الفصل الأول:

التحليل العاملي نظرياً

١-مصطلحات مرتبطة بكل من التحليل العاملي الاستكشافي و التوكيدي.

٢-مصطلحات مرتبطة بالتحليل العاملي الاستكشافي.

٣-مصطلحات مرتبطة بالتحليل العاملي التوكيدي.

٤- حجم العينة و عدد المتغيرات الملاحَظة و التحليل العاملي.

الفصل الأول

التحليل العاملي نظرياً

١- موضوعات مرتبطة بكل من التحليل العاملي الاستكشافي *Exploratory Factor Analysis* و التحليل العاملي التوكيدي *Confirmatory Factor Analysis* التوكيدي:

١-١:المتغيرات الملاحَظة *Observed* و المتغيرات غير الملاحَظة *Unobserved* في التحليل العاملي:

التحليل العاملي هو أسلوب إحصائي منظم يهدف إلى اختزال عدد كبير من المتغيرات الملاحَظة إلى عدد أقل من المتغيرات غير الملاحَظة ، و المتغيرات الملاحَظة هي المتغيرات التي يمكن قياسها قياساً مباشراً بواسطة أدوات معدة لذلك ، و من ثم يمكننا التعبير عن المتغيرات الملاحَظة بدرجات كمية (أو رتبية)، كما يمكن أن نطلق عليها أيضاً مؤشرات لأنها تدل على المتغير غير الملاحَظ المنتمية إليه.

أما المتغيرات غير الملاحَظة فهي متغيرات لا يتم قياسها بطريقة مباشرة و لكن كل متغير منها عبارة عن تجميع بواسطة التحليل العاملي لمجموعة من المتغيرات الملاحَظة ،و لذلك يطلق عليها أيضاً المتغيرات الكامنة لأنها تكمن في كل متغير ملاحَظ ، كما يطلق عليها أيضاً العوامل .

وبذلك نجد أن العامل هو متغير كامن يحتوي على عدد من المتغيرات الملاحَظة

و في هذا الصدد أوضح ***(Brown,2006,13)*** أن العامل هو متغير غير ملاحَظ يتأثر بأكثر من قياس ملاحَظ ،و يفسِّر هذا العامل الارتباطات بين القياسات الملاحَظة ،فالقياسات الملاحَظة مرتبطة ببعضها البعض لأنها تشترك مع بعضها في بناء تحتي كامن ***underlying construct***(العامل).

و يسير ***(Harman,1976,7)*** في نفس الاتجاه عندما أوضح أنه يمكن اختيار المتغيرات كاختبارات بحيث كل اختبار يقيس متغير ملاحَظ ،و من خلال التحليل العاملي نتوصل إلى عوامل ، و هنا فإن كل مجموعة من الاختبارات تقيس عامل معين .

و بذلك نجد نوعين من المتغيرات في التحليل العاملي هما المتغير الملاحَظ و المتغير غير الملاحَظ ،و يمكن فهم كلا النوعين من خلال المثالين التاليين:

المثال الأول: لديك اختبار من إعدادك يقيس الدافعية مكون من ٣٦ عبارة مثلا ،وأردت إجراء تحليل عاملي عليه للتحقق من صدقه العاملي ،و توصلت من خلال التحليل العاملي إلى أن المقياس يتكون من أربعة عوامل هي :الدافع للحصول على التقدير و الاحترام(١٢ عبارة)،الدافع لتجنب نقد الآخرين(٩ عبارات)،الدافع للنجاح(٧ عبارات)،الدافع لتجنب الفشل(٨ عبارات) .

هنا تكون :

المتغيرات الملاحَظة	المتغيرات غير الملاحَظة
٣٦ متغير ملاحَظ (كل عبارة تمثل متغير ملاحَظ)	٤ عوامل هي :الدافع للحصول على التقدير و الاحترام-الدافع لتجنب نقد الآخرين -الدافع للنجاح-الدافع لتجنب الفشل(يختلف عدد العوامل باختلاف التحليل).

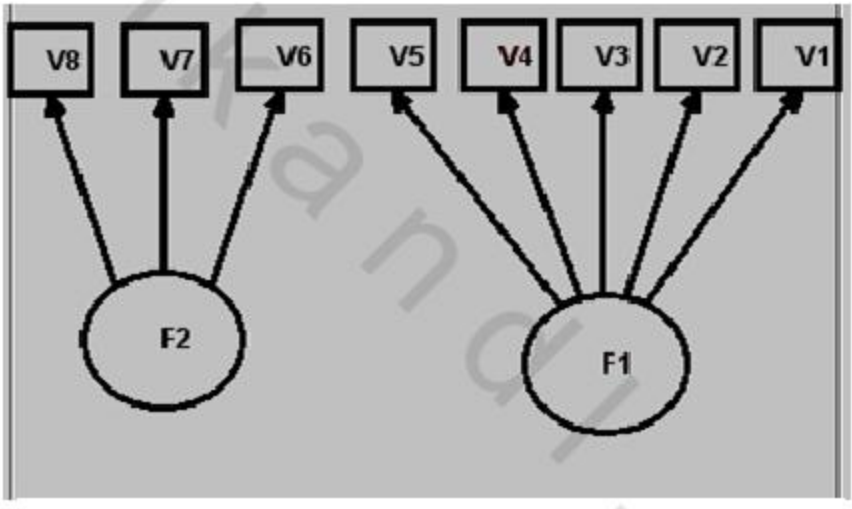
المثال الثاني :أراد باحث اختبار البنية العاملية للمتفوقين عقلياً ،فطبَّق عليهم مجموعة من الاختبارات و التي من المفترض أن تكون مرتبطة بالتفوق العقلي، و كانت الاختبارات كالتالي :الدافعية-الاستعداد-حل المشكلات-الذاكرة-الاستقراء-الاستنباط-المرونة-المثابرة-الانتباه-البيئة الأسرية الذكية-المستوي الاقتصادي-البيئة الاجتماعية-المستوي الاجتماعي للأسرة-القدرة اللغوية-القدرة التمييزية-الأداء على الكمبيوتر .فتوصل من خلال التحليل العاملي إلى وجود ٣ عوامل تكوِّن التفوق العقلي و هي :السلوك الذكي و الذي يجمع متغيرات(حل المشكلات-الذاكرة-الاستقراء-الاستنباط-المرونة-القدرة اللغوية-القدرة التمييزية

