أداء مؤشرات حسن المطابقة
لتقويم نموذج المعادلة البنائية

إعـــداد
د. عبد الناصر السيد عامر
مدرس القياس والتقويم
كلية التربية بالإسماعيلية
جامعة قناة السويس

ملخـص

هدفت الدراسة إلى المقارنة بين مؤشرات حسن المطابقة χ^2 و NCP والمؤشرات المطلقة (GFI, AGFI, RMSEA) والمؤشرات المتزايدة (CFI, NNFI, NFI) فى ضوء أحجام عينة ٥٠، ١٠٠، ٢٠٠، ٢٥٠، ٥٠٠ وطريقة التقدير ULS, GLS, ML ودرجة سوء التحديد للنموذج (خفيف – متوسط – شديد).

أظهرت نتائج الدراسة انه فى ضوء نموذج محدد تحديداً حقيقياً فإن أكثر المؤشرات تحيزاً لحجم العينة هى χ^2 و NCP و NFI أما المؤشرات المطلقة GFI و AGFI أظهرت تحيزاً بدرجة متوسطة، وأما المؤشرات التى أظهرت عدم تحيزها لحجم العينة هى NNFI و RMSEA و CFI وتبين أن المؤشرات المطلقة لا تختلف قيمتها باختلاف طرق التقدير الثلاثة ML و ULS و GLS، أما المؤشرات المتزايدة أظهرت اختلاف فى قيمتها باختلاف طرق التقدير ML و ULS وذلك مقارنة بطريقة التقدير GLS. أما بالنسبة لسوء تحديد النموذج أظهرت مؤشرات NNFI و RMSEA و AGFI حساسيتها الشديدة لسوء تحديد النموذج خاصة لسوء التحديد المعتدل والشديد وأن طريقة ML يليها ULS أكثر حساسية لسوء تحديد النموذج من طريقة GLS. وأظهرت نتائج الدراسة أن مؤشرات RMSEA و AGFI و NNFI و CFI من المؤشرات العملية والبناءة لتقويم نموذج المعادلة البنائية.

أداء مؤشرات حسن المطابقة
لتقويم نموذج المعادلة البنائية

إعـــداد
د. عبد الناصر السيد عامر
مدرس القياس والتقويم
كلية التربية بالإسماعيلية
جامعة قناة السويس

مقدمة:

تزايد استخدام نموذج المعادلة البنائيـــة Structural Equation Model فـــى العلوم الاجتماعية والسلوكية وبصفة خاصـــة فـــى مجـــال علـــم الـــنفس والتربيـــة (Bollen 1995, Byrne, 1995, Hu & Bentler, 1999)، ونمـــوذج المعادلـــة البنائية يشير إلى النماذج العامة التى تتضمن التحليل العـــاملى التوكيـــدى وتحليـــل المتغير الكامن Latent Variable Analysis وتحليل المسار وتحليـــل الانحـــدار وتحليل التباين وكلها حالات خاصة منـــه (Hoyle, 1995, Hair et al., 1998)، وتسمى بنماذج تحليل بنية التغاير Covariance Structure Analysis (CSA). وتستخدم فى كثير من الأحيان كمرادف لنموذج الليزرال (Lisrel) وهو اختصـــار لمصطلح العلاقات البنائية الخطية Linear Structural Relationships (Hair et al., 1998, Schumaker & Lomax, 1996, والصياد 1985)، ومصـــطلح الليزرال (Lisrel) مرتبط باسم العالم الاحصائى السويدى Karl Joreskog.

ونموذج المعادلة البنائية يمثل مدخلاً إحصائياً شاملاً ومرناً لاختبار فروض حول علاقات بين متغيرات مقاسة ومتغيرات كامنـــة (Hoyle, 1995) وتشـــتمل علـــى ملامح من أساليب الانحدار والتحليل العاملى وذلك بدراسة العلاقـــات أو التـــأثيرات السببية بين المتغيرات الكامنة. والمتغير الكـــامن Latent variable يمثـــل البنـــاء

أو العامل المفترض، وهذا يبرز قوة المعادلة البنائية فى قدرتها على التعامل مع الأبنية التحتية للظواهر النفسية التى يصعب ملاحظتها.

ويتكون نموذج المعادلة البنائية من جزئين هما:

١- نموذج القياس Measurement Model: ويحدد كيفية التعبير عن المتغيرات الكامنة فى ضوء المتغيرات المقاسة.

٢- النموذج البنائى Structural Model: يحدد العلاقات أو التأثيرات المباشرة والتأثيرات غير المباشرة بين المتغيرات الكامنة.

ويستخدم هذا الأسلوب لاختبار العلاقات النظرية بين مجموعة من الأبنية التحتية أو المتغيرات الكامنة والمتغيرات المقاسة التى تكون بمثابة مؤشرات للمتغيرات الكامنة (Sugawara & MacCallum, 1993).

ويتشابه نموذج المعادلة البنائية مع أسلوب تحليل المسار فى دراسة التأثيرات المباشرة وغير المباشرة، ولكنه يختلف عن أسلوب تحليل المسار فى انه يتم دراسة هذه التأثيرات على مستوى الأبنية المفترضة أو المتغيرات الكامنة، ويهدف إلى اختبار النظريات التى تشرح وتفسر العلاقات بين مجموعة من المتغيرات، ويتم التحقق من هذا فى ضوء بيانات تجريبية أو بيانات غير تجريبية (Fan et al., 1999; Hu & Bentler, 1999).

ويستلزم لبناء نموذج المعادلة البنائية خطوات عديدة [يمكن الرجوع إلى: عامر (1998 و 2002), Schumaker & Lomax (1996)]. وبصورة مختصرة، يبدأ بناء النموذج بتحديد خصائص النموذج Model Specification وفيه تحدد طبيعة العلاقات بين المتغيرات المقاسة والمتغيرات الكامنة من جهة، والعلاقات بين المتغيرات الكامنة وبعضها من جهة أخرى ويتم هذا التحديد فى ضوء نظرية متماسكة أو نتيجة تراكم عدد من الدراسات، ثم تليها مرحلة تقدير معالم النموذج Model Estimation وتوجد عدة طرق للتقدير منها طريقة الاحتمال الأقصى Maximum Likelihood (ML) وطريقة المربعات الدنيا المعممة Generalized Least Squares (GLS) وطريقة المربعات الدنيا غير الموزونة

Unweighted Least Squares (ULS) وطريقة Asymptotic Distribution Free (ADF) التى تعتمد على التوزيع التقاربى الحر فى ضوء أحجام عينات كبيرة، ثم تليها مرحلة تقويم النموذج. وبصفة عامة فإن تطبيق نموذج المعادلة البنائية يتضمن هدفين أساسين هما تقدير معالم النموذج وتقدير حسن المطابقة للنموذج المفترض للبيانات المقاسة (Sugawara & MacCallum, 1993).

تقويم نموذج المعادلة البنائية

على الرغم من تزايد استخدام نموذج المعادلة البنائية، إلا انه توجد بعض القضايا المتعلقة بها ومازالت الآراء حولها متعارضة أحد هذه القضايا هى تقدير مطابقة النموذج (Fan et al., 1999) وتقدير مطابقة النموذج Model Fit نال كثيراً من الاهتمام البحثى مقارنة بأى مظهر آخر من مظاهر نموذج المعادلة البنائية (Cuttance, 1987) ولكن تبدو قضية تقويم النموذج غير محلولة وغير مفهومة، إذ كيف نفضل نموذج مقارنة بنماذج أخرى بديلة أو متنافسة لنفس البيانات (Marsh & Hau, 1996) وتقويم نموذج المعادلة البنائية يتم فى ضوء محكات أهمها معالم النموذج ومؤشرات المطابقة والقدرة التفسيرية للنموذج Interpretability والمقارنة بين النماذج البديلة (Hair et al., 1998, Marsh & Hau, 1996) والطريقة أو المدخل الأكثر استخداماً فى التراث لتقويم نموذج المعادلة البنائية هو مؤشرات المطابقة Fit Indexes وأصبح أداء هذه المؤشرات مجالاً خصباً للبحث فى نموذج المعادلة البنائية وذلك فى سبيل تطويرها (Hair et al., 1998, Hoyle & Panter, 1995, Hu & Bentler, 1993, 1995, 1999) وفى الوقت الحاضر لايوجد اتفاق عن أى مؤشر أفضل لتقويم النموذج، وقد أوصى العديد من الباحثين بالاعتماد على مؤشرات من تصنيفات عديدة لتقويم حسن مطابقة النموذج (Fan et al., 1999, Hu & Bentler, 1995, 1999, Joreskog & Sorbom, 1989, 1993, La du & Tanaka, 1989, Marsh et al., 1988, Tanaka, 1987)

مؤشرات تقدير حسن مطابقة النموذج

مؤشر حسن المطابقة فى نموذج المعادلة البنائية يقصد به المؤشر المستخدم فى تقدير مطابقة النموذج للبيانات وقيمته تقع فى المدى بين (0 , 1) حيث القيمة "صفر" تشير إلى سوء مطابقة والقيمة "واحد" تشير إلى مطابقة تامة، غير أن المؤشر χ^2 يختلف عن هذه القاعدة حيث إن القيمة "صفر" تشير إلى مطابقة كاملة والقيمة العليا تشير إلى سوء مطابقة (Muliak et al., 1989). معظم مؤشرات المطابقة تقع فى المدى (٠ ,١) ولكن توجد بعض المؤشرات تقع خارج نطاق هذا المدى.

ويتأثر أداء مؤشرات حسن المطابقة بعوامل عديدة أهمها الحساسية لحجم العينة وطريقة تقدير معالم النموذج ومدى البعد عن الاعتدالية للمتغيرات المقاسة ودرجة تعقيد النموذج Model Complexity والاستقلالية أو الاعتمادية بين المتغيرات الكامنة ودرجة تحديد النموذج (تحديد حقيقى – سوء تحديد) وتأثير هذه العوامل تناولها العديد من الباحثين أمثال:

(Bentler 1990, Fan et al., 1999, Gerbing & Andreson 1992, Hu & Bentler, 1993, 1995, 1999, La Du & Tanaka, 1989, Marsh et al., 1988, Mulaik et al., 1989, Sugawara & MacCallum 1993, Tanaka, 1987)

ولتوضيح مطابقة النموذج مع بيانات العينة فإنه يستلزم إيضاح بعض المصطلحات أهمها:

Σ مصفوفة التغاير فى المجتمع، S مصفوفة التغاير لبيانات العينة، Σ_Eمصفوفة التغاير المحللة من قبل نموذج المعادلة البنائية فى ضوء مصفوفة Σ ، و E مصفوفة التغاير المتطابقة من قبل النموذج فى ضوء مصفوفة التغاير للعينة (S).

والمطابقة قائمة على أساس الفروق بين مصفوفة التغاير للعينة الداخلة فى التحليل (S) والمصفوفة المحللة من قبل معالم النموذج (E) ويقال إن النموذج مطابق للبيانات لو أن الفرق بين المصفوفتين يكون مساوياً للصفر (S – E = 0)، أى يتم قبول الفرض الصفرى Ho : $\Sigma = \Sigma_E$. ويطلق على الفروق أو الاختلاف

بين المصفوفتين S, E بالاختلاف الامبريقى Empirical discrepancy (Marsh & Hau, 1996). وقد أرجع Marsh et al., (1988) هذا الاختلاف إلى خطأ المعاينة sampling error وخطأ التحديد للنموذج.

وأهم طريقتين فى التراث البحثى لتقويم مطابقة النموذج تتضمن مؤشر χ^2 لحسن المطابقة ويستند على أساس توزيعات عينة معروفة، ومؤشرات المطابقة وهى غير معروفة التوزيعات العينية تستخدم بصورة مكملة لمؤشر χ^2 (Cuttance, 1987, Hu & Bentler, 1995, 1999) ومؤشرات حسن المطابقة Goodness of Fit Indexes وسيلة لتكميم التباين المفسر فى نموذج المعادلة البنائية وهذا يشبه مؤشر R^2 فى الانحدار المتعدد (Hu & Bentler, 1995).

وقد صنفها (Joreskog & Sorbom, 1993, Schumaker & Lomax, 1996) إلى:

أولاً: مؤشر χ^2

ثانياً: مؤشرات مطابقة النموذج Model Fit

ثالثاً: مؤشرات مقارنة النموذج

بينما صنفها (Hu & Bentler, 1995, 1999, Marsh et al., 1988) إلى:

أولاً: مؤشر χ^2

ثانياً: مؤشرات المطابقة المطلقة Absolute Fit Indexes

ثالثاً: مؤشرات المطابقة المتزايدة Incremental Fit Indexes

وصنف (Tanaka & Huba 1989, Le Du & Tanaka 1989, Tanaka 1987) مؤشرات حسن المطابقة إلى مؤشرات متزايدة incremental indexes وهى تقيس المطابقة للنموذج فى ضوء النموذج الصفرى Null Model أو النموذج القاعدى Baseline Model، ومؤشرات غير متزايدة noncremental indexes حيث لا تستخدم المعلومات الخاصة بالنموذج الصفرى.

أولاً: مؤشر إحصاء χ^2

يعتبر مؤشر χ^2 من المؤشرات الأساسية لتقدير مطابقة نموذج المعادلة البنائية والقيمة المرتفعة لهذا المؤشر بالنسبة لدرجات الحرية تشير إلى أن المصفوفة الداخلة فى التحليل والمتولدة من العينة تختلف عن المصفوفة الناتجة من التحليل أو المحللة اختلافاً جوهرياً والدلالة الإحصائية لهذا المؤشر تشير إلى سوء مطابقة badness of fit للنموذج المحدد مع بيانات العينة، بينما تشير القيمة المنخفضة المصحوبة بعدم الدلالة الإحصائية إلى عدم وجود فروق جوهرية بين المصفوفتين (خطاب والصياد 1990 و Hair et al., 1998, Schumaker & Lomax 1996)، أى أن القيمة المنخفضة مع عدم الدلالة الإحصائية تشير إلى اتفاق ومطابقة النموذج مع البيانات والقيمة صفر تشير إلى مطابقة تامة، حيث إن مصفوفة البواقى $(S - E) = 0$ ولابد أن يتم تقويم مؤشر χ^2 فى ضوء حجم العينة ودرجات الحرية وأشار التراث بأنه إذا كان حاصل قسمة قيمة χ^2 على درجات الحرية ٣ فأقل يعنى اتفاق النموذج مع البيانات. ودائماً يسعى الباحثون إلى الحصول على قيم منخفضة لمؤشر χ^2 مع عدم دلالة إحصائية.

وتوجد عدة انتقادات موجهة لإحصاء أو لمؤشر χ^2 كمؤشر لحسن المطابقة أهمها أنه حساس جداً للبعد عن الاعتدالية للمتغيرات المقاسة الداخلة فى بناء نموذج المعادلة البنائية. وأن الانحراف عن الاعتدالية يزيد من قيمة χ^2 وهذا يقود إلى رفض غير صحيح للنماذج المحددة تحديداً حقيقياً فى ضوء أطر نظرية وبالتالى تكون قيمته معبره عن مطابقة النموذج إذا توفر شرط الاعتدالية، لأنه يتميز بعدم المناعة (الوقاية) robustlessness لاختلال شرط الاعتدالية (Bentler 1990, Hoyle, 1995, Kaplan, 1990, Schumaker & Lomax, 1996, Tanaka, 1987)، وتوصل Boomsma, (1983) بأنه إذا توافر التواء حاد للبيانات فإن قيمة χ^2 يحدث لها تضخم وذلك باستخدام طريقة (ML) (فى: Boomsma, 1987). أى أن اختلال شرط الاعتدالية يؤدى إلى عدم صلاحية مؤشر χ^2 لتقويم

نموذج المعادلة البنائية، لأن الدلالة الإحصائية لا تكون معبرة تعبيراً حقيقياً عن سوء مطابقة النموذج.

وأيضاً من أهم المحددات التى يعانى منها مؤشر χ^2 تحيزه لحجم العينة وأصبح لتأثير حجم العينة على المؤشر مجالاً للمناقشات والدراسة (Joreskog & Sorbom, 1993, Kaplan, 1990, Tanaka, 1987). والمسلمة الأساسية لنظرية اختبارات الفروض هى أن زيادة حجم العينة يؤدى إلى رفض الفرض الصفرى ($Ho: \Sigma = \Sigma_E$) أى وجود دلالة إحصائية وهذا يعنى أن النموذج غير متطابق مع البيانات على الرغم من التحديد الصحيح للنموذج فى ضوء نظرية متماسكة وفى هذه الحالة يتم اتخاذ قرار غير صحيح، وذلك لأن رفض الفرض الصفرى ليس لأن النموذج غير مطابق مع البيانات ولكن لزيادة حجم العينة، وفى هذه الحالة يتم رفض الفرض الصفرى على مستوى بيانات العينة ولكن النموذج صحيح على مستوى النظرية أو الإطار النظرى وهذا يؤدى إلى الوقوع فى الخطأ من النوع الأول.

