استخدام المعادلات الهيكلية ثنائية المستوى مع وجود قواطع عشوائية وميل عشوائي لدراسة محددات السلوك الإنجابي في محافظة الجيزة (على مستوى السيدة والمنطقة)

منى مصطفى البيلي

قسم الإحصاء والرياضيات والتأمين – كلية التجارة – جامعة دمنهور

الملخص:

تناول البحث المعادلات الهيكلية متعددة المستويات (MSEM) كإطار عام لتحليل البيانات متعددة المستويات. تم استخدام بيانات بحث رصد المؤشرات الديموجرافية والصحية في جمهورية مصر العربية عام ٢٠١٦، حيث اشتملت الدراسة على بيانات لثلاث مناطق في محافظة الجيزة وهي قريه المناوات (كمنطقة ريفيه) ومنطقة أبو قتادة (كمنطقة عشوائية) وشياخه العجوزه (كمنطقة حضريه). تهدف الدراسة إلى تقييم جودة نموذج المعادلات الهيكلية ثنائية المستوى وجودة نموذج المعادلات الهيكلية ثنائية المستوى المحتوية على قواطع عشوائية وميل عشوائى ومقارنتهما بالنماذج المشبعة الجزئية للمستوى الأول والمستوى الثاني. وخلصت الدراسة أن النموذج الهيكلي ثنائى المستوى المحتوى على قواطع عشوائية وميل عشوائى المقترح (بناء علي مؤشرات جوده التوافق الكليه) يفسر العلاقه بدرجه أفضل. كماتميز أيضا بانخفاض الخطأ المعيارى مقارنة بباقى النماذج.

الكلمات الدالة: المعادلات الهيكلية متعددة المستويات، البيانات العشية، مؤشرات صلاحية النماذج المتعددة المستويات، صلاحية مستوى محدد للنماذج متعددة المستويات.

١- المقدمة :

تحتوي معظم الأبحاث علي بيانات مقاسه عند مستويات مختلفه، عند دراسة هذه البيانات تظهر الحاجة إلى النماذج متعددة المستويات بصورة ملحة وذلك لأن بيانات المستوى الأول لايتوفر فيها شرط الإستقلال لأنها تنتمي إلى نفس الطبقة وبالتالي تكون أكثر تجانسا من البيانات في طبقات مختلفة. ولايمكن إهمال عدم توافر هذا الشرط لأن إهماله يعرض نتائج التحليل إلي إستنتاجات إحصائيه غير صالحه. وهذا ما يأخذه في الإعتبار التحليل متعدد المستويات بإعطاء تعديلات مناسبة للأخطاء العشوائية بهدف الوصول الي إستنتاجات إحصائيه صالحة. بالإضافة إلى أن النماذج متعددة المستويات تسمح بإختبار العلاقات بين المتغيرات عند مستويات مختلفة في بنائهم الهرمي.

تعد المعادلات الهيكلية إمتداد للنموذج الخطي العام الذي يسمح بتحليل مجموعة من معادلات الإنحدار بشكل متزامن ومتكامل، وذلك لتحديد العلاقات بين المتغيرات الكامنة والمتغيرات المقاسة. وتتميز المعادلات الهيكلية بأنها نظام متعدد المراحل يضم تحليل المسار (path analysis) والتحليل العاملي التوكيدي (CFA) وتحليل الإنحدار المتعدد (multivariate regression analysis) والنموذج المتكامل (AMOS) (Yang and Yuan 2016). كما تتميز المعادلات الهيكليه بقدرتها علي وضع المتغيرات المرتبطة في متغير كامن واحد أي عمل مجموعات للمتغيرات المرتبطة، وبالتالي تتعامل المعادلات الهيكلية مع عدد أقل من المتغيرات الكامنة لدراسة العلاقة بينهم. ويكون تفسير المتغيرات الكامنة أكثر وضوحا وأكثر دقة من المتغيرات المقاسة. وكلما كان عدد المتغيرات الكامنة أقل من عدد المتغيرات المقاسة تظهر مزايا استخدام المعادلات الهيكلية مقارنة بنموذج الإنحدار المتعدد (Ryu 2015).

ويمكن تقسيم المعادلات الهيكليه متعددة المستويات (MSEM) إلي قسمين:

القسم الأول: التحليل المتعدد للمتوسط وللتغاير ويعتمد هذا الأسلوب علي تقسيم التغاير إلي مستويين وبالتالي يتم تقدير مجموعة من المعلمات الثابته في المستوي الأول والبعض الآخر من المعلمات الثابتة في المستوي الثاني.

القسم الثاني: المعادلات الهيكلية ذات الميل العشوائي ويفترض هذا الأسلوب أن تأثيرات المستوي الأول تأتي من توزيعات تسمح لمعلمات المستوي الأول أن تختلف من طبقة لأخري. ثم يتم تحديد التأثيرات العشوائية في النموذج لتمثيل الإختلاف المحتمل لمعلمات المستوى الأول وكذلك التباين والتغاير المرتبط بالميول العشوائية. الأسلوب الأول الذي يقوم على التقسيم المتعامد لمصفوفة التغاير مازال أكثر استخداما في الأبحاث وذلك لأن الأسلوب الثاني أكثر تعقيدا في التقدير (Bollen, Bauer et al. 2010).

