بعض الإشكاليات ومواطن القصور في استعمال التحليل العاملي الاستكشافي

(ثلاث قضايا سيتبعها ـــ في معالجة أخرى قادمة إن شاء الله ـــ ثلاث قضايا أخرى طالما أرّقت مضاجع الباحثين)

تيغزة امحمد TIGHEZZA M'HAMED

للتغذية الراجعة : *mtighezza@gmail.com*

سأتناول ثلاث قضايا وهي:

أولاـــ إشكالية التحقق من قابلية بيانات البحث للتحليل العاملي الاستكشافي،

ثانيا: قضية الاستعمال المكثف لطريقة المكونات الأساسية دون الطرق الأخرى عند استخراج العوامل،

ثالثا: قضية افتقار نتائج التحليل العاملي الاستكشافي للاستقراروالتعميم لتاثرها الكبير بخصوصيات العينة.

أما القضايا الثلاث التي سأتناولها في معالجة أخرى إن شاء الله فهي:

أولاـــ إشكالية حجم العينة المناسب في التحليل العاملي الاستكشافي.

ثانيا ـــ إشكالية تحديد العدد الأمثل من العوامل والآليات الأكثر فاعلية للنهوض بذلك.

ثالثا ـــ إشكاليات تحديد مستويات التشبع المناسبة

لماذا لا أشرع في إعادة ذكر الخاتمة، قبل الانتقال إلى المعالجة، ثم إلى الخاتمة من جديد.

لقد ختمت هذا التحليل بقليل من التفلسف بحيث جرت الخاتمة على النحو التالي:

أرجو أن تكون هذه المعالجة قد سلّطت أضواء على بعض نقاط الظل، واقترحت بعض الإرشادات. وحاولت قدر الإمكان **تلافي المعالجة بطريقة "وصفة الدواء"** ، اشرب كذا ولا تشرب كذا، استعمل مقدار كذا، ولا تستعمل مقدار كذا.

اذكّر نفسي وأذكر الإخوة الذين يهتمون بإستراتيجيات أو منهجيات التحليل الكمي للبيانات، بأن الإحصاء التطبيقي **ليس كتاب مواد قانونية، أو لوائح سلوكية آمرة، ولا كتاب أوامر ونواهي، وإنما كتاب إرشادات يتغذى على تباين المنظورات والآراء،** وهي المنظورات التي تعكس اجتهادات الرواد والثقاة والمتخصصين، ولا تزعم لنفسها امتلاك ناصية الحقيقية، كما لا تتعامل مع المعرفة الإحصائية باعتبارها معرفة يقينية، ولا تعددية، وثابتة.

وقليل من التفلسف لا يضير بل يدخل نسيما عليلا ومنعشا على المعالجة: منهجية التحليل الإحصائي أوالإحصاء التطبيقي **علم وفن، وليس علما محضا**. فكونه فنّا أنه رغم وجود المباديء والمعرفة الإحصائية إلا أن تعددها وتقاطعها وتباينها يستوجب **فن التعامل مع المشكل** أو **فن التفاوض مع الموقف**.

كما أن الإحصاء التطبيقي يظل مع ذلك **علما لاتّسامه بالنّسقية أو المنظومية المفتوحة باستمرار، أي أن هناك دائما فجوة بين الإجابة التي يقدمها العلم وبين السؤال الجديد الذي تثيره هذه الإجابة..** الإحصاء كونه علما يقوم على **التصحيحات المستمرة للبناء المعرفي السابق**، فبنية العلم **إدراك أخطائه**. فالعقل الإحصائي العلمي **يمارس النقد والمراجعة الذاتية، ويتنكر دائما لما ينجزه**.

تمهيد

لقد ولّى زمن كان مجرد ذكر التحليل العاملي في عنوان البحث يعتبرا فتحا منهجيا مبينا، وشهادة الجودة والجدة، غير أن التقدم الكبير في تكنولوجيا المعلومات والتطور السريع والمدهش للحواسب والبرمجيات الإحصائية المختلفة يسرت من استعمال إستراتيجيات التحليل الإحصائي الأكثر تعقيدا، التي كانت إلى زمن قريب حلما جميلا، راود الباحثين المتخصصين في التحليل الكمي للبيانات في العلوم النفسية والتربوية والاجتماعية، ومنها تحليل الارتباط القانوني أو الزمري Canonical correlation، والتحليل العاملي التوكيدي Confirmatory factor analysis، والنمذجة باستعمال المعادلات البنائية Structural equation modeling لاختبار النماذج العاملية والبنائية ونماذج تحليل المسارات Path analysis.

غير أن هذا التيسير في إتاحة استعمال الأساليب الإحصائية البسيطة والمعقدة، الأحادية والمتعددة المتغيرات، شجع على كثرة استعمال الأساليب الإحصائية على اختلافها، ورافق كثرة الاستعمال إدراك سطحي لمنطق

الأسلوب الإحصائي المستعمل، وتوظيف له بدون التحقق من توفر مسلمات وشروط استعماله، وقراءة غير دقيقة للنتائج الكمية، وافتقار لمهارة انتقاء الأسلوب المناسب لطبيعة المشكلة والبيانات، واضطراب في تأويل دلالتها النظرية ومغزاها. وسأتناول بالتحليل هذه المآخذ والهنات مركزا على أسلوب التحليل العاملي الاستكشافي دون التوكيدي.