ومؤشر χ^2 يكون مقياس مناسب لمطابقة النموذج لحجم عينة يتراوح بين 100 إلى 200 وأن الدلالة الإحصائية تكون أقل استقراراً مع حجم عينة أكبر من 200 وينصح باستخدام مؤشرات أخرى للمطابقة بجانب مؤشر χ^2 إذا زاد حجم العينة عن 200 (Hair et al., 1998, Schumaker & Lomax, 1996).

بينما يرى Boomsma (1987, 1983) أن مؤشر χ^2 يكون أداؤه متسقاً ومنطقياً لحجم عينة $\leq$ 100 وأنه من الخطورة الاعتماد عليه كمؤشر للمطابقة عند حجم عينة $\geq$ 100. والقيمة القرارية لمؤشر χ^2 لتقويم النموذج لعينات صغيرة ربما يكون غير صحيح (Bentler, 1990).

وإن قيمة مؤشر χ^2 لا تتأثر مع أحجام عينات مختلفة للنماذج الحقيقة المستهدفة ولكنها تتأثر بحجم العينة فى حالة النماذج غير الصحيحة التحديد (Marsh et al., 1988).

وتناول Geweke & Singlton (1980) أداء مؤشر χ^2 فى حالة استخدام طريقة (ML) لتقدير مطابقة نموذج التحليل العاملى التوكيدى باستخدام عينات من 10 و 30 و150 و300 وتوصلا إلى أن المؤشر يتصرف بمنطقية لحجم عينة (١٠) لبناء مكون من عامل واحد يتشبع عليه خمسة متغيرات ولحجم عينة (٣٠) لبناء مكون من عاملين كلاً منهم يتشبع علية خمسة متغيرات مقاسة (فى: Tanaka, 1987).

ويعانى مؤشر χ^2 بمحدد واضح وهو أن قيمته تقل بإضافة معالم إلى النموذج المراد تقدير مطابقته (Joreskog & Sorbom, 1993). ويجب الاعتماد على مؤشر χ^2 لمطابقة النموذج إذا توافرت مسلمات استخدامه وهى الاعتدالية المتدرجة للمتغيرات المقاسه وحجم عينة لا يقل ١٠٠ ونموذج محدد تحديداً صحيحاً (Hoyle, 1995, Hu & Bentler, 1995).

ثانياً: مؤشرات حسن المطابقة

يتم تقدير المطابقة فى ضوء مؤشر χ^2 وذلك فى ضوء قاعدة قرارية قائمة على أساس اختبارات الفروض وهى إما رفض وإما قبول المطابقة هى استراتيجية للقرار ثنائية المجال (Dichotomous Decision Strategy) ٥٠% قبول و٥٠% رفض وهذا لا يتيح للباحث تكميم درجة المطابقة على متصل (Fan et al., 1999, Hu & Bentler, 1995). كما أن الدلالة الإحصائية لمؤشر χ^2 تكون متأثرة بحجم العينة وبزيادة حجم العينة فإن قوة الاختبار الإحصائية تزيد ونتيجة لذلك فإن مطابقة النموذج تكون مرفوضة عند حجم عينة كبيرة كبراً كافياً حتى لو أن الفرق بين المصفوفتين S و E قليلة جداً وهذا يقود إلى رفض مطابقة النموذج ولكنه فى الحقيقة صحيح، ونتيجة لذلك فإن قبول أو رفض النموذج يكون دالة وظيفية لحجم العينة وهذا بالتأكيد غير مرغوب.

وللتغلب أو لتجنب بعض محددات مؤشر χ^2 تم تطوير العديد من مؤشرات حسن المطابقة على الرغم أن هذه المؤشرات قائمة على أسس نظرية ومنهجية مختلفة (Tanaka, 1987) بل إن مؤشرات حسن المطابقة جاءت لعدم رضا

الباحثين لمؤشر χ^2 عن استخدامه كمؤشر لمطابقة النموذج (Mulaik et al., 1989) وهذا يدعو إلى أن هذه المؤشرات تكون أقل غموضاً لتشير إلى مطابقة النموذج ومناسبته Model adequacy وذلك مقارنة بمؤشر χ^2 ولكن على حد قول Hu & Bentler (1995, 1999) يبدو أن هذا لم يتحقق كثيراً ومازالت مؤشرات حسن المطابقة تعاني من تأثرها ببعض العوامل التى تؤثر على مؤشر χ^2 . وعلى الرغم من التعديلات والتنقيحات على مؤشرات حسن المطابقة المختلفة إلا أن أدائها النسبى يتأثر ببعض الشروط والظروف (Gebring & Andreson 1992, Marsh et al., 1988) وفيما يلى عرض لأهم هذه المؤشرات:

١- مؤشرات المطابقة المطلقة:

يكون اهتمامها منصباً على مقدار التحسن فى النموذج موضع الدراسة (Hu & Bentler, 1999) وهذه المؤشرات تناظر مؤشر مربع معامل الارتباط المتعدد (R^2) فى الانحدار المتعدد (Tanaka & Huba, 1989) وتتأثر بدرجة متوسطة بحجم العينة (Marsh et al., 1988) وتحدد درجة المطابقة فى ضوء مقارنة مصفوفة التغاير للعينة (S) بالمصفوفة المحللة (E) (Fan et al., 1999) وفيما يلى أهم هذه المؤشرات:

أ- مؤشر حسن المطابقة Goodness of Fit Index (GFI)

يقيس مقدار التباين فى المصفوفة المحللة عن طريق النموذج موضع الدراسة وتتراوح قيمته بين (٠ ، ١) وتشير القيمة المرتفعة بين هذا المدى إلى تطابق أفضل للنموذج مع بيانات العينة (خطاب والصياد, ١٩٩٠) ويمكن استخدامه لمقارنة نماذج مختلفة لنفس البيانات (Joreskog & Sorbom, 1989).

ب- مؤشر حسن المطابقة المصحح Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI)

وقد طوره Joreskog & Sorbom ليصحح مؤشر GFI من تعقيد النموذج وتقبل مقبولية ومطابقة النموذج إذا زادت قيمة هذا المؤشر عن ٠,٩ ويمكن أن يستخدم لمقارنة نماذج مختلفة لنفس البيانات أو نموذج واحد لعينات مختلفة.

ج- مؤشر جذر متوسط مربع البواقى Root Mean Square Residual (RMSR)

وهو مقياس لمتوسط البواقى بين المصفوفة المقاسة والمصفوفة المستهلكة من قبل النموذج كما وضحه Joreskog & Sorbom (1984).

د- مؤشر جذر متوسط مربع الخطأ التقريبى:

Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)

وهذا المؤشر توصل اليه Steiger (1990) (فى: Joreskog & Sorbom, 1993) ويصحح ما يقوم به مؤشر χ^2 من رفض النموذج مع كبر حجم العينة كبراً كافياً ويختلف هذا المؤشر عن مؤشر (RMSR) بأنه مؤشر استدلالى وليس وصفى، بمعنى أن قراره يصلح للتعميم على مستوى المجتمع وقيمة مؤشر RMSEA ≤ ٠,٠٥ تدل على أن النموذج مطابق بصورة جيدة مع البيانات، وقيمته فى المدى (0.05 – 0.08) تدل على أن النموذج متفق مع البيانات بدرجة مقبولة. ويرى Rigdon (1996) أن هذا المؤشر أكثر مناسبة فى حالة استخدامه مع التحليل العاملى التوكيدى أو المقارنة بين نماذج بديلة أو متنافسة مع عينات كبيرة (فى: Hair et al., 1998).

٢- مؤشرات المطابقة المتزايدة Incremental Fit Indexes

ويطلق عليها البعض مؤشرات مقارنة النماذج وهى تعتمد فى تقديرها على مقارنة النموذج المحدد أو المستهدف مع النموذج الصفرى Null Model والنموذج الصفرى يفترض بوجود عامل واحد (متغير كامن) يتشبع عليه كل المتغيرات المقاسة (Hair et al., 1998) وتهدف هذه المؤشرات إلى قياس نسبة التحسن فى مطابقة النموذج مقارنة مع نماذج أخرى متولدة من نفس البيانات Nested Models وفيما يلى أهم مؤشرات المطابقة المتزايدة:

أ- مؤشر المطابقة المعيارى Normed Fit Index (NFI)

هذا المؤشر ابتدعه Bentler & Bonett (1980) وتتراوح قيمته بين (٠ ، ١) والقيم المرتفعة فى هذا المدى (أعلى من ٠,٩) تشير إلى مطابقة أفضل للنموذج.

ب- مؤشر المطابقة غير المعيارى Non-normed Fit Index (NNFI)

وهذا المؤشر ابتدعه Tucker & Lewis (1973) لتوظيفه فى أسلوب التحليل العاملى الاستكشافى باستخدام طريقة (ML)، ثم طوره Bentler & Bonett (1980) تحت مسمى Non-normed Fit Index وذلك لاستخدامه فى تقدير مطابقة نموذج المعادلة البنائية الخطية (كما ورد فى: Bentler, 1990, Schumaker & Lomax, 1996) وتعديل Bentler & Bonett هدف إلى التغلب على المشكلة الخاصة بمؤشر χ^2 وهى الحساسية لحجم العينة ولذلك فهو مؤشر غير متحيز unbiased لحجم العينة (Marsh et al., 1988, Tanaka, 1987) ويوصى باستخدامه للمقارنة بين النماذج المتنافسة لعدم تحيزه لحجم العينة (Shumaker & Lomax, 1996). والقيمة الأعلى من (٠,٩) تدل على أن النموذج مطابق للبيانات.

ج- مؤشر المطابقة المقارن Comparative Fit Index (CFI)

وهذا المؤشر طوره Bentler (1990) وحاول أن يعالج بعض المحددات الخاصة لمؤشر (NFI) والقيمة أعلى من ٠,٩ تدل على حسن مطابقة للنموذج مع البيانات.

العوامل التي تؤثر على أداء مؤشرات حسن المطابقة

أولا: حجم العينة

فى تعدد مؤشرات حسن المطابقة يجد الباحث نفسه فى حيرة لاختيار المؤشر المناسب للحكم على مطابقة نموذج المعادلة البنائية، وكما هو معروف أن هذه المؤشرات تعكس أطر نظرية مختلفة وتبدو غير واضحة فى التراث البحثى لكثير من الباحثين ولا توجد توجهات أو تعليمات واضحة وصريحة باختيار مؤشر المطابقة المفضل تحت ظروف معينة، كما أن التوزيعات العينية لهذه المؤشرات غير معروفة ماعدا إحصاء χ^2 وهذا يجعل عملية تفسير قيم المؤشرات يشوبها كثيراً من عدم المعرفة فى تراث تقويم نموذج المعادلة البنائية، كما أن أداء هذه المؤشرات يختلف باختلاف عوامل عديدة تؤثر على تحليل نموذج المعادلة البنائية.

وخلال مناقشة الباحث مع العديد من الباحثين النفسيين وجد أن عدد كبير منهم يحدد مقبولية ومطابقة النموذج فى ضوء مؤشر χ^2 دون النظر إلى المؤشرات الأخرى، على الرغم من المحددات التى يعانى منها مؤشر χ^2، فأحياناً يرفض الباحث النموذج المحدد فى ضوء تراث الظاهرة وقد يكون هذا القرار غير صحيح، لأن رفضه للنموذج ليس لأن هذا النموذج غير صحيح ولكن لأن المؤشر χ^2 حساس جداً لحجم العينة، على الرغم أن هذا يتعارض مع النظرية الإحصائية لاختبارات الفروض التى من أهم مسلماتها أن زيادة حجم العينة دليل كافى للثقة فى النتائج وزيادة القوة الإحصائية للاختبارات المستخدمة ويبدو هذا متناقضاً مع سلوك تقويم المعادلة البنائية. ومن المفضل أن لا نعتمد عن هذه القاعدة فى تقويم سلوك مؤشر χ^2 (Marsh et al., 1988, Mulaik et al., 1989). وأن مؤشرات حسن المطابقة جاءت لتعالج إلى حدا ما المحددات التى يعانى منها إحصاء (χ^2) ولكنها لم تستطيع التغلب على محدد واضح وهو التحيز لحجم العينة وإن عالجتها بدرجة متوسطة ويرى Kaplan (1990) أن الحساسية لحجم العينة وخاصة لأحجام عينة كبيرة يلعب دوراً فى سوء مطابقة النموذج Misfit Model. وإذا تغيرت قيمة مؤشر حسن المطابقة عبر أحجام عينات مختلفة للنموذج محدد تحديداً حقيقياً تحت نفس الظروف فيطلق عليه أنه مؤشر متحيز لحجم العينة.

وقد اعتمدت معظم الدراسات التى هدفت إلى دراسة تأثير حجم العينة على مؤشرات حسن المطابقة على دراسات (أو تجارب) مونت كارلو Monte Carlo التى تعتمد على توليد البيانات أو المحاكاة وأيضاً اعتمدت على العمل التحليلى الامبريقى (Tanaka, 1987) واستخدام هذا النوع من الدراسات يعود إلى سبب رئيسى وهو نقص النظرية التى تحدد التوزيع العينى لهذة المؤشرات (Bentler, 1990 Fan et al., 1999) وقد تناولت العديد من الدراسات تأثير حجم العينة على مؤشرات حسن المطابقة المطلقة والمتزايدة وقد تبين تأثير حجم العينة على هذه المؤشرات بدرجات مختلفة. فتوصل Marsh et al., (1988) خلال دراسة هدفت إلى دراسة تأثير حجم العينة على أكثر من "٣٠" مؤشر لحسن

المطابقة إلى أن كل هذه المؤشرات تتأثر بحجم العينة مع استثناء مؤشر Tucker & Lewis (1973) المطور عن طريق Bentler & Bonett (1980) (NNFI)، واتضح أن هذا المؤشر يعطى نتائج متسقة عبر أحجام عينات مختلفة. وتوصل Gebring & Andreson (1992) إلى أن مؤشرات حسن المطابقة ابتداء من مؤشر GFI وانتهاء بمؤشر NNFI تعطى اتفاق أفضل للنموذج مع بيانات العينة بزيادة حجم العينة. وتوصل Tanaka (1993) إلى أن مؤشرات GFI و AGFI و CFI معتمدة على حجم العينة (فى: Fan et al., 1999) واتفق Fan et al., (1999) مع Tanaka (1993) فى أن مؤشرات GFI و AGFI يتأثر تأثراً كبيراً بحجم العينة ولكن اختلف معه فى أن مؤشر CFI أقل تأثراً بحجم العينة.

ويبدو أن مؤشرات المطابقة المتزايدة أقل تأثراً بحجم العينة من المؤشرات المطلقة (Hu & Bentler, 1993, 1995)، وهذا يتفق مع Fan et al. (1999) حيث توصل إلى أن مؤشرات CFI و NNFI بالإضافة إلى مؤشر RMSEA هى أقل حساسية لحجم العينة وأن ١% من تباين المؤشرات المتزايدة وعلى الأخص مؤشر (NNFI) يعود إلى حجم العينة. وأشار Tanaka & Huba (1989) إلى أن مؤشر GFI اكثر مناسبة واتساقاً من مؤشر NFI فى حالة العينات الكبيرة (فى: Hu & Bentler, 1995) وأن مؤشر NFI يتأثر بحجم العينة ولا تصل قيمته إلى الواحد حتى لو أن النموذج محدد تحديداً صحيحاً خاصة للعينات الصغيرة (Bentler, 1990).

ومؤشر NNFI يقيس مطابقة النموذج تماماً فى كل أحجام العينة (Marsh et al., 1988) وتوصل Bentler (1990) إلى أن معامل الارتباط بين المؤشرات المتزايدة لحجم عينة ١٦٠٠ يقترب من الواحد الصحيح وأن الفروق بينهم تزول فى أحجام عينات كبيرة ماعدا مؤشر CFI حيث يرتبط بمقدار ٠,٩١ مع بقية المؤشرات المتلازمة. وعموماً المؤشرات المتزايدة قائمة على مسلمة استقلاليتها عن حجم العينة عند حسابها (Marsh et al., 1988).