تعتبر الزيادة السكانية من أكبر القضايا التي تواجة جمهورية مصر العربية حاليا وتتمثل تلك القضية في زيادة معدلات النمو السكاني بمعدلات أعلي من معدلات النمو الإقتصادي. ومن المشاكل التي تعاني منها العديد من الدول النامية هي مشكلة العشوائيات وما لها من إنعكاسات إجتماعية وإقتصادية فضلا عن الإنفجار السكاني بها حيث أكد تقرير حالة السكان في مصر 2012 أن أخطر التحديات التي تواجة مصر هي الزيادة السكانية وإنتشار المجتمعات العشوائية.

2- الدراسات السابقة :

استخدمت دراسة (Cheung and Au 2005) المعادلات الهيكلية متعددة المستويات (MSEM) باعتبارها إمتداد للمعادلات الهيكليه لتحليل البيانات العشية. وقد إعتمدت الدراسة علي بيانات المسح الإجتماعي الدولي في 27 دولة. وكانت النتائج على المستوي الفردي مستقرة تماما حتي عند استخدام عينات صغيرة علي مستوي الأفراد. في حين تأثرت المعالم و أخطائها العشوائية علي مستوي الطبقات حسب حجم العينة. وكانت إحدي النتائج المهمة في هذه الدراسة أن استخدام أحجام عينات مختلفة علي مستوي الأفراد له تأثير غير منتظم على تقدير المعالم وأخطائها العشوائية على مستوي الطبقة. وأكدت النتائج أيضا أن الإستدلال الإحصائي علي المستوي الفردي للمعادلات الهيكلية متعددة المستويات تكون جيدة إلي حد كبير حتي مع صغر عدد المجموعات. وخلصت الدراسة إلي أن المعادلات الهيكلية متعددة المستويات أداه قويه لدراسة وتقدير النماذج التي تتعامل مع البيانات المتداخلة وسوف تصبح أكثر استخداما في النماذج المعقده متعددة المستويات.

قام (Song, Lee et al. 2008) بتحليل بيانات طوليه وذلك لدراسه المتغيرات المقاسه عبر الزمن في مجال الصحه العامه والعلوم الطبيه والحيويه. وقد تم استخدام أسلوب المعادلات الهيكليه متعدده المستويات لتحليل بيانات مستمرة وبيانات فئويه حيث أن المستوي الاول قام بقياس خصائص الأفراد التي تتغير خلال فترات الدراسة. أما المستوي الثاني قام بقياس الخصائص الغير متغيره للأفراد. وقد عرض النموذج المقترح الأنماط الغير خطيه للمتغيرات الكامنه وكذلك تعرض لمشكلة البيانات المفقوده، وتم استخدام طريقه الإمكان الأكبر (ML) لتقدير معالم النموذج وكانت نتائج الدراسه تشير أن تقديرات النموذج المقترح مرضيه.

اهتم (Maslowsky, Jager et al. 2015) بدراسة التفاعل بين المتغيرات المستقلة خاصة بعد ما أصبحت طرق تقدير وتفسير التفاعلات بين المتغيرات الكامنة في المعادلات الهيكلية متاحة باستخدام طريقة المعادلات الهيكلية الكامنة المعدلة (Latent moderated structural equation). والفائدة المحتملة من هذه الطريقة تعتبر محدودة بسبب عدم توافر مؤشرات جودة النموذج التقليدية والمعاملات المعيارية وحجم تأثير التفاعل الكامن. لذلك تم تقييم أسلوب استخدام (Latent moderated structural equation)على مرحلتين. المرحلة الأولي قياس جودة النموذج المبدئي باستخدام مقاييس الجودة (χ^2 , RMSE , TLI , CFI). المرحلة الثانية استخدام اختبار نسبة الإمكان الأعظم (Loglikelihood) لاختبار الملائمة النسبية للنموذج الخالي من التفاعل في مقابل النموذج البديل المحتوى على التفاعل.

قامت دراسة (Preacher, Zhang et al. 2016) بإجراء إختبارات متعددة المستويات داخل وعبر مستويات التحليل باستخدام المعادلات الهيكلية متعددة المستويات (MSEM). واهتم بتوضيح المشاكل الموجودة في الطرق الحالية مثل التأثيرات المختلطة عبر مستويات التحليل والتحيز الناتج عن استخدام متوسطات الكتلة وكيفية التغلب عليها باستخدام المعادلات الهيكلية الكامنة المعدلة (Latent moderated structural equation)، والتي تعطي نتائج مناسبة يمكن تفسيرها في التحليل متعدد المستويات.

قامت دراسة (Sardeshmukh and Vandenberg 2017) باستخدام المعادلات الهيكلية الكامنة المعدلة (Latent moderated structural equation LMS) لاختبار الفروض المتعلقة بالمتغيرات الوسيطة والمعدلة معا في خطوة واحدة. وعرض البحث عدة نماذج للمتغيرات الوسيطة والمعدلة والمعادلات المتعلقة بكل نموذج. واعتمد البحث على أسلوب المحاكاة لتوضيح استخدام نماذج التفاعل الكامن لاختبار المتغيرات المعدلة والوسيطة. حيث كانت الأساليب المستخدمة والتي تجمع بين المتغيرات المعدلة والوسيطة تعتمد على الانحدار. في حين أن المعادلات الهيكلية تتميز بأنها تسمح بدمج خطأ القياس في التحليل وتحسين جودة النتائج.