القضية الأولى

هل البيانات التي نتوفر عليها بشأن مفهوم معين تكون بالضرورة قابلة للتحليل العاملي؟ أي يتمخض بالضرورة عن تحليلها تشكلة من الأبعاد (العوامل) ذات مغزى نظري تخدم المفهوم، وذات استقرار، وقابلة للتعميم على مجتمع الدراسة؟

إن منطلق التحليل العاملي هي مصفوفة الارتباطات وليست البيانات الخام. **غير أن مصفوفة الارتباطات لكي تكون قابلة للتحليل العاملي يجب أن تتوفّر على مواصفات معينة غالبا ما يهملها الباحثون ويشرعون مباشرة في التحليل العاملي بدون أن يعيروا هذه الشروط والافتراضات أدنى اهتمام.** ربما هذا التجاوز صادر عن الاعتقاد بأنه بمجرد الحصول على البيانات عند تطبيق مقاييس البحث، وبمجرد إيجاد الارتباطات البينية بين فقرات أو أسئلة أداة جمع البيانات، فإن جدول هذه الارتباطات (مصفوفة الارتباطات) تكون صالحة بالضرورة وتلقائيا للتحليل العاملي، ويكفي الإيعاز للحزم الإحصائية كحزمة SPSS مثلا ليكشف له برنامج التحليل العاملي عن كنوز دفينة مدهشة لم تخطر له ببال، أشياء كامنة ماكان ليعتقد أن بياناته تنطوي عليها. **هذا الاندهاش والاعتقاد يجعل الباحث يركز على مخرجات التحليل العاملي (عملية استخراج العوامل باستعمال الطريقة التلقائية الشائعة طريقة المكوّنات الأساسية)، ويغفل عن ضرورة توفر المقدمات، أي ضرورة التحقق من أن البيانات أو مصفوفة الارتباطات قابلة للتحليل العاملي للحصول على بنية عاملية (مجموعة عوامل أو أبعاد) تمثل العلاقات بين فقرات أو عناصر المقياس، ولا تكون مشبعة بأخطاء القياس المتباينة.**

فيما يتعق بالمسلمات والشروط وافتراضات التحليل العاملي، **فتجدر الإشارة إلى أن التحليل العاملي يعتمد أكثر من الأساليب الإحصائية الأخرى المخصصة لتحليل المتغيرات المتعددة (تحليل الانحدار المتعدد، التحليل التمييزي، الارتباط القانوني أو الزمري، تحليل التباين المتعدد) على شروط التنظير وبناء الإطار النظري أكثر من اعتماده على شروط أو مسلمات إحصائية.** وبناء عليه يمكن تصنيف شروط أو الافتراضات التي تجيز استعمال التحليل العاملي إلى **اعتبارات تنظيرية، واعتبارات إحصائية.** ونقصد

بالاعتبارات المحكات أو الشروط أو الافتراضات أوالخصائص التي يجب أن تتوفر في التحليل العاملي الذي يزمع الباحث أو الطالب على استعماله.

أولا ــ الاعتبارات ذات العلاقة بالتنظير.

إن شرط التنظير الذي يبرّر استعمال التحليل العاملي أكثر أهمية من الضوابط أو المحكات أو المؤشرات الإحصائية التي تعتمد للدلالة على قابلية البيانات (مصفوفة الارتباطات) للتحليل العاملي. غير أن جل الباحثين وطلاب الدراسات العليا يركزون على المحكات الإحصائية لتقييم احترام البيانات للافتراضات التي يقوم عليها التحليل العاملي أكثر مما يركزون على التعمق في الدراسة النظرية للمفهوم الذي يريدون تحليله إلى أبعاده، **ظنا منهم بأن هذه الأدوات الإحصائية تعوض النقص في التنظير، وتطبع التحليل بطابع العلمية لكونها مؤشرات أو أدلة كمية من جهة، ولكون مسميات هذه المؤشرات الإحصائية (اختبار برتليت *Bartlett's test of sphericity*؛ اختبار كيزرــ ميير ــ اولكين *Kaiser-Mayer-Olkin (KMO)* لكافة المصفوفة البينات (الارتباطات)؛ ومقاييس كفاية التعيين أو العينة *(Measures of Sampling Adequacy (MSA)* تأسر الانتباه لجاذبيتها وطرافتها.**

إن التعمق في دراسة المفهوم، والإطلاع على الأطر النظرية والنماذج المتعددة التي تتناول تعريفه، وعلاقاته بمتغيرات ومفاهيم أخرى، وبنيته وأبعاده، والتحليل النقدي للأدبيات التي استهدفت المفهوم، تساعد على بلورة نموذج نظري دقيق، بحيث يستطيع الباحث أن يحدد الدلالة التعريفية للمفهوم، ويقوى على تمييز خصائص مفهومه عن المفاهيم الأخرى المتقاربة والمتقاطعة، ويتمكن من التحديد النسبي لمعالم المفهوم الذي يريد تحليله (أين يبدأ، وأين ينتهي)، ويستطيع أن يفكر في الأبعاد التي يراها أكثر ملاءمة لتكوين بنية مفهومه، ويعمل على انتقاء المفردات والفقرات التي لها علاقة بمفهومه على هدي التصور الواضح للمفهوم نتيجة دراسات مستفيضة في الأدبيات، واجتهاداته أو تفكيره الخاص، ولا يقحم أي عبارة أو مفردة أو فقرة عند قياس المفهوم يعتقد بناء على اطلاعه وجهده التفكيري أن علاقتها شكلية وسطحية بالمفهوم.

التحليل العاملي **لا ينظّر في مكانك، ولا يصنع معنى المفهوم ودلالته، ولا ينتج أفكارا جديدة تسد النقص في تنظيرك، ولا يشخص الأبعاد التي غفلت عنها، او الأبعاد التي أضفتها بغير جدوى**، فمخرجاته رهن بالمدخلات التي استعملتها (Garbage in Garbage out). ولا يجعلك تحصد إلا ما زرعت.