-الأداء على الكمبيوتر)،و السلوك الدافعي و الذي يجمع متغيرات(الدافعية-الاستعداد-الانتباه-المثابرة)،والبيئة المساندة و الذي يجمع متغيرات(البيئة الأسرية الذكية-البيئة الاجتماعية-المستوي الاجتماعي للأسرة-المستوي الاقتصادي للأسرة).

هنا يكون :

المتغيرات الملاحَظة	المتغيرات غير الملاحَظة
١٦ متغير (كل اختبار يقيس متغير ملاحَظ واحد)	٣ عوامل هي :السلوك الذكي-السلوك الدافعي-البيئة المساندة.

و يمكن توضيح المتغيرات الملاحَظة و غير الملاحَظة في الشكل التالي:



و الذي يعبِّر فيه كل مستطيل عن متغير ملاحَظ ،و كل شكل بيضاوي عن متغير غير ملاحَظ أو عامل .

المتغيرات الملاحَظة و غير الملاحَظة في الدراسات و البحوث : يمكن إيضاح المتغيرات الملاحَظة و غير الملاحَظة في نتائج بعض الدراسات و البحوث من خلال الجداول التالية:

دراسة (Loo & Thorpe,2000)	
المحتوي الخاضع للتحليل	مقياس المرغوبية الاجتماعية
نوع التحليل	توكيدي[1]
المتغيرات الملاحَظة	٣٣ عبارة في المقياس (العبارات يمكن ملاحظتها على المفحوصين و تسجيلها كميا)
المتغيرات غير الملاحَظة (العوامل)	عاملان هما: الإنكار –العزو، فكل من هذين العاملين لا يمكن ملاحظتهما مباشرة ، و لكن يُستدل عليهما من خلال العبارات ،فالإنكار تتشبع عليه جوهرياً[2] مجموعة من العبارات التي تدل عليه ،و العزو تتشبع عليه جوهرياً مجموعة أخرى من العبارات.

دراسة (Kranzler & Keith,1999)	
المحتوي الخاضع للتحليل	بطارية التقييم المعرفي
نوع التحليل	توكيدي
المتغيرات الملاحَظة	١٢ اختبار فرعي في البطارية،كل مفحوص له درجة ملاحَظة على كل اختبار .
المتغيرات غير الملاحَظة	٤ عوامل : التخطيط–الانتباه–التتابع–التزامن ،فهذه العوامل لا يمكن ملاحظتها مباشرة ،و لكن يُستدل عليها من خلال الاختبارات الفرعية،فالتزامن مثلاً يُستدل عليه

١ انظر الجزء ١-٢ للتعرف على كل من التحليل العاملي الاستكشافي و التحليل العاملي التوكيدي .
٢ انظر الجزء ١-٥ للتعرف على التشبع و جوهريته و عدم جوهريته .

(العوامل)	من خلال اختبارات المصفوفات غير اللفظية-الذاكرة البصرية-العلاقات اللفظية المكانية).

دراسة (عزت عبدالحميد محمد حسن ،٢٠٠٧)	
المحتوي الخاضع للتحليل	مقياس استراتيجية تنظيم الدافعية
نوع التحليل	استكشافي
المتغيرات الملاحَظة	٢٥ عبارة في المقياس يمكن ملاحظتها كمياً بصورة مباشرة على المفحوصين.
المتغيرات غير الملاحَظة (العوامل)	٥ عوامل هي: استراتيجية تحسين الاهتمام-حديث الذات الموجه للأداء-المتابعة الذاتية-حديث الذات الموجه للإتقان-استراتيجية التحكم البيئي،فهذه العوامل غير ملاحَظة و يُستدل عليها من خلال عبارات المقياس ،فمثلا عامل استراتيجية الذات الموجه نحو الإتقان تشبعت عليه ٤ عبارات منها :أحث نفسي على العمل بجد في الدراسة من أجل التعلم.

دراسة ***(Baloglu et al.,2008)***	
المحتوي الخاضع للتحليل	مقياس الاتجاه نحو التخطيط الاستراتيجي
نوع التحليل	استكشافي و توكيدي
المتغيرات الملاحَظة	٣٥ بنداً يمكن ملاحظتها كمياً على المفحوصين

المتغيرات غير الملاحَظة(العوامل)	٥ عوامل :النمو التنظيمي ،عدم الثقة ،الفاعلية،الصمود ،الإنتاجية ،فمثلاً عامل عدم الثقة في التخطيط الاستراتيجي تشبعت عليه ٩ عبارات منها :يعد التخطيط الاستراتيجي مضيعة للوقت .

