

التحليل الموازي لتقدير عدد العوامل في التحليل العاملي الاستكشافي

Parallel analysis to estimate the number of factors in the exploratory factor analysis

عثماني عابد

جامعة عبد الحميد بن باديس - مستغانم - الجزائر ، cemabed@gmail.com

تاريخ الاستلام: 2020/11/19 تاريخ القبول: 2020/12/29 تاريخ النشر: 2020/12/31

ملخص:

أحد أهم القرارات التي يمكن اتخاذها أثناء استخدام التحليل العاملي الاستكشافي هو عدد العوامل التي يجب الاحتفاظ بها. أظهرت العديد من الدراسات باستمرار أن التحليل الموازي لهورن (Horn) هو المنهجية الأكثر دقة تقريبًا لتحديد عدد العوامل التي يجب الاحتفاظ بها في التحليل العاملي الاستكشافي. يعتمد مبدأ هورن على متوسط القيم الذاتية المشتقة من هذه المجموعة من التوزيعات. يتيح التحليل الموازي للباحثين درجة عالية من الثقة في استخلاص عدد العوامل.

كلمات مفتاحية: التحليل الموازي، التحليل العاملي الاستكشافي.

Abstract:

One of the most important decisions that can be made in the use of factor analysis is the number of factors to retain. Numerous studies have consistently shown that Horn's parallel analysis is the most nearly accurate methodology for determining the number of factors to retain in an exploratory factor analysis. Horn based his original procedure on the average eigenvalues derived from this set of distributions. Parallel analysis enables researchers to have a high degree of confidence of the number of factors to extract.

Keywords: Parallel analysis, exploratory factor analysis.

1. مقدمة :

لا يكون لدى الباحث فكرة واضحة عن عدد العوامل التي تنطوي عليها مجموعة معينة من البيانات، وهنا يكون التحليل العاملي الاستكشافي أسلوباً مناسباً للكشف عن أقل عدد من العوامل الافتراضية التي تفسر التباير في البيانات، ومن أكثر الجوانب صعوبة في التحليل العاملي الاستكشافي، هو المحك الذي نستخدمه في تحديد عدد العوامل التي ينبغي استخلاصها، حيث يمكن استخلاص عدد من العوامل مساوٍ لعدد المتغيرات، وهذا يتعارض مع مبدأ الاختزال الذي بني عليه التحليل العاملي، ويتفق مع مبدأ الاحتفاظ بأكبر جزء من التباين المشترك بين متغيرات الظاهرة موضع البحث. ولا توجد حتى الآن طريقة متفق عليها من قبل الجميع للتوقف على استخلاص العوامل، وإن كان هناك عدد من المحكات التي يمكن استخدامها لهذا الغرض، والواقع أنها تؤدي في الغالب إلى نتائج متقاربة.

2. الإشكالية:

غالبًا ما يؤدي تطبيق إجراءات التحليل العاملي على البيانات إلى نتائج مضللة أو غير قابلة للتفسير. نتيجة لوجود مشكلات تتعلق بطريقة التحليل التي نختارها، ونوع الاستجابات على الفقرات (ثنائية أو متعددة الإجابات)، وكذا تأثر الاستجابات بعضها البعض، كالتشابه الجوهرى القائم على المحتوى أو على التوزيعات الطبيعية، أو من حيث الصعوبة والسهولة، أو من حيث الشيوع، أو من حيث طبيعة الفقرات ايجابية أو سلبية. حتى لو كانت هذه الفقرات تقيس نفس المتغير الكامن الأحادي البعد.

يكاد يكون من المؤكد أن تحليل العوامل على مستوى الفقرة باستخدام الطرق التقليدية تنتج على الأقل بعض العوامل التي تستند فقط على تلك التشابهات. قد ينتج هذا التحليل متغيرات متعددة الأبعاد بينما في الحقيقة ليست كذلك. غالبًا ما تكون التفسيرات المفاهيمية لطبيعة العوامل المستندة إلى الفقرات خاطئة.

