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 الثانية: التحليل العاملي Factor Analysis

1. تمهيد:

يستخدم التحليل العاملي في مجال التسويق في تحديد العوامل الأساسية التي تؤثر في سلوك المستهلكين من بين الكثير من المتغيرات، كما يستخدم في قياس صدق الاستبيان أو المقياس، إذا كان جديد وليس له إطار نظري ولا دراسات سابقة، ولم يكن هناك تصور مسبق عن توزيع الفقرات في المحاور الرئيسة للاستبيان، ويسمى في هذه الحالة تحليل عاملي استكشافي، أما إذا كان الاستبيان أو المقياس مصمم مسبقا، أو تم اقتباسه من دراسات سابقة، وكانت هناك الرغبة في معرفة مدى صدقه وصلاحيته عند التطبيق على بيئة وظروف مختلفة، فإنه يتم اللجوء إلى التحليل العاملي التوكيدي.

ويستخدم في اختبار مطابقة البينات للنماذج النظرية دفعة واحدة، دون تجزئتها إلى فرضيات منفصلة واختبار كل فرضية على حدى، مثلما يتم التعامل مع الاختبارات التباينية (اختبار T، اختبار ANOVA) والاختبارات الارتباطية (بيرسون، سبيرمان ...)، حيث يتم فيها اختبار كل فرضية بواسطة أسلوب احصائي واحد، بينما في التحليل العاملي يتم اختبار كل الفرضيات مرة واحدة، وذلك عندما يتكون النموذج من علاقات بين مجموعة من المتغيرات (الفقرات) المشاهدة والمتغيرات (الأبعاد) الكامنة.

2. تعريف التحليل العاملي:

التحليل العاملي هو: "أسلوب إحصائي يستخدم في دراسة الظواهر بهدف إرجاعها إلى **العوامل المؤثرة** فيها، وهو عملية رياضية تستهدف تفسير معاملات الارتباط الموجبة التي لها دلالة إحصائية بين مختلف المتغيرات" .

التحليل العاملي هو:" مجموعة من الأساليب الإحصائية التي تهدف إلى تخفيض عدد المتغيرات أو البيانات المتعلقة بظاهرة ما".

ملاحظة:

العوامل الناتجة عن عملية التحليل العاملي هي متغيرات مثل المتغيرات الأخرى، ولكن مع وجود فرق بسيط هو أن جل المتغيرات يمكن قياسها بشكل مباشر، أما العوامل فهي متغيرات افتراضية أو متغيرات كامنة مشتقة من مجموعة من متغيرات تم قياسها قياسا مباشرا، ومعنى ذلك أن العوامل تنبع من داخل مجموعة من العلاقات بين المتغيرات .

3. أهداف التحليل العاملي:

- تلخيص المتغيرات (الفقرات) في عدد أقل من العوامل الرئيسية (وهي أيضا متغيرات فرعية تسمى أبعاد)، التي يمكن أن تفسر الظاهرة؛
- إبراز مجموعة العناصر الكامنة التي يصعب الكشف عنها، والتي يمكن أن يكون لها دور في تفسير العلاقات بين عدد كبير من المتغيرات (الفقرات)؛
- الحصول على مجموعة جديدة من المتغيرات العوامل وبعدد أقل، لتحل جزئيا أو كليا محل المجموعة الأصلية من المتغيرات (الفقرات)؛
- التعرف على المتغيرات (الفقرات) التي لها دلالة إحصائية هامة، والتي تتطلب مزيدا من عمليات التحليل الأخرى كالانحدار؛
- أسلوب مفيد في خفض العلاقات المعقدة بين مجموعة من المتغيرات إلى صورة خطية بسيطة نسبيا، وفي الكشف عن العلاقات غير المتوقعة؛
- حل مشكلة المتغيرات التفسيرية، كالارتباطات العالية بين المتغيرات المستقلة، التي تؤدي إلى عدم ثبات قيم معاملاتها الانحدارية المعيارية؛

4. أنواع التحليل العاملي:

أ. التحليل العاملي الإستكشافي (الاستطلاعي) Exploratory Factor Analysis

يستخدم في الحالات التي يكون فيها العلاقات بين المتغيرات والعوامل الكامنة غير معروفة، وبالتالي فإنه يهدف إلى اكتشاف العوامل التي تصنف إليها المتغيرات. وهو النوع الشائع الاستعمال، بحيث إذا أطلق مصطلح التحليل العاملي فق، يقوم برنامج SPSS بتنفيذ هذه النوع.