دراسة (نادر فتحي قاسم ، ٢٠٠٨)	
المحتوي الخاضع للتحليل	مقياس عين شمس لأشكال السلوك العدواني
نوع التحليل	استكشافي
المتغيرات الملاحَظة	٦٠ عبارة يمكن ملاحظتها كمياً على المفحوصين.
المتغيرات غير الملاحظة (العوامل)	٤ عوامل :العدوان المادي-العدوان اللفظي-العدوان السلبي-السلوك السوي ،فمثلاً عامل العدوان المادي تشبعت عليه ١٥ عبارة منها :أرمي كتبي بقوة على المكتب و لا أذاكر .

ملاحظات

- العامل يتكون من عدد ما من المؤشرات أو المتغيرات الملاحَظة.
- عدد العوامل المستخرجة (أو التي تم تأكيدها) يتوقف على حسب طبيعة التحليل .
- في حالة إجراء تحليل عاملي لاختبار واحد فقط ،فإن المتغيرات الملاحَظة هي عبارات الاختبار،أما العوامل فهي نتيجة التحليل .
- فيما يخص الملاحظة السابقة :يطلق على العبارة ***(item)*** في الاختبار مسميات عديدة منها:بند-سؤال-مفردة-فقرة .
- المتغير الملاحَظ قد يكون :عبارة في اختبار (المثال الأول)،و قد يكون الاختبار نفسه(المثال الثاني).
- حتى نستطيع إجراء التحليل العاملي لابد أن يكون لكل متغير ملاحَظ درجة

(كمية أو رتبية) معبرة عنه .

- عدد المتغيرات الملاحَظة ≤ عدد العوامل .
- يمكن تسمية العوامل بالأبعاد الفرعية للاختبار .
- العامل تسمية نسبية فقد يكون عامل بالنسبة لتحليل ما ،و قد يكون العامل نفسه متغير ملاحَظ بالنسبة لتحليل أعلى[٣] .
- هناك متغيرات يمكن ملاحظتها مباشرة مثل عبارات المقياس أو الاختبارات الفرعية الخاضعة للتحليل العاملي ، فلكل مفحوص درجة ملاحَظة على كل عبارة أو اختبار فرعي،و التحليل العاملي يختزل كل مجموعة من المتغيرات الملاحَظة إلى متغير غير ملاحَظ يسمى عامل ،فالعدوان المادي مثلاً متغير كامن غير ملاحَظ يُستدل عليه من خلال مجموعة من السلوكيات الظاهرة مثل رمي الكتب بقوة و إلقائها دون مذاكرة .

١-٢: التحليل العاملي الاستكشافي و التحليل العاملي التوكيدي :

هناك نوعان من التحليل العاملي أحدهما يسمى التحليل العاملي الاستكشافي و هو النوع من التحليل الذي يهدف إلى اختزال عدد المتغيرات الملاحَظة المكونة للمتغير الرئيسي موضوع البحث أو الاهتمام إلى عدد أقل يسمى(عوامل) ،و التحليل العاملي التوكيدي الذي يؤكّد عوامل تم تحديدها مسبقاً .

فلقد أوضح ***(Dillon & Goldstein,1984,57)*** أنه يمكن وصف استخدام التحليل العاملي في سياقين مختلفين لتحليل البيانات ، فالبيانات المُحللة ربما لا تستند على أي فرضيات نظرية مسبقة عند استخدام التحليل العاملي ، فهي تهدف إلى البحث عن بنية تحتية تكمن خلف البيانات ،و استخدام التحليل العاملي في هذه الحالة يطلق عليه استكشافي.و على الجانب المقابل ربما تملك البيانات المحللة بعض الخلفية النظرية عن البنية التحتية للبيانات ، و المطلوب هو تأكيد ***confirm*** أو نفي ***negate*** البنية المفترضة ،و استخدام التحليل العاملي في مثل هذه الحالة يطلق عليه توكيدي.

---

٣ انظر الجزء ١-٦ للتعرف على التحليل العاملي من الدرجة الثانية و الدرجات الأعلى.

كما ميَّز (فؤاد أبو حطب ،آمال صادق ، ١٩٩١ ، ٦٠٤) نقلاً عن ***Mulaik*** بين التحليل العاملي الاستكشافي و التحليل العاملي التوكيدي على أساس أن النوع الاستكشافي استقرائي في جوهره و يهدف إلى اكتشاف المجموعة المثلى التي يمكن أن تتضمن المتغيرات الكامنة و دون اعتبار مسبق لصياغة فروض ،أما التحليل العاملي التوكيدي فهو إجراء لاختبار الفروض حول العلاقة بين متغيرات معينة تنتمي لعوامل فرضية مشتركة و التي يتحدد عددها و تفسيرها مقدماً.