فافتقار البيانات إلى العلاقات فيما بينها (العلاقات الارتباطية بين المتغيرات أو الفقرات في مصفوفة البيانات لا تعوّضها إجراءات التحليل العاملي المتقدمة) نتيجة لضعف التنظير، والتسرع، والسطحية، والاستسهال، تؤدي إلى هشاشة العوامل التي استخرجتها، وافتقارها للاستقرار، وضعف الدلالة النظرية لبعضها. وهذه المخرجات

الهزيلة لا تقوى على معالجتها إجراءات التحليل العاملي الإحصائية مهما تنوعت وتوغلت في التحليل. فلا آليات استخراج العوامل على تنوعها وتقدمها، ولا آليات التدوير المختلفة، ولا آليات تحديد العدد الأمثل من العوامل المعتمدة، بقادرة على سد وهن التنظير وضعفه **[وهل يصلح العطّار ما أفسده الدهر!!!]**.

ثانيا ــ المحكات الإحصائية:

1 ــ ينبغي أن تكون جل معاملات الارتباط في المصفوفة تحوم حول (0.30) أو أكبر منها.

فإذا انطوت مصفوفة الارتباطات على متغير لا يرتبط بالمتغيرات الأخرى، أو لا يرتبط بمعظمها (معاملات ارتباطه بالمتغيرات الأخرى في المصفوفة منخفضة أو ضعيفة)، فيمكن حذفه من المصفوفة قبل إجراء التحليل العاملي.

وقد تبرز مشكلة معاكسة لما سبق عند معاينة مصفوفة الارتباطات. فقد توجد متغيرات ترتبط ارتباطا مرتفعا جدا ببقية أو جل المتغيرات الأخرى (معامل الارتباط بجل المتغيرات الأخرى أكبر من 0.9)، مما يتعذر معه تقدير نسبة التباين التي تساهم بها المتغيرات المترابطة ارتباطا مرتفعا في تشكيل العوامل المستخرجة. ويمكن حذف المتغير الذي يبدي ارتباطات مبالغا فيها ببقية المتغيرات الأخرى، وذلك قبل إخضاع مصفوفة الارتباطات للتحليل العاملي.

2 ــ ينبغي أن تكون معاملات الارتباط في المصفوفة تختلف عن الصفر أو دالة إحصائيا؟

وللتثبت من ذلك نستعمل **اختبار برتليت *Bartlett's test of Sphericity*** الذي يجب أن يكون دالا إحصائيا. وهذا الاختبار إذا كان دالا فإنه يطمئننا من أن مصفوفة البيانات أو الارتباطات ليست مصفوفة الوحدة. ويقصد بمصفوفة الوحدة المصفوفة التي تكون فيها قيم عناصر الخلايا القطرية الرئيسية مساوية للواحد الصحيح، في حين أن قيم الخلايا غير القطرية لكافة المصفوفة تساوي صفرا.

واختبار "بارتليت" يختبر الفرضية الصفرية التي مفادها أن جميع معاملات الارتباط في المصفوفة تختلف عن الصفر، أي أنه مصفوفة الوحدة. فإذا كانت قيمة اختبار "بارتليت" دالة إحصائيا، نرفض الفرضية الصفرية التي تدل على خلو المصفوفة من الارتباطات الدالة لصالح الفرضية البديلة بأن ارتباطات المصفوفة في المجتمع تختلف عن الصفر. أي أنها ليست مصفوفة وحدة.

يوضح "ماكدونالد" (McDonald, 1989) أهمية التأكد من أن مصفوفة الارتباطات بأنها ليست

مصفوفة وحدة بمثال مقنع. اشتق ماكدونالد باستعمال أعداد عشوائية التي تخلو من أي علاقة ارتباطية مصفوفة ارتباطات من عشرة صفوف وعشرة أعمدة. ثم أخضع المصفوفة للتحليل العاملي باستعمال طريقة المكونات الأساسية، وباستعمال محك القيمة المميزة أو الجذر الكامن Eigen value/ latent root الأكبر من الواحد الصحيح، استطاع أن يستخرج خمسة عوامل أو مكونات. فعلى الرغم من أن البيانات عشوائية أو شتات من القيم لا تلتقي عند متغيرات، ولا تشترك في شيء، أمكن استخراج بنية عاملية لكنها تخلو تماما من المعنى والدلالة النظرية. وكان من الممكن تلافي هذا الوضع الغريب عند معرفة سلفا، وقبل القيام بالتحليل العاملي، بأن المصفوفة تساوي مصفوفة الوحدة باستعمال اختبار بارتليت.

غير أن اختبار بارتليت يتأثر بحجم العينة. **فعند اتساع حجم لعينة ــ وهو الوضع المألوف في التحليل العاملي حيث يشترط أن تكون العينة كافية ــ فإن الفرض الصفري يمكن رفضه حتى ولو كانت قيمة اختبار بارتليت منخفضة كثيرا**. أي يكاد يسفر هذا الاختبار عن النتيجة التي مفادها أن مصفوفة الارتباطات تختلف حقيقة عن الصفر(ليست مصفوفة وحدة) حتى في حالة تدني قيمة هذا الاختبار نتيجة لكبر حجم العينة.

