جامعة محمد خيضر (بسكرة)
كلية العلوم الاقتصادية والتجارية والتسيير
قسم العلوم التجارية

السنة الجامعية: 2024/2023
المستوى: أولى ماستر تسويق
مقياس: الأساليب الكمية في التسويق 2

المحاضرة الخامسة: النمذجة بالمعالات البنائية
Structural Equation Modeling (SEM)

1. تمهيد:

يلجأ الباحثين إلى دراسة النماذج عوض الاكتفاء باختبار الفرضيات، ذلك أن الفرضيات ماهي إلاّ جزء بسيط من مجموعة أشمل أو أعم من العلاقات الموجودة فعلا بين المتغيرات، التي تظهر لنا في شكل نموذج، وبالتالي يمكن من خلال النموذج اختبار نسيج العلاقات التي ينطوي عليها دفعة واحدة، دون القيام تجزئتها علاقة علاقة، كما ينطوي النموذج على مرونة في التنظير، حيث تضطلع نفس المتغيرات بأدوار مختلفة في النموذج، فإما أن تكون مستقلة أو وسيطة أو حتى متغيرات تابعة .

ومن هنا صارت النمذجة بالمعادلات البنائية المنهجية الأحدث لاختبار النماذج النظرية في العلوم السلوكية، والتي من بينها التسويق، هذه النماذج تكون ممثلة المتغيرات التي يمكن قياسها بصورة غير مباشرة، عن طريق مجموعة من المؤشرات الدالة عليها.

وقد حققت النمذجة بالمعادلات البنائية تقدما كبيرا في مجال البحث في الظواهر النفسية والاجتماعية، حيث مكنت من التغلب على مشكلة القياس، والتي كانت من المشكلات الأساسية في دراسة الظواهر السلوكية، وأثبت نهج النمذجة البنائية نجاحا كبيرا في القدرة على دراسة النماذج النظرية الأكثر تعقيدا بشكل شامل.

ويتم استخدام نمذجة المعادلة البنائية بشكل شائع في برامج أموس SPSS Amos وبرنامج ليزرل LISREL . تعتبر نمذجة المعادلات البنائية أكثر تعقيدا من نماذج التحليل الإحصائي التقليدية مثل الانحدار. إنها مزيج من مجموعة خوارزميات الكمبيوتر المتنوعة والنماذج الرياضية والأساليب الإحصائية المجهزة في مجموعة البيانات.

2. تعريف النمذجة بالمعادلات البنائية:

تعتبر النمذجة البنائية Structural Equation Modeling(SEM)، من أحدث منهجيات البحث في الظواهر الاجتماعية ومن أهمها في تحليل بيانات الدراسات السلوكية، تمكن من وضع وتصميم النماذج النظرية لوصف العلاقات المتشابكة بين عناصر الظاهرة وبينها وبين غيرها وصفا كميا، واختبار صحتها وتفسيرها تفسيرا شاملا دون تجزئة لها، ومن أبرز تعاريفها:

- النمذجة بالمعادلات البنائية هي:" مجموعة من الطرق الإحصائية المتقدمة في تحليل البيانات، تهدف إلى اختبار صحة شبكة العلاقات بين المتغيرات (نموذج نظري)، التي يفترضها الباحث جملة واحدة، دون الحاجة إلى تجزئة العلاقات المفترضة إلى أجزاء واختبار صحة كل جزء على حدى".
- النمذجة بالمعادلات البنائية هي:" نمط مفترض للعلاقات الخطية المباشرة وغير المباشرة بين مجموعة من المتغيرات الكامنة والمقاسة".
- النمذجة بالمعادلات البنائية هي:" تقنية لتحديد وتقييم وتقدير النماذج الخطية للعلاقات بين مجموعة من المتغيرات الملاحظة وغير الملاحظة".
- النمذجة بالمعادلة البنائية هي عبارة عن:" اختبار إحصائي يساعد على تقييم مجموعة من معادلات الانحدار في نفس الوقت".

3. خصائص منهجية النمذجة بالمعادلات البنائية:

- تسمح باختبار صحة العلاقات المفترضة في النموذج بين المتغيرات ككل دون تجزئتها إلى علاقات أحادية، يكون أقوى في إمداد الباحث بصورة أدق عن السلوك الحقيقي للمتغيرات.
- تسمح باختبار العلاقات بين المتغيرات من منظور تثبتي وتوكيدي، وليس من منظور استطلاعي واستكشافي (التحليل الاحصائي للبيانات بعد بناء نموذج نظري) .