ثانياً: طريقة التقدير

يبدو أن مؤشرات حسن المطابقة تختلف قيمتها باختلاف الطريقة المستخدمة فى تقدير معالم نموذج المعادلة البنائية وأيضاً بالتفاعل بين طريقة التقدير وحجم العينة وهذا غير واضح بصورة كافية فى التراث (Fan et al., 1999). وقد لاحظ Tanaka (1987) اختلاف مؤشرات حسن المطابقة باختلاف طريقة التقدير فى دراسته عن تأثير حجم العينة على هذه المؤشرات. ويزداد تأثير طريقة التقدير خاصة إذا كانت العلاقات بين المتغيرات الكامنة معتمدة (Hu & Bentler, 1995)، واعتمدت معظم الدراسات التى هدفت إلى دراسة تأثير طريقة التقدير على مؤشرات حسن المطابقة على ثلاث طرق للتقدير وهى ML و ADF و GLS وقد استخدم Fan et al., (1999) طريقة ML و طريقة GLS بينما استخدم Hu & Bentler (1993) ثلاثة طرق هى ML و GLS و ADF.

وعلى الرغم من أن مؤشرات GFI و AGFI أكثر المؤشرات تأثراً بحجم العينة إلا أنها أقل تأثراً بطريقة التقدير المستخدمة GLS و ML. وأن نسبة التباين المفسر لهذه المؤشرات باستخدام طريقة التقدير بلغت ١٥% وتراوحت نسبة التباين المفسر للمؤشرات المتزايدة CFI و NNFI و NFI من ٢٣% إلى ٤٦% (Fan et al., 1999) وهذا يتفق مع ما توصل إليه Sugawara & MacCallum (1993) حيث أشارا إلى أن المؤشرات المتزايدة أقل استقراراً عبر طريقة التقدير وذلك مقارنة بالمؤشرات المطلقة AGFI و GFI و RMSEA وهذا يتفق أيضاً مع ماتوصل إليه أيضاً (Hu & Bentler 1993, Le-Du & Tanaka, 1989, Tanaka, 1987). نظرياً وتحت توافر شرط الاعتدالية فإن تقديرات ML وGLS تكون متسقة عند أحجام عينات كبيرة ولحجم عينة ١٠٠ فإن قيمة مؤشر NFI باستخدام ML = 0.95 وقيمته باستخدام طريقة GLS = ١ وبزيادة حجم العينة تختفى الفروق بين قيم المؤشرات بين طريقتى التقدير (Fan et al., 1999) وبصفة عامة فإن قيم مؤشرات حسن المطابقة تعطى نتائج متسقة تقريباً لحجم عينة > ٢٠٠ (Fan et al., 1999, Hu & Bentler, 1993, Tanaka, 1987).

وتوصل La Du & Tanaka (1989) إلى أن أداء مؤشر المطابقة GFI أكثر استقراراً عبر طرق التقدير لنموذج محدد تحديداً حقيقياً من مؤشر NFI. ولاحظ Tanaka (1987) أن قيم مؤشر GFI تكون عالية فى حالة استخدام طريقة ML عنها فى حالة استخدام طريقة GLS.

ولنموذج محدد تحديداً حقيقياً فإن قيم NFI و NNFI فى حالة استخدام طريقة التقدير ML تكون أقل فى حالة استخدام طريقة GLS و ADF. إن المؤشرات المطلقة GFI و RMSEA دائماً تعطى نتائج متسقة عبر طريقتى التقدير ML و GLS (Sugawara & MacCallum, 1993).

ثالثاً: تحديد النموذج

تتأثر مؤشرات حسن المطابقة بدرجة تحديد النموذج تحديداً حقيقياً فدرجة سوء تحديد النموذج تؤثر تأثيراً بالغاً على قيم مؤشرات حسن المطابقة ويشير Kaplan (1990) إلى أن سوء تحديد النموذج المقاس والبنائى فى طريقة ML يؤدى إلى تقديرات متحيزة تسبب فى سوء مطابقة النموذج للبيانات.

ومن الدراسات المهمة التى أسهمت إسهاما بالغاً فى تناول هذه القضية دراسة Fan et al., (1999) وقد تبنوا ثلاثة نماذج، هى نموذج محدد تحديداً حقيقياً، ونموذج به سوء تحديد بدرجة خفيفة، ونموذج به سوء تحديد بدرجة متوسطة. وتوصل إلى أن المؤشرات المطلقة RMSEA و GFI و AGFI هى أكثر حساسية لسوء تحديد النموذج وذلك مقارنة بالمؤشرات المتزايدة CFI و NNFI و NFI، وبالنسبة لنموذج خفيف سوء التحديد يوجد تعارض بين مؤشرات المطابقة المتحصل عليها باستخدام طريقة ML و GLS حيث قيم المؤشرات المقدرة من طريقة (GLS) تظهر أن النموذج مطابق للبيانات عن قيم المؤشرات المتحصل عليها من طريقة ML، فعلى سبيل المثال للنموذج متوسط سوء التحديد اتضح أن قيمة مؤشر GFI (باستخدام GLS) = ٠,٩٥، وباستخدام (ML) = ٠,٧٩. واتضح أن مؤشر RMSEA أكثر حساسية لسوء تحديد النموذج وأن طريقة ML أكثر حساسية لسوء تحديد النموذج (Fan et al., 1999). ولسوء التحديد تأثير سلبى

على النموذج سواء كانت فى تقديرات معالمه أو الأخطاء المعيارية أو مؤشرات حسن المطابقة، ودائماً فى النماذج التى تعانى من سوء التحديد يحدث سوء اتفاق للنموذج مع البيانات فى ضوء مؤشرات حسن المطابقة.

تعليق عام وهدف الدراسة

أجريت العديد من الدراسات حول مدى مناسبة أداء مؤشرات حسن المطابقة لتقويم نموذج المعادلة البنائية الخطية. واتضح من هذه الدراسات أن أهم العوامل التى تؤثر على أداء هذه المؤشرات هى حجم العينة والاعتدالية للبيانات المقاسة ودرجة تعقيد النموذج ودرجة تحديد النموذج وطريقة التقدير المستخدمة.

اعتمدت معظم هذه الدراسات على أسلوب المحاكاة أو توليد البيانات وذلك فى ضوء نماذج تم تناولها من التراث البحثى فعلى سبيل المثال اعتمد Fan et al., (1999) على نموذج وضحه Joreskog & Sorbom (1989) ويبدو أن دراسات المحاكاة كانت أكثر شيوعاً فى معظم الدراسات السابقة، ولكن يوجد مدخل أخر لدراسة تأثير هذه العوامل على سلوك المعادلة البنائية وهى الاعتماد على بيانات حقيقية لنماذج محددة وبيانات معروفة خصائصها (Cuttance, 1987) ولكنها تعتمد على قواعد بيانات لأحجام عينات كبيرة. وإن كان الاعتماد على البيانات الحقيقية يضع قيوداً فى دراسة هذه العوامل.

أما فيما يخص حجم العينة، فقد اتضح أن أكثر المؤشرات تأثراً بحجم العينة هو مؤشر χ^2 ومعظم مؤشرات حسن المطابقة تتأثر بحجم العينة بدرجات مختلفة ولكن يبدو أن المؤشرات المطلقة هى أكثر تأثراً بحجم العينة من المؤشرات المتزايدة وأن أهم المؤشرات المتزايدة الأقل تحيزاً لحجم العينة هى مؤشر (NNFI). وقام Donald & Marsh (1990) بتطوير مؤشر Non-Centrality parameter (NCP)لمعالجة مشكلة التحيز لحجم العينة والدراسات حول أداء هذا المؤشر تبدو قليلة فى التراث.

ويبدو أن تأثير طريقة التقدير على أداء مؤشرات حسن المطابقة عملية صعبة إلى حد ما وذلك لتداخلها مع حجم العينة وتمت المقارنة فى التراث حول ثلاث

طرق هما ML و GLS و ADF ويبدو أن أداء مؤشرات حسن المطابقة (ذلك فى ضوء التراث البحثى) تظهر اختلافاً جوهرياً بين طرق التقدير الثلاثة ML و GLS و ADF فى ظل نموذج محدد تحديداً دقيقاً، ولم يتناول التراث البحثى طريقة التقدير (ULS) بالبحث والدراسة الكافية.

ويبدو أن قضية سوء تحديد النموذج وأثرها على أداء مؤشرات حسن المطابقة غير واضحة بشكل مرضى فى التراث وهذا مادعا Fan et al., (1999) إلى مناشدة الباحثين إلى تبنى درجات مختلفة من سوء التحديد ودراسة أثرها على أداء هذه المؤشرات ويبدو أن قضية سوء التحديد لم يتم تناولها بالقدر الكافى؛ وذلك لأنه لا يوجد معيار واضح لدرجات سوء تحديد النموذج، فهل يكون سوء التحديد بحذف مسارات دالة أم بإضافة مسارات غير حقيقية فى النموذج.

وفى ضوء العرض السابق فإن الدراسة الحالية تهدف إلى المقارنة بين أداء مؤشرات حسن المطابقة فى ضوء عدة عوامل وهى:

١- حجم العينة ٢- طريقة التقدير ٣- تحديد النموذج

أهمية الدراسة

١- الدراسة اعتمدت على المقارنة بين أداء مؤشرات حسن المطابقة فى ضوء عوامل مختلفة وهى حجم العينة وطريقة التقدير وسوء التحديد وهذه المقارنة قام بها العديد من الباحثين فى التراث الأجنبى ولكن الدراسة الحالية اكتسبت أهميتها فى ضوء إبراز هذه المقارنة على البيئة المصرية وذلك فى ضوء بيانات مأخوذة من اختبار طبق على عينات مصرية.

٢- كما أن أهمية الدراسة الحالية تكمن فى إنها اعتمدت على بيانات حقيقية لإجراء هذه المقارنة وهذا يختلف عن الكثير من الدراسات التى اعتمدت على دراسة هذه المقارنات فى ضوء بيانات المحاكاة.

٣- إبراز قضية سوء التحديد وأثرها على أداء مؤشرات حسن المطابقة وتبنى الباحث الحالى تصنيف لم يتداول فى التراث لدرجات سوء التحديد وأن اعتمد بدرجة كبيرة على ماتبنى Fan et al., (1999) لسوء التحديد.

الطريقة والإجراءات

أولاً: المؤشرات التى تناولتها الدراسة

على الرغم من وفرة مؤشرات حسن المطابقة إلا أن الدراسة الحالية لا تتضمن مؤشرات البساطة؛ لأن هذه المؤشرات تكون فعالة فى حالة المقارنة بين نماذج مختلفة والدراسة الحالية لا تعتمد على المقارنة بين نماذج مختلفة لبيانات العينة، إنما تعتمد على نموذج للمعادلة البنائية الخطية فى ضوء بيانات واقعية.

وتعتمد الدراسة بصورة أساسية على المؤشرات الآتية:

١- مؤشر (χ^2) ومؤشر (NCP)

٢- المؤشرات المطلقة (AGFI, GFI, RMSEA)

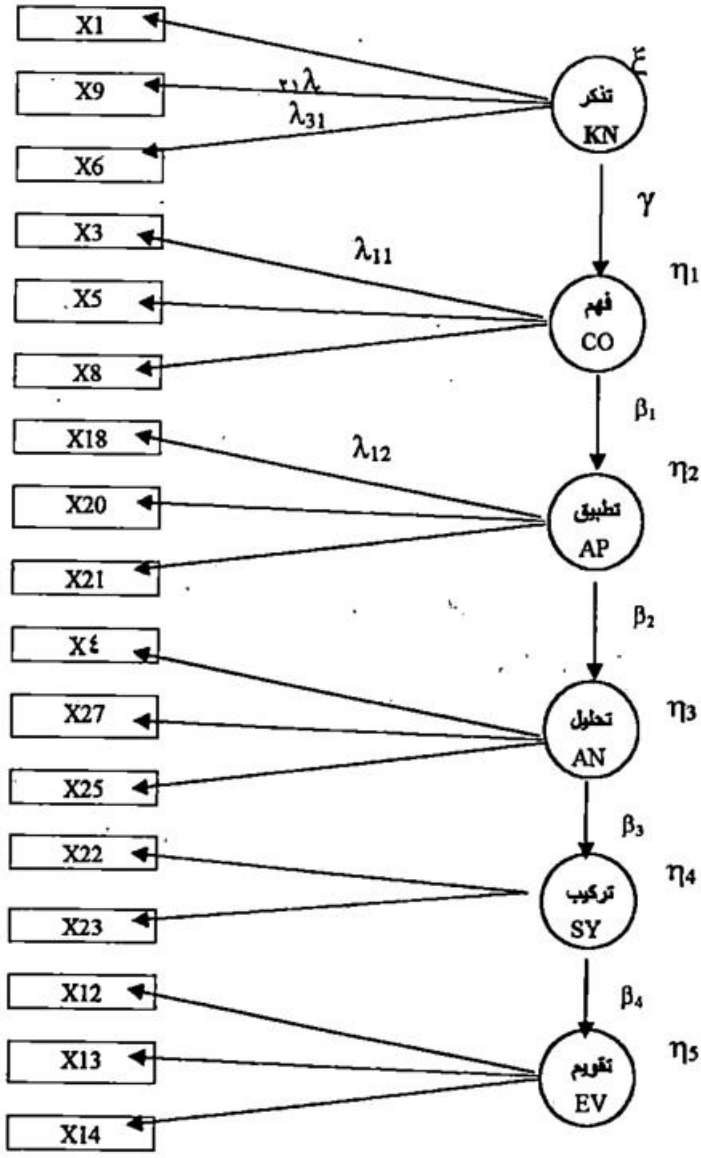
٣- المؤشرات المتزايدة (NFI, NNFI, CFI)

ويعتبر النموذج مطابق للبيانات فى ضوء المؤشرات المطلقة GFI و AGFI والمؤشرات المتزايدة NNFI, CFI, NFI إذا زادت قيمتهم عن ٠,٩ ولمؤشر χ^2 بالقيمة المنخفضة مع عدم الدلالة الإحصائية ولمؤشر RMSEA إذا كانت قيمته ٠,٠٥ فأقل ويمكن قبول مطابقة النموذج فى ضوء المؤشر الأخير إذا كانت قيمته ٠,٠٨ فأقل ولمؤشر NCP بالقيمة المنخفضة له.

ثانياً: نموذج المعادلة البنائية القائمة عليه الدراسة

اعتمد الباحث على نموذج للمعادلة البنائية سبق أن أعده فى مرحلة الدكتوراه (٢٠٠٢) ويهدف إلى التحقق من الصدق البنائى لتصنيف بلوم المعرفى فى ضوء هرميته المفترضة للعمليات العقلية الستة المفترضة فى تصنيفه وهى التذكر والفهم والتطبيق والتحليل والتركيب والتقويم وتم بناء اختبار تحصيلى مكون من ١٧ سؤال موزعين على المستويات الستة كالآتى:

التذكر ممثل بـ (٣) والفهم بـ (٣) والتطبيق بـ (٣) والتحليل (٣) والتركيب (٢) والتقويم (٣). وطبق هذا الاختبار على طلاب الفرقة الرابعة شعبة تعليم ابتدائى فى كلية التربية بالإسماعيلية وبالسويس جامعة قناة السويس وطلاب الدراسات العليا (دبلوم مهنى ودبلوم عام) بالكليتين فى مقرر القياس النفسى والإحصاء التربوى وبلغ حجم العينة الكلية ٧٨٢ طالب وفى نموذج المعادلة البنائية المفترضة.



شكل (١): نموذج المعادلة البنائية لتصنيف بلوم المعرفى

حيث ξ (اكساى) المتغير الكامن المستقل، η (ايتـا) المتغيـر الكـامن التـابع، γ (جاما) قيمة التأثير من متغير كامن مستقل إلى متغير كامن تابع، β (بيتا) قيمـة

التأثير من متغير كامن تابع لمتغير كامن تابع أخر، λ (لمدا) قيمة تشبع المتغير المقاس على المتغير الكامن و X تشير إلى السؤال.