ونتيجة لهذه المشكلة، **يوصى باستعمال اختبار بارتليت للدلالة على أن المصفوفة الارتباطية تتوفر على الحد الأدنى من الارتباطات التي تجعلها قابلة للتحليل العاملي**. فإذا لم نتمكن من رفض الفرضية الصفرية بأن المصفوفة الارتباطية هي مصفوفة وحدة، فيجب التوقف عن متابعة تطبيق التحليل العاملي على المصفوفة الارتباطية. **أما إذا تمكنا من رفض الفرضية الصفرية باستعمال اختبار بارتليت، بمعنى أن مصفوفة الارتباطات ليست مصفوفة وحدة، فلا ينبغي أن تتخذ هذه النتيجة الإيجابية لاختبار بارتليت كدليل كاف على ملاءمة مستوى ارتباطات المصفوفة، بل يجب أن تعزز باختبارات أخرى عن صلاحية مصفوفة الارتباطات للتحليل العاملي.**

3 ــ الإطمئنان بأن العلاقات البينية بين المتغيرات (الفقرات مثلا) أو الارتباطات البينية في المستوى إجمالا، باستخدام اختبار كيزر ــ ميير ــ اولكين *Kaiser-Mayer-Olkin (KMO)* لكافة المصفوفة ، والذي يجب أن يكون أعلى من 0,50 وفقا لمحكات كيزر.

4ــ على الرغم من ان ختبار كيزر ــ ميير ــ اولكين *Kaiser-Mayer-Olkin (KMO)* السابق قد يدل على أن ارتباطات المصفوفة في المستوى عموما، إلا أن هذا المؤشر العام لا يضمن كفاية ارتباط كل متغير أو فقرة بباقي المتعيرات أو الفقرات في مصفوفة البيانات، ولذلك نحتاج إلى مقاييس تفصيلية بحيث تختبر كفاية ارتباط كل فقرة أو كل متغير. **فما العمل؟**

يرافق المقياس الإجمالي السابق (*KMO*) مقاييس تفصيلية تسمى مقاييس كفاية المعاينة أو العينات *Measures of Sampling Adequacy (MSA)*. **ويجب أن تكون مقاييس كفاية المعاينة أو العينات *Measures of Sampling Adequacy (MSA)* لكل متغير (أو فقرة إذا كانت المتغيرات فقرات) أعلى من 0,5؛ مما يدل على أن مستوى الارتباط بين كل متغير بالمتغيرات الأخرى في مصفوفة الارتباطات كاف لإجراء التحليل العاملي.**
لكن ماذا لو ظهرت بعض معاملات MSA منخفضة (دون 0.5) لبعض الفقرات؟

إن معاملات MSA المنخفضة التي تقل قيمتها عن 0.5 لعدد من المتغيرات، وفي ذات الوقت تكون معاملات الارتباط الجزئية لها مرتفعة، توحي بغياب عامل كامن الذي يلخص العلاقات بين هذه المتغيرات، أو يمثل الأرضية المشتركة لها. ولمعالجة هذه المشكلة، يجب أن يحدد الباحث المتغيرات التي لها معاملات MSA منخفضة ليقوم بحذفها من مصفوفة الارتباطات، ثم يجري اختبارات جديدة لها ليتأكد من أن معاملات MSA لكل متغير غير منخفضة، أي لا تقل عن الحد الأدنى الذي يساوي 0.5 . غير أنه إذا لم يوفق الباحث في الحصول على معامل KMO وعلى معاملات MSA مقبولة، فيمكن أن ينتقل إلى توسيع العينة، أو يعيد النظر في ما إذا كان التحليل العاملي مناسبا أو غير مناسب لتحليل بياناته.

5 ــ التثبت من عدم احتواء مصفوفة البيانات على معلومات مستنسخة ومكررة، وتسمى هذه الظاهرة إحصائيا مشكلة الاعتماد الخطي لبعض المتغيرات. ومن أمثلة المصفوفات التي تنطوي على اعتماد خطي المصفوفة التي تدل بعض أعمدتها على فقرات المقياس وبعضها الآخر على مجموع درجات فقرات محاور المقياس، أو يدل صف آخر على مجموع الدرجات على مستوى المقياس، كأن تحتوي مصفوفة البيانات أو الارتباطات على درجات أو أوزان الفقرات على كل فقرة من فقرات الرضا الدراسي، وتحتوي المصفوفة أيضا على مجموع الدرجات لكل بعد من أبعاد الرضا الدراسي، وقد تحتوي أيضا على الدرجة الكلية للرضا الدراسي على مستوى المقياس ككل.

ومن العوامل التي تسبب هذا الاعتماد تداخل فقرات المقياس في محتواها النظري وتشابهها الكبير في الدلالة النظرية رغم الصياغة اللغوية المختلفة، أو اشتقاق مقاييس فرعية (أعمدة في المصفوفة) من نفس المفردات أو الأسئلة أو العبارات.

وللتثبت من ذلك إحصائيا ، **يجب أن تكون القيمة المطلقة لمحدد مصفوفة الارتباطات أكبر من (0,00001)**، [حزمة *SPSS* تزودك بهذه القيمة، فيكفي أن نعرف كيف نقرأها، والغرض من استعمالها]، فإذا كانت أكبر من هذه القيمة دلّ ذلك على عدم وجود ارتباطات مرتفعة جدا أو عدم وجود اعتماد خطي بين المتغيرات (تكرار واستنساخ للمعلومات التي يشارك بها كل متغير). ففي حالة المصفوفات الارتباطية، إذا كان المحدد

يساوي صفرا تماما، دل ذلك على أن المصفوفة هي من النوع المنفرد *Singular matrix*. وتدل هذه المصفوفة على وجود مشكلة الاعتماد الخطي لبعض المتغيرات، اي يوجد استنساخ كبير للمعلومات التي تزودك بها عناصر مصفوفة البيانات.

