن قيمة مربع إيتا المعممة  $=0,003$  مما يدل على وجود حجم تأثير ضعيف
- التأثير الرئيسي لطرق التقدير: توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠١ بين متوسطات قيم مؤشر المطابقة المعياري ترجع لاختلاف طرق التقدير، فقد كانت قيم  $F=3253,321$  عند مستوى دلالة ٠,٠٠٠ وهو أقل من ٠,٠٥، كما أن قيمة مربع إيتا المعممة  $=0,845$  مما يدل على وجود حجم تأثير كبير

### ✓ تأثير التفاعلات:

- أ- تأثير التفاعل بين حجم العينة وشكل توزيع البيانات: لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥ بين متوسط قيم مؤشر المطابقة المعياري ترجع إلى تأثير التفاعل بين حجم العينة وشكل توزيع البيانات فقد كانت قيمة  $F=0,829$ ؛ ومستوى دلالة  $0,508$  أكبر من  $0,05$  وحجم تأثير  $0,007$  مما يدل على وجود تأثير ضعيف.
- ب- تأثير التفاعل بين حجم العينة وطرق التقدير: توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مؤشر المطابقة المعياري ترجع إلى التفاعل بين حجم العينة وطرق التقدير، فقد كانت قيمة  $F=281,782$  عند مستوى دلالة  $0,000$  وقيمة مربع إيتا المعممة  $=0,486$  مما يدل على وجود تأثير كبير.
- ج- تأثير التفاعل بين طرق التقدير وشكل توزيع البيانات: عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى  $0,05$  بين متوسطات قيم مؤشر المطابقة المعياري ترجع إلى التفاعل بين طرق التقدير وشكل توزيع البيانات، فقد كانت قيمة  $F=1,181$ ، عند مستوى دلالة  $=0,314$  وهو أكبر من  $0,05$ ؛ كما أن قيمة مربع إيتا المعممة  $=0,004$  مما يدل على تأثير ضعيف.

يتضح من جدول (٢٣) عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى  $0,05$  للتفاعل الثلاثي بين طرق التقدير وأحجام العينات وأشكال توزيع البيانات في متوسط قيم مؤشر المطابقة المعياري حيث كانت قيمة  $F=0,913$  ومستوى الدلالة  $0,523$  أكبر من  $0,05$ ، وحجم تأثير صغير  $0,006$ ؛ مما يدل على أن تأثير طرق التقدير في متوسط مؤشر المطابقة المعياري لا تتوقف على كل من أحجام العينات وأشكال توزيع البيانات، كما يتضح من جدول (٢٣) عدم وجود تأثير للتفاعل الثنائي بين طرق التقدير وأشكال توزيع البيانات حيث كانت قيمة  $F=1,181$  ومستوى دلالة  $0,314$  أكبر من  $0,05$ ؛ وبالمثل لا يوجد تأثير لأشكال توزيع البيانات على متوسط مؤشر المطابقة المعياري حيث أن قيمة  $F=0,766$ ، ومستوى الدلالة  $0,466$  أكبر من  $0,05$ ؛ على الجانب الآخر يوجد تأثير دال إحصائياً عند مستوى  $0,05$  للتفاعل الثنائي بين طرق التقدير وأحجام العينات على متوسط مؤشر المطابقة المعياري حيث قيمة  $F=281,782$  ومستوى دلالة  $0,000$ ، وحجم تأثير كبير  $0,486$ ، وللكشف عن تأثير التفاعل بين طرق التقدير وأحجام العينات قامت الباحثة بدراسة التفاعل الثنائي بطريقة تفصيلية، وجاءت النتائج كما يلي:

### التفاعل الثنائي بين طرق التقدير وحجم العينة

قامت الباحثة باختبار دلالة الفروق في تقديرات مؤشر المطابقة المعياري بين طرق التقدير لكل حجم عينة بصورة منفصلة وذلك باستخدام تحليل التباين للقياسات المتكررة، وقد جاءت النتائج كما يوضحها جدول (٢٤).