ب. التحليل العاملي التوكيدي Confirmatory Factor Analysis

يستخدم لأجل اختبار الفرضيات المتعلقة بوجود أو عدم وجود علاقة بين المتغيرات (الفقرات) والعوامل الكامنة(المتغيرات الفرعية وتسمى الأبعاد)، وفي تقييم قدرة نموذج العوامل على التعبير عن مجموعة البيانات الفعلية، وكذا المقارنة بين عدة نماذج للعومل في هذه المجال.

5. خطوات التحليل العاملي (الاستكشافي):

يمر التحليل العاملي الاستكشافي عند إعاد وتحليل المقياس (الاستبيان) بشكل عاملي بالخطوات التالية:

أ. تصميم الاستبيان (المقياس) ووضع المتغيرات (الفقرات) المناسبة التي تقيس الظاهرة المدروسى (المتغير الرئيسي)؛

ب. توزيع الاستبيان على حجم عينة يفضل أن يكون كبيرا، والتي يتم اختيارها بطريقة عشوائية؛

ج. التحقق من شروط التحليل العاملي (التوزيع الاعتدالي، كفاية حجم العينة، استقلالية العبارات ...)؛

د. إجراء التحليل العاملي واستخلاص العوامل بالاستعانة بالبرنامج الإحصائي SPSS، وهذه هذه المرحلة الأساسية، وذلك باختيار طرقة من طرق التحليل العاملي المختلفة، والحصول على مخرجات تمثل العوامل (محاور الاستبيان) الأساسية بعد عملية التدوير، وحذف الفقرات (المتغيرات) غير المناسبة (إما ليس لها علاقة بالظاهرة المدروسة، أو أنها تطابق فقرات أخرى (فقرات مكررة بصيغ مختلفة فقط)؛

هـ. تسمية العوامل أو المحور المتحصل عليها، وذلك بالنظر إلى الفقرات التي تنتمي إلى العامل، فنجد أنها متشابهة أو متقاربة في المفاهيم ، فنعطي اسما للعامل الذي يجمعها.

6. شروط التحليل العامل (الاستكشافي):

يتطلب استخدام التحليل العاملي بعض الافتراضات والشروط التي يجب أن تتوفر في البيانات المطلوب تحليلها، ويمكن تقسيمها إلى شروط قبل التحليل العاملي (قبل تحليل الاستبيان عامليا)، وشروط أثناء إجراء عملية التحليل العاملي باستخدام برنامج **SPSS**:

أولا. شروط قبل التحليل العاملي:

أ. عشوائية العينة:

يجب أن يتم اختيار العينة بطريقة عشوائية (احتمالية).

ب. حجم العينة:

يجب أن يكون حجم العينة كبير، وكلما زاد حجمها كانت مناسبة للتحليل العاملي، وتوجد طريقتان للتأكد من مدى كفايتها للتحليل العاملي:

حجم العينة أثناء توزيع استمرات الاستبيان: يجب أن يكون حجم العينة كبير نسبيا (على الأقل 10 أفراد لكل متغير)، فمثلا في حالة استبيان من 20 فقرة، يكون حجم العينة= 20×10= 200 فرد على الأقل. ويمكن استخدام قانون التوزيع الطبيعي لتقدير حجم العينة عند خط معين مقبول.

ج. نوع البيانات:

يجب أن تكون البيانات من النوع الكمي، إما نسبية (كالوزن، الطول، الدخل، عدد الأطفال في الأسرة، نتيجة الطلبة في الامتحان، درجة الحرارة.. الخ) أو ترتيبية (كدرجات مقياس Likert الثلاثي أو الخماسي).