- لا تضم تقنية إحصائية واحدة، بل عائلة من الإجراءات المتصلة، وتستخدم مصطلحات أخرى مثل التحليل البنائي للتغاير، النمذجة البنائية للتغاير.
- تسمح بالتعرف على الطبيعة غير التامة للمقاييس، فتقوم بتحديد ونمذجة ودمج خطأ القياس في التحليل على خلاف الأساليب الإحصائية التقليدية .
- تعالج مشكلات الخطية المتعددة، فالقياسات المتعددة ضرورية لوصف المتغيرات الكامنة (المتغيرات غير المشاهدة).
- تستهدف اختبار صحة النماذج التي تنطوي في الغالب على علاقات بين المتغيرات الكامنة، وليس فقط علاقات بين متغيرات مقاسة.
- المعلومات التي توظف لاختبار صحة النموذج لا تأخذ شكل بيانات خام، وإنما تتخذ شكل مصفوفة التباين المشترك أو التغاير Covariance matrix.

4. أهداف استخدام النمذجة بالمعادلات البنائية:

- التحقق من صحة البنية المكونة لعناصر الظاهرة المدروسة كما تم تصورها، أي تحديد مدى تطابق النموذج الافتراضي مع البيانات الميدانية.
- دراسة العلاقات والارتباطات بين مكونات الظاهرة المدروسة، وبينها وبين بقية الظواهر المرتبطة بها.
- دراسة تأثير المتغير الوسيط بين المتغيرات المستقلة والمتغيرات التابعة في النموذج المفترض.
- تعديل النموذج المفترض وفقا للحالة العلمية لذلك.
- التحكم في أخطاء القياس، حيث يدمجها نموذج المعادلات البنائية ضمن متغيرات النموذج.

وبشكل عام، تهدف النمذجة بالمعادلات البنائية إلى تحديد مدى تطابق النموذج النظري بواسطة لبيانات العينة، فإذا دعمت بيانات العينة النموذج النظري، فمن الممكن بعد ذلك افتراض نماذج نظرية أكثر تعقيدا، أما إذا تدعم البيانات النموذج النظري فإما أن يعدل النموذج الأصلي ويختبر، أو يتم تطوير نماذج نظرية أخرى واختبارها.

5. مزايا وعيوب النمذجة بالمعادلات البنائية:

تسمح بتحليل العلاقات المعقدة بين البنيات والمؤشرات، مما يوفر تفسيرات سببية ويساعد على التنبؤ، كما تساعد على فهم العلاقات بين السمات الكامنة ومؤشراتها المرصودة، وكذلك تلك الموجودة بين السمات الكامنة، إلا أنها تتطلب حجم عينة كبير نسبيًا لتجنب المشكلات المتعلقة بتقدير المعلمات واستدلال العينة الصغيرة، إضافة إلى أنه يمكن أن يكون لها متطلبات حسابية معقدة، خاصة عند التعامل مع مقارنات المجموعات المتعددة وارتباطات الأخطاء المتبقية غير النموذجية.

6. المفاهيم الأساسية في نماذج المعالة البنائية:

تعتبر المتغيرات بأنواعها والمسارات أو العلاقات بين المتغيرات بأشكالها من أهم عناصر النمذجة بالمعادلات البنائية، إضافة إلى أنها تحدد نواع النموذج ودرجة تعقيده:

أ. تصنيف المتغيرات حسب الطبيعة:

- **المتغيرات الكامنة (غير المشاهدة) Latent variables:** هي المتغيرات التي لا يمكن ملاحظتها وقياسها بشكل مباشر، وإنما يستدل عليها عن طريق عدد من المؤشرات التي يتم إعدادها لقياسها (الاختبارات والاسبيانات).
- **المتغيرات المشاهدة (المقاسة) Manifest variables:** هي المتغيرات القابلة للملاحظة والقياس بشكل مباشر، وتستخدم للاستدلال على المتغيرات الكامنة.

مثال: الأداء التسويقي متغير كامن لا يمكن قياسه مباشرة، وإنما يمكن الاستدلال عليه من خلال مؤشرات عديدة، مثل رضا الزبائن، الثقة في العلامة التجارية، ولاء الزبائن... وهي بدورها متغيرات كامنة، وكما يمكن الاستدالال عليه من خلاله متغيرات مقاسة، مثل حجم المبيعات، تكرار الشراء، عدد الزبائن الجدد، الحصة السوقية، التكاليف التسويقية، مدة الاحتفاظ بالزبون...

ب. تصنيف المتغيرات حسب المنشأ:

- **المتغيرات خارجية المنشأ Exogenous variables:** هي المتغيرات المستقلة التي تؤثر في غيرها، ولا تتأثر بمتغيرات داخلية في النموذج، ومثالها أخطاء القياس.
- **المتغيرات الداخلية Endogenous variables:** هي المتغيرات التي تتأثر بغيرها من المتغيرات داخل النموذج، ومثالها المتغيرات التابعة والوسيطة.