على الرغم من وجود عدة طرق تعتمد على الجذر الكامن في تحديد عدد العوامل كمحك كايير الذي يستعمله الكثير من الباحثين في تحديد عدد العوامل، واختبار منحدر كاتل، إلا

أن العديد من الدراسات (Horn;1965, Ruscio & Roche; 2012, Gaskin & Happell; 2014) أظهرت أن الاعتماد على الجذر الكامن في استخلاص العوامل قد يكون مضللاً في تحديد عدد العوامل، قد يؤدي إلى تضخيم أو تقليص في العدد الحقيقي للعوامل. ولا ننسى بأن هذه المحكات التي تعتمد على الجذر الكامن تناسب في الحالات التي تستخدم فيها طريقة المكونات الأساسية (Principal components) لأنها توظف التباين الكلي، أي التباين المشترك والتباين الخاص وتباين الخطأ. أما التحليل الموازي الذي يعتبر من الأساليب الأكثر دقة لتحديد عدد العوامل يتم استخدامه في الطرق التي تعتمد على التباين المشترك فقط. ورغم ما قيل عن التحليل الموازي ينبغي طرح السؤال التالي:

هل طريقة التحليل الموازي هي الأمثل في تحديد عدد العوامل، أم أن هذه الطريقة لها جوانب من القصور؟

3. الأهمية:

نكمن أهمية هذه الورقة في تنوير الباحثين وطلاب الدراسات العليا بطريقة التحليل الموازي في ضبط عدد العوامل وتوجيه أنظارهم إلى شروط استخدامه.

4. الهدف من الدراسة:

المقارنة بين طريقة التحليل الموازي وطريقة الجذر الكامن في تحديد عدد العوامل في التحليل العاملي الاستكشافي في ضوء حجم العينة وعدد العوامل، والتعرف على مميزات كل طريقة والحالات المفضلة لاستخدامه.

5. مصطلحات الدراسة:

1.5. العامل:

متغير غير ملاحظ، أي كامن، هو السبب في وجود علاقات بين المتغيرات الملحوظة، يتم قياسها من خلال مجموعة من العناصر تشترك في بنيته، قد تكون هذه العناصر مجموعة من المفاهيم أو مجموعة من الفقرات أو مجموعة من الملاحظات.

2.5. الجذر الكامن:

يمثل نسبة التباين المشترك بين المتغيرات الملاحظة التي تدخل في بنية العامل، وهو مقدار التباين الذي يفسره العامل بواسطة المتغيرات الملاحظة.

6. الجانب النظري

1.6. طرق استخلاص العوامل:

يقتضي استخلاص العوامل في التحليل العاملي الاستكشافي اختيار الطريقة المناسبة، حيث يتم التمييز بين هذه الطرق على أساس نوع التباين المستخدم، الذي يمكن تصنيفه إلى نوعين من التباين:

التباين الكلي: وينقسم إلى تباين مشترك (Common Variance) وتباين منفرد (Unique Variance).

التباين المشترك: يمثل نسبة التباين الذي تشترك فيه مجموعة من المتغيرات (الفقرات).

2.6. تصنف طرق استخلاص العوامل بما يلي:

الطريقة التي تستخدم التباين الكلي وهي طريقة تحليل المكونات الأساسية (PCA)

الطرق التي تستخدم التباين المشترك ومنها:

- طريقة المحاور الأساسية (PAF).
- طريقة الاحتمال الأقصى (ML).
- طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة (ULS).
- طريقة المربعات الصغرى المعممة (GLS).
- طريقة ألفا للتحليل العاملي (AF).
- طريقة التحليل العاملي الانعكاسي (IF).

3.6. محكات استخلاص العوامل:

لا يوجد محك مفضل لاستخلاص العوامل، بالرغم من توفر عدة محكات إلا أنها تؤدي

في الغالب إلى نتائج متقاربة. ومن أهم هذه المحكات الآتية:

أ. محك كايزر: اقترحه جوتمان (Guttman, 1954)، ويعتمد هذا المحك على مبدأ أن الحد الأدنى للتباين الذي يفسره العامل يتجاوز مقدار التباين الذي يفسره أي متغير مقياس. وبما أن أقصى تباين يمكن للمتغير المقياس تفسيره لا يتعدى الواحد الصحيح في حالة الوحدات المعيارية، فلا يقل التباين الذي يفسره العامل عن الواحد الصحيح. ويعاب على هذه الطريقة بتضخيم أو تقليل عدد العوامل.

ب. محك اختبار المنحدر لكاتل: اقترحه كاتل (Cattell, 1966)، ويعتمد هذا المحك على التمثيل البياني لقيم الجذور الكامنة، حيث تظهر الجذور الكامنة على المحور العمودي، وتظهر العوامل على المحور الأفقي. ويتم تحديد عدد النقاط التي تمثل عدد العوامل قبل تباطؤ المنحدر. ويعاب على هذه الطريقة في صعوبة تحديد نقطة القطع التي تمثل بداية تباطؤ المنحنى.