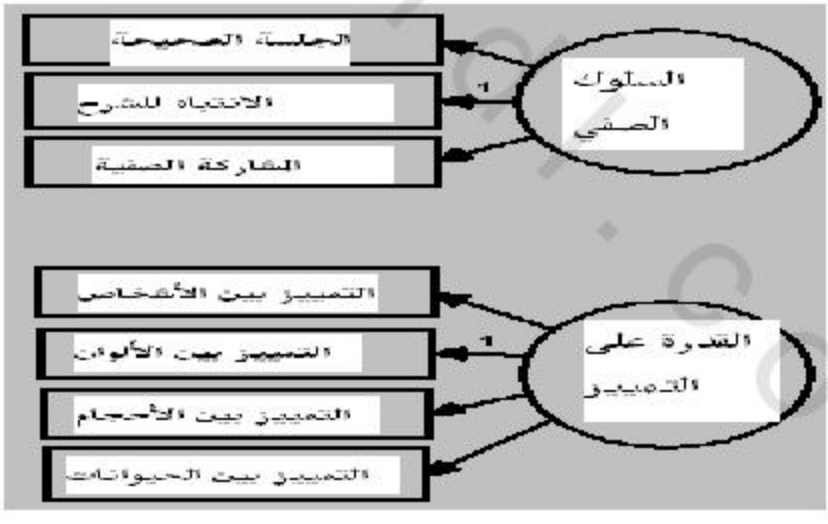
و في هذا الصدد أشار ***(Brown,2006,1)*** إلى أن كل من التحليل العاملي الاستكشافي و التحليل العاملي التوكيدي يهدفان إلى اختزال العلاقات الملاحَظة بين مجموعة من المؤشرات إلى مجموعة أقل من المتغيرات الكامنة ،و لكن يختلفان جوهرياً في عدد و طبيعة القيود و التحديدات المسبقة المصنوعة على النموذج العاملي ،فالتحليل الاستكشافي لا يحدد عدد العوامل الكامنة أو نمط العلاقات بين العوامل و المتغيرات الملاحَظة ، فهو تكتيك استكشافي استطلاعي وصفي لتحديد العدد الأمثل من العوامل الكامنة و لاكتشاف المتغيرات الملاحَظة المتشبعة على كل عامل منهم،أما التحليل العاملي التوكيدي فيهتم بتحديد عدد العوامل و كذلك طبيعة علاقة العوامل بالمتغيرات المقاسة أو الملاحَظة ،و يخضع النموذج المفترض للاختبار ،و لذلك يستخدم التحليل الاستكشافي أولاً في مرحلة بناء المقياس ثم بعد ذلك يتم إجراء التحليل العاملي التوكيدي، فالتحليل العاملي التوكيدي نوع من نمذجة المعادلة البنائية و الذي يتعامل بصفة خاصة مع نماذج القياس التي تفترض وجود علاقة بين القياسات الملاحَظة أو المؤشرات(بنود الاختبار–درجات الاختبار–تقديرات الملاحظة السلوكية) و المتغيرات أو العوامل الكامنة ،و لعل أهم شئ يميز التحليل العاملي التوكيدي هو طبيعته المعتمدة على الافتراض ***hypothesis-driven-nature*** ،فهو بعكس التحليل العاملي الاستكشافي فعلي الباحث أن يحدد مسبقاً كل ملامح نموذج التحليل العاملي التوكيدي ،و لذلك على الباحث أن يكون لديه حس مسبق معتمد على نظرية سابقة لعدد العوامل التي تفسِّر البيانات،و أي متغيرات ملاحَظة ترتبط بأي عامل.

و يمكن التمييز بين هذين النوعين من التحليل العاملي من خلال الأمثلة التالية:

المثال الأول : قام باحث بإعداد اختبار من المفترض أن يقيس الطلاقة الفكرية و يتكون الاختبار من ٥٦ عبارة ،و أراد معرفة عدد و مسمي الأبعاد الفرعية(العوامل) للاختبار ،هنا يسمى التحليل بالاستكشافي نظراً لأن الباحث يجري التحليل العاملي و هو لا يعلم بالضبط عدد[٤] العوامل أو مسماها أو عدد المتغيرات الملاحَظة التي تنطوي تحت أي عامل منها مسبقاً ،فكل هذه المعلومات ستتضح بعد نتيجة التحليل العاملي الاستكشافي .

المثال الثاني : أراد باحث التحقق من البناء العاملي لاختبار يقيس الاتجاه نحو التكنولوجيا معد مسبقاً و يتكون من ٤٢ عبارة موزعة على ٣ عوامل بمعدل :١٤ عبارة للعامل الأول (المعرفة التكنولوجية)،١٧ عبارة للعامل الثاني(المهارة التكنولوجية)،١١ عبارة للعامل الثالث(امتلاك الأجهزة التكنولوجية) ،و تمَّ تأكيد هذه البنية العاملية ،هنا يسمى التحليل بالتوكيدي نظراً لأن الباحث يجري التحليل و هو يعلم مسبقاً عدد العوامل و مسماها و العبارات (المتغيرات الملاحَظة) المكونة لكل عامل،و لذلك فإن هدفه هو التأكد من هذه البنية العاملية المعلومة مسبقاً .

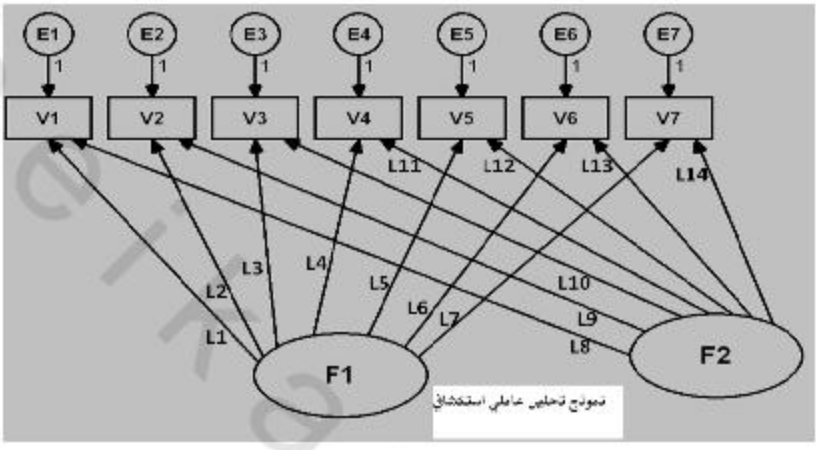
المثال الثالث: أراد باحث اختبار النموذج التالي :