3- مشكله البحث :

يتعرض قياس جودة توفيق نماذج المعادلات الهيكلية متعددة المستويات عبر كل المستويات معا لمشاكل عديدة منها عدم القدرة على تحديد المستوى المسؤول عن ضعف جودة التوفيق وكذلك تأثر جودة توفيق المستويات العليا بصغر حجم العينة. لذلك اهتم البحث بدراسة كل مستوى على حده للحصول على الاختبارات الإحصائية لكل مستوى قبل تقدير نموذج المعادلات الهيكلية متعددة المستويات ونموذج المعادلات الهيكلية متعددة المستويات مع وجود قواطع عشوائية وميل عشوائي. واهتمت الدراسة بمحددات الخصوبة وذلك لارتفاع معدل الإنجاب الكلي علي مستوي جمهوريه مصر العربية ليصل إلي 3.5 طفل لكل سيده مقارنة بمعدل إنجاب كلي 3 لكل سيده عام 2008. وقد تزايدت الآراء التي تشير إلي تأثير المجتمعات العشوائية على تلك المعدلات وغيرها من المعدلات الأخرى لذلك اهتمت الدراسة بثلاث مناطق ريفية وحضرية وعشوائية.

4- أهداف الدراسة:

تسعى هذه الدراسة بوجه عام إلى تقييم جودة نموذج المعادلات الهيكلية ثنائية المستوى وكذلك تقييم جودة نموذج المعادلات الهيكلية ثنائية المستوى مع وجود قواطع عشوائية وميل عشوائي

ومقارنة كلا النموذجين بالنماذج المشبعة الجزئية للمستوى الأول (Within) والمستوى الثاني (Between).

وتتمثل الأهداف الفرعية لهذه الدراسة:

- اقتراح نموذج القياس المناسب باستخدام التحليل العاملي التوكيدي لقياس المتغيرات الكامنة وأخطائها القياسية.
- تقييم جودة توفيق نموذج المعادلات الهيكلية أحادي المستوى.
- اختبار الملائمة النسبية لنموذج المعادلات الهيكلية ثنائية المستوى.
- اختبار الملائمة النسبية لنموذج المعادلات الهيكلية ثنائية المستوى مع وجود قواطع عشوائية وميل عشوائي.

5- فروض الدراسة :

الفرض الأول : القواطع العشوائية ذو تأثير علي المتغير التابع y_{ij} في المستوى الأول (Within).

الفرض الثاني: الميل العشوائي ذو تأثير علي المتغير التابع y_{ij} في المستوى الثاني (Between).

6- مصادر البيانات:

تم استخدام بيانات عينه الدراسة في بحث رصد المؤشرات الديموجرافية والصحية في مصر: دراسة حالة – محافظة الجيزة والذي قام به معهد الدراسات والبحوث الإحصائية – جامعة القاهرة عام 2016 بالتعاون مع المجلس القومي للسكان. وتشتمل عينة الدراسة علي بيانات من ثلاث مناطق في محافظة الجيزة وهي قريه المناوات (كمنطقة ريفيه) ومنطقة أبو قتادة (كمنطقة عشوائية) وشياخة العجوزة (كمنطقة حضريه)، وهي عينه عشوائية حجمها 1500 أسرة معيشيه مقسمه إلى 500 أسره لكل منطقة من مناطق الدراسة.

7- المنهجية المستخدمة في التحليل:

في التحليل المتعدد، تقاس متغيرات المستوى الأول عند أدنى مستويات التحليل، وتقاس متغيرات المستوى الثاني عند المستوى الأعلى من مستويات التحليل. ويمكن تقسيم متغيرات المستوى الأول (L1) إلى جزئين، جزء يتغير فقط بين وحدات المستوى الثاني وتعرف باسم بين الطبقات "B" وجزء يتغير داخل وحدات المستوى الثاني ويعرف باسم داخل الطبقات "W". أما

متغيرات المستوى الثاني لا تحتوي على جزء داخل وبالتالي تعالج على أنها متغيرات بين "B" فقط. وبالتالي يكون الاهتمام بتحليل تأثير متغيرات المستوى الأول إلى داخل الطبقات "W"، بين الطبقات "B".

بافتراض وجود تأثير للمتغير المستقل x_{ij} (بين وداخل) من خلال معامل واحد وهو β_{1j} كالتالي :

$$y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}x_{ij} + \varepsilon_{ij} \qquad (1)$$

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + u_{1j} \qquad (2)$$

$$y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{10}x_{ij} + u_{0j} + u_{1j}x_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

يمكن تقسيم تأثير x_{ij} إلي داخل وبين أي x_i ، x_j وبالتالي ينقسم معامل x_{ij} وهو ($\gamma_{10} + u_{1j}$) إلي تأثيرين $(\gamma^*_{10} + u^*_{1j})$ و $(\gamma^*_{01} + u^*_{1j})$ كالتالي:

$$y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma^*_{10}x_i + \gamma^*_{01}x_j + u_{0j} + u^*_{1j}x_i + u^*_{1j}x_j + \varepsilon_{ij} \qquad (3)$$

الحد γ^*_{10} يقيس تاثير x_i علي y_{ij} والحد γ^*_{01} تقيس التأثير الكامن لمتوسط الطبقة للمتغير x_{ij} . وبالتالي فإن γ^*_{01} ، γ^*_{10} لهما معنى مختلف وقيمة وإشارة مختلفة وكذلك بواقى الميل العشوائى u^*_{1j}. ويجب التأكيد أن x_j في المعادلة (3) تعبر عن الأثر الكامن للطبقة J من خلال المتغير x_{ij}