#### جدول (٢٤)

نتائج تحليل التباين للقياسات المتكررة لتأثير طرق التقدير على قيم مؤشر المطابقة المعياري لكل حجم عينة

حجم العينة	التأثير	درجة الحرية	مجموع المربعات	متوسط المربعات	قيمة ف	مستوى الدلالة
٤٠٠	طرق التقدير	٣	٠,٥٤١	٠,١٨	١٢١٦,٠١٣	٠,٠١
	البواقي	٢٦٧	٠,٠٤	٠,٠٠١		
٨٠٠	طرق التقدير	٣	٠,١٦٢	٠,٠٥٤	١٤٤٠,٤٧٦	٠,٠١
	البواقي	٢٦٧	٠,٠١	٠,٠٠١		
١٢٠٠	طرق التقدير	٣	٠,٠٧٤	٠,٠٢٥	١٣٨٧,٠٢٢	٠,٠١
	البواقي	٢٦٧	٠,٠٠٥	٠,٠٠١		

يتضح من جدول (٢٤) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠١ في متوسط مؤشر المطابقة المعياري بين طرق التقدير وذلك لكل حجم عينة بصورة منفصلة، فقد كانت قيم مستويات الدلالة لجميع قيم ف دالة إحصائية، ولتحديد مصدر تلك الفروق قامت الباحثة بالمقارنة الثنائية بين طرق التقدير عند كل حجم عينة، وجاءت النتائج كما يوضحها الجدولين (٢٥، ٢٦) وشكل (٦)

#### جدول (٢٥)

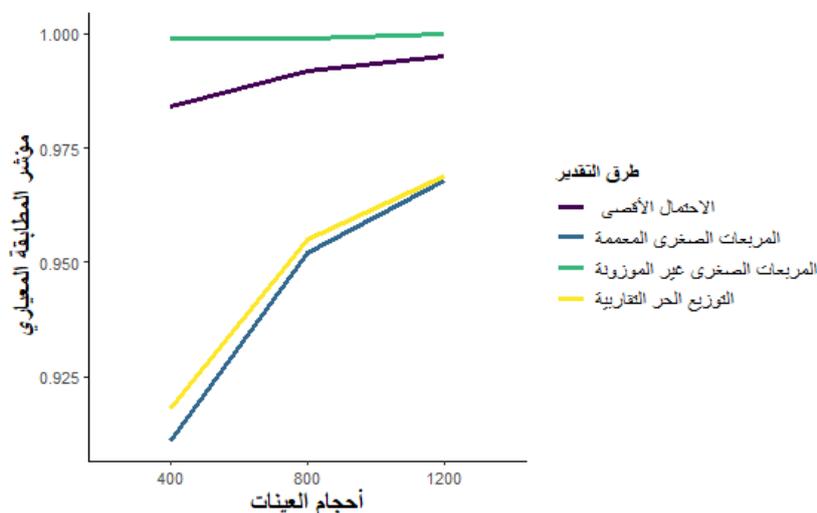
نتائج المقارنات الثنائية للفروق بين تأثيرات طرق التقدير في مؤشر المطابقة المعياري  $NFI$  لكل حجم عينة

أحجام العينات	طرق التقدير	الاحتمال الأقصى	المربعات الصغرى المعممة	المربعات الصغرى غير الموزونة
٤٠٠	المربعات الصغرى المعممة	٠,٠١		
	المربعات الصغرى غير الموزونة	٠,٠١	٠,٠١	
٨٠٠	التوزيع الحر التقاربية	٠,٠١	٠,٠١	٠,٠١
	المربعات الصغرى المعممة	٠,٠١	٠,٠١	
٨٠٠	المربعات الصغرى غير الموزونة	٠,٠١	٠,٠١	
	التوزيع الحر التقاربية	٠,٠١	٠,٠١	٠,٠١
١٢٠٠	المربعات الصغرى المعممة	٠,٠١		
	المربعات الصغرى غير الموزونة	٠,٠١	٠,٠١	
١٢٠٠	التوزيع الحر التقاربية	٠,٠١	٠,٠٢٩	٠,٠١

جدول (٢٦)

المتوسطات والانحرافات المعيارية لقيم مؤشر المطابقة المعياري عبر طرق التقدير لكل حجم من أحجام العينات