ج. تصنيف المتغيرات حسب التأثير:

- **المتغيرات ذات التأثير غير المباشر Direct effect:** هي المتغيرات التي تؤثر مباشرة في متغير آخر داخل النموذج.
- **المتغيرات ذات التأثير غير المباشر Indirect effect:** هي المتغيرات التي تؤثر في متغير ما عبر متغير آخر داخل النموذج، ولذا تسمى الكتغيرات الوسيطة.

مثال: الابتكار التسويقي متغير كامن، مستقل، خارجي المنشأ، يؤثر في الأداء التسويقي وهو متغير كامن، تابع وداخلي المنشأ.

مثال: الصورة الذهنية متغير كامن وسيط في العلاقة بين تسويق المؤثرين كمتغير خارجي المنشأ كامن، والسلوك الشرائي كمتغير داخلي المنشأ كامن. ونلاحظ أنه يوجد تأثير مباشر للتسويق المؤثرين في السلوك الشرائي، كما يوجد تأثر غير مباشر من خلال بناء الصورة الذهنية.

7. لغة النمذجة بالمعادلات البنائية:

توجد للنمذجة البنائية لغة موحدة متفق عليها في تصميم النماذج واختبارها، تتمثل في مجموعة من الأشكال المستخدمة في رسم النماذج:

- **دائرة أو شكل بيضاوي:** تشير إلى المتغيرات الكامنة، وهذا يعني أن المتغيرات داخل دائرة أو شكل بيضاوي هي متغيرات كامنة.
- **مستطيل أو مربع:** يشير إلى المتغيرات المشاهدة، وهذا يعني أن المتغيرات داخل المستطيل أو المربع هي متغيرات مشاهدة (مقاسة)
- **سهم ذو رأس واحدة:** يشير إلى علاقة سببية (المتغير الذي يخرج منه السهم يؤثر في المتغير الذي يصل إليه السهم.
- **سهم ذو رأسين:** يشير إلى علاقة سببية وتأثير في الاتجاهين (تأثير وتأثر).
- **سهم منحي ذو رأسين:** يشير إلى علاقة اقتران/ ارتباطية (ليس فيها سببية).
- **دائرة+ سهم يصل إلى الدائرة التي يوجد بها متغير كامن:** يشير إلى خطأ البناء في المتغير الكامن.
- **دائرة+ سهم يصل المستطيل الذي فيه متغير مشاهد:** يشير إلى خطأ القياس في المتغير المشاهد.

8. أنماط النماذج في النمذجة بالمعادلات البنائية:

النمذجة بالمعادلات البنائية هي إطار تحليلي عام لعدة أنماط من النماذج، مثل تحليل الإنحدار المتعدد، تحليل المسار، والتحليل العاملي التوكيدي، والنموذج المتكامل لبرنامج AMOS ... الخ، والتي تمثل أجزاء ومراحل من نمذجة المعادلات البنائية، وهي بذلك امتداد للنموذج الخطي العام، الذي يسمح بتحليل مجموعة من المتغيرات بطريقة متزامنة ومتكاملة، أين تحدد العلاقات بين المتغيرات بصورة أشمل وأوضح، عبر اختبار الفروض الموضوعة لتفسير العلاقات بين المتغيرات الكامنة غير المشاهدة، والمتغيرات المقاسة المشاهدة، وهنا نركز على بعض النماذج فقط لأنها متعددة:

أ. نموذج الانحدار Regression model:

تتكون نماذج الانحدار من متغيرات مشاهدة فقط، وعلاقات تأثير فقط بين متغيرات مستقلة ومتغيرات تابعة، يتم من خلالها تفسير متغير مشاهد تابع أو التنبؤ به، من خلال واحد أو أكثر من المتغيرات المشاهدة المستقلة.

مثال: الخبرة (بعدد السنوات x) لدى رجل البيع كمتغير مشاهد مستقل، يستخدم للتنبؤ بحجم المبيعات y كمتغير مشاهد تابع، من خلال بناء معادلة الانحدار الخطي: $y=ax + b$، حيث a وb معلمات النموذج.

ب. نموذج تحليل المسار Path model analysis:

يتكون تحليل المسار من متغيرات مشاهدة فقط، يتم من خلالها تفسير متغير مشاهد تابع أو التنبؤ به، إضافة إلى علاقات تأثير وتأثير بين المتغيرات المشاهدة بغض النظر عن كونها متغيرات مستقلة أو تابعة، فقد يكون متغير مشاهد أو أكثر مستقلا وتابعا في نفس الوقت، ولذلك عادة تكون نماذج المسار أكثر تعقيدا، حيث يفترض وجود علاقة سببية بين المتغير التابع والمتغير المستقل، كما يمكن تجزئة هذه العلاقة إلى تأثيرات مباشرة وتأثيرات غير مباشرة (علاقة وسيطية) من خلال المسارات.

