

النمذجة بالمعادلة البنائية في البحوث النفسية والتربوية

أ.عثماني عابد، أ.د.قماري محمد-جامعة عبد الحميد ابن باديس- مستغانم

الملخص:

تقترح هذه الورقة النمذجة بالمعادلة البنائية كتقنية لتحليل البيانات المستخدمة في تمثيل فروض النموذج المفاهيمي، والذي يتكون من نوعين من النماذج، يمثل النموذج الأول نموذج القياس الذي يتشكل من المتغيرات الملاحظة والمرتبطة بالمتغيرات الكامنة، حيث يتم قياس المتغيرات الملاحظة مباشرة، أما النموذج الثاني فهو النموذج البنائي المتشكل من المتغيرات الكامنة المرتبطة فيما بينها والتي لا يمكن قياسها مباشرة ولكن عن طريق المتغيرات الملاحظة، ويتم تقدير نماذج المعادلة البنائية باستخدام أسلوب تحليل التباين بطريقة (PLS).

الكلمات المفتاحية: النمذجة بالمعادلة البنائية، نموذج القياس، النموذج البنائي

Résumé:

Cet article propose la modélisation par équations structurelles comme technique d'analyse de données utilisée pour représenter les hypothèses d'un modèle conceptuel composé de deux sous modèles regroupant chacun une multitude de variables appelées manifestes et latentes. Alors que les premières peuvent être mesurées directement, les secondes ne le sont qu'à travers les variables, dites manifestes. Le premier sous modèle appelé modèle de mesure relie les variables manifestes aux variables latentes qui les mesurent ; le second, appelé structurelle, relie les variables latentes entre elles. Les méthodes d'estimation du paramètre du modèle sont basées sur l'analyse de la covariance par l'approche Lisrel, et sur l'analyse de la variance par l'approche PLS.

Mots-clés: Modélisation par équations structurelles, Modèle de mesure, Modèle structurelle.

مقدمة:

يرجع الفضل في وجود النمذجة بالمعادلة البنائية إلى العديد من الأبحاث التي أجريت في مطلع القرن العشرين، والتي تركز على محورين أساسيين، يتمثل الأول في التصور الذي جاء به سبيرمان *Spearman* في عام 1904 لمفهوم المتغيرات الكامنة، أما الثاني فيتمثل في تحليل العلاقات البنائية الذي ظهرت على يد سوال رايت *Sewall Wright* 1918، أما طرق تقدير النماذج البنائية جاءت نتيجة لجهود كل من جورسكوج *Jöreskog* سنة 1970، وولد *Wold* سنة 1973.

تمثل نمذجة المعادلة البنائية تقنية تعتمد على مجموعة من الأساليب الإحصائية متعددة المتغيرات مثل تحليل الانحدار الخطي المتعدد، وتحليل المسار، والتحليل العاملي التوكيدي، وتعتبر من الطرق الناجعة التي تساعد الباحث في تقدير مساهمة المتغير في بناء المفهوم أو النظرية، ومن ثم تقدير العلاقات بين المتغيرات المستقلة والتابعة، ويستطيع من خلالها الباحث التحقق من النماذج النظرية، التي تسمح له بتصميم نماذج معقدة لبيانات تتعلق بمتغيرات متعددة، وتمثل الطريقة الأكثر فاعلية للتحقق من العلاقات بين مجموعة من المتغيرات المقاسة والمتغيرات الكامنة.

تعتبر النمذجة بالمعادلة البنائية تقنية بحثية لاختبار النماذج النظرية كميًا، حيث يتم من خلالها النظر إلى المشكلة موضع الدراسة كظاهرة يمكن قياسها وتحديد كميًا من خلال بناء نموذج لقياسها يتضمن مجموعة من المؤشرات الدالة عليه، واختبار مدى ملائمة النموذج النظري للبيانات المستمدة من عينة الدراسة من خلال مجموعة من الأساليب الإحصائية المتقدمة (التحليل العاملي التوكيدي وتحليل المسار وتحليل الانحدار) وقد تضم النمذجة بالمعادلة البنائية أكثر من نموذج قياس، حيث يكون لكل ظاهرة أو متغير نموذج مستقل لقياسه، ويبدأ بعملية تحديد العلاقات بين المتغيرات المتعددة وصولاً إلى تفسير يحاكي واقع الظاهرة النفسية الاجتماعية أو المشكلة محل الدراسة. وبناء على ما سبق يمكن إيضاح

أهمية النمذجة في الدراسات النفسية والتربوية انطلاقاً من طبيعة الظواهر النفسية الاجتماعية التي تقتضي في كثير من الأحيان بناء النماذج المختلفة من أجل تسهيل دراستها والتعامل معها بدقة وموضوعية. وفي هذا الإطار تظهر النمذجة بالمعادلة البنائية كمنهجية فعالة في معالجة العديد من الظواهر النفسية الاجتماعية.

النمذجة :

النمذجة هي إذن تقنية تمكن الباحث من بناء نموذج لظاهرة أو سلوك عبر إحصاء المتغيرات أو العوامل المفسرة لكل واحدة منها، إنها محاولة لفهم الأنساق المعقدة عن طريق خلق نموذج يظهر في شكل بنية صورية تعيد بناء الواقع العيني بناء افتراضياً.