طرق التقدير	حجم العينة	مؤشر المطابقة المعياري	
		المتوسط	الانحراف المعياري
الاحتمال الأقصى	٤٠٠	٠,٩٨٤	٠,٠٠٤
الاحتمال الأقصى	٨٠٠	٠,٩٩٢	٠,٠٠٢
الاحتمال الأقصى	١٢٠٠	٠,٩٩٥	٠,٠٠١
المربعات الصغرى المعممة	٤٠٠	٠,٩١١	٠,٠٢١
المربعات الصغرى المعممة	٨٠٠	٠,٩٥٢	٠,٠١١
المربعات الصغرى المعممة	١٢٠٠	٠,٩٦٨	٠,٠٠٨
المربعات الصغرى غير الموزونة	٤٠٠	٠,٩٩٩	٠,٠٠٠
المربعات الصغرى غير الموزونة	٨٠٠	٠,٩٩٩	٠,٠٠٠
المربعات الصغرى غير الموزونة	١٢٠٠	١,٠٠٠	٠,٠٠٠
التوزيع الحر التقاربية	٤٠٠	٠,٩١٨	٠,٠٢٤
التوزيع الحر التقاربية	٨٠٠	٠,٩٥٥	٠,٠١١
التوزيع الحر التقاربية	١٢٠٠	٠,٩٦٩	٠,٠٠٨



شكل (٦)

مؤشر المطابقة المعياري NFI لكل طريقة تقدير عبر أحجام العينات

يتضح من جدول (٢٦) وشكل (٦) أنه كلما زادت أحجام العينات كلما زادت قيم مؤشر المطابقة المعياري لكافة طرق التقدير، فكما يتضح من جدول (٢٦) فإن متوسط مؤشر متوسط المطابقة المعياري زاد في حالة طريقة الاحتمال الأقصى من ٠,٩٨٤ إلى ٠,٩٩٥ عندما زادت العينة من ٤٠٠ إلى ١٢٠٠؛

بالمثل زادت قيم المؤشر في حالة المربعات الصغرى المعممة من ٠,٩١١ إلى ٠,٩٦٨ عندما زادت العينة من ٤٠٠ إلى ١٢٠٠؛ وزادت في حالة طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة من ٠,٩٩٩ في حالة حجم العينة ٤٠٠ إلى ١,٠٠ في حالة حجم العينة ١٢٠٠؛ كما زادت قيم مؤشر المطابقة المعياري في حالة طريقة التوزيع الحر التقريبية من ٠,٩١٨ في حالة حجم العينة ٤٠٠ إلى ٠,٩٦٩ في حالة حجم العينة ١٢٠٠.

كما يتضح من جدول (٢٦) أن طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة هي أفضل الطرق وفق لمؤشر المطابقة المعياري، لكافة أحجام العينات، وجاءت طريقة الاحتمال الأقصى في المرتبة الثانية، ثم طريقة المربعات الصغرى المعممة ثم في المرتبة الأخيرة طريقة التوزيع الحر التقريبية، كما يتضح من جدول (٢٥) عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥ في متوسطات مؤشر المطابقة المعياري بين طريقتي المربعات الصغرى المعممة وطريقة التوزيع الحر التقريبية في حالة حجم العينة ١٢٠٠؛ حيث تقاربت قيم متوسطات المطابقة المعياري وأصبحت غير دالة إحصائياً.

للكشف عن الدلالة الإحصائية لتأثير حجم العينة على مؤشر المطابقة المعياري استخدمت الباحثة تحليل التباين في اتجاه واحد، وجاءت النتائج كما يوضحها جدول (٢٧).

#### جدول (٢٧)

نتائج تحليل التباين الأحادي لتأثير أحجام العينات على قيم المطابقة المعياري لكل طريقة تقدير

طرق التقدير	التأثير	درجة الحرية	مجموع المربعات	متوسط المربعات	قيمة ف	مستوى الدلالة
الاحتمال الأقصى	طرق التقدير البواقي	٢	٠,٠٠٥	٠,٠٠٣	٣٥٠,٠٥٣	٠,٠١
المربعات الصغرى المعممة	طرق التقدير البواقي	٢٦٧	٠,٠٠٢	٠,٠٠٠	٣٨١,٢٤٤	٠,٠١
المربعات الصغرى غير الموزونة	طرق التقدير البواقي	٢	٠,١٥٧	٠,٠٧٩	٢٥٦,٥١٥	٠,٠١
التوزيع الحر التقريبية	طرق التقدير البواقي	٢٦٧	٠,٠٥٥	٠,٠٠٠	٢٤٨,٠٠٨	٠,٠١
		٢	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠		
		٢٦٧	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠		
		٢	٠,١٢٣	٠,٠٦٢		
		٢٦٧	٠,٠٦٦	٠,٠٠٠		