مثال: الدخل متغير مشاهد مستقل وتابع في نفس الوقت، مستقل لأنه يتنبأ بقيمة المشتريات، وتابع لأنه يتم التنبؤ به من خلال متغيرات مستقلة (العمر، الخبرة، عدد الأطفال).
مثال: معدل غياب رجال البيع والالتزام بمواعيد العمل (متغيرات مشاهدة مستقلة)، تؤثر على عدد العملاء وحجم المبيعات (متغيرات مشاهدة تابعة).

تتمثل الخطوات اللازمة لبناء نموذج تحليل المسار في:

1. بناء نموذج سببي انطلاقا من النظريات والدراسات السابقة؛
2. إنشاء نمط للعلاقات بين المتغيرات بالترتيب (علاقات تأثر، تأثير، ارتباط)؛
3. رسم نموذج تخطيطي للعلاقات بين المتغيرات؛
4. حساب معاملات المسار(معاملات الانحدار والارتباط مثلا)؛
5. اختبار حسن المطابقة مع النموذج الأساسي؛
6. تحليل وتفسير النتائج

ج. النموذج العاملي التوكيدي Confirmatory Factor Model (CFM):

لا ينطلق الباحث في التحليل العاملي التوكيدي من المجهول، وإنما من فرض أو نموذج معلوم، يريد التحقق منه ميدانيا وتحديد مدى مطابقته للبيانات الميدانية، والفرض (الصفري) ينص على عدم وجود فروق بين النموذج النظري والبيانات الميدانية. أما في التحليل العاملي الاستكشافي، فالباحث يريد توليد نموذج أو فرض انطلاقا من البيانات الميدانية، فهو ينطلق من المجهول ليستكشف أبعاد المقياس (الأبعاد هي المتغيرات الكامنة والمقياس هو الاستبيان).

وبما أن نمذجة المعادلة البنائية تدرس الروابط السببية بين المتغيرات غير المشاهدة (الكامنة)، فتحدد مساهمة المتغيرات المشاهدة (العبارات) في تقييم المتغيرات غير المشاهدة (الأبعاد الكامنة)، وبما أن التحليل العاملي التوكيدي هو أسلوب مناسب لفحص تأثير كل عبارة في قياس البنية المعنية أو االبعد، فإنه يتيح اختيار العومل (المكونات) ذات الصلة فقط بالنموذج، وبالتالي يقلل من أبعاد البيانات ويوحد مقياس المؤشرات المختلفة، بمعنى آخر، إذا كان النموذج يحتوي على العديد من المتغيرات الكامنة، فسيساعد التحليل العاملي التوكيدي على تقليلها، بحيث لا تظهر إلا المتغيرات ذات الصلة.

مثال:

التأكد من نموذج نظري حول الالتزام بشراء منتج معين أو ماركة معينة، باعتباره يحتوي على عاملين (بعدين): تفضيل الشراء ونية الشراء، وكل بعد يعتبر متغير كامن لأنه يمكن قياسه من خلال عدة متغيرات مشاهدة (فقرات في الاستبيان مثلا).

د. نموذج القياس Measurement model:

هو الجزء أو الكل من نموذج المعادلة البنائية، الذي يتعامل مع المتغيرات الكامنة ومؤشراتها (المتغيرات المشاهدة: الفقرات)، حيث يحدد العلاقات بين المتغيرات المشاهدة والمتغيرات غير المشاهدة (الكامنة)، كما أنه يصف صدق وثبات المتغيرات المشاهدة.

هـ. نموذج البناء Structure model:

يحدد العلاقات السببية الموجودة بين المتغيرات الكامنة (غير المشاهدة)، فهو يحدد أي المتغيرات الكامنة يؤثر بصورة مباشرة أو غير مباشرة، على التغيرات في قيم متغيرات كامنة أخرى في النموذج، ويتم تحديد نموذج البناء انطلاقا من نظريات ودراسات سابقة، وقد يضم أكثر من نموذج قياس، وهو يحدد التأثيرات المباشرة بين المتغيرات خارجية المنشأ والمتغيرات داخلية المنشأ في النموذج، وأخطاء القياس في النموذج.

و. برنامج AMOS المتكامل:

يعد برنامج آموس AMOS SPSS هو أحد البرامج الإحصائية التي تتعامل مع بيئة ميكروسوفت ويندوز، كما أنه يعمل عن طريق الحزمة الإحصائية SPSS، يسمى البرنامج بهذا الاسم اختصاراً للاسم لالسم Structures Moment of Analysis أي تحليل بنية العزوم.