النمذجة بالمعادلة البنائية:

يعود أصل النمذجة في علم النفس الى بدايات القرن العشرين، حيث كانت البداية مع دراسة سبيرمان للقدرات العقلية، والتي أسفرت عن وجود عامل عام واحد تنطوي تحته مجموعة من العوامل الخاصة.

تعددت تعريفات النمذجة بالمعادلة البنائية في الأدبيات ومن أبرز هذه التعارف ما يلي:

يعرفها هويل (Hoyle,1995: P231) "مدخل إحصائي شامل لاختبار الفروض عن العلاقات بين المتغيرات الكامنة والمتغيرات الملاحظة".

في حين يعرفها ماك كالوم (Maccallum & Austin,2000: P202) "أسلوب يستخدم لتحديد وتقدير نماذج العلاقات الخطية بين المتغيرات، والمتغيرات في النموذج قد تتضمن كل من المتغيرات المقاسة والمتغيرات الكامنة".

أما الهنداوي (2007: ص5) فيعرفها على أنها: "مدخل يستخدم لتقدير وتحليل واختبار النماذج التي تحدد العلاقات بين المتغيرات وتعتبر المدخل الإحصائي الشامل لاختبار الفروض عن العلاقات بين المتغيرات الكامنة والمتغيرات المشاهدة".

أما مصطفى باهي (2002: ص 96) فيعرفها على أنها: "منهجية أو طريقة بحثية تستخدم لتقدير وتحليل واختبار النماذج التي تحدد العلاقات بين المتغيرات". يتضح من التعريفات السابقة أن النمذجة بالمعادلة البنائية تمثل منهجية أو طريقة أو مدخل أو أسلوب في البحث والتحليل للنماذج النظرية التي تصف وتحدد العلاقات بين المتغيرات التي يتناولها الباحث بالمعالجة والدراسة. أما الباحث فيعرف النمذجة بالمعادلة البنائية على أنها تقنية تحليلية تجمع بين مجموعة من الأساليب الإحصائية متعددة المتغيرات مثل تحليل الانحدار المتعدد والتحليل العاملي التوكيدي وتحليل المسار. ورغم أن البرامج الحاسوبية هي أهم الركائز الأساسية لاستعمال نماذج المعادلة البنائية إلا أن نظرية البحث وبناء النماذج هما المنطلق الأساسي لمعالجة وبحث المشكلات واختبار النماذج النظرية المختلفة. وتستخدم النمذجة بالمعادلة البنائية أنماطا مختلفة من النماذج لرسم وتصوير العلاقات بهدف أساسي هو إجراء الاختبار الكمي للنموذج النظري الذي يفترضه الباحث، وبصورة أكثر تحديدا فإن النماذج النظرية المتنوعة يمكن اختبارها في منهجية النمذجة بالمعادلة البنائية الذي يحدد كيف أن مجموعة من المتغيرات تحدد بني نظرية معينة وكيف ترتبط تلك البني معا.

المفاهيم الأساسية في منهجية النمذجة بالمعادلة البنائية

للمنذجة بالمعادلة البنائية مفاهيم أساسية ينبغي على الباحث الإلمام بها قبل الشروع في استخدام هذا الأسلوب المنهجي، فينبغي على الباحث المبتدئ أن يدرك مفهوم النموذج، وطبيعة المتغيرات في النمذجة ومعاني الأسهم والأشكال المستخدمة في رسم النموذج، وأنماط النماذج الأساسية التي تختبرها النمذجة وعلى نحو خاص نماذج الانحدار، ونماذج المسار، والنماذج العاملة حيث إن هذه الأنماط الثلاث على نحو خاص تمثل أساسا هاما لفهم هذا المنهجية البحثية.

الرموز والأشكال في النمذجة بالمعادلة البنائية:

يوجد شبه إجماع على دلالة بعض الرموز أو الأشكال المستعملة في الرسوم التخطيطية.

تدل الأشكال المستطيلة على المتغيرات المقاسة أو الملاحظة أو المؤشرات، وقد تكون المؤشرات، أو المتغيرات المقاسة أو الملاحظة فقرات أو بنود أو عبارات مقياس، أو غيرها، فإذا كانت المؤشرات المقاسة عبارة عن فقرات مقياس فإن كل عبارة تمثل مؤشرا أو متغيرا مقاسا.

وتدل الأشكال البيضاوية على المتغيرات أو العوامل الكامنة بالدافعية متغير كامن لأنها لا تقاس مباشرة وإنما تقاس عن طريق استجابة الأفراد إلى مجموعة من المفردات، فإذا قيست الدافعية باستعمال عشرين سؤالا، فإن الأسئلة تعتبر مؤشرات أو متغيرات مقاسة لكونها شكلت الوسيلة التي استعملت لجميع البيانات عن مفهوم الدافعية، أما مفهوم الدافعية فتتوصل إلى قياسه بطريقة غير مباشرة عن طريق الأسئلة بحيث أن درجات الأسئلة ككل تدل على متغير الدافعية، فالدافعية هي الهدف من القياس، ولكون الدافعية تكوين فرضي لا يمكن ملاحظته وإنما نلاحظ أنواع السلوك الدالة عليه التي تقاس عن طريق الأسئلة ولذلك سمي بمتغير كامن، أو عامل كامن. (Hershberger, S. L. 2003 :P39)

ويدل السهم المستقيم وحيدة الاتجاه على اثر المتغير الذي ينطلق منه السهم على المتغير الذي ينتهي عنده السهم، أما المزدوج السهم المزدوج الاتجاه المحدب أو المقعر أو المستقيم فيدل على علاقة الارتباط أو التباين بين متغيرين.