القضية الثانية

اختزال طرق استخراج العوامل في طريقة المكونات الأساسية دون الطرق الأخرى بناء على الاستعمال المكثف لها وإهمال طرق الاستخراج الأخرى. فهل يجب ــ بناء على ذلك ــ الاستغناء عن طرق الاستخراج الأخرى لكونها تحصيل حاصل لطريقة المكونات الرئيسية؟

أغلب الباحثين وطلاب الدراسات العليا (إن لم نقل كلهم) يستعملون تلقائيا طريقة واحدة في استخراج العوامل تدعى بطريقة التحليل إلى المكونات الأساسية *Principal Components Analysis(PCA)*، علما بأن الحزم الإحصائية توفر طرقا أخرى في استخراج العوامل أكثر صلاحية من الطريقة المعهودة السابقة. فاضطراب معالجة موضوع التحليل العاملي الاستكشافي في المراجع الجامعية باللغة العربية والفرنسية من جهة، وضعف تكوين الباحث أو الطالب الذي يختزل عادة هذه الطرق على تعددها وأهيتها في طريقة واحدة، من جهة ثانية؛ والاتباعية من جهة ثالثة، وتشجيع بعض الحزم على استعمال هذه الطريقة (حزمة *SPSS* مثلا) بتنصيبها الطريقة الافتراضية التلقائية التي تستعملها الحزمة عند عدم تحديد المستعمل طريقة الاستخراج من جهة رابعة، كل ذلك ساهم بقسط وافر في التهافت على استعمالها دون الطرق الأخرى. لذلك نعتقد من الضروري تبيان منطق هذه الطريقة والطرق الأخرى للوقوق على وظائفها وحدودها. ونقصد بحدودها ما تستطيع إنجازه أداة الاستخراج وما لا تستطيع إنجازه حتى يكون الباحث أو طالب الدراسات العليا على بيّنة عند استعمالها.

يوجد نوعان من طرق التحليل العاملي: طريقة التحليل العاملي القائمة على المكونات والمتمثلة في طريقة التحليل إلى المكونات الأساسية *Principal Components Analysis (PCA)*، وزمرة الطرق المختلفة الأخرى التي تقوم كلها على التباين المشترك *Common Factor Analysis (CFA)*. تحتوي حزمة *SPSS* على عدد من طرق الاستخراج القائمة على التباين المشترك *Common Factors Methods* وهي:

1. **ــ طريقة المحاور الأساسية *Principal Axis Factoring(PAF)* .**
2. **ــ طريقة الاحتمال الأقصى *Maximum Likelihood method(ML)*.**
3. **ــ طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة *Unweighted Least Squares(ULS)*.**
4. **ــ طريقة المربعات الصغرى المعممة *Generalized Least Squares(GLS)*.**

5 ــ طريقة ألفا للتحليل العاملي *Alpha Factoring*.

6 ــ طريقة التحليل العاملي الانعكاسي *Image Factoring*.

ولتوضيح الفرق بين التحليل إلى المكونات الأساسية *(PCA)*، والمجموعة الأخرى القائمة على التباين المشترك *(CFA)*، من الضروري أن نوضح بعض المصطلحات التي تتمثل في **التباين المشترك** *Common Variance*، **والتباين الفريد أو الوحيد** *Unique Variance*، **والتباين الخاص** *Specific Variance* ، **وتباين الخطأ** *Error Variance*.

إن المادة الخام التي يحللها الإحصاء لقياس العلاقات اختلاف الدرجات وتفاوتها (وبتعبير فني تباين الدرجات)، وأن المتغيرات المقاسة التي نحللها (كأن تكون فقرات استبيان مثلا) تنطوي على قدر من التباين، وأقصى قدر من التباين الذي يؤلف المتغير أو فقرة يساوي الواحد الصحيح، لأن الدرجات الخام للفقرات أو المتغيرات مهما كانت طبيعتها تحول في التحليل العاملي الاستكشافي إلى درجات معيارية بمتوسط صفر وانحراف معياري واحد، والتباين الذي تحتوي عليه الفقرة أو المتغير الواحد هو مربع الانحراف المعياري، وبالتالي فأقصى تباين الذي يتألف منه المتغير أو تتألف منه الفقرة هو الواحد الصحيح. ولذلك يفترض في كل متغير مقاس أن يحتوي على مقدار التباين الذي يساوي الواحد الصحيح. ويقسم هذا التباين العام الذي يؤلّف المتغيرات (أي الواحد الصحيح) التي ندرسها إلى نوعين:

1ــ التباين المشترك *Common Variance*: ويمثل المساحة المشتركة أو القاسم المشترك بين الفقرات أو المتغيرات، أو مقدار (نسبة) التباين التي تشترك فيه مجموعة من الفقرات أو المتغيرات المقاسة.

2ــ التباين الفريد أو المتفرد *Unique Variance*: وهو التباين الذي لا يشترك فيه المتغير أو الفقرة مع المتغيرات أو الفقرات الأخرى، أي بواقي التباين بعد حذف التباين المشترك من التباين الكلي للمتغير المقاس الذي يساوي الواحد الصحيح. وينقسم بدوره إلى نوعين:

1ــ التباين الخاص *Specific Variance* (بالفقرة أو المتغير): وهو التباين الذي تنفرد به الفقرة (أو المتغير)، ويشكل هويتها ويميزها عن باقي الفقرات أو المتغيرات.

2 ــ تباين الخطأ *Error Variance* أو خطأ القياس: وهو مستقل عن التباين الخاص، وعرضة للتذبذب وعدم الانتظام ويدعى بالخطأ العشوائي. ويقدر حجمه باستعمال الثبات *Reliability* ولاسيما معامل ألفا للاتساق الداخلي *Cronbach's Alpha for internal consistency*.