د. التوزيع الاعتدالي (الطبيعي) للمتغيرات (الفقرات):

تكون البيانات خالية من القيم المتطرفة، ومنحنى البيانات معتدل ويشبه الجرس، ويتم اختبار اعتدالية التوزيع للمتغيرات بواسطة اختبار كولموجروف- سميرنوف (قيمة Sig أكبر من α=0.5)، هذا يعني أن البيانات تتبع التوزيع الطبيعي .

هـ. استقلالية الفقرات (المتغيرات):

يجب أن تكون الفقرات مستقلة عن بعضها البعض، فمثلا الفقرة (3) لا تعتمد على الفقرة (5) ...، ويجب أن تكون هناك استقلالية في أخطاء كل متغير.

ثانيا: الشروط أثناء التحليل العاملي:

يسمح البرنامج الإحصائي SPSS من التحقق من توافر هذه الشروط، من خلال مجموعة من المحكات أو الاختبارات، ومن أهمها:

أ. مصفوفة الارتباطات:

يجب ألا تقل قيمة المعاملات في هذه المصفوفة عن 0.30، كي نعتبر أن هناك علاقة ارتباطية بين كل متغيرين فإذا وجد أحد المتغيرات قيمة معاملات ارتباطه مع المتغيرات الأخرى أقل من 0.30، أو أنها غير دالة فيتم حذفه، كما يجب ألا تكون هناك ارتباطات عالية بين المتغيرات، أي التي تتجاوز 0.90 نقوم بحذفها من المصفوفة ونعيد التحليل من جديد.

ب. المحدد Determinant:

لقياس مشكلة الارتباط الذاتي ومعرفة نوع مصفوفة الارتباطات، وهل هناك متغيرات متكررة أم لا، يجب ألا تقل قيمته عن 0.0001، فإذا كانت قيمته أقل، ننظر للمتغيرات المرتبطة عاليا (>0.80)، ونقوم بحذفها .

ج. حجم العينة:

يتم اختبار كافية حجم العينة التي تم اعتمادها في مرحلة توزيع الاستمارات، وذلك من خلال اختبار KMO أو اختبار MSA:

- **اختبار KMO (Kaiser- Meyer- Olkin):**

يستخدم لمعرفة مدى كفاية العينة ككل، فإذا كانت قيمته≤ 0.50، دل هذه على كفاية حجم العينة للتحليل العاملي، وإلا تطلب زيادة حجمها.

- **اختبار MSA (Measures of Sumpling Adequacy):**

يستخدم لمعرفة مدى كفاية كل متغير على حدا، من خلال مصفوفة الارتباطات الجزئية، حيث يجب أن تكون معاملات الارتباط في قطر المصفوفة ≤ 0.5، فإذا وجدنا قيمة معامل ارتباط لأحد الفقرات < 0.50، فإننا نقوم بحذفه ونعيد التحليل من جديد.

د. مصفوفة الارتباطات الجزئية الصورية Anti Image Matrix:

اختبار KMO يقيس كفاية حجم العينة بالنسبة للمتغيرات ككل (مصفوفة الارتباطات)، أما مصفوفة الارتباطات الجزئية الصورية فتقيس كفاية العينة بالنسبة لكل متغير على حدا، ويجب أن تكون قيم معاملات الارتباط في قطر المصفوفة الجزئية الصورية ≤ 0.50، وإلا فإننا نقوم بحذف هذا المتغير ونعيد التحليل من جديد.

هـ. محك أو اختبار بارتليت Test of Sphericity Bartletts:

محك التكورية أو الدائرية هو مؤشر للعلاقة بين المتغيرات، ويتم حسابه باستخدام كاي تربيع، حيث يجب أن يكون دال إحصائيا (Sig <0.05)، مما يدل على أن مصفوفة الارتباطات تختلف عن مصفوفة الوحدة، وإلا فكل عبارة ذات موضوع مستقل، وبالتالي لا يمكن إجراء التحليل العاملي، بل يعاد صياغة الفقرات.