المتغيرات في النمذجة بالمعادلة البنائية:

المتغيرات الافتراضية:

هي المتغيرات التي لا يمكن ملاحظتها بصورة مباشرة أو هي المتغيرات غير المقاسة أو العوامل أو المتغيرات غير المشاهدة أو البنى الافتراضية بمعنى

آخر هي المتغيرات التي لا يتم مشاهدتها أو قياسها مباشرة ولكن يمكن ملاحظتها وقياسها بشكل غير مباشر حيث يستدل عليها بواسطة مجموعة من المتغيرات (المؤشرات) التي يتم إعدادها لقياسها باستخدام الاختبارات والاستبيانات وغيرها من أدوات جمع البيانات. على سبيل المثال يعتبر التحدي متغير كامن حيث لا يمكن قياسه مباشرة وإنما يمكن الاستدلال عليه من خلال عدد من المؤشرات، وكذلك الاستقلالية، وحب الاستطلاع كلها متغيرات كامنة بالمنطق نفسه. غير مشاهدة ويستنتج مما سبق أن المتغيرات الكامنة هي بنى أو تكوينات فرضية أو العوامل غير ملاحظة يستدل عليها من مؤشرات الخارجية الظاهرة، وتتضمن كل من المتغيرات المستقلة، والمتغيرات التابعة، والمتغيرات الوسيطة.

المتغيرات المقاسة:

هي مجموعة من المتغيرات التي تُستخدم للاستدلال على بنية المتغير الكامن على سبيل المثال غياب العامل هو أحد المتغيرات الظاهرة أو المؤشرات العديدة التي يمكن الاستدلال من خلالها على ضغوط العمل.

وهكذا فإن كل متغير من المتغيرات الظاهرة المشاهدة يمثل مؤشرا واحدا للمتغير الكامن، ولذلك عادة ما يستخدم الباحثون أدوات مختلفة لقياس المتغير الكامن أو مجموع من المتغيرات المشاهدة للاستدلال عليه، لتحقيق قدر أكبر من الدقة في قياسه. وتأسيسا على ما سبق يمكن إيضاح أن المتغيرات الظاهرة هي المؤشرات الخارجية للمتغيرات الكامنة، ويطلق عليها عدة مسميات مثل المتغيرات المشاهدة أو الملاحظة أو المقاسة ومن أبرز أمثلة هذه المؤشرات أو المتغيرات في مجال علم النفس العبارات في أداة القياس، والمؤشرات الكمية المستخدمة للاستدلال على بعض الظواهر الإدارية كمعدلات غياب التلاميذ. (حجاج، غانم، 2013: ص 9)

المتغيرات الوسيطة:

وهي تلك المتغيرات التي يمر من خلالها تأثير المتغيرات المستقلة إلى المتغيرات التابعة والمتغيرات الوسيطة بالغة الأهمية في تفسير حدوث الظواهر

الاجتماعية إذ قد يغفل عنها الباحثون أو قد ينظرون إليها على أنها متغيرات مستقلة لارتباطها المباشر بالمتغيرات التابعة.

الأخطاء:

تتمثل هذه الأخطاء في عدة أخطاء، والتي لا ترتبط بالأداء الحقيقي للفرد، وبالتالي فهي لا ترتبط بدرجة الفرد الحقيقية أو بدرجة الأخطاء العشوائية، ويتم تمثيلها في النموذج على أنها متغيرات مستقلة، ولا يترك للباحث الحرية في التخلي عنها في تصميمه للنموذج.

أ- أخطاء القياس (*Error*):

تتمثل هذه الأخطاء في أخطاء القياس التي لا ترتبط بأداء الحقيقي للفرد الذي نود الاستدلال عليه، وبالتالي فهي لا ترتبط بدرجة الفرد الحقيقية أو بدرجة الأخطاء العشوائية، ويتم تمثيلها في النموذج على أنها متغيرات مستقلة، ولا يترك للباحث الحرية في التخلي عنها في تصميمه للنموذج. (حجاج: 2013: ص 90)

ب- أخطاء البناء (*Disturbance*):

تعتبر أخطاء القياس عن القيم التباين التي لم تفسر، والتي تنتج عن لأخطاء التي يرتكبها الباحث في بناء النموذج عند إغفاله لبعض المتغيرات التي يكون لها تأثير ولا يتم احتوائها ضمن النموذج وتترك للباحث حرية تمثيلها في النموذج.

ج- البواقي (*Residuals*):

وتسمى أخطاء التعديل، وتمثل الفرق بين القيم الحقيقية للمتغير التابع والقيم المعدلة من قبل النموذج، ويمكن الحصول على مصفوفة البواقي من خلال طرح المصفوفة المشتقة من المصفوفة الأصلية حيث يتم إحصاء البواقي التي تتجاوز قيمتها 0.05، على أن تكون نسبة هذه القيم صغيرة، حتى يتم التمثيل الجيد للبيانات من خلال البنية العاملية للمفهوم. (حجاج: 2013: ص 91).