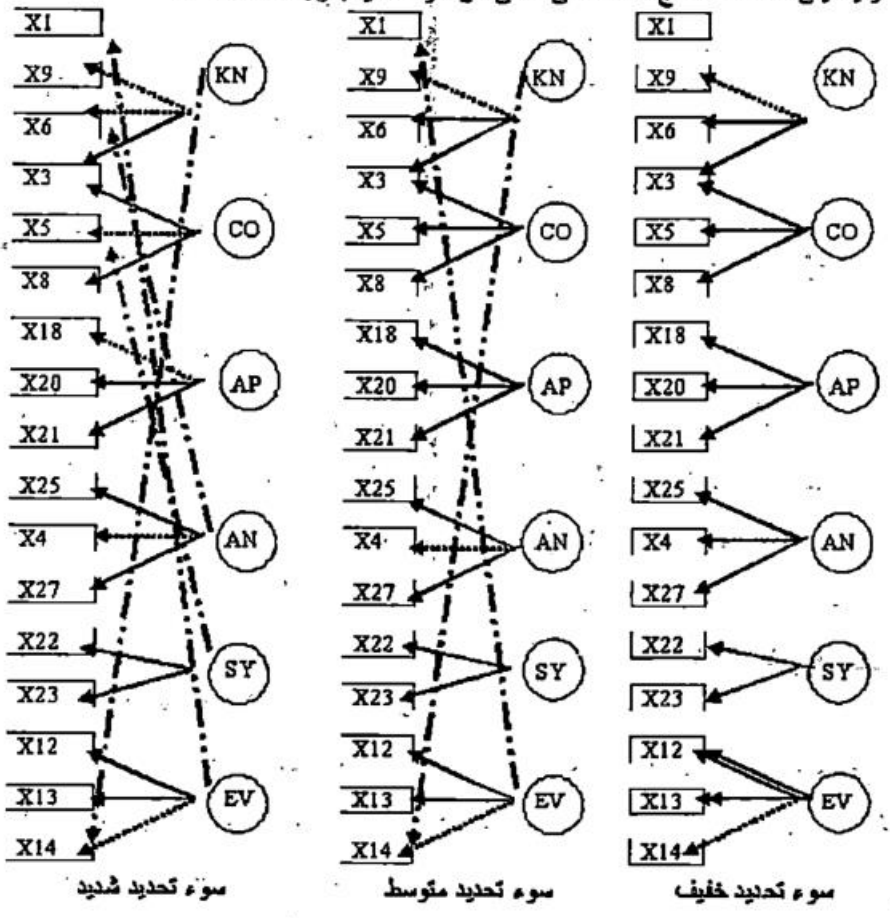
أما بالنسبة لسوء تحديد النموذج، فتبين من التراث عدم وضوح الرؤية حول تعريف النموذج، الذى يعانى من سوء تحديد بدرجات مختلفة، وذلك لأن سوء التحديد يأخذ أشكال مختلفة ويعرف Kaplan (1990) سوء التحديد عن طريق حذف متغيرات أو حذف مسارات لها تأثير فى النموذج (وهى المسارات أو التأثيرات التى تكون قيمة T المقابلة لها تزيد عن ١,٩٦). وعند حذف مسارات لها تأثير دال إحصائيا فإنه يعرف بخطأ التحديد الداخلى Internal Specification error وأحياناً يحدث سوء تحديد بإضافة مسارات خاطئة إلى النموذج حيث لا يكون له أساس نظرى وقد صنف Fan et al., (1999) سوء التحديد بتصنيفين أحدهما سوء تحديد خفيف ويتم ذلك بحذف مسارين لهما تأثير فى النموذج والآخر سوء تحديد متوسط ويتم ذلك بحذف ستة مسارات دالة إحصائيا من النموذج وإضافة مسارين غير صحيحين فى النموذج وقد اعتمد الباحث الحالى على تحديد درجة سوء التحديد فى ضوء ثلاثة تصنيفات:

١- سوء تحديد بدرجة خفيف: بحذف مسارين لهما تأثير دال إحصائيا من النموذج.

٢- سوء تحديد بدرجة متوسط: بحذف ثلاثة مسارات دالة إحصائيا وإضافة مسارين غير صحيحين فى النموذج.

٣- سوء تحديد بدرجة عالية: بحذف ستة مسارات دالة إحصائيا وإضافة أربعة مسارات غير صحيحة فى النموذج.

وفيما يلى مخطط للنماذج الثلاثة التى تعانى من سوء تحديد بدرجات مختلفة :



حيث ـــــ مسار محذوف ، ـــ·ـــ مسار مضاف

شكل (٢): النماذج التى تتميز بسوء تحديد خفيف ومتوسط وشديد

ثالثاً: تصميم الدراسة :

الدراسة اتبعت تصميماً قائماً على العوامل التى تؤثر فى تقدير مؤشرات حسن المطابقة وهذه العوامل هى:

١- حجم العينة:

تم تناول أحجام عينة مختلفة وهى: ٥٠ و ١٠٠ و ٢٠٠ و ٢٥٠ و ٥٠٠

واعتمد الباحث على هذه الأحجام نظراً لأن معظم الدراسات اعتمدت عليها وقد اعتمد Marsh et al., (1988) على أحجام عينات ٢٥، ٥٠، ١٠٠، ٢٠٠، ٤٠٠، ٨٠٠، ١٦٠٠، بينما اعتمد Fan et al., (1999) على عينات ٥٠، ١٠٠، ٢٠٠، ٥٠٠، ١٠٠٠، واعتمد Bentler (1990) على عينات ٥٠، ١٠٠، ٢٠٠، ٤٠٠، ٨٠٠، ١٦٠٠.

وقد تبنى الباحث معيار عينة صغيرة إلى حد ما لحجم من ٥٠ إلى ١٠٠ وحجم عينة متوسط من ١٠٠ إلى ٢٥٠ وحجم عينة كبيرة من ٥٠٠ فأكثر. وقد أشار Schumaker & Lomax (1996) إلى انه من خلال الاطلاع على الدراسات التى تناولت نموذج المعادلة البنائية اتضح أن حجم عينة من ٢٠٠ – ٢٥٠ يعتبر كافياً وتحديد حجم العينة يختلف من نموذج إلى آخر، حيث يشير بعض الباحثين إلى قاعدة هامة وهى تمثيل كل متغير مقاس فى النموذج بخمسة مفحوصين، والبعض يشير إلى تمثيل كل متغير مقاس بعشرة مفحوصين والنموذج الموضح بالدراسة الحالية يشمل على ١٧ متغير مقاس. فإذا مثلنا كل متغير مقاس بخمسة مفحوصين، بذلك يكون الحد الأدنى لأفراد العينة "٨٥" وإذا مثلنا كل متغير مقاس بعشرة مفحوصين فإن الحد الأدنى "١٧٠".

٢- طريقة التقدير:

تم استخدام ثلاثة طرق لتقدير معالم نموذج المعادلة البنائية هم ULS و ML و GLS. حيث لم تتبن معظم الدراسات طريقة ULS بل تبنت طريقتى ML و GLS

٣- تحديد النموذج

تبنى الباحث نموذجاً محدداً تحديداً حقيقياً ونفس النموذج بدرجات مختلفة من سوء التحديد هما سوء تحديد خفيف (حذف مسارين) وسوء تحديد متوسط (حذف ثلاثة مسارات وإضافة مسارين غير صحيحين فى النموذج) وسوء تحديد بدرجة كبيرة (حذف ستة مسارات دالة إحصائيا وإضافة أربعة مسارات غير صحيحة).

رابعاً: استراتيجية التحليل:

اعتمد الباحث على البرنامج الإحصائى (Lisrel 8) من إعداد Joreskog & Sorbom (1993) وذلك لأن البرنامج يتيح إعطاء كل مؤشرات حسن المطابقة وسيتم اختيار أحجام عينة مختلفة الموضحة سالفاً من حجم العينة الكلية (٧٨٢) وذلك باستخدام أمر Simple Random Sample عن طريق حزمة البرنامج الإحصائى (SPSS)، ثم يتم إعداد خمسة مصفوفات ارتباطية للعينات الخمسة وذلك فى ضوء المتغيرات المقاسة "١٧" وسيتم معالجة كل مصفوفة من المصفوفات الخمسة فى ضوء عوامل الدراسة.

النتائج

أولا: تأثير حجم العينة وطريقة التقدير على أداء مؤشرات حسن المطابقة لنموذج حقيقى.

جدول (١): قيم مؤشرات حسن المطابقة فى ضوء أحجام عينات (٥٠، ١٠٠، ٢٠٠، ٢٥٠، ٥٠٠) وثلاث طرق للتقدير (ULS و GLS و ML) لنموذج محدد تحديداً حقيقياً

	50			100			200			250			500		
	ML	GLS	ULS	ML	GLS	ULS	ML	GLS	ULS	ML	GLS	ULS	ML	GLS	ULS
χ^2	122.5 (0.20)	81.62 (0.88)	74.02 (0.98)	126.1 (0.17)	89.5 (0.96)	115.5 (0.44)	137.6 (0.08)	133.6 (0.12)	125.2 (0.33)	116.2 (0.43)	99.99 (0.82)	122.7 (0.18)	141.5 (0.07)	134.1 (0.06)	133.7 (0.0)
NCP	8.55	0.00	0.00	12.01	0.00	1.50	23.63	19.60	11.77	2.16	0.00	١٢,٢٥	28.5	23.12	١٢,٧١
الدلالة الحالية															
RMSEA	0.39	0.0	0.0.	0.033	0.0	0.012	0.032	0.029	0.023	0.008	0.00	٠,٠٢٩	0.022	0.02	٠,٠١٨
GFI	0.79	0.80	0.86	0.87	0.89	0.90	0.93	0.92	0.95	0.95	0.95	٠,٩١	0.97	0.97	٠,٩٧
AGFI	0.71	0.74	0.82	0.83	0.86	0.87	0.90	0.89	0.93	0.93	0.94	٠,٩١	0.97	0.97	٠,٩٧
الدلالة الحالية															
NFI	0.480	0.92	0.63	0.63	0.91	0.68	0.77	0.92	0.81	0.84	0.96	0.84	0.90	0.97	0.90
NNFI	0.90	1.05	1.27	0.94	1.02	0.99	0.96	0.99	0.97	1.00	1.01	0.97	0.97	0.99	0.96
CFI	0.91	1.00	1.00	0.95	1.00	0.99	0.95	0.99	0.98	1.00	1.00	٠,٩٨	0.98	0.99	٠,٩٧

١- مؤشر χ^2 .

تبين من جدول (١) أن قيمة مؤشر χ^2 تختلف عبر العينات المختلفة وذلك باستخدام الطرق الثلاثة فكانت قيمته باستخدام ULS ٧٦,٠٢ (N=50)، و ١١٥,٥ (N=100)، و ١٢٥,٢ (N = 200)، و ١٢٧,٧ (N =250)، و ١٥٥,٧ (N = 500)، كما أن قيمته بالنسبة للطريقتين ML و GLS زادت أيضاً بزيادة حجم العينة ما عدا حجم عينة ٢٥٠، وعند عينات أقل من ٥٠٠ تم مطابقة النموذج للبيانات عند مستوى دلالة إحصائية ٠,٠٥ وذلك لأن الدلالة الإحصائية لمؤشر χ^2وهى قيمة P كانت أكبر من ٠,٠٥ ($P > 0.05$) ولكن عند حجم عينة ٥٠٠ تم رفض النموذج ومطابقته للبيانات باستخدام طريقتى ULS و ML، أى بزيادة حجم العينة تم رفض النموذج المحدد تحديداً حقيقياً وخاصة إذا زاد حجم العينة عن ٢٥٠ وهذا يتفق مع Tanaka (1987) و Marsh et al., (1988) .

ويتضح أن أداء مؤشر χ^2 أفضل وتتسق قيمته القرارية عبر الطرق المختلفة عند حجم عينة ٥٠، ١٠٠، ٢٠٠ وهذا يختلف مع Boosmsa (1983, 1987) و(1990) Bentler حيث يحذروا من استخدام هذا المؤشر على عينات أقل من ٢٠٠. ويتضح من جدول (١) أن هذا المؤشر لا يختلف قيمته القرارية لحجم عينة ≥ ٢٥٠ وأن قيمة مؤشر χ^2 باستخدام طريقة ML أكبر من قيمته فى حالة استخدام طريقة GLS لكل الأحجام ولكن قيمته فى حالة استخدام طريقة ML تكون أكبر من قيمة فى حالة استخدام طريقة ULS عند حجم عينه ٢٠٠ فأقل وعند حجم عينة أكبر من ٢٠٠ فإن قيمة χ^2 فى حالة استخدام طريقة ULS تكون أكبر من قيمتها فى حالة استخدام طريقة ML.

٢- مؤشر NCP

ويتبين من جدول (١) أن مؤشر NCP يتأثر بحجم العينة، حيث اتضح أن قيمته باستخدام ML تزيد بزيادة حجم العينة ماعدا حجم العينة ٢٥٠، حيث بلغت ٢,١٦ وعند حجم عينة ٢٠٠ بلغت قيمته ٢٣,٦٣. واتضح أن قيمة NCP فى حالة ML أعلى من قيمته فى حالة طريقة GLSلكل أحجام العينات. وفى ضوء

ذلك يتضح تحيز مؤشر NCP لحجم العينة وهذا يتعارض مع McDonald & Marsh (1990) حيث طوروا هذا المؤشر لمعالجة التحيز للعينة الخاصة بمؤشر χ^2.

٣- المؤشرات المطلقة:

أ- مؤشر RMSEA

يتضح من جدول (١) أن الفروق بين قيمة هذا المؤشر تكون مختلفة اختلافا طفيفاً بين أحجام العينات ٢٠٠، ٥٠٠ وتوجد فروق واضحة بين قيم المؤشر عند أحجام ٥٠، ١٠٠، ٢٥٠. ولكن يبدو أن القيمة القرارية وهى قبول مطابقة النموذج للبيانات لا تختلف من حجم عينة ٥٠ إلى حجم عينة ٥٠٠، أى أن القيمة القرارية تميزت بالاستقرار عبر العينات المختلفة وهذا عكس مؤشر χ^2 الذى تأثرت القيمة القرارية له بزيادة حجم العينة وهذا يتفق مع Steiger (1990) و Fan et al., (1999).

وتبين أن قيمته تكون أكثر استقراراً عبر أحجام العينات المختلفة باستخدام طريقة ML وقيمة مؤشر RMSEA تميل إلى أن تكون أقل فى حالة استخدام طريقة GLS من قيمته فى حالة استخدام طريقتى ML و ULS وأظهر هذا المؤشر كفاءة فى تحديد مطابقة النموذج للعينات باستخدام الطرق الثلاثة عند حجم عينة ٢٥٠ ويبدو أن تصرف المؤشر عبر طرق التقدير المختلفة لا يتسم بالاستقرار وذلك فى ضوء قيمته، وهذا يختلف مع Sugawara & McCallum (1993) ويتفق معه فى أتساق المؤشر من حيث قيمته القرارية، حيث توصل Sugawara & McCallum (1993) إلى أن قيمة هذا المؤشر لنموذج محدد وباستخدام طريقة ML و GLS هى على التوالى: ٠,٠٩ و ٠,٠١٦ لنموذج أخر ٠,٦ و ٠,٠٥.

ب- مؤشر GFI

يظهر هذا المؤشر درجة من التحيز لحجم العينة حيث إن قيمته لحجم عينة (١٠٠) لكل طرق التقدير أكبر من قيمته لحجم العينة (٥٠) لكل طرق التقدير

أيضاً، ولكنه يعطى نتائج متسقة لحجم عينة أكبر من ٢٠٠ لكل طرق التقدير وهـذا يتفق مع Tanaka & Huba (1989) حيث أكدوا على أهمية استخدام هذا المؤشر فى حالة العينات الكبيرة وتختلف نتيجة الدراسة الحالية مع Tanaka (1993) و Fan et al., (1999) حيث أشاروا إلى أن هذا المؤشر يتأثر بزيادة حجم العينة ولكن يبدو أن نتائجهم تتفق فى حالة حجم عينة ٥٠، ١٠٠، ٢٠٠ ولكن إذا ما زادت العينة عن ٢٠٠ فتبدو نتائجهم لا تتفق مع الدراسة الحالية.

كما أن قيمة مؤشر GFI لا يختلف باختلاف طرق التقدير حيث إن قيمة هذا المؤشر أظهرت سوء مطابقة للنموذج مع البيانات لأحجام العينات ٥٠ و ١٠٠ لكل طرق التقدير الثلاثة ML و GLS و ULS وهذا يتفق مع Fan et al., (1999) و Hu & Bentler (1993) و Sugawara & McCallum (1993) و La Du & Tanaka (1989).