يتضح من جدول (٢٧) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠١ في متوسطات مؤشر المطابقة المعياري ترجع إلى تأثير حجم العينة وذلك لكل طريقة تقدير، ولتحديد مصدر تلك الفروق قامت الباحثة بمقارنة كل حجم عينة بالأحجام الأخرى وذلك داخل كل طريقة تقدير وجاءت النتائج كما يوضحها جدول (٢٨).

جدول (٢٨)

نتائج المقارنات الثنائية لتأثير حجم العينة على مؤشر المطابقة المعياري لكل طريقة تقدير

طرق التقدير	أحجام العينات	٤٠٠	٨٠٠
الاحتمال الأقصى	٨٠٠	٠,٠١	٠,٠١
	١٢٠٠	٠,٠١	٠,٠١
المربعات الصغرى المعممة	٨٠٠	٠,٠١	٠,٠١
	١٢٠٠	٠,٠١	٠,٠١
المربعات الصغرى غير الموزونة	٨٠٠	٠,٠١	٠,٠١
	١٢٠٠	٠,٠١	٠,٠١
التوزيع الحر التقاربية	٨٠٠	٠,٠١	٠,٠١
	١٢٠٠	٠,٠١	٠,٠١

يتضح من جدول (٢٨) وجود فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مؤشر المطابقة المعياري عند مستوى ٠,٠١ بين أحجام العينات، أي أن أي زيادة في قيم حجم العينة أدى إلى زيادة دالة إحصائية في متوسط مؤشر المطابقة المعياري، أي زيادة حجم العينة من ٤٠٠ إلى ٨٠٠ أو من ٨٠٠ إلى ١٢٠٠ أو من ٤٠٠ إلى ١٢٠٠ أدت إلى زيادة دالة في متوسط قيم مؤشر المطابقة المعياري.

أظهرت نتائج الفرضية الثالثة وجود فروق ذات دلالة إحصائية في قيم مؤشرات جودة المطابقة المقارنة والنسبية: مؤشر المطابقة المقارن CFI، مؤشر المطابقة المعياري NFI باختلاف طرق التقدير وأحجام العينات والتفاعل بينهما، في حين لا يوجد تأثير لشكل توزيع البيانات على مؤشرات المطابقة المقارنة والنسبية؛ فقد أظهرت النتائج أن أعلى قيم لمؤشرات المطابقة النسبية كانت في حالة استخدام طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة ULS مقارنة بالطرق الأخرى، وأن طريقة الاحتمالية العظمى ML جاءت في المرتبة الثانية، ثم جاءت في المرتبة الثالثة طريقة المربعات الصغرى المعممة GLS؛ وجاءت طريقة التوزيع الحر التقاربية في المرتبة الرابعة والأخيرة، إلا أن الفروق بين طريقة المربعات الصغرى المعممة GLS وطريقة التوزيع الحر التقاربية اختفت كلما زادت حجم العينة لتصل إلى ١٢٠٠، وتتفق تلك النتيجة مع ما توصلت إليه دراسة (Kilic & Dogan, 2021) التي قارنت باستخدام المحاكاة أداء طرق التقدير: المربعات الصغرى الموزونة WLS، ومتوسط وتباين المربعات الصغرى الموزونة المصحح WLSMV، ومتوسط وتباين المربعات الصغرى غير الموزونة ULSMV، وطريقة الاحتمال الأقصى ML، وطريقة الاحتمال الأقصى الحصينة RML، وطرق التقدير البييزية والتي توصلت إلى أن طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة ULS كانت أكثر صحة خلال الحالات المختلفة للمحاكاة.