و. مصفوفة التشبعات Loading matrix (Component matrix):

التشبعات هي معاملات الارتباط بين كل فقرة وكل عامل، ويتم استبعاد أي متغير(فقرة) من الدخول ضمن العامل عندما تقل قيمة تشبعه عن 0.30، وذلك وفقا لمحك كايزر، وإذا تشبع متغير على عدة عوامل (2 أو 3 أو...)، فإننا نختار العامل الذي تشبع بأكبر قيمة لهذا المتغير، وإذا وجدت قيم للتشبعات سالبة، فإننا نتعامل معها بالقيمة المطلقة، وإذا لم يتشبع متغير ما مع العوامل، فيعني أن هناك قيم شاذة في هذا المتغير، ويجب معالجتها وإعادة التحليل.

ز. الجذر الكامن Eigen Value:

هو مجموع مربعات تشبعات كل المتغيرات على كل عامل من عوامل المصفوفة على حدا، ويمثل كمية التباين التي يساهم بها العامل، ومحدد في برنامج SPSS بالقيمة 1 طبقا لاختبار Kaiser، بحيث إذا كان الجذر الكامن >1، يتم قبول العامل، وإلا يتم رفض العامل .

ح. الشيوع (الاشتراكيات) Communalities:

هو مجموع إسهامات المتغير في العوامل المختلفة التي أمكن استخلاصها في مصفوفة التشبعات، ذلك أن المتغير الواحد يسهم بمقادير مختلفة في كل عامل، سواء أكانت إسهاماته جوهرية (لها دلالة معنوية) أو لا، فإن مجموع هذه الإسهامات (التشبعات) لكل العوامل هي قيمة شيوع المتغير (الاشتراكيات).

ويقصد به التباين المفسر من قبل العامل المستخرج لكل متغير، فمثلا إذا كانت قيمة الشيوع لأحد المتغيرات =0.47، فهذا يعني أن 47% من التباين مفسر من قبل العوامل المستخرجة، أي أن نسبة 47% تمثل النسبة التي يشترك فيها هذا المتغير في المفهوم المشترك مع باقي المتغيرات، أما النسبة الباقية 53% فهي تمثل نسبة التباين الفردي للمتغير، وهو ينقسم إلى قسمين: تباين خاص وتباين خطأ القياس.

ط. التمثيل البياني لاختبار سكري Scree Plot:

يستخدم لتحديد الحد الأقصى من العوامل التي يمكن استخلاصها (مثل محك كايزر)، قبل أن يبدأ التباين الخاص في السيطرة على التباين العام. ويتكون اختبار سكري من رسم بياني يمثل المحور الرأسي فيه التباين، ويمثل المحور الأفقي عدد العوامل، ويحدد هذا الاختبار عدد العوامل عند النقطة التي يتحول فيها المنحنى إلى خط مستقيم تقريبا.

ك. استخلاص العوامل Extraction:

تتعلق باختيار مجموعة المتغيرات التي تفسر أكبر قدر ممكن من التباين الكلي، وهذا ما يشكل العامل الأول، ثم يقوم البرنامج باختيار مجموعة من المتغيرات التي تفسر أكبر قدر ممكن من التباين المتبقي بعد استخلاص العامل الأول، وهذا ما يشكل العامل الثاني وهكذا .

ل. عدد المتغيرات في كل عامل:

لكي يتم قبول عامل، يجب أن تتشبع به ثلاث متغيرات (فقرات) فما أكثر، ولذلك العامل الذي تشبع به متغيرين أو أقل، فإنه يتم حذف الفقرات التي تنتمي إليه، ويعاد التحليل من جديد.

م. التدويرRotation:

تعتبر أهم مرحلة في التحليل العاملي، فعند التحليل العاملي لمصفوفة الارتباطات بأية طريقة من طرق التحليل العاملي، فإنه سيتم التوصل إلى استخلاص عوامل معينة، وهي عوامل تمثل تشبعات المتغيرات واحداثياتها، ولكن لا يضمن لنا دائمًا الحصول على عوامل يمكن تفسيرها بسهولة، من خلال ارتباطاتها مع المتغيرات، ذلك لأن تحديد العوامل على هذا الأساس يتم بطريقة عشوائية، وهو يختلف من طريقة عاملية لأخرى، لذا يجب اجراء تعديل على هذه العوامل، وذلك باستخدام طريقة تدوير العوامل .