ج- مؤشر AGFI

تبين من جدول (١) أن قيمة هذا المؤشر تقل عن قيمة GFI وهذا شىء طبيعى؛ لأنه يصحح مؤشر GFI من مدى تعقيد النموذج وهذا شبيه بمؤشر معامل الارتباط المصحح فى تحليل الانحدار. يتضح تأثره بحجم العينة بدرجة ملحوظة خاصة فى حالة حجم عينة ٢٠٠ فأقل ويبدو أن قيمته تتسق لأحجام عينة ٢٥٠ فأكثر، وتبين أن قيمته فى حالة العينة ٥٠٠ للطرق الثلاثة هى على التوالى ٠,٩٧ و ٠,٩٧ و ٠,٩٧ فى ضوء ذلك يبدو تأثره بحجم العينة فى حالة العينات الصغيرة ولكن مع زيادة حجم العينة تتجه قيمته إلى الاستقرار عبر العينات الكبيرة وهذا يتفق مع Marsh et al., (1988) و Fan et al., (1999) و Tanaka (1993) و Sugawara & McCallum (1993)

٤- المؤشرات المتزايدة:

أ- مؤشر NFI

تبين من جدول (١) مدى التحيز الكبير لهذا المؤشر لحجم العينة حيث اختلفت قيمته عبر العينات المختلفة ويتضح ان قيمته باستخدام طريقة ML لحجم عينة ٥٠

= ٠,٤٨ ولحجم عينة ١٠٠ = ٠,٦٥ ولعينة ٢٠٠ = ٠,٧٧ ولعينة ٢٥٠ = ٠,٨٤ ولعينة ٥٠٠ = ٠,٩٠ وهذا يختلف مع Bentler & Bonett (1980) حيث أشاروا إلى استخدام هذا المؤشر للمقارنة بين نماذج فى حالة عينات مختلفة. وقيمة هذا المؤشر دائماً صغيرة مقارنة بالمؤشرات المتزايدة الأخرى NNFI و CFI وفى هذا الصدد يشير Bentler (1990) بأن قيمة مؤشر NFI لا تصل إلى "١" الواحد حتى لو كان النموذج محدد تحديداً حقيقياً.

والملفت للنظر فى أداء هذا المؤشر هو الاختلاف الشديد فى قيمته عبر طرق التقدير الثلاثة، إن قيمته بالنسبة لعينة (٥٠) وباستخدام GLS = ٠,٩٢ وهى تعنى اتفاق ومطابقة تامة للنموذج مع البيانات بينما قيمته فى حالة ML = ٠,٤٨ وفى حالة ULS = ٠,٦٣ تعنى أن النموذج سيء المطابقة مع البيانات وحتى فى حالة حجم عينة ٢٥٠ يتضح أن قيمته فى حالة ML و ULS = ٠,٨٤ بينما فى حالة طريقة GLS = ٠,٩٦ وهذا التناقض الشديد بين أداء المؤشر بالنسبة لطرق التقدير توصل إليه أيضاً Sugawara & McCallum (1993) ويبدو أن القيمة القرارية لهذا المؤشر تتميز بالاتساق عبر طرق التقدير الثلاثة فى حالة حجم عينة ٥٠٠ فأكثر وهذا يختلف مع كلاً من Hu & Bentler (1993) و Tanaka (1987) و(1999) Fan et al., حيث أشاروا إلى أن هذا المؤشر يعطى أتساق لقيمته وقراره عبر حجم عينة أكبر من ٢٠٠.

ب- مؤشر NNFI

أظهر هذا المؤشر درجة عالية جداً من الاتساق لقيمته عبر أحجام العينات المختلفة بدرجة تفوق كل المؤشرات السابقة حيث أعطى قيماً متسقة لكل أحجام العينات ولكن هذا المؤشر أظهر مطابقة للنموذج فى حالة العينات الصغيرة بدرجة تفوق مطابقة النموذج فى حالة العينات الكبيرة ويبدو هذا مختلفاً عن المؤشرات السابقة وبلغت قيمته فى حالة طريقة GLS و طريقة ULS لحجم عينة ٥٠ على التوالى (١,٠٥ و ١,٢٧) وقيمته باستخدام الطريقتين لحجم عينة ١٠٠ (١,٠٢ و ٠,٩٩) ولحجم عينة ٢٠٠ (٠,٩٩ و ٠,٩٨) و لحجم عينة ٢٥٠ (١,٠١ و ٠,٩٧) ولحجم عينة ٥٠٠ (٠,٩٩ و ٠,٩٦).

وتبين أن قيمته فى حالة طريقتى GLS تكون أعلى من قيمته فى حالة استخدام طريقة ML لكل أحجام العينات. وأن المؤشر يقبل مطابقة النموذج لأحجام العينة المختلفة وهذا عكس مؤشر NFI وهذا يتفق مع Hu & Bentler (1993, 1995) و Marsh et al., (1988) و Bentler & Bonett (1980) و Tanaka (1987) و Fan et al., (1999) ولكن يتضح أن قيمة المؤشر تختلف عبر طرق التقدير المختلفة وهذا يتعارض مع Fan et al., (1999).

ج- مؤشر CFI

أظهر هذا المؤشر اتساقاً عبر أحجام العينات المختلفة وإن كان اتساقه يزيد بزيادة حجم العينة عن ١٠٠، حيث فى حالة حجم العينة ٥٠٠ بلغت قيمة المؤشر لطرق التقدير الثلاثة ٠,٩٨ (ML) و ٠,٩٩ (GLS) و ٠,٩٧ (ULS) وهذه القيمة تتعارض مع ما توصل إليه Tanaka (1993) حيث أشار إلى اعتماد هذا المؤشر على حجم العينة وإن كان هذا صحيحاً جزئياً لأحجام عينات أقل من ١٠٠ والدراسة الحالية تتفق مع Fan et al. (1999) حيث أشار إلى أن هذا المؤشر أقل تحيز لحجم العينة. ويتضح أن المؤشر يتأثر تأثراً شديداً لطريقة التقدير المستخدمة وإن كانت قيمته فى حالة ULS و GLS تميل إلى أن تكون أعلى من قيمته فى حالة ML ولكن هذا فى حالة العينات الصغيرة < ١٠٠ ولكن سرعان ما تختفى هذه الفروق فى حالة حجم عينة ٢٠٠ فأكثر.

ثانياً: تأثير سوء التحديد للنموذج (خفيف – متوسط – شديد) وحجم العينة (٥٠، ١٠٠، ٢٠٠، ٢٥٠، ٥٠٠) وطريقة التقدير (ULS و GLS و ML) على أداء مؤشرات χ^2 و NCP والمؤشرات المطلقة والمؤشرات المتزايدة

جدول (٢): قيم مؤشرات المطابقة χ^2 و NCP والمؤشرات المطلقة والمؤشرات المتزايدة عند أحجام عينات مختلفة وثلاث طرق للتقدير وثلاث نماذج تعانى من سوء تحديد (خفيف – متوسط – شديد)

	χ^2			NCP			RMSEA			GFI			AGFI		
	ML	GLS	ULS	ML	GLS	ULS	ML	GLS	ULS	ML	GLS	ULS	ML	GLS	ULS
سوء التحديد خفيف															
50	89.36 (0.36)	75.3 (0.76)	62.31 (0.97)	4.1	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.91	0.90	0.93	0.74	0.71	0.88
100	107.3 (0.44)	77.75 (0.71)	86.89	22.3	0.00	11.8	0.051	0.00	0.038	0.89	0.90	0.90	0.82	0.85	0.86
200	131.85 (0.07)	105.21 (0.06)	103.4 (0.06)	26.62	20.21	18.43	0.04	0.035	0.03	0.93	0.93	0.95	0.90	0.90	0.92
250	93.31 (0.25)	79.33 (0.64)	97.66 (0.16)	8.31	0.00	12.66	0.02	0.00	0.024	0.95	0.96	0.96	0.93	0.94	0.94
500	183.45 (0.00)	120.76 (0.00)	115.35 (0.01)	29.96	14.70	31.35	0.027	0.030	0.027	0.97	0.97	0.97	0.96	0.95	0.97
سوء التحديد متوسط															
50	114.66 (0.13)	78.67 (0.47)	89.87	15.66	0.00	0.00	0.057	0.00	0.00	0.78	0.90	0.86	0.70	0.72	0.80
100	158.73 (0.00)	101.45 (0.00)	176.3 (0.00)	59.73	2.29	77.26	0.078	0.015	0.089	0.94	0.97	0.94	0.78	0.82	0.79
200	219.66 (0.00)	161.26 (0.00)	226.7 (0.00)	120.66	62.26	127.9	0.078	0.056	0.081	0.87	0.90	0.90	0.82	0.86	0.86
250	202.4 (0.00)	152.2 (0.00)	249.6 (0.00)	103.4	53.19	148.52	0.063	0.046	0.078	0.91	0.92	0.91	0.68	0.90	0.88
500	364.93 (0.00)	258.90 (0.00)	483.7 (0.00)	303.95	159.98	386.7	0.073	0.057	0.068	0.92	0.94	0.91	0.89	0.91	0.88
سوء التحديد شديد															
50	77.96 (0.27)	4812 55	---	6.96	4.741	---	0.045	1.17	---	0.83	-1303	---	0.74	-1975	---
100	133.83 (0.02)	77.49 (0.26)	129.9 (0.00)	82.83	6.49	58.4	0.11	0.03	0.09	0.81	0.89	0.87	0.73	0.83	0.81
200	149.78 (0.00)	105.35 (0.00)	255.5 (0.00)	78.78	14.58	186.50	0.075	0.09	0.11	0.91	0.97	0.89	0.86	0.90	0.86
250	296.16 (0.00)	132.61 (0.00)	333.9 (0.00)	171.16	81.61	262.4	0.10	0.068	0.12	0.87	0.91	0.88	0.80	0.87	0.82
500	362.95 (0.00)	266.26 (0.00)	4784 (0.00)	301.95	195.2	4674	0.091	0.074	0.11	0.91	0.92	0.90	0.87	0.89	0.85

المؤشرات المتزايدة

	NFI			NNFI			CFI		
	ML	GLS	ULS	ML	GLS	ULS	ML	GLS	ULS
سوء التحديد خفيف									
50	0.55	0.91	0.67	0.95	1.02	1.23	0.96	1.00	1.00
100	0.62	0.93	0.64	0.85	1.01	0.91	0.93	1.00	0.93
200	0.77	0.93	0.79	0.92	0.98	0.93	0.93	0.99	0.94
250	0.85	0.97	0.84	0.98	1.00	0.97	0.98	1.00	0.97
500	0.90	0.97	0.90	0.96	0.99	0.96	0.97	0.99	0.97
سوء التحديد متوسط									
50	0.48	0.91	0.61	0.91	1.03	1.11	0.84	1.00	1.00
100	0.53	0.91	0.49	0.66	1.00	0.58	0.72	1.00	0.66
200	0.62	0.91	0.64	0.68	0.95	0.70	0.74	0.96	0.75
250	0.72	0.94	0.67	0.79	0.97	0.72	0.83	0.98	0.77
500	0.73	0.94	0.69	0.74	0.95	0.66	0.78	0.96	0.72
سوء التحديد شديد									
50	0.55	-6.08	---	0.89	-9.32	---	0.91	0.0	---
100	0.44	0.92	0.52	0.43	0.99	0.49	0.55	0.99	0.68
200	0.69	0.87	0.61	0.74	0.89	0.61	0.80	0.92	0.69
250	0.60	0.94	0.53	0.57	0.95	0.46	0.66	0.96	0.58
500	0.70	0.93	0.62	0.66	0.94	0.53	0.74	0.95	0.65

١- المؤشرات χ^2 و NCP والمطلقة

أ- مؤشر χ^2:

تبين أن مؤشر χ^2 لا يتأثر بسوء التحديد الخفيف للنموذج حيث لم يتم رفض النموذج إلا فى حالة حجم عينة ٥٠٠ وهذا الرفض للنموذج لم يحدث لسوء التحديد فى النموذج إنما حدث نتيجة زيادة حجم لعينة ومِيل اختبار χ^2 إلى رفض الفرض الصفرى فى حالة العينات الكبيرة وهذا ما حدث فعلاً فى حالة النموذج المحدد تحديداً حقيقياً. واتضح أن قيمة χ^2 فى حالة سوء التحديد الخفيف فى النموذج أقل من قيمتها فى حالة النموذج المحدد تحديداً حقيقياً لكل أحجام العينات وباستخدام الطرق الثلاثة ويمكن أن نصل إلى استنتاج مفاده أن النموذج المحدد تحديداً حقيقياً أقل مطابقة من النموذج الذى يعانى من سوء تحديد خفيف ويبدو هذا مخالفاً لبناء النموذج حيث بلغت قيمة χ^2 لعينة ٢٥٠ (ML) للنموذج الحقيقى ١١٦,٦ (جدول ١)، بينما بلغت قيمته للنموذج الذى يعانى من سوء تحديد خفيف لنفس حجم العينة (ML) ٩٣,١٣. فى ضوء ذلك فإن مؤشر χ^2 غير حساس لسوء التحديد الخفيف وذلك بحذف مسارات دالة إحصائيا من النموذج الحقيقى.

ويتضح تأثر قيمة مؤشر χ^2 بسوء التحديد المتوسط للنموذج وذلك لحجم عينة أكبر من ٥٠، فعلى سبيل المثال بلغت قيمة المؤشر فى حالة استخدام طريقة ML لعينة ١٠٠ (١٥٨,٧٣) ولعينة ٢٠٠ (٢١٩,٦٦) ولعينة ٢٥٠ (٢٠٢,٤٠) ولعينة ٥٠٠ (٣٦٤,٩٤) بينما بلغت قيمة هذا المؤشر باستخدام طريقة ML للنموذج الحقيقي كما هو موضح فى جدول (١) لعينة ١٠٠ (١٢٦,١) ولعينة ٢٠٠ (١٣٧,٦) ولعينة ٢٥٠ (١١٦,٦) ولعينة ٥٠٠ (١٤١,٥) وهذا يبين الفروق الكبيرة بين قيمة المؤشر فى حالة النموذج المحدد تحديداً حقيقياً والنموذج الذى يعانى من سوء تحديد بدرجة متوسطة واتضح أيضا أن هذه الفروق لعينات أكبر من ٥٠ للطرق GLS و ULS وهذا يفيد بأن مؤشر χ^2 حساس لسوء التحديد بدرجة متوسطة إذ زادت العينة عن ٥٠ للطرق الثلاثة المستخدمة فى التقدير واتضح ذلك بوضوح عند رفض النموذج الذى يعانى من سوء تحديد بدرجة متوسطة عند كل أحجام العينات ماعدا حجم العينة ٥٠ وهذا يدل على أن النموذج المعتدل فى سوء

التحديد لا يتمتع بحسن مطابقة للبيانات فى ضوء هذا المؤشر وهذا عكس ماحدث فى حالة قيم المؤشر للنموذج الخفيف فى سوء التحديد.

ويبدو أن مؤشر χ^2 لم يتأثر بسوء التحديد الشديد للنموذج كما كان تأثره بسوء التحديد المتوسط للنموذج. وقد ظهر تأثره بسوء التحديد الشديد فى حالة استخدام طريقة ML لحجم عينة ٢٥٠ فأكثر حيث بلغت قيمة مؤشر χ^2 باستخدام (٢٥٠) ML = ٢٩٦,١٦ بينما قيمته لنموذج يعانى من سوء تحديد بدرجة متوسطة (٢٥٠) ML = ٢٠٢,٤ واتضح أنه لم يتم قبول مطابقة النموذج للبيانات لحجم عينة ١٠٠ فأكثر بطريقة ML و لكل أحجام العينات باستخدام طريقة ULS.

ب- مؤشر NCP

يبدو أن مؤشر NCP يتأثر بسوء التحديد بدرجة ملحوظة. وإن كانت قيمته فى حالة النموذج الذى يعانى من سوء تحديد خفيف أكبر من قيمته للنموذج الحقيقى فى حالة استخدام طريقة ML وذلك لكل أحجام العينات، أى أن مؤشر NCP يتأثر قيمته بسوء تحديد النموذج الخفيف فى حالة طريقة ML ويتأثر بسوء التحديد فى حالة استخدام ULS فى العينات ٢٠٠ فأقل ولكنه لا يتأثر بسوء التحديد للعينات أكثر من ٢٠٠، وغير حساس لسوء التحديد الخفيف باستخدام طريقة GLS.