كما أظهرت نتائج الفرضية الثالثة عدم وجود فروق بين طريقة المربعات الصغرى المعممة GLS وطريقة الأرجحية العظمى ML وذلك عبر جميع أحجام العينات التي تضمنتها الدراسة (٤٠٠، ٨٠٠، ١٢٠٠)، وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه دراسة عسيري (٢٠٢١) التي قارنت بين مؤشرات جودة المطابقة  $\chi^2$ ، TLI، NFI، GFI، RMSEA، CFI لنموذج تحليل المسار - باعتباره أحد تطبيقات النمذجة بالمعادلة البنائية الناتج عن استخدام طريقتين في التقدير: طريقة الاحتمال الأقصى ML، وطريقة المربعات الصغرى المعممة GLS، تحت أحجام عينات مختلفة: ٢٠٠ - ٤٠٠ - ٦٠٠ - ٨٠٠ - ١٠٠٠،

ومستعينة ببيانات لمتغيرات مولدة حاسوبياً، توصلت الدراسة إلى أظهرت النتائج عدم وجود اختلافات في طرق التقدير وكفاءة مؤشرات جودة المطابقة في كلا الطريقتين وفي ضوء الأحجام المختلفة للعينات.

ويمكن تفسير ذلك في ضوء أن مؤشرات جودة المطابقة النسبية أو المتزايدة تعتمد على المقارنة بين قيم مربع كاي للنموذج المستهدف Target Model والنموذج الصفري Null Model لهذا فهي تقارن النموذج المستهدف بالنموذج الصفري الذي يفترض وجود عدد من المتغيرات الكامنة المستقلة "غير المرتبطة" يعادل عدد المتغيرات المشاهدة، لهذا فإن استخدام مؤشرات المطابقة المتزايدة يجب أن تؤخذ بحذر وخاصة عند المقارنة بين طرق التقدير المختلفة، فقد أظهرت دراسة (1989) la Du & Tanaka اختلاف قيم مؤشر المطابقة المعياري NFI بين طريقتي الاحتمال الأقصى ML وطريقة المربعات الصغرى المعممة GLS، وقد أظهرت النتائج وجود اختلاف بين نتائج مؤشر جودة المطابقة المقارن NFI ومؤشر حسن المطابقة GFI عندما كان حجم العينة ٢٠٠، ففي حين اعطى مؤشر المطابقة المعياري NFI نتائج لصالح طريقة الاحتمال الأقصى، أظهرت نتائج مؤشر حسن المطابقة GFI نتائج لصالح طريقة المربعات الصغرى المعممة GLS.

#### التوصيات:

١- ضرورة أن يدمج الباحثين عند اختبار جودة نماذج المعادلات البنائية بين جودة المطابقة العامة والمطلقة والنسبية.

٢- أن يراعي الباحثين عند اختيار طريقة التقدير المناسبة لحجم العينة وشكل توزيع البيانات.

٣- أن يختار الباحثين طريقة المربعات الصغرى المعممة أو طريقة الأرجحية العظمى لطريقة للتقدير عندما تكون توزيع الدرجات بصورة اعتدالية وحجم العينة أكبر من ٤٠٠، بينما يتم استخدام طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة عندما تكون حجم العينة ٤٠٠، واستخدام طريقة التوزيع الحر التقاربية عندما تكون الدرجات موزعة بصورة التواء سالب أو موجب وحجم العينة ١٢٠٠ أو أكثر.

#### الدراسات والبحوث المقترحة:

١- دراسة مقارنة إداء مؤشرات جودة المطابقة في الدراسة الحالية بنماذج واقعية تم تطبيقها بدراسات منشورة، أو بيانات حقيقية وليست مولدة.

٢- دراسة مقارنة بين طرق التقدير المختلفة في نمذجة المعادلة البنائية مع وجود فقد في البيانات.