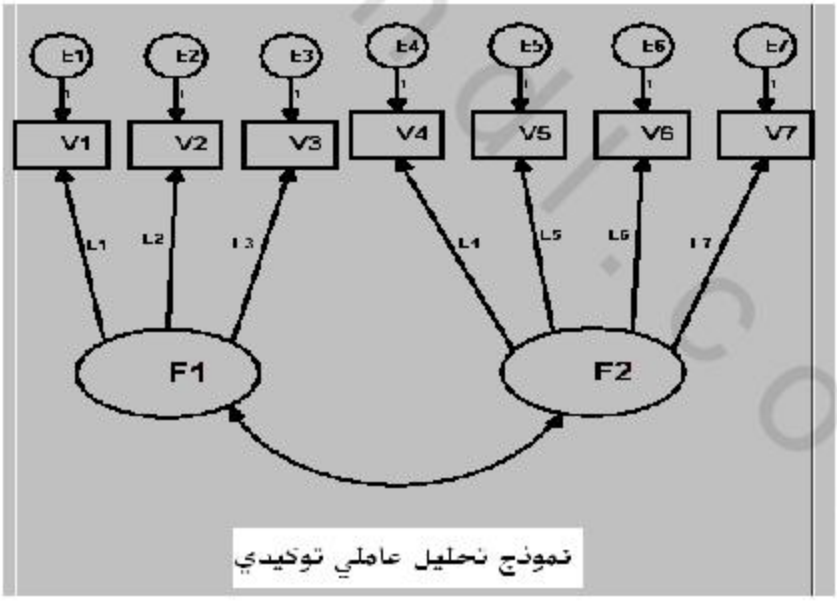


٤ انظر الجزء ٢-٥ .

حيث يلجأ الباحث في المثال السابق للتحليل العاملي التوكيدي ،لمعرفتنا بعدد العوامل (عاملين) ، و كذلك المتغيرات الملاحَظة و عددها المتشبعة أو المرتبطة بكل عامل ،و كل ما نفعله هو تأكيد هذه البنية العاملية أو نفيها .

و يمكن توضيح نموذجي التحليل العاملي الاستكشافي و التوكيدي في الشكلين التاليين:





بمقارنة الشكلين السابقين نجد الآتي:

نوع التحليل	الاستكشافي	التوكيدي
اتجاه الأسهم بين المتغيرات الملاحَظة و العوامل	من العوامل إلى المتغيرات الملاحَظة ،لكن نموذج المكونات الأساسية و هو نموذج استكشافي أيضاً يكون اتجاه الأسهم من المتغيرات الملاحَظة إلى العوامل	من العوامل إلى المتغيرات الملاحَظة
تشبعات المتغيرات الملاحَظة على العوامل..... L_1, L_2, L_3, L_4, L_5	توجد تشبعات لكل المتغيرات الملاحَظة على كل العوامل المستخلصة(عاملين فقط في الشكل الحالي).	كل مجموعة معينة من المتغيرات الملاحَظة تتشبع على عامل معين من العوامل المفترضَة(عاملين مفترضين في الشكل الحالي).
العلاقة بين العوامل	النتيجة الأولى للتحليل تكون العلاقة صفرية فلا يوجد خط يربط الشكلين البيضاويين ***F1*** ***F2*** ,،و لكن يمكن السعي نحو وجود علاقة غير صفرية بين العاملين بالتدوير المائل[٥].	تمَّ افتراض وجود علاقة غير صفرية بين العاملين حيث يوجد خط يربط الشكلين البيضاويين ***F1*** ***F2***,،و لكن يمكن افتراض وجود علاقة صفرية بين العاملين و في هذه اللحظة لا نرسم

٥ انظر الجزء ٢-٣.

		خطأ يربط الشكلين البيضاويين
التعبير الجبري لمتغيرات النموذج بناءً على الشكل الموضح	$V_1 = L_1F_1 + L_8F_2 + E_1$ $V_2 = L_2F_1 + L_9F_2 + E_2$ $V_3 = L_3F_1 + L_{10}F_2 + E_3$ $V_4 = L_4F_1 + L_{11}F_2 + E_4$ $V_5 = L_5F_1 + L_{12}F_2 + E_5$ $V_6 = L_6F_1 + L_{13}F_2 + E_6$ $V_7 = L_7F_1 + L_{14}F_2 + E_7$	$V_1 = L_1F_1 + E_1$ $V_2 = L_2F_1 + E_2$ $V_3 = L_3F_1 + E_3$ $V_4 = L_4F_2 + E_4$ $V_5 = L_5F_2 + E_5$ $V_6 = L_6F_2 + E_6$ $V_7 = L_7F_2 + E_7$
متغيرات الخطأ $E_1,E_2,E_3,E_4,E_5,E_6,E_7$	سواء كان النموذج استكشافي أم توكيدي يتم أخذ متغيرات الخطأ في الاعتبار من حيث تأثيرها على النموذج .	

التحليل العاملي الاستكشافي و التوكيدي في الدراسات و البحوث:

دراسة ***(Jansson-Fro jmark &MacDonald,2009)***	
المحتوي الخاضع للتحليل	مقياس الإدراك الجسدي المعدل
نوع التحليل	استكشافي
التفسير	تم تحديد عاملين مستخلصين في البداية ،ثم بعد الفحص العاملي تم اكتشاف المتغيرات الملاحَظة المنطوية تحت كل منهما،و من ثم تسمية العاملين.