وتبين من جدول (٢) تأثر قيم مؤشر NCP فى حالة النموذج الذى يعانى من سوء تحديد بدرجة متوسطة عند أحجام العينات المختلفة حيث زادت قيمة هذا المؤشر بدرجة ملحوظة عن قيمته فى حالة النموذج المحدد تحديداً حقيقياً وفى حالة النموذج الذى يعانى من سوء تحديد خفيف. فقيمة مؤشر NCP باستخدام طريقة ML لعينة ١٠٠ للنموذج الحقيقى (١٢,٠١) وللنموذج الذى يعانى من سوء تحديد خفيف (٢٢,٣) وللنموذج الذى يعانى من سوء تحديد متوسط (٥٩,٧٣).

وأظهر هذا المؤشر كما هو واضح فى جدول (٢) أنه أكثر تأثراً بدرجة سوء التحديد الشديد للنموذج من مؤشر χ^2. وأظهر تأثره الواضح لسوء التحديد الشديد للنموذج وذلك لحجم عينة ١٠٠ فأكثر فى حالة استخدام طريقة ML لكل أحجام العينات باستخدام طريقة GLS ولحجم عينة ٢٠٠ فأكثر باستخدام طريقة ULS.

ج- مؤشر RMSEA

اتضح أن هذا المؤشر غير حساس لسوء التحديد الخفيف للنموذج، حيث تم قبول مطابقة النموذج للبيانات لكل أحجام العينة باستخدام طرق التقدير الثلاثة وانخفضت قيمته عن ٠,٠٥. وإن كانت قيمته أكبر من قيمته فى حالة النموذج المحدد تحديداً حقيقياً ولكن الفروق خفيفة حيث لم تتغير القيمة القرارية.

وتبين من جدول (٢) أن هذا المؤشر يتأثر بسوء التحديد المتوسطة وتبين ذلك فى أن قيمة RMSEA باستخدام طريقة ML لحجم عينة ٢٠٠ لنموذج محدد تحديداً حقيقياً (٠,٠٣٠) بينما قيمته لنموذج يعانى من سوء تحديد بدرجة خفيفة باستخدام ML (٢٠٠) = ٠,٠٣٥ ولنموذج يعانى من سوء التحديد بدرجة متوسطة (٢٠٠) = ٠,٠٧٨ ويتضح أن النماذج الثلاثة يتم مطابقتها للبيانات إلا أن درجة مطابقتها تختلف من نموذج إلى آخر، ففى النموذج المحدد تحديداً حقيقياً وللنموذج الذى يعانى بدرجة خفيفة من سوء التحديد تكون درجة المطابقة عالية جداً حيث انخفضت قيمة المؤشر عن ٠,٠٥، بينما فى حالة نموذج يعانى من سوء تحديد بدرجة متوسطة فإن قيمته زادت عن ٠,٠٥ وهذا يدل على أن مطابقته تكون مقبولة ونلاحظ أن قيمة RMSEA تختلف عبر طرق التقدير وإن كانت طريقة ULS أكثر فعالية فى تحديدها لدرجة مطابقة النموذج حيث كانت لها أعلى قيم من القيم المقدرة لهذا المؤشر فى ضوء طريقتى ML و GLS وإن كانت طريقة GLS لحساب مؤشر RMSEA هى أقل حساسية لسوء التحديد بدرجة متوسطة للنموذج.

واتضح التأثر الشديد لهذا المؤشر بدرجة سوء التحديد الشديد للنموذج خاصة فى حالة استخدام طريقة ULS لكل أحجام العينات حيث زادت قيمته عن ٠,٠٨. واتضح أيضاً رفض النموذج فى حالة استخدام طريقة ML للعينات ١٠٠ و ٢٥٠ و ٥٠٠ ولكن فى ضوء طريقة GLS تم قبول مطابقة النموذج للبيانات لكل أحجام العينات أى أن القرار فى ضوء طريقة GLS قبول مطابقة النموذج للبيانات ولكن فى ضوء ULS و ML (١٠٠ و ٢٥٠ و ٥٠٠) يتم رفض النموذج وعدم مطابقته للبيانات.

د- مؤشر GFI ومؤشر AGFI

أظهر المؤشران رفض النموذج فى حالة العينات الصغيرة أقل من ١٠٠ وهذا ما حدث بالفعل فى حالة النموذج المحدد تحديداً حقيقياً وتم مطابقة النموذج فى حالة حجم عينة ٢٠٠ فأكثر وهذا يعنى أن المؤشرين لا يتأثران بسوء التحديد الخفيف فى النموذج. وهذا يبين أن المؤشرين ليس لديهما الحساسية لسوء التحديد الخفيف للنموذج.

ويتضح من جدول (٢) أن مؤشر GFI يتأثر بدرجة متوسطة بسوء التحديد المتوسط للنموذج حيث لم يتم قبول النموذج فى حالة العينات ٥٠، ١٠٠، ٢٠٠ باستخدام طريقة ML، فى حين تم قبول مطابقة النموذج لحجم عينة ٢٠٠ فأكثر بالنسبة لطرق GLS و ULS وبلغت قيمته باستخدام طريقة (٢٠٠) ML = ٠,٨٧ وبلغت قيمته لنموذج محدد تحديداً حقيقياً (جدول ١) باستخدام (٢٠٠) ML = ٠,٩٣.

ويتضح من جدول (٢) أن هذا المؤشر يتأثر بسوء التحديد الشديد للنموذج واتضح ذلك من خلال رفض النموذج لكل أحجام العينات ماعدا حجم العينة (٥٠٠) و(٢٠٠) وذلك باستخدام طريقة ML . وتبين أيضاً رفض النموذج فى ضوء هذا المؤشر لأحجام عينات أقل من ٥٠٠ باستخدام طريقة ULS، أى أن هذا المؤشر فى حالة استخدامه مع طريقة ULS يكون أكثر حساسية لسوء التحديد الشديد من طريقة ML ولكن تبين أن النموذج يتم مطابقته للبيانات فى حالة الطريقة GLS وذلك لأحجام عينة ٢٥٠ فأكثر.

ويبدو أن مؤشر AGFI أكثر المؤشرات غير المتزايدة (المطلقة) تأثراً بسوء التحديد بدرجة متوسطة للنموذج، حيث إن النموذج لم يتطابق مع البيانات باستخدام هذا المؤشر لكل أحجام العينات باستخدام طريقتى التقدير ML و ULS ولكن يبدو أن أداءه باستخدام طريقة GLS اختلف حيث تم قبول مطابقة النموذج لحجم عينة ٢٥٠ فأكثر وكانت قيمته باستخدام GLS (٢٥٠) = ٠,٩٠ بينما فى حالة ML (٢٥٠) = ٠,٨٨ و ULS (٢٥٠) = ٠,٨٨.

وتبين أيضاً أن هذا المؤشر من أفضل مؤشرات حسن المطابقة المطلقة من حيث حساسيته لسوء التحديد الشديد للنموذج حيث فى ضوء هذا المؤشر تم رفض النموذج لكل أحجام العينات ولكل الطرق المستخدمة. ويتضح أن طريقة GLS تكون حساسة لسوء التحديد الشديد للنموذج فى حالة استخدام مؤشر AGFI حيث كانت قيمة المؤشر باستخدام هذه الطريقة فى حالة سوء التحديد المتوسط للنموذج لحجم عينة ٢٥٠ هى ٠,٩٠ لحجم عينة ٥٠٠ هى ٠,٩١ بينما هذه الطريقة GLS لم تقبل النموذج الذى يعانى من سوء تحديد شديد عند نفس الحجم من العينة ٢٥٠ و٥٠٠.

٢- المؤشرات المتزايدة

أ- مؤشر NFI

يتضح من جدول (٢) أن هذا المؤشر ليس لديه حساسية على الإطلاق لسوء التحديد الخفيف للنموذج الحقيقى، حيث تم رفض النموذج فى حالة استخدام طريقتى التقدير ULS و ML لحجم عينه ٢٥٠ فأقل وهذا ما حدث بالفعل للنموذج الحقيقى باستخدام هذا المؤشر حيث تم رفضه أيضا باستخدام الطريقتين ULS و ML كما فى جدول (١).

وهذا يعنى عدم تأثر هذا المؤشر بدرجة سوء التحديد الخفيفة للنموذج ولكن الملفت للنظر أيضاً أن قيمة هذا المؤشر فى حالة استخدام طريقة GLS تدل على مطابقة النموذج للبيانات لكل أحجام العينات وهذا أيضاً ما حدث فى حالة النموذج الحقيقى كما فى جدول (١).

وتبين من جدول (٢) أن المؤشر ليس لدية حساسية لسوء التحديد المتوسط للنموذج الحقيقى وأن كانت حساسيته لسوء التحديد المتوسط أفضل من حساسية لسوء التحديد الخفيف حيث تم قبول مطابقة النموذج الذى يعانى من سوء تحديد خفيف فى ضوء هذا المؤشر باستخدام طريقتى ML و GLS لحجم عينة ٥٠٠ ولكن فى ضوء النموذج المتوسط سوء التحديد تم رفض مطابقة النموذج فى ضوء الطريقتين ML و ULS وذلك عند حجم عينة ٥٠٠، أى انه تم رفض مطابقة

النموذج عند كل أحجام العينات وللطريقتين ML و ULS واتضح أيضاً انه تم قبول مطابقة النموذج المتوسط سوء التحديد وذلك باستخدام طريقة التقدير GLS.

ويتضح من جدول (٢) أن هذا المؤشر أظهر درجة ما من الحساسية لسوء التحديد الشديدة للنموذج كما أظهرها فى حالة سوء التحديد المتوسط للنموذج حيث تم رفض مطابقة النموذج سوء التحديد الشديد فى ضوء هذا المؤشر فى حالة استخدام طريقة التقدير ML و ULS ولكن يبدو الأمر ليس كذلك فى حالة استخدام طريقة GLS حيث تم قبول مطابقة النموذج فى ضوء أحجام العينات ١٠٠ و ٢٥٠ و ٥٠٠ وهذا يؤدى إلى نتائج واستنتاجات متضاربة ففى حين تم رفض مطابقة النموذج فى ضوء طريقتى ML و ULS يتم قبوله فى ضوء طريقة GLS.

ب- مؤشر NNFI ومؤشر CFI

يتضح أن هذين المؤشرين لا يتأثرا على الإطلاق بسوء التحديد الخفيف للنموذج حيث تم قبول مطابقة النموذج في ضوء المؤشرين لكل أحجام العينات وللطرق الثلاثة المستخدمة فى التقدير ولكن المدقق يرى انه تم رفض النموذج فى ضوء المؤشرين لحجم عينة ١٠٠ باستخدام طريقة ML حيث بلغت قيمة مؤشر NNFI (٠,٨٥) وقيمة مؤشر CFI (٠,٨٨) كما فى جدول (٢).

وتبين من جدول (٢) أن المؤشرين لهما حساسية شديدة للنموذج الذى يعانى من سوء تحديد متوسط واتضح ذلك فى رفض النموذج فى ضوء المؤشرين لكل أحجام العينات باستخدام طريقتى ML و ULS ماعدا حجم عينة ٥٠ لطريقة ULS. ويظهر أن قيمة مؤشر NNFI للنموذج الحقيقى (جدول ١) لعينة ٢٥٠ وباستخدام طريقة ML هى ١,٠٠ وقيمته للنموذج خفيف سوء التحديد عند نفس حجم العينة ولنفس الطريقة (جدول 2) هى ٠,٩٨. بينما قيمته للنموذج متوسط سوء التحديد لنفس حجم العينة ولنفس الطريقة (جدول ٢) هى٠,٧٩. مما يعنى انه يتم قبول مطابقة النموذج المحدد تحديداً حقيقياً والنموذج خفيف سوء التحديد فى ضوء مؤشر NNFI وذلك لأن قيمته زادت عن نقطة القطع وهى (٠,٩) بينما تم رفض مطابقة النموذج المتوسط سوء التحديد باستخدام هذا المؤشر.

وتبين من جدول (٢) أن المؤشر CFI حساس أيضاً لدرجة سوء التحديد المعتدل للنموذج، فبلغت قيمته للنموذج الحقيقى (جدول ١) لحجم عينة ٥٠٠ باستخدام طريقة ULS ٠,٩٧ بينما بلغت قيمته للنموذج خفيف سوء التحديد (جدول ٢) لحجم عينة ٥٠٠ ولطريقة ULS ٠,٩٧ وبلغت قيمته لسوء تحديد متوسط (جدول ٢) لنفس الطريقة ولنفس حجم العينة ٠,٧٢ مما يدل على حساسية المؤشر لسوء التحديد المتوسط فى حالة ML وأيضاً ULS ولكن الشىء المتناقض هو قيمة هذا المؤشر فى حالة استخدام طريقة GLS حيث أظهر عدم حساسيته على الإطلاق لسوء التحديد المتوسط للنموذج، ففى حين تم رفض مطابقة النموذج فى ضوء طريقتى ML و ULS تم قبول مطابقة النموذج باستخدام الطريقة GLS لكل أحجام العينات.

ويتضح من جدول (٢) أن المؤشرين أظهرا الحساسية قوية لسوء التحديد الشديد للنموذج، كما هو الحال فى حالة النموذج المعتدل سوء التحديد، حيث تم رفض النموذج الذى يعانى من سوء تحديد شديد فى ضوء المؤشرين باستخدام طريقتى ML و ULS عند كل أحجام العينات ماعدا قيمة مؤشر CFI لحجم عينة ٥٠٠ باستخدام طريقة ML وأتضح أيضاً أن هذين المؤشرين لا يمتلكوا الحساسية لسوء التحديد الشديد للنموذج فى حالة استخدام طريقة GLS حيث تم قبول مطابقة النموذج فى ضوء المؤشرين باستخدام طريقة GLS لحجم عينة ١٠٠ فأكثر.

المناقشة والتعليق

أولاً: مناقشة النتائج فى ضوء النموذج المحدد تحديداً حقيقياً :

يبدو أن تقويم نموذج المعادلة البنائية فى ضوء مؤشرات حسن المطابقة العديدة يؤدى إلى استنتاجات متعارضة حول مدى مطابقة النموذج وذلك لتأثر هذه المؤشرات بعوامل عديدة منها حجم العينة وطريقة التقدير ودرجة سوء التحديد للنموذج الحقيقى.

فبالنسبة لتأثير حجم العينة على نموذج المعادلة البنائية المحددة تحديداً حقيقياً أظهر أن مؤشر χ^2 متحيز لحجم العينة، حيث زادت قيمته بزيادة حجم العينة ولكن

عند أحجام عينة أقل من ٥٠٠ تم قبول مطابقة النموذج وعند حجم عينة ٥٠٠ تم رفض مطابقة النموذج وهذا ليس لأن النموذج غير محدد تحديداً حقيقياً ولكن لأن زيادة حجم العينة يميل إلى رفض الفرض الصفرى، وهذا يتفق مع Hair et al., (1998) و Schumcker & Lomax (1996) حيث أشارا على أن مؤشر χ^2 يصلح كمقياس للمطابقة فى حالة حجم عينة يتراوح بين ١٠٠ و ٢٠٠ ونتائج الدراسة تشير أيضاً إلى انه يمكن استخدام مؤشر χ^2 بفاعلية لحجم عينة ٢٥٠ وكما أن قيمة مؤشر χ^2 اختلفت عبر طرق التقدير الثلاثة وتميل إلى أن تكون منخفضة فى حالة طريقة GLS عن قيمته باستخدام الطريقتين ML و ULS.

أما مؤشر NCP أظهر حساسية لحجم العينة حيث كما زاد حجم العينة تزيد قيمته وهى المشكلة التى يعانى منها مؤشر χ^2 ، على الرغم من أن مطور هذا المؤشر McDonald & Marsh (1990) هدف منه إلى معالجة مشكلة التحيز لحجم العينة الخاصة بمؤشر χ^2.

وأما مؤشر GFI و AGFI أظهروا تحيز بدرجة متوسطة لحجم العينة حيث تم قبول مطابقة النموذج لعينة ٢٠٠ فأكثر أما فى حالة أحجام العينات ٥٠ و ١٠٠ تم رفض النموذج وأظهر المؤشران اتساقا لقيمتهما وذلك لحجم عينة أكبر من ٢٠٠، في ضوء ذلك لا يفضل الاعتماد على هذين المؤشرين لحجم عينة ١٠٠ فأقل لأنه لا يتم قبول مطابقة النموذج وذلك في حدود نتائج الدراسة الحالية، كما أن قيم المؤشرين تميزت بالاستقرار عبر طرق التقدير الثلاثة، أى انهما يظهروا تحيز للعينة ولكنهم لا يتأثروا بطريقة التقدير المستخدمة وهذا يتفق مع العديد من الدراسات Marsh et al., (1988), Hu & Bentler (1993) و Fan et al., (1999) و Sugawara & McCallum (1993).