التطور التاريخي للنمذجة بالمعادلات البنائية:

يقترض تاريخ النمذجة بالمعادلة البنائية التعرض لتطور الأساليب الإحصائية الثلاثة تحليل الانحدار، وتحليل المسار، والتحليل العاملي. يتضمن الأسلوب الأول الانحدار الخطي الذي يستخدم معامل الارتباط ومحك المربعات الصغرى لحساب الأوزان الانحدارية، وقد ظهر هذا الأسلوب نتيجة لجهود كارل بيرسون *Karl Pearson* لإيجاد معادلة معامل الارتباط والتي قدمت مؤشرا للعلاقة بين متغيرين، وعليه يتيح الانحدار إمكانية التنبؤ بدرجات المتغير التابع المشاهد (ص) بمعلومة الوزن الانحداري لمجموعة من المتغيرات المستقلة (س) التي تقلل مجموع مربعات قيم البواقي.

أحدث سويل رايت *Sewall Wright* قفزة نوعية في مجال الإحصاء النظري عندما نشر بحثه حول الارتباط والسببية وتحديده لقيمة معامل المسار الذي يدل على الأثر المباشر للعلاقة بين السبب والنتيجة معتمدا في ذلك على الانحدار الخطي والارتباط الجزئي.

استخدم تشارلز سبيرمان *Charles Spearman* معامل الارتباط لتحديد العبارات المرتبطة أو التي تتجمع معا وذلك لإيجاد البنية العملية، وقد كانت فكرته الأساسية هي أنه لو ارتبطت مجموعة مفردات أو تجمعت معا فإن استجابات الأفراد على هذه المجموعة من العبارات تتجمع لتعبر عن الدرجة التي يمكن أن تقيس أو تحدد أو تتضمن البنية. وبذلك يعتبر سبيرمان أول من استخدم أسلوب التحليل العاملي وذلك عند تحديده لبنية العاملين لنظرية الذكاء. أثمرت جهود أندرسون *Anderson* إلى الوصول لمصطلح التحليل العاملي التوكيدي إلا أن التطور الأكثر اكتمالا لطريقة التحليل العاملي التوكيدي حدث في الستينيات على يد كارل جورسكوج *Jöreskog* الذي نشر أول مقال له عن التحليل العاملي التوكيدي عام 1969.

ظهرت فكرة النمذجة بالمعادلة البنائية والتي تعتمد على التحليل العاملي وتحليل المسار على يد ويلي *Wiley*، وكسلنج *Keesling*، وجورسكوج *Jöreskog* في عام 1973 وعرفت هذه المنهجية بالحروف الأولى لأسمائهم (*JKW*) إلا أنها أصبحت الآن تعرف باسم العلاقة البنائية الخطية (*LSR*) مع ظهور أول برنامج كومبيوتر لإجرائها على يد فان تيلو *Van Thillo* الذي عمل على تطوير برنامج *LISREL* لخدمة الاختبارات التربوية باستخدام لغة الأوامر المصفوفة. وحسب صفوت فرج (1980: ص 112) "منهجية النمذجة بالمعادلة البنائية قد انتشرت في جميع التخصصات منذ عام 1993 وقد وجد هرزبرج *Herzberg* في سنة 2003 أن عدد المقالات المنشورة في الدوريات قد تزايد في الفترة الممتدة بين 1993 و2001، كما تزايد عدد الدوريات المتخصصة في النمذجة حيث أصبحت منهجية النمذجة بالمعادلة البنائية هي الخيار الشائع لطرق التحليل متعددة المتغيرات".

متطلبات تطبيق منهجية النمذجة:

يتطلب استخدام منهجية النمذجة بالمعادلة البنائية في مجال العلوم النفسية الاجتماعية أن تكون الظاهرة قابلة للتناول والمعالجة الكمية، بمعنى أن يتمكن الباحث من تحديد متغيرات بحثه، وبناء أدوات لقياسها، أو استخدام مؤشرات كمية صادقة دالة عليها.

- أن يكون للباحث مكتسبات في مجال الإحصاء المتقدم.
- أن يكون للباحث المهارات الأساسية في استخدام الحاسب الآلي.
- أن يحسن الباحث اختيار البرنامج المناسب لإجراء النمذجة بالمعادلة البنائية.
- أن يحسن الباحث استخدام أحد برامج إجراء النمذجة.

برامج النمذجة بالمعادلة البنائية:

رغم أن برنامج لزرل (*LISREL*) كان أول البرامج الحاسوبية التي ظهرت لمعالجة النمذجة إلا أنه قد تطورت برامج حاسوبية أخرى منذ منتصف

الثمانينات، وحاليا توجد برامج عديد متاحة أمام الباحثين، وكل منها يقدم أسلوبا متميزا في تناول مختلف تطبيقات النمذجة، والتي تساعد الباحثين في عملية تقدير واختبار النماذج بل وتوليد نموذج مناسب ينطبق على البيانات البحثية، وتوجد على شبكة الانترنت نسخة تجريبية لتدريب الباحثين المبتدئين يمكن الحصول عليها مجانا، ومن أشهر هذه LISREL EQS و AMOS .

مقاربات النمذجة بالمعادل البنائية:

يذكر ونج Wong وجود عدة مقاربات في النمذجة بالمعادلة البنائية نذكر منها:
(Wong, Ken Kwong-key, 2013:P2)

أ- المربعات الصغرى الجزئية (PLS):

قام بتطوير هذه الطريقة ولد (Wold)، والتي تركز على تحليل التباين، وتتم عملية التقدير بطريقة المربعات الصغرى، حيث تقسم معلمات النموذج إلى مجموعات جزئية، وتتم باستخدام الانحدار البسيط والمتعدد، والأسلوب التكراري في تقدير المجموعات الجزئية، وطريقة التحليل بالمكونات الرئيسية (ACP).