ج. التحليل الموازي (PA): اقترحه هورن (Horn, 1965)، ويعتمد هذا المحك على جانبيين، الأول عددي والثاني بياني، يتم في الجانب العددي الاحتفاظ بالعوامل التي تفوق جذورها الكامنة الجذور الكامنة المستخرجة من البيانات العشوائية، ويتم في الجانب البياني الاحتفاظ بالعوامل التي تقع فوق نقطة القطع الناتجة عن تقاطع المنحنى البياني الناتج عن الجذور الكامنة لبيانات العينة الحقيقية والمنحنى البياني الناتج عن الجذور الكامنة لبيانات العينة العشوائية التي تم استخراجها عن طريق المحكات من عينة الدراسة.

7. الجانب التطبيقي:

1.7. مجتمع الدراسة:

يتكون مجتمع الدراسة من جميع المعلمين والمعلمات الذين يعملون في المدارس الابتدائية التابعة للمقاطعات الإدارية التابعة لدائرة وادي رهيو والبالغ عددهم 378 معلما ومعلمة وفقا لسجلات هذه المقاطعات للسنة الدراسية 2018/2019.

2.7. عينة الدراسة:

لا تزال مشكلة تحديد حجم العينة في الدراسات التي تعتمد على التحليل العاملي قائمة إلى حد الساعة، وفي الغالب تكون العينة ذات الحجم الكبير هي الأكثر تمثيلاً للمجتمع، والسؤال يبقى مطروح حول حدود حجم هذه العينة، حيث نجد بعض المجالات المتخصصة في مجالات عدة لا تقبل أي دراسة تستخدم أسلوب التحليل العاملي تقل فيها العينة عن 200 فرد، ويتفق أغلب الباحثين في هذا المجال على ألا يقل الحد الأدنى لحجم العينة عن 200 فرد. وتأسيساً لما سبق، وحرصاً من الباحث على توفير الشروط اللازمة لإجراء الدراسة، اختيرت عينة عشوائية بلغ عدد أفرادها 250 فرداً، اختيروا من ثلاثة مقاطعات إدارية تابعة لدائرة وادي رهيو.

أداة الدراسة وطرق التحقق من صلاحيتها:

3.7. الإطلاع على المقاييس:

اطلع الباحث على مقياس ضغوط مهنة التدريس من إعداد محمد الدسوقي الشافعي (1998)، ومقياس مصادر الضغوط في العمل لدى المدرسين من إعداد عويد سلطان المشعان (2000)، ومقياس مصادر الضغوط المهنية لدى معلمي المدارس الخاصة في عمان من إعداد وسام بريك (2001)، ومقياس ضغوط العمل عند المعلمين من إعداد عبيد بن عبد الله العمري (2003) ومقياس الضغوط المدرسية لدى المعلمين من إعداد عماد الكحلوت ونصر الكحلوت (2006).

4.7. تصميم أداة الدراسة:

نتيجة لاختلاف طبيعة وأهداف البحوث والدراسات السابقة، لجأ الباحث إلى بناء أداة قياس تلاءم الدراسة الحالية. حيث تم استخدام استبيان يتناول العبارات المعبرة عن ضغوط العمل لدى المعلم والتي أمكن صياغتها في 17 فقرة.

5.7. التحقق من صلاحية الأداة:

للتحقق من صلاحية الأداة، قام الباحث بعرض الأداة في صورتها الأولية على عدد من المحكمين من ذوي الخبرة والاختصاص من أعضاء هيئة التدريس بجامعة عبد الحميد بن باديس، وأساتذة من خارج الجامعة، وقد تفضلوا مشكورين بإبداء ملاحظاتهم ومقترحاتهم حول مفردات الأداة، وعلى ضوء هذه الاقتراحات قام الباحث بحذف بعض العبارات وإجراء التعديلات التي أوصى بها المحكمون.

6.7. البنية العاملية لضغوط العمل:

للكشف عن عدد العوامل ذات الدلالة النظرية لمفهوم ضغوط العمل، استخدم الباحث أسلوب التحليل العاملي الاستكشافي بتوظيف طريقة المكونات الأساسية (PCA) بالنسبة محك كايزر، واستخدام التدوير المتعامد بطريقة الفاريماكس (Varimax)،

7.7. إجراءات التحليل العاملي:

لمعرفة طبيعة توزيع عينة الدراسة استخدم الباحث اختبار كولمجوروف - سميرو نوف، حيث بلغت قيمة إحصائي الاختبار 0.038 باحتمالية 0.200 وهي دالة عند مستوى 0.05. وهذا دليل على تمتع بيانات العينة بالتوزيع الطبيعي، ومن خلال معاينة نتائج التحليل الإحصائي لبيانات العينة، لاحظ الباحث خلو مصفوفة الارتباط لضغوط العمل من أي معامل ارتباط يتجاوز 0.90 أو يقل عن 0.30 أو يساوي الصفر أو وجود ارتباط تام. أما بخصوص الازدواج الخطي فقد بلغت قيمة محدد المصفوفة ($\text{Determinant} = 0.00001267$)، وهي أكبر من القيمة المحددة 0.00001 وهذا يعني عدم وجود مشكلة ارتباط ذاتي بين عوامل الذكاء الانفعالي. وبالنظر إلى نتائج قياس KMO الذي بلغت قيمته 0.812 وهي أكبر من 0.50 بما يعبر عن كفاية لحجم العينة لإجراء التحليل العاملي. أما فيما يخص اختبار بارنلت فهو دال عند مستوى 0.000 وهو أقل من مستوى الدلالة المعتمد 0.05 وهو دليل بأن هذه المصفوفة لا تمثل مصفوفة الوحدة. وبناء على نتائج هذه الاختبارات يمكن التأكيد على تحقق افتراضات التحليل العاملي وصلاحية هذه البيانات للتحليل.

8.7. استخلاص العوامل بطريقة الجذر الكامن:

أسفرت نتائج تطبيق هذه الطريقة على أربعة عوامل تجاوزت قيمة الجذر الكامن لها الواحد الصحيح وفق محك كايزر، وهذا ما يؤكد الجدول التالي.

الجدول (01) قيم الجذر الكامن ونسبة التباين المفسر للعوامل المستخلصة

العوامل	الجذر الكامن	نسبة التباين المفسر
1	5.215	32.596
2	2.969	18.558
3	1.729	10.804
4	1.230	7.687
5	.800	5.003
6	.664	4.152
7	.524	3.277
8	.490	3.063
9	.477	2.980
10	.403	2.519
11	.328	2.051
12	.312	1.951
13	.289	1.808
14	.226	1.414
15	.199	1.245
16	.143	.892

المصدر: مخرجات برنامج Amos

9.7. استخلاص العوامل بطريقة التحليل الموازي:

لا تحتوي حزم البرامج الإحصائية الشائعة (SPSS وSAS وMATLAB) على الإجراءات المناسبة لتحديد عدد العوامل باستخدام التحليل الموازي، تم الاستعانة ببرمجية (O'Connor) لإجراء التحليل الموازي واختبار فاليزر لمتوسط الحد الأدنى الجزئي (Velicer's MAP). أسفرت نتائج تطبيق هذه الطريقة على ثلاثة عوامل، وهذا ما يؤكد الجدول التالي.

الجدول (02) قيم الجذور الكامنة والقيم الذاتية من البيانات العشوائية

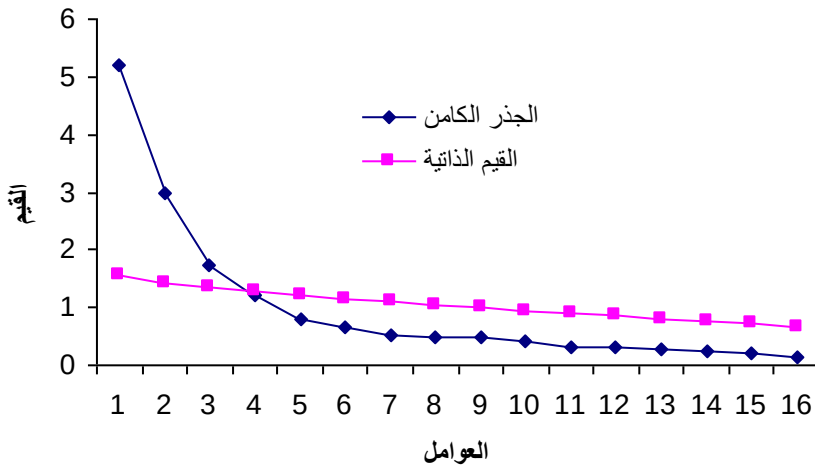
العامل	الجذر الكامن	القيم الذاتية
1	5.215	1.571
2	2.969	1.439
3	1.729	1.346
4	1.230	1.276
5	.800	1.210
6	.664	1.153
7	.524	1.095
8	.490	1.048
9	.477	.996
10	.403	.948
11	.328	.905
12	.312	.858
13	.289	.812
14	.226	.764
15	.199	.715
16	.143	.662

المصدر: مخرجات برمجية (O'Connor)

فيما يخص قيم الجذور الكامنة للعامل الأول، والعامل الثاني، والعامل الثالث فهي أصغر من القيمة الذاتية من البيانات العشوائية لنفس العوامل، أما ابتداء من العامل الرابع فإن قيم الجذور الكامنة أصغر من القيم الذاتية من البيانات العشوائية بقية العوامل. من خلال هذه الملاحظة يمكن الاحتفاظ بالعوامل الثلاثة الأولى التي تتجاوز فيها القيم الذاتية قيم الجذور الكامنة.