ويتكون البرنامج من جزأين اثنين هما: الرسوم البيانية Graphics Amos والأساسيات Amos Basic، فالجزء الأول يساعد المستخدم في تحديد النموذج عن طريق الرسوم على الشاشة والتحكم في مظاهر التحليل بتحديد المسارات وتسمية المتغيرات على النموذج المرسوم، أما الجزء الثاني فيتم عن طريق كتابة الأوامر من خلال لوحة المفاتيح ومن خلال قواعد محددة للبرنامج عن أسلوب كتابة المدخلات ولغة البرنامج Syntax.

ويتضمن استخدام البرنامج إنجاز بعض **تحليلات إحصائية** الهامة مثل:

- تحليل بنية التباين نمذجة المعادلات البنائية (Covariance Structure Analysis (Structural Equation Modeling؛
- تحيل المسار Path Analysis؛
- التحليل العاملي التوكيدي Confirmatory Factor Analysis؛
- الانحدار المتعدد Multiple Regression؛
- تحليل المتغيرات الكامنة Latent Variable Analysis؛
- تحليل علاقات البنية الخطية Linear Structural Relation Analysis،

ومن أهم مميزات برنامج AMOS مايلي:

✓ سهولة التعامل معه من خلال لغة البرنامج Syntax أو خطوط تكويد الإدخال، التي تصف النموذج والبيانات والتحليل والنواتج، إذ يمكننا من إجراء نفس المعالجات التي تنجزها برامج أخرى مثل ,R, MPLUS, MX EQS LISREL, SEPATH وغيرها ولكن بسهولة أكبر.

✓ إعطائه تقديرات لاستراتيجية Bootstrapping، والتي تعتمد على توليد بيانات فعلية جمعها الباحث لمتغيرات معينة، وإعطاء تقديرات للأخطاء المعيارية وفترات الثقة لكل تقديرات المعالم.

✓ يمتلك البرنامج استراتيجيات للتعامل مع البيانات المفقودة Missing Data والمتغيرات التصنيفية كمتغيرات تابعة.

✓ يمكن تحميل أداة للبرنامج تقوم برسم النماذج نيابة عن الباحث تسمى Builder Model Matrix Pattern Plugin، بما يسهل الأمر على الباحثين.

✓ تتوافر نسخة مجانية من البرنامج، ولكنها لا تقبل سوى ثمانية متغيرات ولا تعطي سوى 54 معلما للنموذج

✓ يعد استخدام برنامج آموس هو الأفضل في حالة كون البحث يستند إلى إطار نظري قوي أو دراسات سابقة قوية تدعم فرضيات معينة.

✓ يكون استخدام آموس أكثر احترافية إذا ما كان البحث يتضمن أكثر من عامل مؤثر وأكثر من عامل متأثر، إذ يقوم البرنامج بالتحليل مع ربط كافة العلاقات معا، وبيان أثر هذه العلاقات مع بعضها؛ ففي حالة اختبار نموذج نظري، يعمل البرنامج على تحليل النموذج كله مرة واحدة دون اجتزاء عوامله والتعامل معها بشكل منفرد.

✓ يمكن لبرنامج آموس أن يخدم في تطوير إطار نظري جديد للبحث، من خلال مؤشرات تعديل النموذج Indices Modification، وإيجاد عالقات جديدة بين العوامل مقبولة نظرياً.

✓ يسمح برنامج آموس باختبار الكثير من الفرضيات في آن واحد، بالإضافة إلى المرونة العالية وتحليل تلك الفرضيات حتى في حالة وجود ما يسمى Multicollinearity، أي تشابه العوامل المؤثرة فيما بينها.

✓ يساعد آموس في إجراء التحليل العاملي التوكيدي Analysis Factor Confirmatory (CFA) الذي لا يجريه برنامج SPSS ، والذي يقتصر استخدامه على إجراء التحليل العاملي الاستكشافي فقط Exploratory Factor Analysis (EFA)، كما يساعد آموس بإجرائه كثيراً على إيجاد نسبة الخطأ في الإجابةK والتي تعاني منها البحوث بصفة عامة والبحوث الانسانية بوجه خاص.

✓ يقبل آموس التحليل حتى في وجود بعض البيانات المفقودة، ويقوم بتحليل الإطار النظري، من خلال وجود العوامل الوسيطة Variables Mediating، كما يقوم بالتحليل حتى في حالة عدم وجود المنحنى الاعتدالي الطبيعي للبيانات.

9. خطوات النمذجة بالمعادلات البنائية:

يمكن تلخيص الخطوات الأساسية لاختبار النمذجة بالمعادلات البنائية في العناصر التالية:

أ. تحديد النموذج:

يقصد به توظيف الأطر النظرية المناسبة، ودعمها برسم تخطيطي للنموذج يعين على توضيح وتنظيم المتغيرات والعلاقات الممكنة بينها، إضافة إلى استخدام اللغة والرموز، مما يساعد في ترجمة النموذج التخطيطي إلى البرمجيات الاحصائية المتخصصة في المعادلات البنائية.