ب- العلاقات البنائية الخطية (Lisrel) :

تم تطوير هذه الطريقة على يد كارل جورسكوك (Karl Joreskog)، وتعتمد هذه الطريقة على تحليل بنية التباين المشترك باستخدام تحليل المسار والتحليل العاملي للعلاقات بين المتغيرات.

إجراءات تطبيق النمذجة بالمعادلة البنائية:

يمكن إجمال الخطوات الرئيسية التي من خلالها يتم اختبار النموذج باستخدام منهجية النمذجة بالمعادلة البنائية على النحو التالي:

1- تحديد النموذج (التوصيف):

يقصد بتحديد النموذج توظيف النظريات، والأطر النظرية، والنماذج التنظيرية المناسبة، وقدرة الباحث على التنظير، في تطوير نموذج نظري عاملي، وسنتطرق إلى بعض أنماط نماذج التحليل العاملي والمتمثلة في:

- 1 - النماذج العاملية الأحادية البعد أو العامل.
- 2 - النماذج العاملية المتعددة العوامل سواء أكانت ثنائية العوامل أم احتوت على أكثر من عاملين.
- 3 - لنماذج العاملية من الرتبة الثانية.

ومن الضروري أن تعزز عملية تحديد النموذج برسم تخطيطي للنموذج، والرسم التخطيطي للنموذج العملي يعمل على التوضيح، باستعمال اللغة والرموز، ويعين على ترجمة النموذج التخطيطي إلى لغات البرامج الإحصائية المتخصصة في المعادلات البنائية لغة التعليمات لحزمة ليزرل *LISREL*، وحزمة إي.كيو.إس *EQS*، وحزمة أموس *AMOS*، وهي من أشهر الحزم المتخصصة في النمذجة بالمعادلات البنائية، والأكثر استعمالاً وانتشاراً.

وغالباً ما يكون النموذج العملي عرضة لبعض أخطاء التحديد فقد يفترض الباحث أن المفهوم الذي يشكل الدراسة ينطوي على عوامل رغم أنه في الحقيقة مفهوماً وحيداً العامل، أو افتراض أن المفهوم متجانس ينطوي على بعد أو عامل واحد رغم أنه في الحقيقة متعدد الأبعاد وفي هذه الحالة يجب على الباحث الاستعانة بمحكات المفاضلة التي تستعمل في العادة للمفاضلة بين نموذجين أو نماذج بديلة، بحيث تحسب قيمة المحك لكل نموذج، وتترتب النماذج حسب موقعها على المحك بحيث يعتبر النموذج الذي يحصل على أدنى قيمة على المحك أفضلها مطابقة. (تيغزة، 2011: ص 56-57).

2- تعيين النموذج:

تعيين النموذج يتمثل في كفاية المعلومات المتوفرة في بيانات العينة للتوصل إلى حل وحيد ومحدد لبارامترات النموذج المفترض فإذا افتقر النموذج إلى التعيين يستحيل تقدير قيمة واحدة ومحددة لكل بارامتر والنموذج الغير معين هو النموذج الذي يكون عدد بارامتراته أكبر من المعلومات المتاحة في بيانات العينة أما إذا كانت حجم المعلومات المتوفرة في البيانات مساوية لعدد البارامترات فيكون النموذج

معين أو مشيع وهناك حالة ثالثة أين يكون فيها حجم المعلومات المتوفرة في البيانات أكبر من عدد البارامترات وفي هذه الحالة يدعى النموذج المتعدي التعيين. (Brown, T. A. 2006 :P106)

3 - تقدير النموذج:

تتطلب عملية تقدير النماذج المرور بمراحل حسب النموذج المفاهيمي المقترح في الدراسة وبمجرد حيث يتم اختبار مدى صحته، بالاعتماد على بيانات العينة الأساسية، أي المتغيرات المقاسة في النموذج التي تتضمن كل المتغيرات المشاهدة، والمهمة الأساسية في اختبار النموذج هي تحديد حسن المطابقة بين النموذج المفترض والبيانات المستمد من العينة الأساسية، حيث يتم وضع البنية النظرية على البيانات الميدانية واختبار مدى التطابق بين النموذج النظري المفترض وبيانات العينة، وبالطبع يُحتمل أن يكون هناك تباين بينهما، لأنه من الصعب أن توجد مطابقة تامة بين التصور النظري والواقع الميداني، وهذا التباين هو ما يعرف اصطلاحًا بالبواقي.

1.3- تقدير نموذج القياس

يتطلب تقدير نموذج القياس المرور عبر مرحلتين من التحليل تتمثل الأولى في قياس ثبات البنية العاملية لكل متغير كامن ثم تأتي مرحلة حساب صدق البناء العاملية لهذا المتغير.