في المعادلات الهيكلية متعددة المستويات، تعتبر القواطع العشوائية متغيرات كامنة في المستوى الثاني وذلك لكى تعكس اختلاف المتوسطات لمتغيرات المستوى الأول. وتعالج بعض متغيرات المستوى الثاني كميل عشوائي تم سحبه من نموذج المستوى الأول، في حين أن متغيرات المستوى الثاني الأخرى لا يمكن تعريفها إلا على المستوى الثاني. وقام (Muthen and Asparouhov 2009) بتقديم أسلوب متميز للمعادلات الهيكلية في الحزمة الإحصائية Mplus تعتمد على معالجة جزء من المعاملات على أنها عشوائية تتغير عبر الطبقات. تعتبر الطبقة في المعادلات الهيكلية متعددة المستويات عينه عشوائية من مجتمع الطبقات وكذلك الأفراد تعتبر عينه عشوائية داخل كل طبقه. وتكون الطبقات مستقله عن بعضها البعض في المستوي الثاني وكذلك الأفراد في المستوي الأول تكون مستقله عن بعضها البعض داخل كل طبقه. ويتم تقسيم البيانات إلي مكونين أساسيين وهما بين الطبقات وداخل الطبقات. وتم عمل هذا بإضافة معامل عشوائي

إلى المعادلات الهيكلية التقليدية ومعالجة جزء من المعاملات أنها عشوائية تتغير عبر الطبقات (Hox 2013).

8- مقاييس تقييم توفيق نموذج المعادلات الهيكلية (أحادية المستوي):

8-1 اختبار التوفيق المحدد (T_{ML}): Test of Exact Fit

يتم استخدام هذا الاختبار لتحديد صحة الفرض

$$H_0: \Sigma_B = \Sigma_B(\theta)$$
$$\Sigma_W = \Sigma_W(\theta)$$

حيث أن Σ_W, Σ_B هما تغايرات المستوي الأول والمستوي الثاني في المجتمع. في حين أن $\Sigma_W(\theta), \Sigma_B(\theta)$ هما تغايرات النموذج المقترح في المستوي الأول والمستوي الثاني ويتم اختبار التوفيق المحدد باستخدام نسبة الإمكان الأكبر للنموذج المشبع والنموذج المقترح كما هو موضح بالمعادلة (4)

$$T_{ML} = F_{ML}(\hat{\theta}) - F_{ML}(\hat{\theta}_s) \quad (4)$$

حيث أن الحد الأول هو قيمه داله الإمكان الأكبر للنموذج المقترح والجزء الثاني هو قيمه داله الإمكان الأكبر للنموذج المشبع. حيث أن T_{ML} تتبع توزيع طبيعي بدرجات حريه تساوي الفرق بين عدد معلمات النموذج المقترح والنموذج المشبع.

8-2 مؤشر التوفيق المقارن (CFI): Comparative Fit Index

يقيس هذا المؤشر جوده توفيق النموذج الإفتراضي مقارنة بالنموذج الأصلي. في حين أن النموذج المستقل هو النموذج الذي يتم تقدير التباين به دون أي قيود مع تثبيت التغايرات عند القيمه صفر ويسمي (Baseline model).

تتم المقارنه بين معلمات في النموذج الافتراضي بمعلمات في النموذج المستقل باستخدام المعادله (5).

$$\Delta = 1 - \frac{\lambda_{Hypothesized}}{\lambda_{Baseline}} \quad (5)$$

وكلما اقتربت قيمه Δ من الواحد الصحيح كلما دل ذلك علي التوفيق الجيد للنموذج الإفتراضي مقارنه بالنموذج المستقل.

8-3 الجذر التربيعي لمتوسط مربعات الاخطاء للتقريب (RMSEA):

Root Mean Squared Error of Approximation

يقوم هذا المؤشر بتقدير خطأ النموذج في المجتمع بعيدا عن خطأ التقدير الراجع إلي أخطاء المعاينة. ويتم ذلك بعد تخفيض التحيز لدالة توفيق طريقه الإمكان الأكبر (ML) كما هو موضح بالمعادلة (6)

$$\hat{F}_0 = \hat{F}_{ML} - \frac{df}{(N-1)} \qquad (6)$$

ثم يتم حساب قيمه مؤشر (RMSEA) كمقياس لدرجة إنخفاض جوده التوفيق في المجتمع كما هو موضح بالمعادلة (7)

$$\text{RMSEA} = \sqrt{\frac{\hat{F}_0}{df}} = \sqrt{Max\left[\left(\frac{x^2\, df}{df\,(N-1)}\right),0\right]} \qquad (7)$$

4-8 تقدير توفيق النموذج عند مستوي محدد: Level-Specific model fit evaluation

إقترح (Hox, Moerbeek et al. 2010) فكره النماذج المشبعة الجزئية اللازمة لتقدير توفيق النماذج عند كل مستوي. ثم قام (Ryu 2014) بتطوير أدوات الاختبار عند كل مستوي وهذا ما يعرف بالجودة المحددة علي سبيل المثال (CFI_s , $RMSEA_s$).