يمكننا الآن التأكد من النتيجة عن طريق رسم القيم الذاتية للبيانات العشوائية مقابل قيم الجذور الكامنة الأصلية كما يوضحها الشكل التالي.

الشكل (01) القيم الذاتية مقابل قيم الجذور الكامنة الأصلية



المصدر: مخرجات برنامج Excel

نلاحظ من خلال الشكل (01) وجود ثلاثة عوامل جذورها الكامنة في البيانات الأصلية تتجاوز نقطة القطع بين المنحنيين، ونفس الشيء بالنسبة للجذور العشوائية. القيم الذاتية

النتيجة:

أسفرت نتائج هذه الدراسة التي تم من خلالها تطبيق طريقة التحليل الموازي للكشف عن عدد العوامل لمفهوم الضغوط النفسية لعينة من المعلمين في المرحلة الابتدائية على الاحتفاظ بثلاثة عوامل تجاوزت جذورها الكامنة في البيانات الأصلية قيم البيانات الذاتية المستخرجة عن طريق البيانات العشوائية، رغم استخلاص أربعة عوامل تجاوزت قيمة الجذر الكامن لها الواحد الصحيح بطريقة كايزر، مع وضع تصور واضح لبنية عاملية ثلاثية الأبعاد لمفهوم الضغوط.

خاتمة:

قدمت هذه الورقة طريقة التحليل الموازي لتحديد عدد العوامل في التحليل العاملي الاستكشافي، والتعرف على مميزاتها والحالات المفضلة لاستخدامها، والمقارنة بينها وبين طريقة الجذر الكامن في تحديد عدد العوامل في التحليل العاملي الاستكشافي في ضوء حجم العينة وعدد العوامل، حيث قامت هذه الدراسة باستخلاص عدد العوامل لمقياس ضغوط مهنة التدريس بكلى الطريقتين، فكانت نتيجة طريقة الجذر الكامن أربعة عوامل، في حين جاءت نتيجة التحليل الموازي ثلاثة عوامل، واعتمادا على أدبيات البحث تم الاحتفاظ بثلاثة عوامل.

قائمة المراجع:

الكحلوت، عماد والكحلوت، ناصر. (2006). الضغوط المدرسية وعلاقتها بأداء معلمي التكنولوجيا بالمدارس الأساسية العليا. دراسة مقدمة للمؤتمر الأول بجامعة الأقصى بعزة " المناهج الفلسطينية الواقع والتطلعات".

محمد الدسوقي الشافعي (1998). ضغوط العمل مقارنة بضغوط بعض المهن الأخرى وفي علاقتها بالمعتقدات التربوية للمعلمين، المجلة التربوية، جامعة الكويت، المجلد الثاني عشر، العدد الثامن والأربعون.

وسام بريك (2001): "مصادر الضغوط المهنية وعلاقتها ببعض المتغيرات الديموغرافية والمهنية لدى معلمي المدارس الخاصة في عمان"، مجلة كلية التربية، العدد الخامس والعشرون، الجزء الأول، ص ص 89-119.

Cattell, R. B. (1966). The screen test for the number of factors. *Multivariate Behavioral Research*, 1,245-276.

Gaskin CJ, Happell. B. On exploratory factor analysis: A review of recent evidence, an assessment of current practice, and recommendations for future use. *International Journal of Nursing Studies*. 2014;51:511–521.

Guttman, L. (1954). A New Approach to Factor Analysis the Radex. In P. F. Lazarsfeld (Ed.), *Mathematical Thinking in the Social Sciences* (pp. 258-348)

Horn, J. L. (1965). A rationale and test for the number of factors in factor analysis. *Psychométrie*, 30,179-185.

Kaiser, H.F. (1960). The application of electronic computers to factor analysis. *Educational and Psychological Measurement*, 20,141-151.

O'Connor, B.P. (2000). SPSS and SAS programs for determining the number of components using parallel analysis and Velicer's MAP test. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 32, 396-402.

Ruscio J, Roche B. Determining the number of factors to retain in an exploratory factor analysis using comparison data of known factorial structure. *Psychological Assessment*. 2012; 24(2):282–292.