* ثبات البنية العاملية:

أ. معامل ألفا لكرونباخ:

يمكن تقدير معامل ألفا لكرونباخ عن طريق التشعبات، مع العلم بان معامل ألفا لكرونباخ يتأثر بعدد المتغيرات المقاسة، ويتم حسابه من خلال الصيغة التالية: (Bacon&all,1995 :p396)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{k}{k + (\sum \lambda)^2 - \sum \lambda^2} \right)$$

يعتبر الثبات المركب مقبول إذا تجاوزت قيمة المعامل $CR < 0.7$ (Bagozzi.R.P .0.7 < CR & Youjae.yi. 1988:p 81)

ب. معامل اوميغا الموزونة Weighted Omega:

يعتمد في تقدير معامل اوميغا الموزونة على مساهمات كل متغير مقاس في تفسير عامله، ويتم حسابه من خلال الصيغة التالية: (Bacon&all,1995 :p396)

$$\Omega_w = \frac{\sum(\lambda^2 / (1 - \lambda^2))}{1 + \sum(\lambda^2 / (1 - \lambda^2))}$$

ج. الثبات المركب Composite Reliability:

يعتمد في تقدير الثبات المركب على مساهمات كل متغير مقاس في تفسير عامله مع الأخذ في الحسبان قيم الأخطاء، ويتم حسابه من خلال الصيغة التالية: (Bacon&all,1995 :p397)

$$CR = \frac{(\sum \lambda)^2}{(\sum \lambda)^2 + \sum \epsilon}$$

* صدق البنية العاملية :

يمثل قدرة المقياس على القياس الدقيق لمتغيرات النموذج، روهايرش (Roehrich،1994) وينضوي تحت هذا الجانب من الصدق، الصدق التقاربي والصدق التمايزي.

أ-الصدق التقاربي: Validity convergent

1. يمكننا من التحقق بأن المؤشرات التي تقيس نفس العامل ترتبط فيما بينها من خلال تحقق الشرطين التاليين:(عباس البرق وآخرون:2013:ص89)
2. أن يكون التباين المفسر لكل عامل مع مؤشرات أكبر منه مع الأخطاء
3. أن يكون متوسط التباين المفسر (AVE) أكبر من 0.50

ب-الصدق التمايزي: *Validité discriminante*

يمكننا من التحقق بأن المؤشرات (العبارات) التي تقيس نفس العامل ترتبط فيما بينها من خلال تحقق الشرطين التاليين:

1. أن تكون قيمة الوزن الانحداري (R) لكل مؤشر على عامله أكبر من متوسط مجموع الاشتراكات لمؤشرات العامل. (تِيغْزَة، 2012: ص 205).
2. أن تكون النسبة الحرجة (C.R) دال عند مستوى 0.05 أي أكبر من 1.96 لكل اشتراك للمؤشر على عامله وتقاس هذه النسبة بقسمة قيمة الاشتراك على الخطأ المعياري فإذا كانت النسبة الحرجة أكبر من 1.96 فإنها ذات دلالة عند مستوى 0.05 أما إذا كانت أكبر من 2.58 فإنها ذات دلالة عند مستوى 0.01.

2.3- تقدير النموذج البنائي :

يتطلب تقدير النموذج البنائي التحقق من العلاقات الخطية بين العوامل أو ما يسمى المتغيرات الكامنة من خلال دلالة قيمة الوزن الانحداري (R) بين كل متغيرين. (Fornell &Larker,1981:p43)

أن يكون اختبار (C.R) دال لكل قيمة للوزن الانحداري (R) للعامل على العامل الأخر والذي يساوي مربع الوزن الانحداري (R^2) على الخطأ المعياري وتكون هذه القيمة أكبر من 1.96. (Fornell &Larker,1981:p47)

أن تكون قيمة الوزن الانحداري (R) لكل عامل ضمن المجال -1، +1 [وكلمًا] كانت القيمة المطلقة لقيمة الوزن الانحداري قريبة من الواحد كانت العلاقة أقوى. تحديد نسبة التباين المفسر لكل عامل بتربيع قيمة الوزن الانحداري (R) ومن خلالها تحديد البواقي عن طريق طرح هذه القيمة من الواحد الصحيح والذي يمثل أعلى قيمة للتباين المفسر.

3.3- تقدير النموذج المتكامل:

يتم تقدير النموذج المتكامل من خلال خطوتين تتمثل الأولى في تقدير مؤشرات حسن المطابقة، أما الثانية فتتعلق بتقدير البرامترات الفردية للنموذج المقترح، ويلجأ الباحث إلى النموذج المنافس في حالة وجود قيم للوزن الانحداري معدومة أو غير دالة، من خلال إجراء تعديلات على النموذج المقترح، ثم تتم عملية المفاضلة بين النموذج المقترح والنموذج المعدل، وتتم هذه العملية عن طريق حساب البواقي بالنسبة للمتغيرات التابعة بعد إيجاد قيم معامل الارتباط المتعدد والدالة على التباين المشترك للمتغير التابع الناتج عن المتغيرات المستقلة المؤثرة عليه، كما يتم اختبار النموذج المعدل باستخدام مؤشرات المطابقة المختلفة، من أجل مقارنة التباين المشترك للنموذج المقترح والتباين المشترك للنموذج المعدل، وكلما كان الفرق بينهما طفيف دل على سلامة النموذج المعدل في التعبير عن العلاقات الخطية.

أ - تقدير مؤشرات حسن المطابقة:

لا يمكن لأي باحث اقتراح نموذج مطابق تماماً للواقع، وإنما يمكنه الاقتراب من النموذج الواقعي في المجتمع، وهذا يعني وجود درجة من الخطأ في توصيف النموذج، ويمكن تقدير درجة هذا الخطأ عن طريق المؤشرات بقياس مدى التناقض بين مصفوفة التباين/التغاير والتي يتم إنتاجها من البيانات الملاحظة والمصفوفة المستخلصة من النموذج المقترح.