وأظهر مؤشر RMSEA تحيز لحجم العينة بدرجة أقل من المؤشرين AGFI و GFI ويكون أدائه أكثر فاعلية فى حالة عينات ٢٥٠ و ٥٠٠ ويتضح أيضاً اختلاف قيم المؤشر عبر الطرق الثلاثة بدرجة خفيفة ودائماً تكون قيمه فى حالة طريقة ML أكثر استقراراً منه فى حالة GLS و ULS وهذا يتعارض مع

Sugawara & McCallum (1993) فى ضوء ذلك يتضح أكثر مؤشرات حسن المطابقة المطلقة فاعلية فى الحكم على مطابقة النموذج فى حالة أحجام عينات مختلفة هو مؤشر RMSEA يليها مؤشر AGFI ثم مؤشر GFI وأن كان المؤشرين الأخيرين يتميزوا بفاعلية للحكم على حسن مطابقة النموذج فى حالة حجم عينة ٢٠٠ فأكثر وأيضاً يتضح عدم تأثر مؤشرات حسن المطابقة المطلقة بطريقة التقدير المستخدمة خاصة مؤشرين GFI و AGFI وأن أظهر مؤشر RMSEA قدراً من الاختلاف بين قيمه عبر الطرق الثلاثة، ففى جدول (١) تبين أن قيمة RMSEA فى حالة حجم عينة ١٠٠ باستخدام GLS = ٠,٠٠ وقيمته لنفس الحجم باستخدام ML = ٠,٠٣ وأن كانت هذه الفروق تزول عند حجم عينة ٥٠٠.

أما بالنسبة للمؤشرات المتزايدة، فمؤشر NFI أظهر تحيز شديداً لحجم العينة وأن كان تحيزه هذا يفوق مؤشر χ^2 وتم قبول مطابقة النموذج فى ضوء هذا المؤشر عند حجم عينة ٥٠٠ ويكون أداه فعال لحجم عينة ٥٠٠ فأكثر وهذا يختلف مع Hu & Bentler (1993) و Fan et al., (1999). وأدائه يختلف باختلاف طريقة التقدير وأن كانت قيمته باستخدام الطريقتين ULS و ML تكون متقاربة ولكن باستخدام طريقة GLS يعطى تناقض شديد وأما مؤشر NNFI و مؤشر CFI أظهرا أن قيمتهما يتأثرا بحجم العينة بدرجة قليلة جداً خاصة لأحجام العينات الصغيرة. حيث تم قبول مطابقة النموذج فى ضوء المؤشرين عند كل أحجام العينات وأيضاً لم يختلف قيمة المؤشرين باختلاف طرق التقدير الثلاثة ويبدو هذا متعارض مع Tanaka (1993) حيث أعتبر أن مؤشر CFI من المؤشرات المعتمدة على حجم العينة ولكن نتيجة الدراسة الحالية تتفق مع Sugawara & MacCulum (1993). فى ضوء ذلك يتضح أكثر مؤشرات حسن المطابقة المتزايدة فعالية عند أحجام العينات المختلفة هو مؤشر NNFI و CFI أما مؤشر NFI لا يجب الاعتماد عليه كمؤشر لحسن المطابقة عند حجم عينة أقل من ٥٠٠ كذلك أظهر تأثره الواضح بطريقة التقدير.

فى ضوء العرض السابق لمؤشرات حسن المطابقة χ^2 و NCP والمؤشرات

المطلقة (AGFI و GFI و RMSEA) والمؤشرات المتزايدة (CFI و NNFI وNFI) وذلك لنموذج محدد تحديداً حقيقياً يمكن أن نصل إلى الاستنتاجات الآتية:

١- لا ينبغى الاعتماد على مؤشر χ^2 لحسن المطابقة فى حالة العينات الكبير (N > 250) وذلك لأنه متحيز لحجم العينة ويؤدى إلى رفض النموذج المحدد تحديداً حقيقياً.

٢- مؤشر NCP أظهر تحيز لحجم العينة وأيضاً اختلاف قيمته باختلاف طريقة التقدير.

٣- مؤشرى AGFI و GFI أثبت أن استخدامهما غير فعال فى حالة العينات الصغيرة (N ≤100) ويستخدموا بفاعلية فى حالة حجم عينة يزيد عن ١٠٠، كما أظهرا انهما مؤشران لا تختلف قيمتهما باختلاف طريقة التقدير سواء ML و GLS و ULS.

٤- أظهر مؤشر RMSEA فعالية عند كل أحجام العينات الصغيرة والكبيرة ويكون أكثر فعالية فى حالة استخدامه مع العينات ٢٥٠ و ٥٠٠، كما أن قيمته تكون أكثر استقراراً باستخدام طريقة ML عنه باستخدام طريقتى ULS وGLS وأيضاً تكون قيمته أكثر استقراراً باستخدام طريقة ULS فى حالة حجم عينة ٢٠٠ فأكثر.

٥- أظهر مؤشر حسن المطابقة NFI درجة عالية جداً من التحيز لحجم العينة وذلك عبر طريقتى التقدير ULS و ML ولكن يمكن استخدامه بفاعلية عبر كل أحجام العينات باستخدام طريقة GLS حيث تم قبول مطابقة النموذج المحدد تحديداً حقيقياً فى ضوء هذا المؤشر باستخدام هذه الطريقة لكل أحجام العينات.

٦- يمكن الاعتماد على مؤشرى NNFI و CFI بفاعلية لمطابقة النموذج المحدد تحديداً حقيقياً فى ضوء نظرية أو إطار نظرى متماسك عند كل أحجام العينات لأنهما لا يظهرا تحيز لحجم العينة وأن تأثرت قيمتهما بدرجة متوسطة بطريقة التقدير فكانت فى حالة طريقة GLS أعلى منها فى حالة ML و ULS.

٧- أظهرت نتائج الدراسة أن المؤشرات المطلقة خاصة AGFI و GFI تعانى بدرجة من التحيز لحجم العينة يفوق المؤشرات المتزايدة NNFI و CFI حيث بلغت قيمه مؤشر GFI لحجم عينة ١٠٠ باستخدام ML = ٠,٨٧ بينما قيمة مؤشر NNFI لنفس حجم العينة وطريقة التقدير ٠,٩٤ وبلغت قيمة مؤشر GFI لحجم عينة ٢٠٠ لطريقة ML ٠,٩٣ بينما بلغت قيمة مؤشر NNFI ٠,٩٤.

٨- أظهرت مؤشرات حسن المطابقة المطلقة إنها لا تختلف باختلاف طرق التقدير الثلاثة وأن مؤشرات المطابقة المتزايدة أظهرت درجة من الاختلاف عبر الطرق الثلاثة خاصة فى حالة مؤشر NFI وقيمتها فى حالة طريقة GLS أعلى من قيمتها فى حالة ML و GLS.

٩- فى ضوء نتيجة الدراسة الحالية يمكن وضع إطار لترتيب هذه المؤشرات من حيث درجة تأثيرها بحجم العينة وهى:

أ- المؤشرات الأكثر تأثراً بحجم العينة وهى بالترتيب NFI و χ^2 و NCP

ب- المؤشرات التى تتأثر بدرجة متوسطة بحجم العينة وهى بالترتيب AGFI و GFI.

ج- المؤشرات التي تتأثر بدرجة قليلة جداً وهى بالترتيب CFI و NNFI و RMSEA

فى هذا التصنيف يتضح أن أفضل مؤشر من حيث عدم تأثره بحجم العينة CFI يليه مؤشر NNFI وهذه النتيجة متناقضة مع كثير من الدراسات، حيث يرى Tanaka (1993) أن مؤشر CFI معتمد على حجم العينة ووضعه فى تصنيف مع مؤشرى AGFI و GFI بينما عارضه Sugawara & McCallum (1993) بأن مؤشر CFI يتأثر بدرجة قليلة. ويبدو أن مؤشر CFI تفوق على مؤشر NNFI من حيث تأثره بحجم العينة وهذا يختلف مع Bentler & Bonett (1989) و Marsh et al., (1988) حيث أشار إلى أن مؤشر NNFI أجدر المؤشرات للحكم على مطابقة النموذج لعينات مختلفة ولكن دراستهم لم تتضمن مؤشر CFI لأن هذا المؤشر ابتدعه Bentler (1990).

١٠- فى ضوء نتائج الدراسة الحالية يمكن وضع إطار لترتيب مؤشرات حسن المطابقة فى ضوء درجة تأثره بطريقة التقدير وهى:

أ- المؤشرات الأكثر تأثراً لطريقة التقدير وهى بالترتيب NFI و χ^2 و NCP

ب- المؤشرات التى تتأثر بدرجة متوسطة بطريقة التقدير هى بالترتيب CFI و NNFI

ج- المؤشرات التى تتأثر بدرجة قليلة جداً بطريقة التقدير حسب ترتيبها RMSEA و AGFI و GFI.

١١- فى النقطة (٨) و (٩) يتضح أن المؤشرات المطلقة (GFI, AGFI) أكثر تحيزاً لحجم العينة من المؤشرات المتزايدة، بينما المؤشرات المطلقة أقل تحيزاً لطريقة التقدير من المؤشرات المتزايدة.

١٢- يبدو أن المؤشر الهام الذى حافظ على ترتيبه من حيث تأثره بحجم العينة بدرجة قليلة جداً وأخذ نفس الترتيب من حيث تأثره بطريقة التقدير بدرجة قليلة جداً أيضاً هو مؤشر RMSEA وهذا المؤشر لابد من الأخذ به كمؤشر من مؤشرات المطابقة للنموذج وأن الاستعانة به أمر ضرورى جداً لمطابقة النموذج لما له من مميزات من حيث استقراره لقيمته القرارية عبر أحجام العينات المختلفة وعبر طرق التقدير المختلفة.

ثانياً: مناقشة النتائج فى ضوء النماذج التى تعانى من سوء تحديد

يبدو أن التراث البحثى لم يتناول قضية سوء التحديد بالقدر الكافى من الدراسة والبحث. ويبدو أن درجة السوء المرتبطة بتحديد النموذج تلعب دوراً كبيراً فى قيم مؤشرات حسن المطابقة والدراسة الحالية تبنت ثلاثة درجات من سوء التحديد للنموذج هى سوء تحديد خفيف وسوء تحديد متوسط وسوء تحديد شديد.

وتبين أن مؤشرات حسن المطابقة جميعها ابتدأ بمؤشر χ^2 والمؤشرات المطلقة والمؤشرات المتزايدة ليس لديها حساسية لسوء التحديد الخفيف للنموذج، حيث لم تختلف مؤشرات المطابقة من حيث قيمته القرارية عن قيمته فى حالة النموذج المحدد تحديداً حقيقياً وهذا يتفق مع Fan et al., (1999) أما بالنسبة لسوء التحديد

المتوسط (المعتدل) للنموذج تبين أن مؤشر χ^2 تأثر بسوء التحديد المتوسط بدرجة كبيرة حيث تم رفض مطابقة النموذج عند حجم عينة أكبر من ٥٠ وهذا لم يحدث فى النموذج الحقيقى والنموذج الذى يعانى من سوء تحديد بدرجة خفيفة، مما يظهر فاعلية هذا المؤشر فى حالة النماذج المتوسطة سوء التحديد.

وبالمثل أظهر مؤشر NCP فعالية فى حساسيته لسوء التحديد المتوسط حيث زادت قيمة المؤشر زيادة كبيرة عن قيمته فى حالة النموذج الحقيقى وفى حالة النموذج خفيف سوء التحديد.

أما بالنسبة للمؤشرات المطلقة، فنجد أن قيمة مؤشر RMSEA أظهرت حساسية لسوء التحديد المتوسط بدرجة ملحوظة حيث لم يتم رفض مطابقة النموذج بدرجة مطلقة ولكن مقبوليته لم تكن بنفس الدرجة للنموذج الحقيقى أو لنموذج خفيف سوء التحديد.

تبين أن مؤشر GFI يتأثر بدرجة ملحوظة بسوء التحديد المتوسط للنموذج حيث تم رفض النموذج باستخدام طريقة ML لأحجام عينات ٢٠٠ فأقل ولكن هذا المؤشر لم يكن حساس لسوء التحديد المتوسط باستخدام طريقى ULS و GLS لحجم عينة ٢٠٠ فأكثر حيث تم قبول مطابقة النموذج. أما مؤشر AGFI فتبين انه أكثر مؤشرات حسن المطابقة المطلقة حساسية لسوء التحديد المتوسط للنموذج وذلك باستخدام طريقتى ML و ULS حيث لم يتم قبوله مطابقة النموذج وانخفضت قيمته عن (٠,٩).

ويتضح أن أكثر طرق التقدير حساسية لسوء التحديد المتوسطة هى طريقة ML يليها طريقة ULS. ولكن طريقة GLS ليس لديها الحساسية بالقدر الكافى لحجم عينة ٢٥٠ فأكثر.

أما بالنسبة لسوء التحديد الشديد للنموذج أظهر مؤشر χ^2 درجة ما من الحساسية لسوء التحديد الشديد للنموذج ولكن ليس بالقدر الكافى كما هو الحال فى حالة سوء التحديد المتوسط للنموذج وأظهر مؤشر NCP كفاءة عالية من حيث تأثره بدرجة سوء التحديد الشديد للنموذج وخاصة فى حالة استخدام طريقة ML و

GLS لحجم عينة ١٠٠ فأكثر حيث زادت قيمته زيادة كبيرة عن قيمته فى حالة النموذج المحدد تحديداً حقيقياً والنموذج خفيف سوء التحديد.

أما مؤشر RMSEA أظهر قدراً كبيراً من الحساسية لسوء تحديد النموذج بدرجة شديدة وخاصة عند استخدام طريقة ML وطريقة ULS ولكنه لم يكن حساساً لسوء التحديد الشديد للنموذج فى حالة استخدام طريقة GLS

وظهر مؤشر GFI حساسية لسوء تحديد النموذج بدرجة شديد وذلك باستخدام طريقتين ML و ULS لحجم عينة أقل من ٥٠٠ وأظهر مؤشر AGFI بأنه أفضل مؤشر من مؤشرات حسن المطابقة المطلقة من حيث درجة حساسيته لسوء التحديد الشديد للنموذج عند كل أحجام العينات وطرق التقدير الثلاثة المستخدمة وهذا لم يحدث لأى مؤشر من المؤشرات السابقة.

أما بالنسبة لمؤشرات حسن المطابقة المتزايدة، أتضح أن هذه المؤشرات غير حساسة على الإطلاق لسوء التحديد الخفيف للنموذج وهذا ما حدث أيضاً بالنسبة لمؤشرات حسن المطابقة المطلقة.

أما بالنسبة لسوء التحديد المتوسط للنموذج أتضح أن مؤشر NFI حساس لسوء التحديد المعتدل بدرجة بسيطة حيث تم رفض النموذج فى حالة حجم العينة ٥٠٠ وهذا لم يحدث بالنسبة للنموذج الذى يعانى من سوء تحديد خفيف وأظهر مؤشرى CFI و NNFI درجة عالية من الحساسية لسوء التحديد المتوسط للنموذج حيث تم رفض النموذج فى ضوء المؤشرين باستخدام طريقتى التقدير ULS و ML لكل أحجام العينات ولكن يبدو أن سلوك المؤشرات الثلاثة المتزايدة باستخدام طريقة التقدير GLS غير حساسة لسوء التحديد المتوسط للنموذج لكل أحجام العينات ففى حين تم رفض مطابقة النموذج باستخدام المؤشرات الثلاثة عند كل أحجام العينات باستخدام طريقة ULS و ML تم قبول مطابقة النموذج الذى يعانى من سوء تحديد متوسط لكل أحجام العينات باستخدام طريقة GLS.

أما بالنسبة لسوء التحديد الشديد نجد أن المؤشرات الثلاثة أظهرت حساسيتها لسوء التحديد الشديد للنموذج وذلك برفض مطابقة النموذج عند كل أحجام العينات للطرق التقدير ML و ULS كما تم رفض مطابقة النموذج فى ضوء المؤشرين

NFI وNNFI باستخدام طريقة GLS عند حجم عينة ٥٠ و ٢٠٠ فى حين تم قبول مطابقة النموذج باستخدام طريقة GLS للمؤشر CFI عند حجم عينة ١٠٠ فأكثر.