دراسة ***(Limbers et al.,2008)***	
المحتوي الخاضع للتحليل	مقياس جودة الحياة المقدر ذاتياً بواسطة الأطفال

نوع التحليل	توكيدي
التفسير	تم تحديد نموذج مسبق للمقياس (٥ عوامل-معروف اسم كل عامل-معروف المتغيرات الملاحَظة المنطوية تحت كل عامل) ،و تم إخضاع النموذج للفحص العاملي للتأكد من صدقه.

دراسة ***(Cooper&Aucote,2009)***	
المحتوي للتحليل	الخاضع مقياس النتائج النفسية
نوع التحليل	توكيدي
التفسير	تم تحديد نموذج مسبق للمقياس (٣ عوامل-معروف اسم كل عامل-معروف المتغيرات الملاحَظة المنطوية تحت كل عامل) ،و تم إخضاع النموذج للفحص العاملي للتأكد من صدقه.

دراسة (السيد كامل الشربيني منصور،٢٠٠٧)	
المحتوي للتحليل	الخاضع مقياس جودة الحياة
نوع التحليل	استكشافي
التفسير	تم إخضاع بنود المقياس للتحليل العاملي دون علم مسبق بالبنية العاملية التحتية التي تنطوي تحتها(عدد العوامل الكامنة-مسمى العوامل- المتغيرات الملاحَظة المنطوية تحت كل عامل)، و تم اكتشاف كل هذه

	التفاصيل المتعلقة بالبنية العاملية و غيرها من التفاصيل بعد نتيجة التحليل.

دراسة (عزت عبدالحميد محمد حسن ،٢٠٠٧)	
المحتوي الخاضع للتحليل	مقياس استراتيجيات تنظيم الدافعية
نوع التحليل	استكشافي
التفسير	تم تحديد ٥ عوامل مستخلصة في البداية ،ثم بعد الفحص العاملي تم اكتشاف مسمى العوامل و معرفة المتغيرات الملاحَظة المنطوية تحتها و غيرها من المعلومات الأخرى .[و لكن بعد ذلك تم إجراء تحليل عاملي توكيدي على أبعاد المقياس (العوامل المستخرجة) و اعتبارها متغيرات ملاحظة ،و افتراض نموذج يتكون من عاملين تتشبع عليهما هذه المتغيرات الخمسة و إخضاعه للتحليل العاملي التوكيدي للتأكد من صدقه].

دراسة ***(Aluja et al.,2006)***	
المحتوي الخاضع للتحليل	مقياس إدراك الأبناء لأساليب تنشئة الوالدين
نوع التحليل	استكشافي و توكيدي
التفسير	تم اكتشاف البنية العاملية للمقياس (مسمى العوامل و معرفة المتغيرات الملاحَظة المنطوية تحتها و غيرها

	من المعلومات الأخرى)،ثم بعد ذلك تم إجراء التحليل العاملي التوكيدي على نفس النموذج المكتَشف للتأكد من هذه البنية و التحقق من صدقها .

ملاحظات

- يلجأ الباحث للتحليل العاملي الاستكشافي في حالة التعامل مع متغيرات ملاحَظة لم تتبلور بنيتها العاملية مسبقاً ،و الذي يتم في التحليل هو استكشاف هذه البنية .
- يلجأ الباحث للتحليل العاملي التوكيدي في حالة التعامل مع متغيرات ملاحَظة تم الاتفاق بواسطة الدراسات و البحوث و النظريات السابقة على بنيتها العاملية ،و الذي يتم في التحليل هو تأكيد هذه البنية .
- تمت الإشارة إلى أنه في التحليل العاملي الاستكشافي لم يتم في البداية معرفة عدد العوامل الكامنة تحت المتغيرات الملاحَظة موضوع البحث ،و بالرغم من أن دراسات عديدة أوضحت أن تحديد عدد العوامل مسبقاً (بشرط عدم معرفة مسمياتها أو عدد المتغيرات الملاحَظة المكونة لكل منها) ينتمي إلى التحليل العاملي الاستكشافي و من هذه الدراسات على سبيل المثال و ليس الحصر ***(Jansson-Fro jmark & MacDonald,2009)***، نجد أن كل من (فؤاد أبو حطب ،آمال صادق ،١٩٩١، ٦٤٤) أوضحا أن هذا النوع من التحليل ينتمي إلى التحليل العاملي التوكيدي ،و يتفق المؤلف مع الرأي الأول نظراً لأن التحليل من هذا النوع المحدد عدد عوامله مسبقاً يسعى إلى استكشاف المتغيرات الملاحَظة المكونة لكل عامل،و في ضوء هذه المتغيرات يتم تسمية العامل ،ومن ثم فإن طبيعة التحليل تأخذ منحى استكشافي .
- يختلف إجراء التحليل العاملي الاستكشافي من حيث أسلوب المعالجة الإحصائية عن إجراء التحليل العاملي التوكيدي ، ففي الوقت الذي يتم فيه إجراء التحليل العاملي الاستكشافي بواسطة أسلوب التحليل العاملي ، يتم إجراء التحليل العاملي التوكيدي باستخدام أسلوب النمذجة البنائية ***structural modeling equations(SME).***
- يمكن إجراء النوعين من التحليل العاملي معاً على نفس بيانات المتغيرات الملاحَظة.

١-٣: المصفوفة الارتباطية *Correlation Matrix* :

المصفوفة الارتباطية هي مجموعة من معاملات الارتباط المتراصة معاً في مصفوفة ، بحيث تشمل هذه المصفوفة كافة معاملات الارتباط الممكنة بين كل متغيرين ملاحَظين من المتغيرات الداخلة في التحليل ،وتخضع هذه المعاملات للتحليل العاملي سواء كان استكشافياً أم توكيدياً.