ب. تعيين النموذج:

يقصد به تحديد احتياجات النموذج المفترض من المعلومات التي يتطلبها لتقدير المعلمات، ومقارنتها بوحدات المعلومات المتاحة أو المتوفرة في البيانات، وبالتالي التحقق من أن المعلومات التي توفرها بيانات العينة، تسمح بالتوصل إلى قيم وحيدة ومحددة للمعلمات الحرة للنموذج المفترض، وافتقار النموذج للتعيين يعني استحالة تقدير قيمة وحيدة لكل معلمة من المعلمات الحرة للنموذج المفترض، فيكون لكل معلمة عدد كبير من القيم التي تمثل حل له، وبالتالي يستحيل انتقاء الحل الأنسب لكل معلمة.

ج. تقدير النموذج:

يعني ايجاد قيم عددية للمعلمات الحرة في النموذج، بحيث تكون مصفوفة البيانات المشتقة من النموذج (مصفوفة التابين المشترك أو التغاير) قريبة جدا من بيانات العينة، أي من مصفوفة التباين والتغاير للعينة التي تمثل الإطار المرجعي، التي ينبغي أن يعيد النموذج المفترض انتاجها بدقة كي يكون نموذجا نظريا متطابقا مع بيانات العينة.

د. اختبار حسن المطابقة للنموذج:

يعني اختبار مدى صحة النموذج ارتكازا على بيانات العينة، أي المتغيرات المشاهدة (المقاسة)، وذلك من خلال مؤشرات حسن المطابقة التي تزودنا بصورة عامة أو اجمالية عن مطابقة النموذج للبيانات، حيث لا توفر معلومات تفصيلية عن الأجزاء الفردية (المعلمات الفردية) للنموذج التي تفتقر للمطابقة، والتي قد تشكل مواطن الضعف فيه.

رغم أن مؤشرات حسن المطابقة قد تدل على مطابقة جيدة للنموذج ككل، إلا أنها مؤشرات اجمالية وليست تفصيلية حول مطابقة النموذج ككل، ولا تزودنا عن مطابقة المكونات أو الأجزاء الموضعية أو المعلمات الفردية للنموذج، التي قد تختلف حالة مطابقتها عن المطابقة الاجمالية للنموذج.

هـ. تعديل النموذج:

يعني تصحيح الأخطاء التي يمكن أن تكون في النموذج المفترض، سواء في كل النموذج في جزء منه، فإنه توجد طريقتان واسعتا الاستعمال: طريقة البواقي، وطريقة فحص مؤشرات التعديل.

10. مؤشرات جودة المطابقة:

تختبر مؤشرات حسن المطابقة مدى تطابق النموذج النظري مع البيانات الميدانية (الواقع)، ويعد اختبار مربع كاي χ^2 أهمها، حيث إذا كان غير دال احصائيا، فإن معظم قيم مؤشرا المطابقة الأخرى ستقع في المجال المثالي. والجدول التالي يوضح أهم المؤشرات المستخدمة ومجالات جودتها:

مؤشرات جودة المطابقة لنمذجة المعادلات الهيكلية

المؤشرات	جودة المطابقة
مربع كاي χ^2	أن تكون غير دالة إحصائيا (القيمة المرتفعة تشير إلى تطابق حسن)
مربع كاي المعياري χ^2/df	[5 , 2] (اقل من 5 قبول وتطابق حسن، أقل من 2 تطابق تام)
مؤشر حسن المطابقة GFI	أكبر من 0.9 تطابق أفضل، مساوي 1 تطابق تام
مؤشر جودة المطابقة المصحح AGFI	قريب من 0.95 مطابقة جيدة، مساوي 1 تطابق تام،
جذر متوسط خطأ الاقتراب RMSEA	0.05- 0.08 : 0 مطابقة تمامة، أقل من 0.05 أفضل تطابق
مؤشر المطابقة المقارن CFI	أكبر من 0.95 تطابق أفضل، مساوية 1 تطابق تام
مؤشر توكر لويس TLI	المجال [1 , 0] القيم القريبة من 0.95 تدل على مطابقة جيدة
مؤشر المطابقة المعياري NFI	القيم القريبة من 0.95 تدل على مطابقة جيدة
جذر متوسط مربعات البواقي RMR	مساوي 0 مطابقة تامة، أكبر من 0.05 أفضل تطابق
مؤشر المطابقة المتزايد IFI	يساوي 1 مطابقة تامة، أكبر من 0.90 أحسن مطابقة

11. مؤشرات تعديل النموذج:

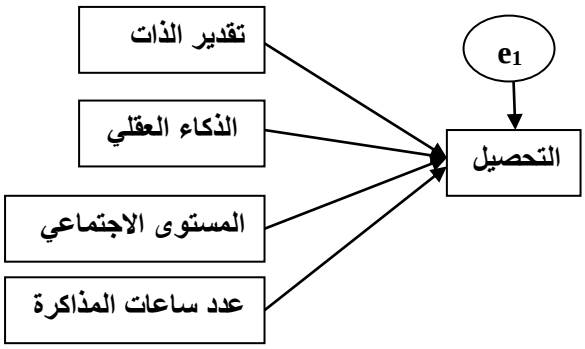
تختبر مؤشرات حسن المطابقة مدى تطابق النموذج النظري مع البيانات الميدانية (الواقع)، ويعد اختبار مربع كاي χ^2 أهمها، حيث إذا كان غير دال احصائيا، فإن معظم قيم مؤشرا المطابقة الأخرى ستقع في المجال المثالي. وإذا كانت المطابقة (وبالتالي جودة النموذج) غير كافية، فإن الحل هو تعديل النموذج من خلال حذف العلاقات (وبالتالي حذف المعلمات) غير الدالة احصائيا، وإضافة معلمات تحسن من مطابقة النموذج.

وتقدم برامج النمذجة مؤشرات تعديل لكل معلمة يحددها الباحث ضمن خياراته للبرنامج قبل اختبار تقدير مطابقة النموذج، فتساعده في تعديل النموذج ليصبح أكثر ملاءمة للبيانات الميدانية، ويشير كل مؤشر تعديل إلى المدى الذي يتوقع أن يخفض اختبار كاي مربع χ^2 ، إذا وضعت هذه المعلمة حرة وتمت إعادة تقدير النموذج، لكن عموما ينبغي تخفيف المعلمة التي لها أكبر مؤشر تعديل، إذا كان ممكن تفسير ذلك منطقيا ونظريا، وإلا تم تعديل ثاني أعلى مؤشر تعديل وهكذا...، حتى يتم التوصل إلى أفضل مطابقة للنموذج بما يتفق مع المنطق النظري.

مثال:

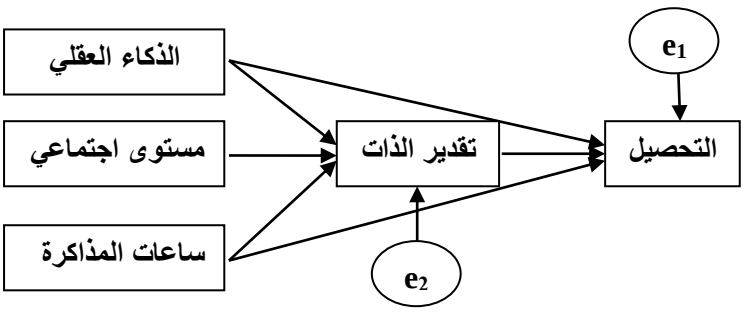
هذا نموذج تحليل الانحدار، لأن كل المتغيرات مشاهدة (مقاسة) + علاقات تأثير فقط بين متغيرات مستقلة ومتغيرات تابعة.

رغم أن متغير التحصيل هو متغيرمشاهد (مقاس)، إلا أن الخطا e_1 هو خطأ تنبؤ (خطأ تقدير)، لذا يرسم بشكل بيضوي + سهم يتجه نحو التحصيل



مثال:

هذا نموذج تحليل المسار، لأن كل المتغيرات فيه مشاهدة (مقاسة) فقط، لكن هناك علاقات تأثر وتأثير، حيث أن تقدير الذات متغير مؤثر لأنه يتنبأ بالتحصيل، ومتأثر لأنه يتم التنبؤ به من خلال متغيرات مستقلة.
إعداد النموذج اعتمادا على نظريات أو دراسات سابقة.
توجد أخطاء تنبؤ في المتغيرات تابعة (تقدير الذات والتحصيل).