(Gerbing, D. W., & Hamilton, J. G. 1996:p63)

* مربع كاي (χ^2):

ويعتبر من أشهر مؤشرات الملائمة التي تعرضها كل البرامج الإحصائية ويعكس هذا المؤشر مدى التباين بين مصفوفة / التغاير الملاحظة من البيانات الفعلية وتلك المصفوفة التي تقترحها العلاقات لين المتغيرات الموجودة في النموذج النظري. ويتميز هذا المؤشر عن غيره من المؤشرات بدلالته الإحصائية،

فإذا كانت دالة إحصائية كان ذلك مؤشراً على اختلاف النموذج النظري عن النموذج الفعلي الذي يحدد العلاقات لبين المتغيرات.

ينصح باستعمال مربع كاي مع مؤشرات أخرى لسد مواطن الضعف في استخدام هذا المؤشر كتأثر دلالاته الإحصائية بحجم العينة، بحيث أن أي فارق طفيف بين مصفوفة التباين والتغاير للنموذج المفترض ومصفوفة العينة يكون دال إحصائياً عند اتساع حجم العينة وهذا يتنافى مع استعمال المعادلات البنائية حيث تتطلب حجم عينة كبير، كما يؤخذ على مربع كاي قيامه على افتراض وجود مطابقة تامة بين بيانات النموذج المفترض وبيانات العينة، وهو وضع مثالي يستحيل تحققه في الواقع، بينما توجد مؤشرات أخرى أكثر واقعية تقوم على افتراض مطابقة تقريبية. (تيغزة، 2011: ص 114-115).

*** النسبة بين كاي مربع (χ^2) ودرجة الحرية df:**

وهي النسبة بين القيمة المحسوبة لمربع كاي مقسمة على درجة الحرية والتي يمكن حسابها بإيجاد الفرق بين عدد المعلومات التي يوفرها النموذج وعدد البارامترات التي تحتاج إلى التقدير وإذا كانت أقل من 5 تدل على قبول النموذج ولكن إذا كانت أقل من 2 تدل على أن النموذج مطابق تماماً للبيانات وهناك العديد من الدراسات والبحوث التي تستخدم مستوى دلالة كاي مربع كمؤشر لجودة المطابقة وهذا مقبول في حالة العينات كبيرة الحجم أو عندما لا نرغب في مقارنة نماذج بنائية مختلفة لنفس البيانات حيث تتأثر هذه القيمة بحجم العينة ولذلك لا بد وأن يؤخذ في الاعتبار بعض المؤشرات الأخرى لجودة المطابقة إلى جانب هذا المؤشر ومن بين المؤشرات نذكر:

*** مؤشرات المطابقة المطلقة:**

تساعد هذه مؤشرات الباحث في الحكم على تحديد مدى جودة النموذج المقترح، عن طريق مقارنته بنموذج آخر يدعى النموذج القاعدي، ومن بين مؤشرات المطابقة

المطلقة التي أثبتت فعاليتها مؤشر جودة المطابقة (GFI) ومؤشر جذر متوسط البواقي (RMR).

* مؤشرات المطابقة المتزايدة:

تسمح هذه المؤشرات بمقارنة النموذج المختبر بالنموذج المعدوم والمتمثل في النموذج الذي له عامل واحد مشترك ومقصى من أخطاء القياس ومن بين مؤشرات المطابقة المتزايدة التي أثبتت فعاليتها مؤشر المطابقة المعياري (TLI) ومؤشر المطابقة المقارن (CFI).

* مؤشرات الافتقار للاقتصاد:

وتقوم على مدى اقتصاد النموذج في عدد البارامترات الحرة المستعملة لتمثيل البيانات بدون أن يخل هذا الاقتصاد بقدرة النموذج المفترض على التفسير وبالتالي عند تكافؤ أداء مؤشرات المطابقة لنموذجين نظريين متنافسين، فإن النموذج الذي يقتصد في عدد البارامترات الحرة في التفسير يعتبر أكثر مطابقة من النموذج الذي يستعمل عددا أكبر من البارامترات الحرة لكونه يفتقر إلى خاصية الاقتصاد في عدد البارامترات الحرة الموظفة في النموذج، ومن بين مؤشرات المطابقة المطلقة التي أثبتت فعاليتها مؤشر جذر متوسط خطأ التقريب ($RMSEA$).

* محكات المعلومات :

تقوم هذه المحكات على مسلمة تقول بأنه لا يوجد نموذج نموذجي فريد وإنما توجد عدة نماذج مختلفة ويلجأ الباحث في التفضيل بينها باستخدام هذه المحكات من خلال اختيار النموذج الذي يقتصد في عدد البارامترات والذي يحقق أفضل مطابقة بأقل عدد من البارامترات .

ب - تقدير البارامترات الفردية للنموذج المفترض:

بعد الاطمئنان على تمتع النموذج بمطابقة إجمالية، ننتقل إلى الفحص التفصيلي للنموذج المفترض لأن وجود مطابقة إجمالية جيدة ليس ضمانا كافيا

على أن مكونات النموذج أو العلاقات المفترضة تخلو من مواطن الخلل، ومن الاستراتيجيات المتبعة لتقويم فعالية المكونات الفردية أو عناصر النموذج ما يلي: (تيغزة، 2012 : ص 266-267).