في هذه الطريقة إذا كان نموذج المستوي الأول مشبع فيمكن استخدامه في قياس توفيق النموذج عند المستوي الثاني (P_{S_B} partial saturated between). وإذا كان المستوي الثاني مشبع يتم إستخدامه لتعين توفيق النموذج عند المستوي الأول (Partial saturated within P_{S_W}). لاختبار جوده النموذج سوف يتم إستخدام بعض المقاييس للحكم علي ملائمه نموذج المعادلات الهيكلية ذو المستوي الواحد مثل χ^2 , RMSEA , TLI , CFI . ولقياس الملائمه النسبيه لنموذج المعادلات الهيكليه المتعدد المستويات تتم المقارنة باستخدام L.R.test (likelihood ratio test) وبالتالي تحديد ما إذا كانت المعادلات الهيكلية ذو المستوي الواحد أفضل أم المعادلات الهيكلية متعددة المستويات لتمثيل البيانات. ويتم حساب اختبار L.R test بالمعادلة التالية:

D= −2[log likelihood for model (0) – log likelihood for model (1)]

حيث تتوزع D كتوزيع χ^2 ويتم حساب درجات الحريه بطرح عدد معلمات النموذج ذو المستوي الواحد من عدد معلمات النموذج متعدد المستويات.

النموذج الموضح في الجدول (1) يمثل العلاقة الافتراضية لمحددات الخصوبة مع مستوي الخصوبة الحالي والمستقبلي (Y5) وكانت محددات الخصوبة هي محددات اقتصادية (Y1)

ومحددات إجتماعية (Y2) ومحددات الخصوبة (Y3) و المحددات الوسيطة (Y4) وتم قياس كل محدد بمجموعة من المتغيرات بالاعتماد علي التحليل العاملي التوكيدي كما هو موضح بالجدول (1).

جدول (1) محددات الخصوبة المستخدمة ومتغيراتها

المحددات (العوامل)	المتغيرات
أولا: عامل المحددات الاقتصادية (Y1)	– الحالة العملية للسيدة – الحالة العملية للزوج – محافظة الميلاد للسيدة – حجم الأسرة – مؤشر الثروة
ثانيا: عامل المحددات الاجتماعية (Y2)	– عمر السيدة – الحالة التعليمية للسيدة – الحالة التعليمية للزوج الحالي أو الأخير
ثالثاً: عامل محددات الخصوبة (Y3)	– عدد الأطفال عند استخدام الوسيلة أول مرة – عدد الأطفال الأنسب – تفضيل السيدة أن يكون طفلها القادم ولد أم بنت – نيه استخدام وسائل تنظيم الأسرة مستقبلا
رابعا: عامل المحددات الوسيطة (Y4)	– العمر عند الزواج – الاستخدام السابق لوسائل تنظيم الأسرة – الاستخدام الحالي لوسائل تنظيم الأسرة – عدد أشهر الرضاعة للمولود – وفاة الاطفال بعد الولادة
خامسا: عامل محددات الخصوبة الحالية والمستقبلية (Y5)	– النية في الإنجاب – إجمالي عدد المواليد

يعرض الشكل (1) نموذج المعادلات الهيكلية ثنائية المستوى التقليدية والتى تقسم التغيرات العشوائية إلى مصدرين وهما تغيرات بين الطبقات في المستوى الثاني وتغيرات داخل الطبقات في المستوى الأول كالتالي:

$$Y_{ij} = \mu + Y_{BJ} + Y_{w_{ij}} \quad (8)$$

ويلاحظ أن Y_{Bj}, Y_{Wij} مكونات عشوائية كامنة تعكس التغيرات بين وداخل الطبقات بالترتيب . في نموذج المعادلات الهيكلية متعددة المستويات كل متغيرات المستوى الأول تخضع للتقسيم كما هو موضح في المعادلة (8) في حين أن تقسيم متغيرات المستوى الثاني يكون بين الطبقات فقط وذلك لأن $Y_{Wij} = 0$. وتبعا للتقسيم الموضح في المعادلة (8) فإن متوسط وتغاير Y_{ij} يكون كالتالى:

$$E(Y_{ij}) = \mu$$

$$Cov(Y_{ij}) = Cov(Y_{Bj}) + Cov(Y_{Wij}) \quad \text{or}$$

$$\Sigma_y = \Sigma_B + \Sigma_W \qquad (9)$$

وبالتالي تم تقسيم تغاير Y_{ij} إلى تغاير المستوى الأول وتغاير المستوى الثاني كما هو موضح بالمعادلة (9) وذلك بافتراض أن:

1- المكون العشوائي للمستوى الأول والمستوى الثاني غير مرتبط

أي أن $Cov(Y_{Bj}, Y_{Wij})=0$

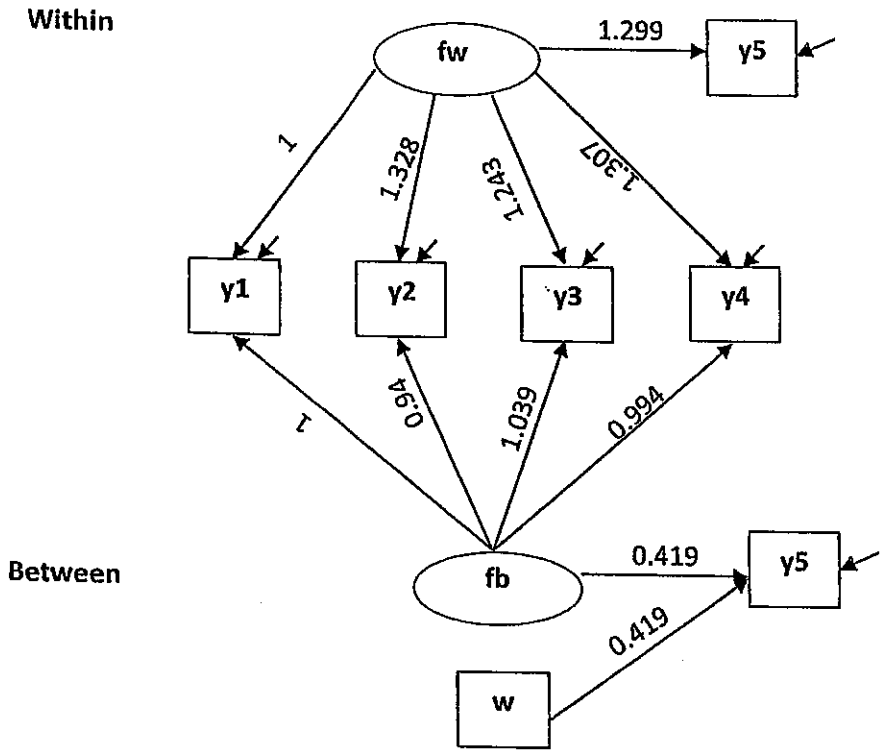
2- تغاير المستوى الأول متجانس عبر الطبقات

أي أن $\Sigma_{W.j} = \Sigma_W$ for all J

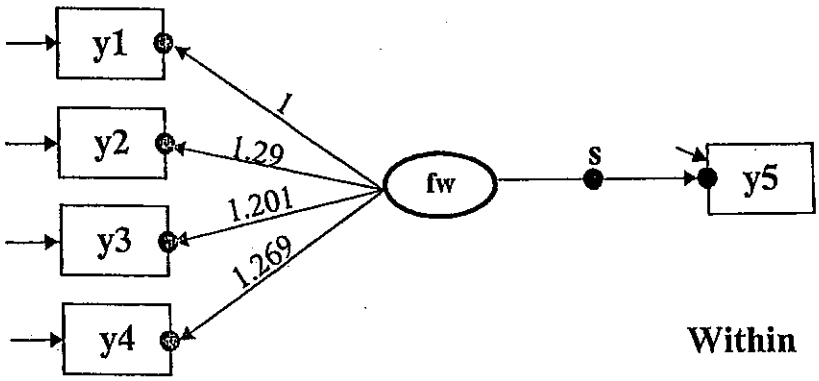
يعرض الشكل (2) نموذج المعادلات الهيكلية ثنائية المستوى والتى تعالج جزء من المعاملات على أنها عشوائية تتغير عبر الطبقات (Asparouhov and Muthén 2009). في المستوى الأول (within) تم تمثيل القواطع العشوائية (random intercept) بالدوائر المعبئة في نهاية الأسهم من fw إلي مؤشرات العوامل y1, y2, y3, y4 وكذلك الدائرة المعبئة في نهاية السهم من fw إلي y5. وبالتالي فإن القواطع العشوائية يتم تمثيلها في المستوي الثاني (between) في دوائر كمتغيرات كامنه مستمرة تختلف باختلاف الطبقات. أما الدوائر المعبئة في منتصف السهم تمثل الميل العشوائي والذي يشار اليه بالرمز (S). أما التغاير علي مستوي الطبقة فيأخذ الرمز W. ويتم تمثيل الميل العشوائي في المستوي الثاني (between) كمتغير كامن مستمر يختلف عبر الطبقات.

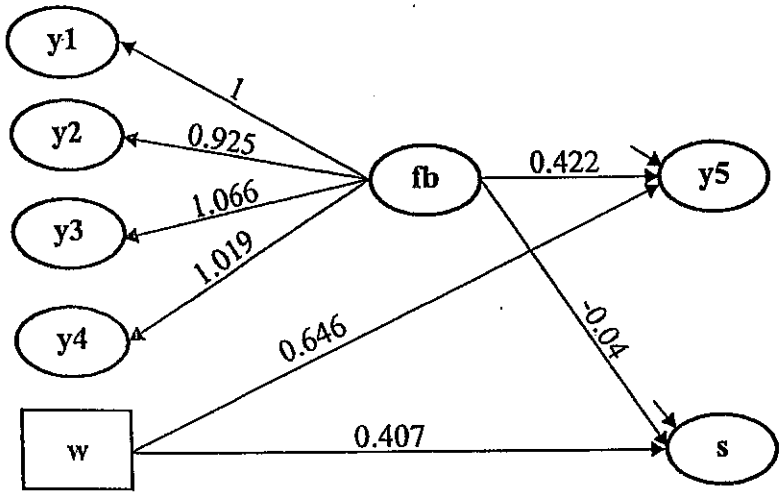
يتم تقدير النموذج ذو المستويين مع وجود قواطع عشوائية وميل عشوائي باستخدام طريقه الإمكان الأكبر بأخطاء قياسيه قويه (Robust standard errors) باستخدام التكامل العددي

والذى تتزايد الحاجة إلى إستخدامه كلما زادت عدد العوامل وحجم العينة. يقاس fw بمؤشرات العوامل y1, y2, y3, y4 ويتم تحديد مقياس العامل تلقائيا من خلال تحديد عامل التحميل الأول افتراضيا بالواحد. ثم يتم تقدير تباين البواقي بمؤشرات العامل وتكون البواقي غير مرتبطة (as default model). في المستوي الثاني (between) للنموذج، يتم قياس fb باستخدام القواطع العشوائية y1, y2, y3, y4 بافتراض أن عامل التحميل الأول يأخذ القيمة واحد، وتثبيت تباين هذا العامل عند القيمة صفر (as default model). يتم تقدير القاطع العشوائي y5 ،الميل العشوائي S على العامل fb وكذلك المتغير w ممثل الطبقات.