كما أوضح(صفوت فرج،١٩٨٠، ٦٩-٧٨) أن هناك خصائص معينة ينبغي أن تتوافر في المصفوفة الارتباطية حتى تكون صالحة للتحليل العاملي و هي أن تمثل المصفوفة معاملات ارتباط مستقيمة بين المتغيرات،وجود ارتباطات دالة و ارتباطات غير دالة بين المتغيرات،استخدام معاملات الارتباط الملائمة على حسب نوعية البيانات ،تجانس العينة .

و يضيف ***(Rummel ,1970,13)*** بالقول أن ليست كل المصفوفات تنتج عوامل مفيدة من الناحية العلمية ،فأهمية و قيمة التحليل العاملي تعتمد على معنى و مدلولية التباين في البيانات ،فإذا لم يكن هناك تباين في البيانات و يحدث ذلك عندما تكون كل البيانات بنفس القيمة تقريباً في هذه الحالة لا يمكن استخراج أكثر من عامل وحيد في المصفوفة ،و إذا كانت البيانات تحتوي على تباينات بمحض الصدفة أو بطريقة عشوائية حينئذ ستنتج عوامل غير مقصودة لا يمكن تفسيرها .

و يمكن إيضاح المصفوفة الارتباطية في المثال التالي :

لو افترضنا أن المحتوي الخاضع للتحليل العاملي هو مقياس يتكون من ٤٠ بنداً (أو عبارة أو مفردة ...) ،و تم تطبيقه على ٣٠٠ مفحوصاً مثلاً ،هنا كل بند يمثل متغير ملاحَظ ، و كل مفحوص له درجة على كل متغير ملاحَظ (بند) و الذي تتراوح درجته بين (١ و ٥) مثلاً ،أي أن كل مفحوص له ٤٠ درجة مقابلة لـــ ٤٠ متغيراً ملاحَظاً ،و بذلك يصبح بين أيدينا كم من الأرقام يملأ جدولاً مكوناً من ٤٠ عموداً(٤٠ متغيراً ملاحَظاً أو ٤٠ بنداً أو....)،و ٣٠٠ صفاً(٣٠٠

مفحوصاً)،و الحصول على هذه البيانات يعد الخطوة الأولى للتحليل العاملي ،فلا يوجد تحليل عاملي بدون بيانات أو أرقام .

المتغيرات الملاحَظة / المفحوصون	بند ١	بند٢	بند٣	بند٤	و هكذا حتى البند رقم ٤٠
عبد الله	١	٣	١	٢	...
مؤمن	٢	٢	٤	١	...
إبراهيم	٣	٤	٢	٥	...
حسام	٣	٥	١	٤	...
و هكذا حتى المفحوص رقم ٣٠٠	...	...	...	..	...

ثم بعد ذلك تأتي خطوة الحصول على المصفوفة الارتباطية التي سيتم تحليلها عاملياً،و يتم ذلك بحساب معاملات الارتباط بين كل متغيرين ملاحَظين من المتغيرات الملاحَظة العديدة الخاضعة للتحليل ،و يتم اصطفاف هذه المعاملات في جدول خاص يسمى المصفوفة الارتباطية التي تخضع للتحليل العاملي سواء كان استكشافياً أو توكيدياً.

و نحن لدينا في المثال السابق ٤٠ متغيراً ملاحَظاً ،فكم عدد معاملات الارتباط التي سنحسبها بين كل متغيرين من هذه المتغيرات الأربعين ،هناك قاعدة بسيطة تقول أن عدد معاملات الارتباط المراد إيجادها بين عدد(ن) من المتغيرات =ن(ن−١)/٢ ،و بذلك يصبح عدد معاملات الارتباط في مثالنا الحالي =٤٠×٣٩/٢ =٧٨٠ معامل ارتباط ،و بالطبع هناك برامج جاهزة على الكمبيوتر لتولي كل العمليات الإحصائية المتعلقة بالتحليل العاملي و غيرها من الأساليب الإحصائية.

و بذلك يتم اصطفاف ٧٨٠ معامل ارتباط في جدول،و يتسم هذا الجدول ببعض الخصائص منها أن بيانات أول صف في الجدول هي نفسها بيانات أول عمود ،و بيانات ثاني صف في الجدول هي نفسها بيانات ثاني عمود و هكذا،و لعل ذلك نابع من الحقيقة العلمية التي تشير إلى أن معامل ارتباط المتغير س بالمتغير ص

هو نفسه معامل ارتباط المتغير ص بالمتغير س،و يمكن إيضاح الشكل العام لمصفوفة الارتباط الخاصة بالمثال الحالي المكون من ٧٨٠ معامل ارتباط في الجدول التالي:

البنود / البنود	بند ١	بند ٢	بند ٣	بند ٤	و هكذا حتى البند ٤٠
بند ١	١	٠,٩٣	٠,٦٥	٠,٧٧	٠,٨٢
بند ٢	٠,٩٣	١	٠,٤٧	٠,٨٩	٠,٧٦
بند ٣	٠,٦٥	٠,٤٧	١	٠,٧٠	٠,٩١
بند ٤	٠,٧٧	٠,٨٩	٠,٧٠	١	٠,٦٨
و هكذا حتى البند ٤٠	٠,٨٢	٠,٧٦	٠,٩١	٠,٦٨	١

المصفوفة الارتباطية في الدراسات و البحوث:

الدراسة	المحتوي الخاضع للتحليل	نوع التحليل	عدد معاملات الارتباط في المصفوفة الارتباطية
(خالد أحمد جلال ،السعيد عبد الصالحين محمد ،٢٠٠٥)	مقياس الاستخدام المفرط للانترنت	استكشافي	٣٧٨
(Mano & Osmon,2008)	بطارية اختبارات معرفية مرتبطة بالقدرات الإملائية الإدراكية البصرية	توكيدي	٩١
(Aluja et al.,2006)	مقياس إدراكات البالغين لأساليب المعاملة الوالدية	استكشافي و توكيدي	٢٧٦[٦]

٦ إحدى مصفوفات صور المقياس الخاضعة للتحليل و المكونة من (٢٤) بنداً.