وفى ضوء العرض السابق للنماذج التى تعانى من سوء تحديد بدرجات مختلفة يمكن أن تصل إلى الاستنتاجات الآتية:

١- كل مؤشرات حسن المطابقة المتضمنة فى الدراسة لا تظهر حساسية على الإطلاق لدرجة سوء التحديد الخفيف للنموذج المحدد تحديداً حقيقيا.

٢- مؤشر χ^2 يتأثر بسوء التحديد المتوسط للنموذج أكثر من تأثره بسوء التحديد الشديد للنموذج على الرغم ان القيمة القرارية كانت واحدة فى النموذجين ولكن قيمته كانت عالية فى حالة النموذج المتوسط سوء التحديد من قيمته فى حالة النموذج الشديد سوء التحديد.

٣- اتضح ان مؤشرات حسن المطابقة المطلقة تتأثر بسوء التحديد للنموذج وتبين أن أكثر المؤشرات المطلقة تأثراً بسوء التحديد هو مؤشر AGFI يليه مؤشر RMSEA ثم مؤشر GFI وذلك باستخدام طرق التقدير المختلفة وان كانت طريقتى ML و ULS أكثر تأثراً من طريقة GLS وهذا يتفق مع Sugawara & McCallum (1993).

٤- تبين أن مؤشر حسن المطابقة المتزايدة يتأثر تأثراً شديداً بسوء التحديد للنموذج خاصة مؤشر NNFI و CFI وذلك باستخدام طريقتى التقدير ULS و ML أما حساسيتهم لسوء التحديد باستخدام طريقة GLS فهى قليلة جداً ويتضح ذلك ان قيم هذه المؤشرات باستخدام GLS تشير إلى مطابقة النموذج للبيانات.

٥- طريقة التقدير ML و ULS هى أكثر حساسية لسوء التحديد للنموذج من طريقة GLS

٦- فى ضوء نتائج الدراسة يمكن تصنيف مؤشرات حسن المطابقة من حيث تأثيرها بدرجة سوء التحديد للنموذج كالآتى:

أ- مؤشرات لها حساسية قوية لسوء التحديد للنموذج وهى بالترتيب AGFI وRMSEA و NNFI.

ب- مؤشرات لها حساسية متوسطة لسوء تحديد النموذج وهى بالترتيب AGFI و CFI و χ^2 و NCP

ج- مؤشرات لها حساسية قليلة جداً لسوء تحديد النموذج وهى بالترتيب NFI وهذا التصنيف قائم بالأخص فى ضوء طريقة التقدير ML و ULS.

وأخيراً فإن الدراسة الحالية هدفت إلى المقارنة بين مؤشرات حسن المطابقة، بعضها مؤشرات مطلقة والبعض الأخر مؤشرات متزايدة بالإضافة إلى مؤشرى χ^2 وNCP. إلا أن الدراسة الحالية اعتمدت على نموذج حقيقى محدد مسبقاً ولبيانات حقيقية واعتمدت على المقارنة بين هذه المؤشرات فى ضوء النموذج المحدد، ولم تعتمد الدراسة على المقارنة بين نماذج عديدة لنفس المتغيرات حيث أن المؤشرات المتزايدة هى CFI و NNFI و NFI طورت أساساً للمقارنة بين النماذج ولكن هذا لا يعنى استخدامها لمطابقة النموذج المحدد فى ضوء بيانات مفترضة ولكنها تستخدم بفاعلية فى حالة المقارنة بين النماذج لأن الحسابات النظرية لهذه المؤشرات قائمة على المقارنة بين النموذج المفترض والنماذج الأخرى المستهدفة وأهمها النموذج الصفرى.

الدراسة الحالية تعانى من بعض المحددات وهذا ما يجعل نتائجها غير قابلة للتعميم على الرغم من اتفاق نتائجها مع كثير من الدراسات واختلاف بعض نتائجها مع عدد من الدراسات السابقة، وتم تحديد معامل الالتواء للمتغيرات السبعة عشر الداخلة فى نموذج المعادلة البنائية وتراوحت قيمته من ٠,٠٨ إلى ٠,٨١- وهذا يعنى أن التوزيع للمتغيرات المقاسه توزيعاً يتسم بالاعتدالية إلى حد ما وهذا يعطى درجة من الثقة فى نتائج الدراسة الحالية ولكن ماذا يكون أداء مؤشرات حسن المطابقة فى حالة المتغيرات التى تعانى من الالتواء سواء موجب أو سالب وذلك لأن بعض طرق التقدير لمعالم النموذج تفترض توافر شرط الاعتدالية وأن كانت طريقة ML و GLS تتمتع بدرجة كبيرة من المناعة (الوقاية) Robustness ضد عدم تحقق شرط الاعتدالية.

كما أن الباحث أعتمد على حذف مسارات دالة إحصائيا من النموذج وإضافة مسارات ليس لها أساس نظرى فى النموذج عند تحديد درجات سوء التحديد ولم يقم

الباحث بأجراء مؤشرات التعديل فى النموذج Modification Index فقد يكون أحد المسارات المضافة فى النموذج لها تأثير فعال فى تحسين مطابقة النموذج على الرغم أن إضافتها تكون غير منطقية وليس لها أساس نظرى ولكن قد يكون أضافتها لها منطقية إحصائية فى النموذج.

وأداء مؤشرات حسن المطابقة قد يتأثر بدرجة تعقيد النموذج أو بساطته فماذا يكون أداء مؤشرات حسن المطابقة لنموذج به عدد من المتغيرات المقاسة يزيد عن عدد أكبر من عدد المتغيرات المقاسة التى تضمنتها الدراسة؟ ماذا يكون أداء هذه المؤشرات لنموذج به عدد من المتغيرات المقاسة أقل من عدد المتغيرات التى تضمنتها الدراسة "١٧" متغير؟ والباحث يوصى بأهمية دراسة درجة تعقيد النموذج على أداء هذه المؤشرات.

ويوصى الباحث بأهمية المقارنة بين هذه المؤشرات بالإضافة إلى مؤشرات أخرى وهى مؤشرات البساطة أو مؤشرات الصدق التعميم فى حالة المقارنة بين نماذج عديدة.

ويرى الباحث اتفاقاً مع Fan et al., (1999) بضرورة إعطاء أهمية فى الدراسات المستقبلية فى مجال تقويم نموذج المعادلة البنائية لدرجات سوء تحديد النموذج ويجب وضع معيار يتم فى ضوئه تحديد درجات سوء التحديد الخفيفة والمتوسطة والشديدة.

والمدقق للتراث البحثى فى نموذج المعادلة البنائية يرى أنه مجال خصب للبحث والدراسة فى مجال تكنيكاته سواء بتحديد النموذج أو طرق تقدير معالم النموذج وتقويم النموذج أو بعض المشاكل المنهجية التى يعانى منها نموذج المعادلة البنائية أو القوة الإحصائية و أيضا لتأثير البيانات الغائبة على المعالجة الإحصائية لهذا الأسلوب، كل هذه قضايا فى محيط نموذج المعادلة البنائية تحتاج إلى أن يوليها الباحثين قدراً من الاهتمام والدراسة وتجربة الباحث الحالى فى استخدام هذا الأسلوب تشير إلى انه مازال أمامنا الكثير لنتعلمه عن طبيعة نموذج المعادلة البنائية الخطية وتطبيقاتها فى مجال العلوم النفسية والتربوية فى البيئة العربية.

المراجع

١- الصياد، عبد العاطى أحمد (١٩٨٥). النماذج الإحصائية فى البحث التربوى والنفسى العربى بين ماهو قائم وما يجب أن يكون. رسالة الخليج العربى، العدد ١٦، السنة الخامسة.

٢- خطاب، على ماهر والصياد، عبد العاطى أحمد (١٩٩٠). التحليل العاملى التوكيدى للبناء العقلى لعينة من طلاب شرق أفريقيا، مجلة كلية التربية، جامعة الزقازيق، العدد ١٢، السنة الخامسة.

٣- عامر، عبد الناصر السيد (١٩٩٨). البناء التكاملى لمنهج الحلقة الثانية من مرحلة التعليم الأساسى فى ضوء بعض نظريات التعليم "دراسة إحصائية تقويمية فى محافظة الإسماعيلية" رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة قناة السويس، كلية التربية بالإسماعيلية، الإسماعيلية.

٤- عامر، عبد الناصر السيد (٢٠٠٢). الصدق البنائى لتصنيف بلوم المعرفى فى علاقته بتصنيف كراثول الانفعالى، رسالة دكتوراه، غير منشورة، جامعة قناة السويس، كلية التربية بالإسماعيلية، الإسماعيلية.

5- **Bentler, P.M. (1990).** Comparative Fit Indices in Structural Models, Psychological Bulletin, 107, 238-246.

6- **Bentler, P.M., & Bonett, D.G. (1980).** Significance Tests and Goodness-of-Fit in the Analysis of Covariance Structures. Psychological Bulletin, 112, 400-404.

7- **Bollen, K.A. (1995).** Structural Equation modeling. California: Sage publications, Inc.

8- **Boomsma, A. (1983).** On the robustness of Lisrel (Maximum Likelihood against small sample

and non-normality. Doctoral Dissertation, University of Groniongen.

9- **Boomsma, A. (1987).** The robustness of maximum Likelihood estimation in structural equation models. In: P. Cuttance & R. Ecob (Eds.), structural Modeling by Example (pp. 160 – 188). New York: Cambridge University Press.

10- **Byrne, B.M. (1995).** One Application of structural modeling from two perspectives: Exploring the EQS and Lisrel strategies. In R.H. Hoyle (Eds.), Structural Equation Modeling: Concepts, Issues, and Applications (pp. 138-157). California: Sage publication, Inc.

11- **Cuttance, P. (1987).** Issue and Problems in ihe Application of Structural Equation Models. In P. Cuttance & R. Ecob (Eds.), Structural Modeling by Examples (pp. 241- 279). New York: Cambridge University Press.

12- **Fan, X., Thompson, B., & Wang, L. (1999).** Effects of Sample size, Estimation Methods, and Model specification on Structural Equation Modeling Fit Indexes. Structural Equation Modeling, 6, 56-83.

13- **Gerbing, D.W. & Anderson, J.C. (1992).** Monte Carlo Evaluations of Goodness of fit Indices for Structural Equation Models. Sociological Methods & Research, 92, 132-160.

14- **Geweke, J.F., & Singleton, K.J. (1980).** Interpreting the Likelihood ratio statistic in factor models when sample size is small. Journal of the American Statistical Association, 75, 133-137.

15- **Hair, J.F., Anderson, R.E., Tatham, R.L., &Black, W.G. (1998).** Multivariate Data Analysis (5th ed.). New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

16- **Hoyle, R.H. (1995).** The structural Equation Modeling Approach: Basic Concept and Fundamental issues. In R.H. Hoyle (Eds.), Structural Equation Modeling: Concepts, Issues, and Applications (pp. 1-15). California: Sage Publications, Inc.

17- **Hoyle, R.H., & Panter, A.T. (1995).** Writing about structural Equation Models. In R.H. Hoyle (Eds.), Structural Equation Modeling: Concepts, Issues, and Applications (pp. 158-176). California: Sage publications, Inc.

18- **Hu, L.T, & Bentler, P.M. (1993).** Fit. Indexes in Covariance Structural Equation. In L.T Hu & P.M. Bentler (1995). Evaluating Model Fit, California: Sage publication, Inc.

19- **Hu, L.T, & Bentler, P.M. (1995).** Evaluating Model Fit. In R.H. Hoyle (Eds.), Structural Modeling: Concepts, Issues, and Applications (pp.77-99). California: Sage publications, Inc.

20- **Hu, L.T, & Bentler, P.M. (1999).** Cutoff Criteria For Fit Indexes in Covariance Structure Analysis: Conventional criteria versus new alternative. Structural Equation Modeling, 6, 1-55.

21- **Joreskog, K.G., & Sorbom, D. (1984).** Lisrel vi User's guide (3rd Ed.), Mooresville: Scientific Software.

22- **Joreskog, K.G., & Sorbom, D. (1989).** Lisrel 7: A Guide to the program and applications (2nd Ed.). Chicago: SPSS Inc.

23- **Joreskog, K.G., & Sorbom, D. (1993).** Liserl 8: Structural Equation Modeling with the Simplis Command Language. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.

24- **Kaplan, D. (1990).** Evaluating and Modifying covariance structure Models: A review and recommendation. Multivariate Behavioral Research, 25, 137-155.

25- **La Du, T.J., & Tanaka, J.S. (1989).** The influence of sample size, estimation Method, and Model specification on goodness – of – fit assessments in structural Equation Models. Journal of Applied Psychology, 74, 625-636.

26- **Marsh, H.W., & Hau, K.T. (1996).** Assessing Goodness of Fit: Is parsimony always desirable?. Journal of Experimental Education, 64, 364-390.

27- **Marsh, H.W., Balla, J.R., & McDonald, R.P. (1988).** Goodness – of – fit indexes in confirmatory factor analysis: the effect of sample size. Psychological Bulletin, 103, 391-411.

28- **McDonald, R.P., & Marsh, H.W. (1990).** Choosing Amultivariate Model: Non-Centrality and Goodness-of-Fit. Psychological Bulletin, 107, 247-255.

29- **Mulaik, S.A., James, L.R., Alstine, J.V., Bennet, N., Lind, S., & Stilwell, D.C. (1989).** Evaluation of Goodness-of-Fit Indices for Structural Equation Models. Psychological Bulletin, 105, 430-445.

30- **Rigdon, E.E. (1996).** CFI versus RMSEA: A Comparison of Two Fit Indices for Structural Equation Modeling. Structural Equation Modeling, 2, 367-379.

31- **Schumacker, R.E, & Lomax, R.G. (1996).** A beginner's Guide to Structural Equation Modeling New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

32- **Steiger, J.H. (1990).** Structural Model evaluation and Modification: An Interval estimation approach. Multivariate Behavioral Research, 25, 173-180.

33- **Sugawara, H.M. & MacCallum, R. (1993).** Effect of Estimation Method on Incremental Fit Indexes for Covariance Structure Models. Applied Psychology Measurement, 17, 365-377.

34- **Tanaka, J.S. (1987).** How big is big enough? Sample size and goodness-of-fit in structural Equation Modeling with latent variables. Child Development, 58, 134-146.

35- **Tanaka, J.S. (1993).** Multifaceted Conceptions of Fit in Structural Models. In K.A. Bollen, & J.S. Long (Eds.). Testing structural equation Models (pp. 10-39). New Bury Pork, CA: Sage.

36- **Tanaka, J.S., & Huba, G.J. (1989).** A general coefficient of determination for covariance structure Models under arbitrary GLS estimation. British Journal of Mathematical and Statistical Psychology, 42, 233-239.

37- **Tucker, L.R., & Lewis, C. (1973).** The Reliability Coefficient for Maximum Likelihood Factor Analysis. Psychometrika, 38, 1-10.

Performance of Goodness-of-Fit Indexes for Evaluating Structural Equation Modeling

Dr. Abd El Nasser El Sayed Amer
Lecturer of Measurement and Evaluation
Faculty of Education – Ismailia – Suez
Canal University

Abstract

The study aimed to compare among goodness of fit indexes χ^2, NCP, the absolute indexes (GFI, AGFI, RMSEA), and the incremental indexes (NFI, NNFI, CFI). The factor of comparison are the sample sizes (50, 100, 200, 250, 500), the estimation Methods (ML, GLS, ULS), and the varying degrees of misspecification of the true Model (Slight – Moderate – Strong).

The results of study indicated to:

1- The indexes χ^2, NCP, and NFI are very baised to the sample size while indexes CFI, NNFI, and RMSEA are no bias for sample size.
2- The absolute indexes (GFI, AGFI) are moderately biased to the sample size.
3- The incremental indexes are differ across the method of estimation especially for GLS method.
4- The values of absolute indexes are very stable across the estimation methods (ML, GLS, ULS).
5- For misspecifed Models, the goodness fit indexes AGFI, RMSEA, and NNFI are very sensitivity for misspecified Models especially for the strong misspecification.
6- The estimation Methods ML and ULS are very sensitivity compare with GLS method for misspecification error especially for incremental indexes.
7- The result confirm that the best indexes for evaluating the structural Equation Model are RMSEA, NNFI, AGFI, and CFI.