الشكل (1) نموذج المعادلات الهيكلية ثنائية المستوى لمحددات الخصوبة.





الشكل(2): نموذج المعادلات الهيكلية ثنائية المستوى ذو قواطع عشوائية وميل عشوائى لمحددات الخصوبة

9- النتائج :

تعرض الدراسة أربعة نماذج تم الحصول عليها بالاعتماد على المعادلات الهيكلية الجزئية المشبعة والمعادلات الهيكلية ثنائية المستوى والمعادلات الهيكلية ثنائية المستوى مع وجود قواطع وميل عشوائي باستخدام بيانات بحث رصد المؤشرات الديموجرافية والصحية في جمهورية مصر العربية. تشتمل الدراسة علي بيانات ثلاث مناطق وتعكس خصائص 1500 أسرة معيشيه مقسمه إلي 500 أسره لكل منطقه من مناطق الدراسة.

في التحليل ثنائي المستوي تعامل متغيرات المستوي الأول كمتغيرات ذو وجهين، في حين أن نفس المتغير في المستوي الثاني هو متغير مستمر يقيس النسبة المطلوبة. تعتبر العلاقات في المستوي الأول مع المتغيرات الأخرى الخاصة بمحددات الخصوبة تمثل اختلاف أداء الأسر في المستوي الثاني حسب الخصوبة الحالية والمستقبلية. أما العلاقات في المستوي الثاني فهي علاقات بين نسب الخصوبة الحالية والمستقبلية والمستوي التراكمي لمحددات الخصوبة.

في النموذج الأول تم تقدير العلاقات الهيكلية بين محددات الخصوبة عند المستوي الأول (within) مع الخصوبة الحالية والمستقبلية بالإعتماد على النماذج الجزئية المشبعة partial saturated model حيث تم استخدام نموذج مشبع للمستوى الثاني (between) لتعيين جودة توفيق النموذج عند المستوى الأول (within). في النموذج الثاني تم تقدير العلاقات الهيكلية في المستوي الثاني (between) بالإعتماد على النماذج الجزئية المشبعة partial saturated model حيث تم استخدام نموذج مشبع للمستوى الأول (within). النموذج الثالث معادلات هيكلية ثنائية المستوي والنموذج الرابع نموذج المعادلات الهيكلية ثنائية المستوي مع وجود قواطع عشوائية وميل عشوائي وتم تقدير النماذج الأربعة باستخدام برنامج MPLUS 8.0.

يعرض جدول (2) اختبارات جودة توفيق النماذج الأربعة. حيث أظهرت النتائج أن جوده التوفيق كانت أفضل عند كلا من النموذج الثالث والرابع. ويعرض الجدول (3) مقدرات الإمكان الأكبر (ML) وأخطائها المعيارية للنماذج الأربعة. كان من الملحوظ أن نتائج النموذج الثالث والرابع متماثلة مع انخفاض قيم الأخطاء المعيارية في النموذج الرابع.

جدول (2) مؤشرات جودة المطابقة للنماذج المقترحة

	Within Model	Between Model	Two level Model	Random slope Model
Log likelihood	−12517.03	−12335.61	−12179.67	−12045.45
AIC	25064.07	24703.23	24411.34	24140.9
BIC	25143.77	24788.24	24549.48	24273.79
Adjusted BIC	250960.12	24737.41	24466.89	24194.32
χ^2 (P−value)	11.95 (0.035)	22.26 (0.008)	46.15 (0.000)	
RMSEA	0.030	0.031	0.039	
CFI	0.998	0.996	0.993	
TLI	0.996	0.994	0.987	
χ^2 (P−value) (Baseline model)	3165.62 (0.00)	3560.83 (0.000)	4540.37 (0.000)	
SRMR	0.010	0.020	Value for within= 0.012 Value for between=0.044	

AIC: Akaike information criterion.

BIC: Bayesian information criterion.

Adjusted BIC: Sample size adjusted Bayesian information criterion.

SRMR: Standardized root mean square residual.