هذه التوطئة الفنية تساعدنا على التمييز بوضوح بين طرق استخراج (حساب) العوامل على أساس نوع التباين المستعمل في المتغيرات أو الفقرات: هل تستعمل التباين الكلي للمتغير أم تستعمل التباين المشترك وتهمل التباين الفريد (التباين الخاص وتباين الخطأ)؟.

وبالتالي يوجد صنفان من طرق استخراج العوامل على أساس طبيعة التباين الموظف (المعلومات المستغلة) في اشتقاق العوامل:

طريقة المكونات الأساسية أو الرئيسية *Principal Components Analysis(PCA)* وتستعمل التباين الكلي بما في ذلك التباين الخاص وتباين الخطأ.

وطرق تحليل التباين المشترك *Common Factor Analysis(CFA)* وتستعمل التباين المشترك في التحليل، **أي تصفي الفقرات أو المتغيرات من تباين الخطأ والتباين الخاص**. ومن أمثلتها: طريقة المحاور الأساسية *Principal Axis Factoring*، وطريقة الاحتمال الأقصى *Maximum Likelihood* . ولعله السبب الذي جعل كثيرا من المتخصصين يعتبر طريقة المكونات الأساسية طريقة قائمة بذاتها **ولا تنتمي إلى التحليل العاملي** لكون طرق التحليل العاملي على تعددها تشترك كلها في خاصية تحليل التباين المشترك للمتغيرات. ولما كانت طريقة المكونات الأساسية لا تقتصر على اشتقاق الأبعاد من التباين المشترك الصافي من تباين الخطأ (الأخطاء العشوائية) والتباين الخاص وإنما تقوم على استعمال التباين بالكامل المشترك والخاص بما في ذلك تباين الخطأ، **فليس من المنطقي اعتبارها طريقة من طرق التحليل العاملي** (Bentler & Kano, 1990; Costello & Osborne, 2005; Velicer & Jackson, 1990; Widaman, 1993)

لقد رأينا أن طريقة المكونات الأساسية تقوم على كل التباين الذي يؤلف المتغيرات المقاسة، سواء أكان هذا التباين مشتركا، أم كان تباينا فريدا غير مشترك بنوعيه التباين الخاص وتباين الخطأ، وبالتالي عند استعمال **طريقة المكونات الأساسية يفترض في المتغيرات المقاسة ألا تنطوي إلا على نسبة قليلة جدا من التباين الفريد، أي نسبة ضئيلة من التباين الخاص وتباين الخطأ**. وبتعبير آخر أن جل التباين (إن لم يكن كله) الذي يؤلف المتغيرات المقاسة ينبغي أن يكون من نوع التباين المشترك. غير أن هذا الافتراض يصعب التحقق منه، بل ويندر تحققه. ولذلك فإن طريقة المكونات الأساسية **لا تصلح للكشف عن البنية العاملية ذات الدلالة النظرية التي تعكس المتغيرات المقاسة وتمثلها**. ويفضل أن **يقتصر استعمالها في اختزال المتغيرات المقاسة العديدة** إلى عدد قليل من المتغيرات الكامنة (***Hair; et al., 1998***).

ومن خصائص أسلوب التحليل إلى المكونات الأساسية استخراج عوامل متدرجة من حيث أهميتها بدءا بالعامل الأول ونزلا إلى العامل الأخير. إذ يتسم العامل الأول بتمثيل أكبر نسبة من التباين (يمثل أكبر قدر من المعلومات الموجودة في البيانات) ، كما يحتوى على أعلى قيمة مميزة، أي أن علاقته بفقرات الاختبار التي يمثلها

أقوى من علاقة العوامل اللاحقة الأخرى المستخرجة بفقرات المقياس التي يمثلها. أما العامل الثاني الذي يليه فيمثل نسبة من التباين (المعلومات) المفسر أقل (بل أحيانا أقل بكثير) من تباين المفسر من طرف العامل الأول، ويأخذ التباين المفسر في التناقص الكبير كلما استخرجنا عوامل أخرى. فقد يفسر العامل الأول نسبة معتبرة من التباين في البيانات تقدر 30 % في حين أن العامل الثاني قد لا يتعدى تفسيره للتباين الباقي بنسبة 10%، ونسبة التباين المفسر للعامل الثالث يكون حتما أقل مما يفسره العامل الثاني وقد يكون في حدود 4% مثلا.

أما طرق التحليل القائمة على التباين العام فتتفق مع طريقة المكونات الأساسية في أن العوامل الأولية المستخرجة تكون مستقلة غير مرتبطة فيما بينها. غير أنها تختلف عن طريقة المكونات الأساسية في أنها تشتق العوامل من توظيف **التباين المشترك** مستبعدة التباين الفريد، **أي مخلصة العوامل التي تستخرجها من تباين خطأ القياس أو الأخطاء العشوائية، وأيضا من التباين الخاص بكل متغير مقاس** (Costello & Osborne, 2005).

وخلاصة ما تقدم أن وظيفة طريقة المكونات الأساسية اختزال عدد المتغيرات إلى عدد قليل من المكونات (العوامل تجاوزا) وليس وظيفتها الحقيقية الكشف عن البنية الكامنة للمتغيرات أو البيانات، أي تضطلع بوظيفة الاختزال وليس التلخيص، في حين أن الطرق الأخرى (الطرق الحقيقية للتحليل العاملي) فوظيفتها الأساسية الكشف عن البنية العاملية الكامنة للمتغيرات أو البيانات لأنها توظف التباين المشترك وتستبعد أخطاء القياس عند اشتقاق العوامل، أي تضطلع بوظيفة التلخيص (الكشف عن البنية العاملية للمفهوم) أكثر من وظيفة الاختزال (تقليص عدد المتغيرات أوالفقرات المقاسة إلى عدد قليل من المتغيرات المركبة). ومن الخطأ اعتبار طريقة المكونات الأساسية أفضل طرق تقدير واستخراج العوامل، وأنه ينبغي استعمالها تلقائيا كلما استعمل التحليل العاملي الاستكشافي.