ويسمح تدوير العوامل (المحاور) بـ:

- الابتعاد عن الطرق العشوائية في تحديد العوامل.
- إعادة توزيع التباين بين العوامل، وإعطاء قيمة لكل عامل ودرجة تفسيره للتباين الموجود في هذا المقياس.

- التفسير المنطقي للعوامل التي تم استخلاصها.
- الحصول على عوامل جديد تكون ارتباطاتها مع المتغيرات الأصلية موزعة بطريقة يسهل تفسيرها.
- تجميع المتغيرات المتشابهة التي كانت في أكثر من عامل في عامل واحد.

ويوجد نوعان من التدوير في التحليل العاملي هما:

- التدوير المتعامد Orthogonal Rotation: يفترض وجود استقلالية بين العوامل، أي ليس هناك ارتباط بين العوامل، وفيه يتم تدوير متغيرين إثنين مع بعض في نفس الوقت حتى يأخذان الشكل المتعامد (أحدهما أفقي والآخر عمودي). وهناك عدة طرق للتدوير المتعامد، أشهرها طريقة الفيرماكس Varimax لكايزر، والتي تتقبل فكرة البناء البسيط مع الاحتفاظ بالتعامد بين العوامل، لذلك يستخدمها أغلب الباحثين.

- التدوير المائل Oblique Rotation: يفترض وجود ارتباط بين العوامل وعدم وجود استقلالية بينها، وفيه يتم تدوير أحد العوامل دون الآخر، وذلك بشكل مائل (أي أن يكون أحد المتغيرات مائلا عن الآخر، وله طرقتان: طرقة بروماكس Promax وطريقة Direct Oblimin.

ن. تفسير العوامل وتسميتها:

تعتبرآخر مرحلة في التحليل العاملي، فلكي نتمكن من تفسير العوامل، ينبغي ملاحظة أي مجموعة من المتغيرات لها تشبع أكبر من 1 على عامل محدد، ومن ثم ملاحظة ماهي الصفة العامة المشتركة لهذه المتغيرات، وهذا ما يساعد في الإجابة عن ماذا يمثل العامل، واتخاذ القرار بالتسمية المناسبة لهذا العامل.

7. طرق التحليل العاملي:

توجد عدة طرق للتحليل العاملي، وهنا نركزعلى أكثرها وأسهلها استخداما وهي:

أ. طريقة المكونات الأساسية Principal component‘s analysis (PCA):

هي من أكثر طرق التحليل العاملي دقة وشيوعا واستخدامًا؛ نظراً لدقة نتائجها بالمقارنة ببقية الطرق، ولهذه الطريقة مزايا عدة منها أنها تؤدي إلى تشبعات دقيقة، وكل عامل يستخرج أقصى كمية من التباين، وانها تؤدى إلى أقل قدر ممكن من البواقي، كما أن المصفوفة الارتباطية تختزل إلى أقل عدد من العوامل المتعامدة غير المرتبطة .

وتتمثل أهداف طريقة المركبات الأساسية في:
- تمثيل المتغيرات الكمية للمفردات هندسيًا انطلاقا من جدول البيانات؛
- تحديد العوامل التي تفسر على أفضل نحو تشتت المتغيرات؛
- تقديم المعلومات التي يحتوي عليها الاستبيان في شكل مبسط؛
- تفسير أكبر نسبة ممكنة من التباين للمتغيرات الأصلية.

ب. الطريقة القطرية Diagonal method:

تعد الطريقة القطرية من الطرق المباشرة والسهلة في التحليل العاملي، ويمكن استخدامها إذا كان لدينا عدد قليل من المتغيرات وتؤدى إلى استخلاص أكبر عدد ممكن من العوامل، وتتطلب هذه الطريقة معرفة سابقة ودقيقة بقيم شيوع المتغيرات، وبدون هذه المعرفة لا يمكن استخدامها .