جدول (3) المعاملات والأخطاء المعيارية للنماذج الهيكلية متعددة المستويات

المسارات الهيكلية	نموذج المعادلات الهيكليه متعدد المستويات	نموذج المعادلات الهيكليه متعدد المستويات مع وجود قواطع وميل عشوائي
المستوى الأول		
$f_w \longrightarrow y_1$	1 (0.000)	1 (0.000)
$f_w \longrightarrow y_2$	1.328 (0.074)	1.29 (0.07)
$f_w \longrightarrow y_3$	1.243 (0.058)	1.201 (0.055)
$f_w \longrightarrow y_4$	1.307 (0.057)	1.269 (0.056)
$f_w \longrightarrow y_5$	1.299 (0.074)	
المستوى الثاني		
$f_B \longrightarrow y_1$	1 (0.000)	1 (0.000)
$f_B \longrightarrow y_2$	0.94 (0.06)	0.952 (0.057)
$f_B \longrightarrow y_3$	1.039 (0.056)	1.066 (0.052)
$f_B \longrightarrow y_4$	0.994 (0.067)	1.019 (0.073)
$f_B \longrightarrow y_5$	0.419 (0.077)	0.422 (0.084)
$f_B \longrightarrow S$	--	-0.040 (0.111)
$W \longrightarrow y_5$	0.616 (0.039)	0.646 (0.043)
$W \longrightarrow S$	--	0.407 (0.062)

وأكدت النتائج أن جوده التوفيق الكلية للنماذج الأربعة المقترحة بالحدود المقبوله حيث بلغت قيمة Log likelihood أكبر قيمة في النموذج الرابع وبالتالى يعتبر أفضل نموذج. وكذلك فإن قيمة AIC (تقدر المسافة بين دالة الامكان الحقيقية للبيانات ودالة الامكان للنموذج المقترح) تأخذ أقل قيمة في النموذج الرابع، وبالمثل فإن انخفاض قيم BIC، Adjusted BIC تؤكد أن النموذج الرابع يعتبر الأكثر قربا من النموذج الحقيقى. وأعطت النماذج المشبعة قيم مقبولة أيضا فكانت قيم SRMR للنماذج الثلاثة الأولى داخل الحدود المقبولة خاصة لنموذج المستوى الأول (Within) وبناء عليه نستطيع القول أن النموذج الهيكلي متعدد المستويات المقترح (بناء علي مؤشرات جوده التوافق الكليه) يفسر العلاقه بدرجه أفضل من النموذج ذو المستوي الواحد. كما تميز النموذج الرابع بانخفاض الخطأ المعيارى بالمقارنة بالنماذج الثلاثة السابقة.

10- التوصيات:

إن بناء نموذج جيد التوفيق خطوة مهمه وضروريه في تطبيق المعادلات الهيكلية متعدده المستويات. لذلك تكونت الدراسه من جزئين وهما نموذج القياس ونموذج المعادلات الهيكليه. وقد أكدت النتائج أن نموذج القياس مثل البيانات تمثيلا جيدا وبالتالي إنتقل الباحث إلي الخطوه التالية وهي نموذج المعادلات الهيكليه. وأظهرت النتائج معنوية إختبار L.R عند معنويه 5% لصالح نموذج المعادلات الهيكلية ثنائي المستوى المحتوى على قواطع عشوائية وميل عشوائى بالمقارنة مع النماذج أحادية المستوى أو نموذج المعادلات الهيكلية ثنائى المستوى. بالإضافه إلي أن مقارنة جودة النموذج أحادى المستوى مع النموذج متعدد المستويات تعطي الباحثين معلومات قيمة للحكم علي النماذج متعددة المستويات. مع أن النماذج أحادية المستوى لها قدرة تفسيرية عالية، فإنها تتعرض للتحيز خاصة في تقدير الأخطاء المعيارية للمعلمات وبالتالى تؤدى إلى نتائج مضللة. إن دعم النتائج لصحة فروض الدراسة خاصة معنوية الميل العشوائى تؤكد إختلاف مستوى الخصوبة تبعا للطبقة.

References:

Asparouhov, T. and B. Muthén (2009). "Exploratory structural equation modeling." Structural equation modeling: a multidisciplinary journal 16(3): 397-438.

Bollen, K. A., et al. (2010). "Overview of structural equation models and recent extensions." Statistics in the social sciences: Current methodological developments: 37-79.

Cheung, M. W.-L. and K. Au (2005). "Applications of multilevel structural equation modeling to cross-cultural research." Structural equation modeling 12(4): 598-619.

Hox, J. J .(2013) " .Multilevel regression and multilevel structural equation modeling." The Oxford handbook of quantitative methods 2(1): 281-294.

Hox, J. J., et al. (2010). Multilevel analysis: Techniques and applications, Routledge.

Maslowsky, J., et al. (201" .(5Estimating and interpreting latent variable interactions: A tutorial for applying the latent moderated structural equations method." International Journal of Behavioral Development 39(1): 87-96.

Preacher, K. J., et al. (2016). "Multilevel structural equation models for assessing moderation within and across levels of analysis." Psychological methods 21(2): 189.

Ryu, E. (2014). "Model fit evaluation in multilevel structural equation models." Frontiers in psychology 5: 81.

Ryu, E. (2015). "The role of centering for interaction of level 1 variables in multilevel structural equation models." Structural equation modeling: a multidisciplinary journal **22**(4): 617-630.

Sardeshmukh, S. R. and R. J. Vandenberg (2017). "Integrating moderation and mediation: A structural equation modeling approach." Organizational Research Methods **20**(4): 721-745.

Song, X. Y., et al. (2008). "A two-level structural equation model approach for analyzing multivariate longitudinal responses." Statistics in medicine **27**. 3041-3017:(16)

Yang, M. and K.-H. Yuan (2016). "Robust methods for moderation analysis with a two-level regression model." Multivariate behavioral research **51**(6): 757-771.

مركز معلومات ودعم اتخاذ القرار بمجلس الوزراء- تقارير معلوماتية "المناطق العشوائية في مصر : حقائق وأرقام 2014"