1: فحص قيم البارامترات التي تم تقديرها، ينبغي أن يُركز هذا الفحص على الجوانب التالية:

أ- فحص قيم البارامترات ما إذا كانت تتطوي على شذوذ في إشارتها أو قيمها، كأن يتجاوز معامل الارتباط الواحد الصحيح الذي يمثل سقفه النظري، أو كأن تكون بعض قيم التباين سالبة، علما إن قيم التباين يجب أن تكون دائما موجبة.

ب- الخطأ المعياري لقيم البارامترات.

ج- فحص الدلالة الإحصائية لقيم تقدير البارامترات (قيم معاملات الانحدار سواء أكانت تشبعات، أو مسارات بين متغيرات كامنة) أو كانت علاقات تغاير أو ارتباطات بين العوامل أو المتغيرات الكامنة.

د- هل مستوى المعاملات (أو العلاقات)، أي قيمها ترقى إلى المستوى المتوقع، أم أن قيم المعاملات أو العلاقات منخفضة على الرغم من دلالتها الإحصائية.

هـ- هل اتجاه العلاقات بعد حساب بارامترات النموذج تتسجم مع اتجاه العلاقات في النموذج المفترض، أي تتوافق مع التنظير أم تناقضه رغم كونها دالة إحصائيا، ورغم حجمها الكافي، قد يفترض النموذج أن العلاقة الارتباطية بين العاملين سالبة، لكن قد تظهر نتائج التحليل بأنها موجبة، مما يناقض تنظير الباحث وهذا لا يرجع إلى قصور الأسلوب بل إلى عدم فهم طبيعة المشكلة الخاصة التي يحاول التحليل العملي حلها.

2: فحص مكون القياس للنموذج: أي مدى دقة المؤشرات واتساقها في قياس العوامل التي تنتسب إليها (الثبات)، ومدى صلاحية هذه المؤشرات وكفايتها وملاءمتها وتمثيلها واستيعابها للدلالة النظرية للمفاهيم أو العوامل التي تنتمي إليها (الصدق).

خلاصة:

أصبحت النمذجة بالمعادلة البنائية من التقنيات الواسعة الانتشار في البحوث النفسية والتربوية، نتيجة لتوفرها على مجموعة من الأساليب الإحصائية متعددة المتغيرات. وتعتمد النمذجة بالمعادلة البنائية على خطوتين مهمتين، تتمثل الخطوة الأولى في التأكد من صلاحية نموذج القياس، باستخدام التحليل العاملي التوكيدي. أما الخطوة الثانية فتتمثل في اختبار النماذج البنائية، عن طريق تحليل مسرات النموذج البنائي، وتقييم، وتقدير القيم المفردة من أجل اختبار الفرضيات والنماذج النظرية.

المراجع:

1. تيعزة، أحمد بوزيان (2011). اختبار صحة البنية العاملية للمتغيرات الكامنة في البحوث: منحى التحليل والتحقق. بحث علمي محكم، مركز بحوث كلية التربية، جامعة الملك سعود.
2. تيعزة، أحمد بوزيان (2012). التحليل العاملي الإستكشافي والتوكيدي، عمان، دار المسيرة للنشر والتوزيع.
3. حجاج، غانم (2013). التحليل العاملي نظريا وعمليا في العلوم الإنسانية والتربوية، القاهرة، عالم الكتاب.
4. صفوت، فرح (1980). التحليل العاملي في العلوم السلوكية، القاهرة، دار الفكر العربي.
5. عباس، اللبرق. عايد، المعلا. أمل، سليمان (2013). التحليل الإحصائي باستخدام برنامج أموس. عمان، اثناء للنشر والتوزيع.
6. مصطفى باهى (2002). التحليل العاملي نظريات- تطبيقات، ط1، لقاهرة، مركز الكتاب للنشر.
7. الهنداوي، قتي ياسر المهدي (2007). منهجية النمذجة بالمعادلة البنائية في الإدارة التعليمية. مجلة التربية والتنمية، مصر، العدد 40.
المراجع الأجنبية:
8. Bacon, Donald R., Paul Sauer and Murray Young (1995). "Composite reliability in structural equations modeling." Educational and Psychological Measurement, 55(3).
9. Bagozzi.R.P & Youjiae.yi.(1988).Ob The Evaluation of Structural Equation Modeling. Academy of marketing science . vol16.no 1.

10. Brown, T. A. (2006), *Confirmatory Factor Analysis for Applied Research*. New York: Guilford.
11. Fornell, Claes and David F. Larker (1981), "Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error," *Journal of Marketing Research*, 18 (February).
12. Fornell, Claes and David F. Larker (1981), "Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error," *Journal of Marketing Research*, 18 (February).
13. Gerbing, D. W., & Hamilton, J. G. (1996). Viability of exploratory factor analysis as a precursor to confirmatory factor analysis. *Structural Equation Modeling*, 3(1).
14. Hershberger, S. L. (2003). The growth of structural equation modeling from 1994 to 2001. *Structural Equation Modeling*, 10, 1,
15. Hoyle, R.H.(1995) *Structural Equation Modeling: Concepts, Issues and Application*, New York: Sage Publications.
16. Maccallum, Robert C. and Austin, James T.(2000), 'Application of Structural Equation Modeling in Psychological Research', *Annual Review of psychology*, Vol.51.
17. Wong, Ken Kwong-key.(2013). Partial least squares structural equation modeling. *Marketing Bulletin*. V24.n 1.