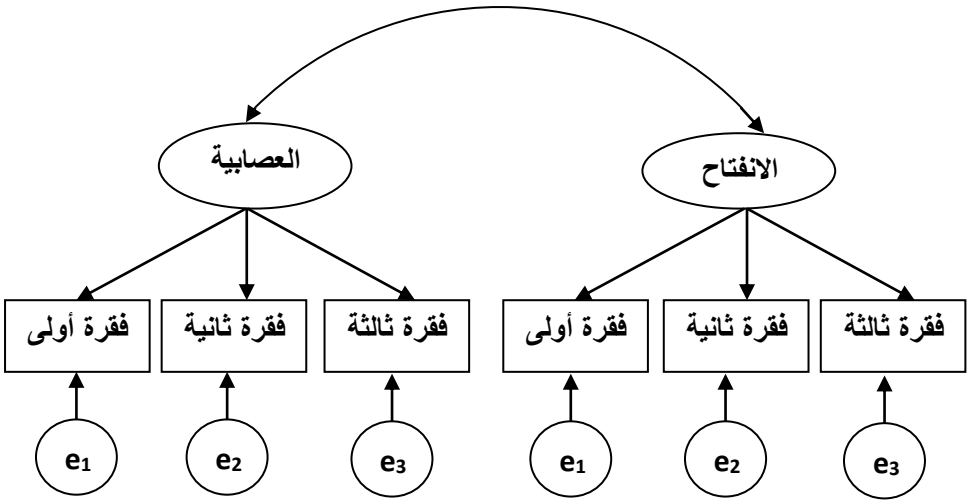


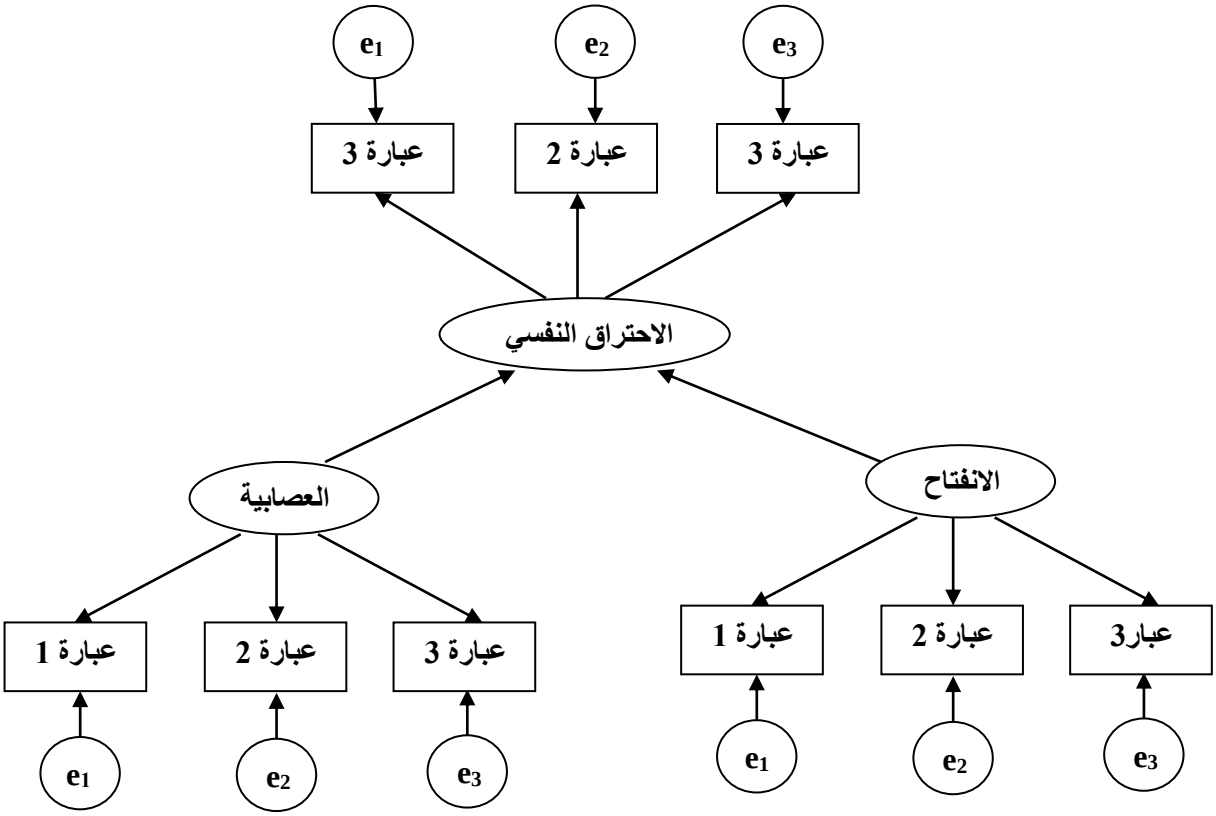
مثال:

هذا نموذج قياس، لأنه توجد علاقة ارتباط بين متغيرات كامنة (الانفتاح والعصابية)، أي قياس الارتباط بين المتغيرين الكامنين وليس(التأثير أو السببية).

وهو نموذج القياس لأنه يتم قياس متغيرات كامنة من خلال متغيرات مشاهدة (فقرات الاستبيان).

توجد اخطاء قياس في المفقرات (متغيرات خارجية لأنها تعود لأداة القياس (الاستبيان) أو المجيب.





مثال:

نموذج بنائي، لأن توجد علاقات تأثير (في اتجاه واحد) بين المتغيرات الكامنة (الاحتراق النفسي، العصابية، والانفتاح)، وكل متغير كامن منها يقاس بـ 3عبارات في الاستبيان (متغيرات مقاسة)، أي أنه توجد 3 نماذج قياس تشكل النموذج البنائي.