وفيما يتعلق بطرق الاستخراج الأخرى غير طريقة المكونات الأساسية، فيكثر استعمال طريقة المحاور الأساسية *Principal Axis Factoring(PAF)*؛ وطريقة الاحتمال الأقصى *Maximum Likelihood method(ML).*

لا تختلف طريقة المحاور الأساسية عن المكونات الأساسية في الآليات الإحصائية لاستخراجها باستثناء توظيف التباين المشترك فقط دون التباين الخاص وتباين الخطأ.أما طريقة الاحتمال القصى أو الأرجحية القصوى فتعتبر من الطرق المفضلة لدى الإحصائيين، لأنها على خلاف الطرق الأخرى يمكن استعمالها لاختبار صحة الفرضيات. ولذلك تستعمل بكثرة في اختبار صحة النماذج العاملية في التحليل العاملي التوكيدي، كما يكثر استعمالها عند التحليل العاملي الاستكشافي تحسبا لاستعمال التحليل العاملي التوكيدي في مرحلة لاحقة،

كما يفضل بعض الباحثين استعمالها لأنها ــ على خلاف طرق استخراج العوامل الأخرى ــ تتيح استعمال الأسلوب الإحصائي مربع كاي (χ^2) للحكم على مدى مطابقة النموذج العاملي للبيانات، كما تتيح الحصول على مؤشرات المطابقة الأخرى التي تستعمل للحكم على مدى ملاءمة النموذج العاملي للبيانات. لكن متى يفضل استعمال طريقة المحور الأساسي، وطريقة الأرجحية القصوى أو الاحتمال الأقصى أو الأكبر؟

يرى فبرجار (*Fabrigar, et al. 1999*) في دراسته التقويمية لممارسات استعمال التحليل العاملي الاستكشافي، بأنه عندما يكون توزيع درجات المتغيرات المقاسة معتدلا أو قريبا من الاعتدال يفضل استعمال طريقة الاحتمال الأقصى دون طرق التحليل العاملي الأخرى. أما إذا كان توزيع البيانات غير معتدل بدرجة كبيرة فتستعمل طريقة المحاور الأساسية.

وإجمالا، فإن استعمال طريقة الاحتمال الأقصى وطريقة المحاور الأساسية يؤديان إلى أفضل النتائج، بحيث تستعمل الأولى إذا كانت البيانات معتدلة أو قريبة من الاعتدال، وتستعمل الأخيرة إذا كنت البيانات غير معتدلة(*Costello & Osborne,2005*).

لنرجع إلى سؤالنا الذي أنطلقنا منه: متى يفضل استعمال طريقة المكونات الأساسية ومتى يفضل استعمال الطرق الأخرى القائمة على التباين المشترك؟

يفضل استعمال طريقة المكونات الأساسية في الحالتين التاليتين:

أولا ــ إذا كان الهدف الرئيسي للبحث اختزال عدد المتغيرات العديدة (مثلا الفقرات) إلى عدد أقل من المتغيرات المركبة أو المكونات. وتحل هذه المكونات او المتغيرات المركبة المتغيرات العديدة الأصلية في التحليلات الإحصائية اللاحقة لأن هذه المكونات أو المتغيرات المركبة تمثل جل التباين بانواعه(التباين المشترك، والتباين الخاص وتباين الخطأ) الكائن في المتغيرات الأصلية العديدة.

ثانيا ــ إذا كان المستعمل يعلم بأن المتغيرات (الفقرات مثلا) تحتوي في جلها على التباين المشترك، ولا تحتوي على التباين الخاص وتباين الخطأ إلا بنسبة ضئيلة جدا. غير أنه نادرا ما يتوفر هذا المستوى من المعرفة بالمتغير بمعنى غالبا ما نتوقع ان التباين المشترك أكبر من التباين الخاص وتباين الخطا، لكن عادة لا نستطيع معرفة هل حجم التباين الخاص وتباين الخطأ ضئيل أم كبير بحيث يهدد دقة تمثيل الفقرة لبعدها. بمعنى نادرا ما تتوفر هذه المعرفة عن مدى خطأ القياس (تباين الخطأ والتباين الخاص) بالقدر الكافي.

ونستعمل الطرق الأخرى القائمة على التباين المشترك كطريقة المحاور الرئيسية وطريقة الأرجحية أو الاحتمال الأقصى في الحالتين التاليتين:

أولا ــ إذا كان الهدف الأساسي للدراسة الكشف عن البنية العاملية الكامنة للمتغيرات المقاسة أو الفقرات، من أجل الكشف عن الأبعاد أو العوامل التي تكوّن مفهوما معينا. وجل البحوث تستهدف هذه الغاية أو الغرض. مثلا مفهوم الاحتراق النفسي قيس بعدة متغيرات (22 فقرة مثلا)، غير أننا نريد معرفة ما هي الأبعاد أو مساحات الدلالات (المعلومات عموما أو التباين إحصائيا) الضمنية التي تشترك فيها كل مجموعة من هذه الفقرات. وقد نكتشف بنية عاملية ثلاثية تتمثل مثلا في العوامل أو الأبعاد الكامنة الثلاثة الآتية: الاستنزاف الانفعالي، تبلد الإحساس، وانخفاض الأداء. وبالتالي، فإن هذه العوامل أو الأبعاد الثلاثة تمثل البنية العاملية للمفهوم.