## قائمة المراجع:

### المراجع العربية:

- أبو هاشم، السيد محمد. (٢٠٢٣). مؤشرات جودة المطابقة للصدق البنائي وتطبيقاتها في البحوث النفسية العربية. *المجلة العربية للقياس والتقويم*، ٤ (٧)، ٢٥-١.
- تيغزة، أحمد، بو زيان. (٢٠١٢). *التحليل العاملي الاستكشافي والتوكيدي مفاهيمها ومنهجيتها بتوظيف حزمة spss ولينزلر LESREL*. عمان: دار المسيرة.
- الدوسري، سعيد عبدالله. (٢٠٢١). استخدام النمذجة بالمعادلات البنائية في البحوث النفسية العربية في الفترة ٢٠٠٠-٢٠٢٠: مراجعة وتوصيات. *المجلة السعودية للعلوم النفسية*، ٥ (العدد)، ٤٣-٦١.
- عامر، عبدالناصر السيد (٢٠١٨). *نمذجة المعادلة البنائية للعلوم النفسية والاجتماعية: الأسس والتطبيقات والقضايا*. الرياض: دار جامعة نايف للنشر.
- عامر، عبدالناصر السيد. (٢٠١٤). تقييم استخدام تطبيقات نمذجة المعادلة البنائية في البحث النفسي. *مجلة دراسات عربية*، ١٣ (٤)، ٧٠٧-٧٧٧.
- عسيري، أحمد. (٢٠٢١). 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*، ٧ (١٨)، ٩٥-١٢٣.
- القهوجي، أيمن سليمان، وأبو عواد، فريال محمد. (٢٠١٨). *النمذجة بالمعادلة البنائية باستخدام برنامج أموس*. عمان: دار وائل للنشر والتوزيع.
- المهدي، ياسر فتحي. (٢٠٠٧). منهجية النمذجة بالمعادلة البنائية وتطبيقاتها في بحوث الإدارة التعليمية. *مجلة التربية والتنمية*، ١٥ (٤٠)، ٩-٤١.
- الزيود، أحمد محمد. (٢٠١٠). الإحصاء التطبيقي في العلوم الاجتماعية. دار وائل للنشر.
- أبو شعر، عبد الرزاق أمين. (١٩٩٧). *العينات وتطبيقاتها في البحوث الاجتماعية*. الرياض: معهد الإدارة العامة.
- النفيعي، عبدالرحمن عبدالله. (٢٠٢٤). دقة مؤشرات جودة المطابقة في التحليل العاملي التوكيدي وفقاً لتعقيد النموذج، حجم العينة، شكل التوزيع، وطرق تقدير المعامل: دراسة محاكاة. *مجلة العلوم التربوية*، ٤٦ (٢)، ١٤٥-١٧٠.

### English References:

- Aimran, N., Know, K., & Zulkifli, W. F. W. (2024). The effectiveness of unweighted least squares (ULS) estimation method with non-normal data in structural equation modeling: A simulation study. *Journal of Applied Quantitative Methods*, 19(1), 25–36. <https://doi.org/10.xxxxxx/jaqm.v19i1.2024>

- Ainur, A., Saynng, S., & Jannoo, Z. (2017). The impact of sample size and data normality on fit indices in structural equation modeling. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, 4(12), 163–169. <https://doi.org/10.21833/ijaas.2017.12.025>
- 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.
- Ding, L., Velicer, W. F., & Harlow, L. L. (1995). The Effects of Estimation Methods,
- 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.
- Gold, M. S., Bentler, P. M., & Kim, K. H. (2003). A Comparison of Maximum-Likelihood and Asymptotically Distribution-Free Methods of Treating Incomplete Nonnormal Data. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 10(1), 47–79. [https://doi.org/10.1207/S15328007SEM1001\\_3](https://doi.org/10.1207/S15328007SEM1001_3)
- Goodboy, A., & Kline, R. (2017). Statistical and Practical Concerns with Published Communication Research Featuring Structural Equation Modeling. *Communication Research Reports*, 34(1), 68- 77.
- 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/>
- Herzog, W., Boomsma, A., & Reinecke, S. (2007). The Model-Size Effect on Traditional and Modified Tests of Covariance Structures. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 14(3), 361–390. <https://doi.org/10.1080/10705510701301602>
- Hooper, D., Coughlan, J., & Mullen, M. R. (2008). Structural Equation Modeling: Guidelines for Determining Model Fit. *Electronic Journal of Business Research Methods*, 6(1), 53-60.
- 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. (1995). *Evaluating Model Fit*. In R.H. Hoyle (Ed.), *Structural equation modeling. Concepts, issues, and applications*. London: Sage Publications.
- Iacobucci, D. (2010). Structural Equation Modeling: Fit Indices, Sample Size, and Advanced Topics. *Journal of Consumer Psychology*, 20(1), 90-98.
- Jackson, D., Gillaspay, J., & Purc-Stephenson, R. (2009). Reporting Practices in Confirmatory Factor Analysis: an Overview and Some Recommendations. *Psychological Methods*, 14(1), 6- 23.