ثانيا ــ إذا لم نتوفرعلى معرفة دقيقة لحجم التباين الخاص وتباين الخطأ الذي تحتوي عليها متغيرات أو فقرات المفهوم (والافتقار إلى هذه المعرفة يمثل الوضع السائد والعام)، وبالتالي يريد أن يتخلص من هذه الأنواع من التباين أو المعلومات المشوّشة، ولا يبقي إلا على التباين المشترك. ولعل غياب المعرفة الدقيقة بحجم التباين الخاص وتباين الخطأ الذين يمثل الوضع السائد والمألوف عند تحليل المفاهيم عن طريق التحليل العاملي الاستكشافي.

القضية الثالثة

مشكلة غياب الصدق التقاطعي للتثبت من استقرار البنية العاملية المستخرجة وإمكانية تعميمها.

إن التحليل العاملي الاستكشافي نتيجة لطبيعته الاستكشافية يعكس خصوصيات الموقف الذي يجرى فيه، وبالتالي يتأثر بالعينة إلى حد بعيد. وهذه الحساسية لخصوصيات الموقف والعينة يجعل من البنية العاملية المستخرجة غير مستقرة وتختلف طبيعتها عند إعادة استخراجها في مواقف وعينات أخرى (Osborn & Fitzpatrick, 2012). فافتقار البنية العاملية إلى الاستقرار يفقدها خاصية التعميم بحيث لا يمكن توظيفها على عينات أخرى مشتقة من نفس المجتمع. فالبنية العاملية التي تتصف بالاستقرارا وبالثبات النسبي هي البنية التي يمكن إعادة انتاجها على عينات من نفس المجتمع. **ويغلب للأسف على نتائج التحليل العاملي طابع عدم الاستقرار والثبات، وغالبا ما يعزب عن ذهن الباحثين ظاهرة عدم استقرار مخرجات التحليل العاملي**

الاستكشافي، ويعتمدون نهائيا نتائج التحليل العاملي على عينة واحدة، ولا يتأكدون من ثبات واتساق البنية العاملية على عينات اخرى من نفس المجتمع.

فما العمل إذن؟

للتثبت من اتساق أو استقرار البنية العاملية، يوجد إجراءان أساسيان:

الإجراء الأول يقوم على ممارسة نفس التحليل العاملي على عينة أخرى (أو عينات أخرى عند الإمكان).

أما الإجراء الثاني فعملي ومستعمل بكثرة، فيقوم على إجراء تحليل عاملي مرة أخرى على نفس العينة الأصلية الكبيرة وليس على عينة أخرى، على النحو التالي: تقسم العينة الأصلية عشوائيا إلى عينتين فرعيتين . ويجرى نفس التحليل العاملي على العينتين الفرعيتين بحيث تستعمل نفس طريقة استخراج العوامل، ونفس محكات تحديد عددها، ونفس طريقة التدوير، ثم تقارن مدى تماثل البنية العاملية بين المجموعتين في ضوء أحد المحكين:

محك قاعدي كثير الاستعمال يكتفي بالتحقق من تماثل عدد العوامل المستخرجة، وتماثل مجموعات الفقرات التي تتشبع على عواملها [الفقرات التي تتشبع على العامل الأول يجب أن تكون متماثلة في العينتين، والفقرات التي تتشبع على العوامل الأخرى يجب أن تكون ذاتها في العينتين].

ومحك صارم لا يكتفي بتماثل عدد العوامل والفقرات التي تتشبع عليها بل يتعداه إلى التكافؤ في مستوى التشبع بحيث أن تشبعات كل عامل تكون متكافئة (شدتها متساوية تقريبا) بين العينتين (Osborne& Fitzpatrick, 2012).

خاتمة هذه الجولة أو المعالجة

أرجو أن تكون هذه المعالجة قد سلطت أضواء على بعض نقاط الظل، واقترحت بعض الإرشادات. وحاولت قدر الإمكان **تلافي المعالجة بطريقة "وصفة الدواء"** ، اشرب كذا ولا تشرب كذا، استعمل مقدار كذا، ولا تستعمل مقدار كذا.

اذكر نفسي وأذكر الإخوة الذين يهتمون بإستراتيجيات أو منهجيات التحليل الكمي للبيانات، بأن الإحصاء التطبيقي **ليس كتاب مواد قانونية، أو لوائح سلوكية آمرة، ولا كتاب أوامر ونواهي، وإنما كتاب إرشادات يتغذى على تباين المنظورات والآراء**، وهي المنظورات التي تعكس اجتهادات الرواد والثقاة والمتخصصين، ولا تزعم لنفسها امتلاك ناصية الحقيقية، كما لا تتعامل مع المعرفة الإحصائية باعتبارها معرفة يقينية، ولا تعددية، وثابتة.

وقليل من التفلسف لا يضير بل يدخل نسيما عليلا ومنعشا على المعالجة: منهجية التحليل الإحصائي أوالإحصاء التطبيقي **علم وفن، وليس علما محضا**. فكونه فنا أنه رغم وجود المباديء والمعرفة الإحصائية إلا أن تعددها وتقاطعها وتباينها يستوجب **فن التعامل مع المشكل** أو **فن التفاوض مع الموقف**.

كما أن الإحصاء التطبيقي يظل مع ذلك **علما لاتّسامه بالنّسقية أو المنظومية المفتوحة باستمرار، أي أن هناك دائما فجوة بين الإجابة التي يقدمها العلم وبين السؤال الجديد الذي تثيره هذه الإجابة**.. الإحصاء كونه علما يقوم على **التصحيحات المستمرة للبناء المعرفي السابق**، فبنية العلم **إدراك أخطائه**. فالعقل الإحصائي العلمي **يمارس النقد والمراجعة الذاتية، ويتنكر دائما لما ينجزه**.