- Joreskog, K., & Sorbom, D. (1996). LISREL8: User 's reference guide Mooresville: Scientific Software, Inc.
- 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.
- Kline, R. B. (2016). Principles and Practice of Structural Equation Modeling (4th ed.). New York: Guilford Press.
- Koran, J. (2020). Indicators per Factor in Confirmatory Factor Analysis: More Is Not Always Better. *Structural Equation Modeling. A Multidisciplinary Journal*, 27(5), 765-772.
- Law, A. M. (2015). *Simulation Modeling and Analysis*. McGraw-Hill.
- Morrison, T. G., Morrison, M. A., & McCutcheon, J. M. (2017). Best Practice Recommendations for Using Structural Equation Modeling in Psychological Research. *Psychology*, 8(9), 1326-1341.
- Ory, D. T., & Mokhtarian, P. L. (2010). The impact of non-normality, sample size and estimation technique on goodness-of-fit measures in structural equation modeling: evidence from ten empirical models of travel behavior. *Quality & Quantity*, 44(3), 427–445. <https://doi.org/10.1007/s11135-008-9215-6>
- Seaman, J., & Weber, L. (2015). Educational research: Competencies for analysis and applications (11th ed.). Pearson.
- Sugawara, H., & MacCallum, R. (1993). Effect of Estimation Method on Incremental Fit Indexes for Covariance Structure Models. *Applied Psychological Measurement*, 17(4), 365-377.
- West, S. G., Finch, J. F., & Curran, P. J. (1995). *Structural equation models with nonnormal variables: Problems and remedies*. In R. H. Hoyle (Ed.), *Structural equation modeling: Concepts, issues, and applications* (pp. 56-75). Sage Publications, Inc.
- Weston, R., & Gore, P. A. (2006). A Brief Guide to Structural Equation Modeling. *The Counseling Psychologist*, 34(5), 719-751.
- 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(1), 409–428. <https://doi.org/10.3758/s13428-018-1055-2>
- Yilmaz, E., & Özyaydin, B. (2015). Evaluation of the fit indices in different conditions: A simulation study. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 15(2), 535–543. <https://doi.org/10.12738/estp.2015.2.2098>
- Zyphur, M. J., Bonner, C. V., & Tay, L. (2023). Structural Equation Modeling in Organizational Research: The State of our Science and some Proposals for its Future. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*, 10 (1), 495-517.

### Translation of Arabic References:

- Abu Hashim, M. (2023). *Fit indices for construct validity and their applications in Arab psychological research*. **Arab Journal of Measurement and Evaluation**, 4(7), 1–25.
- Tighza, A. M., & Bouziane. (2012). *Exploratory and confirmatory factor analysis: Concepts and methodology using SPSS and LISREL*. Amman: Dar Al-Maseera.
- Al-Dosari, S. A. (2021). *The use of structural equation modeling in Arab psychological research during 2000–2020: Review and recommendations*. **Saudi Journal of Psychological Sciences**, 5(issue), 43–61.
- Amer, A. N. (2018). *Structural equation modeling for psychological and social sciences: Foundations, applications, and issues*. Riyadh: Naif University Publishing House.
- Amer, A. N. (2014). *Evaluating the use of structural equation modeling applications in psychological research*. **Arab Studies Journal**, 13(4), 707–777.
- Asiri, A. (2021). *The effect of estimation method and sample size on fit indices in path analysis as a type of structural equation modeling in psychological and educational research*. **Journal of Educational Sciences and Human Studies**, 7(18), 95–123.
- Al-Qahwaji, A. S., & Abu Awwad, F. M. (2018). *Structural equation modeling using AMOS*. Amman: Dar Wael for Publishing and Distribution.
- Al-Mahdi, Y. F. (2007). *Methodology of structural equation modeling and its applications in educational administration research*. **Journal of Education and Development**, 15(40), 9–41.
- Al-Zayoud, A. M. (2010). *Applied statistics in social sciences*. Amman: Dar Wael Publishing.
- Abu Shaar, A. A. (1997). *Sampling and its applications in social research*. Riyadh: Institute of Public Administration.
- Al-Nefaie, A. A. (2024). *Accuracy of fit indices in confirmatory factor analysis according to model complexity, sample size, distribution shape, and parameter estimation methods: A simulation study*. **Journal of Educational Sciences**, 46(2), 145–170