(Yildiz et al.,2009)	مقياس الميتامعرفية	استكشافي و توكيدي	٤٣٥
(هشام فتحي جاد الرب ، ٢٠٠٦)	مقياس مركز الدراسات الوبائية للاكتئاب	توكيدي	١٩٠

ملاحظات

- الخلايا القطرية في المصفوفة الارتباطية تقسم المصفوفة لنصفين متماثلين تماماً ،و لذلك تتسم بأنها مصفوفة متماثلة .
- هناك مصفوفات أخرى تظهر في مخرجات التحليل العاملي مثل :مصفوفة التشبعات قبل التدوير و مصفوفة التشبعات بعد التدوير و مصفوفة البنية ومصفوفة النمط[٧]،و غيرها من المصفوفات الأخرى .
- الخلايا القطرية في المصفوفة الارتباطية قد تُملأ بالرقم ١ كما في المثال السابق ،و قد تُملأ بقيم أخرى مثل أقصى ارتباط بين البند و أحد البنود الأخرى ،أو أقصي تشبع للبند على أحد العوامل .
- العوامل المستخرجة أو التي يتم تأكيدها تعتمد بصورة رئيسية على قيم معاملات الارتباط الموجودة في المصفوفة الارتباطية .

١-٤:أهمية التحليل العاملي:

ماذا نستفيد من التحليل العاملي الذي يقلّص عدد كبير من المتغيرات إلى عدد أقل ،هل في هذا التقليص فائدة عملية أو علمية للقارئ أو المهتم أو المسئول ،فإذا كان لدينا مقياس يتكون من ٣٠ عبارة ماذا سنستفيد عندما نختزل هذه العبارات في ٤ عوامل مثلاً ؟

فالحقيقة الوجودية كما يشير(صفوت فرج،١٩٨٠، ٣٤٦) هي عبارة عن المفردات الواقعية القابلة للحس المباشر و ليست المفاهيم المجردة لخصائص هذه المفردات الواقعية ، و لكن ردّ على ذلك بأمثلة عديدة منها أن العامل مثل

٧ انظر الجزء ٢-٣ .

المتوسط الحسابي الذي ليس له وجود فعلي و لكن يفيدنا في إعطاء مستوي عام للجماعة من خلال درجاتهم الفردية.

كما أوضح ***(Rummel ,1970,3)*** أن التحليل العاملي يدرس الظاهرة السلوكية بدرجة تنوع و تعقد عميقة ،و يزيّن نتائجه في صورة نظريات علمية ،فهو يعرض كل من أسلوب التحليل و البنية النظرية ،كما أنه يسمح باستقراء و استنباط المعلومات من البيانات الكمية و الكيفية .

كما حدد كل من (فؤاد أبو حطب ،آمال صادق،١٩٩١، ٥٩٣-٥٩٥) ٣ فوائد للتحليل العاملي هي :الاقتصاد في عدد المتغيرات ، زيادة مقدار المعلومات ،التحقق من الفروض العلمية .

و استكمالاً لأهمية التحليل العاملي أشار ***(Comrey&Lee,1992,4)*** إلى أن هناك العديد من الأسباب التي تدعو الفاحص أو الباحث إلى استخدام التحليل العاملي منها جمع قياسات عن عدد من المتغيرات و أخذ فكرة عن البنيات التحتية التي تفسر الارتباطات ***intercorrelations*** بين هذه المتغيرات ، واختبار صحة نظرية ما عن عدد و طبيعة العوامل التي تنطوي تحت المتغيرات الملاحَظة.

و سار في نفس الاتجاه (فؤاد البهي السيد،٢٠٠٦، ٤٩٧ -٤٩٨) الذي أوضح أن التحليل العاملي يصلح لدراسة الظواهر المعقدة التي تتأثر بعدد كبير من المؤثرات و العوامل المختلفة ،و لذا أفاد في أبحاث العلوم السياسية و الدراسات التجارية كتحليل العوامل المؤثرة في أسعار السلع المختلفة والأوراق المالية و أجور العمال و النقل ،و استعانت به الأبحاث الطبية في تحليل الظواهر المرضية المختلفة و تصنيفها تصنيفاً علمياً مميزاً ،و طُبّق بنجاح في أبحاث العلوم الطبيعية و خاصة في دراسة مدى تأثر الأشعة الكونية بالضغط و درجات الحرارة و الارتفاع و العوامل الأخرى التي تتصل بها من قريب أو بعيد ،و هكذا ندرك الأهمية العلمية التطبيقية للتحليل العاملي.

إن اختزال كل مجموعة من المتغيرات الملاحَظة في عامل له فائدة ذات اتجاهين تبادليين يمكن توضيحهما من خلال المثال التالي:

لو كان لدينا مقياس في الذاكرة يتكون من ٣٠ بنداً ،إذا لم نتعرف على البنية العاملية للمقياس- و التي تتأتي من خلال اختزال الثلاثين بنداً إلى عدد أقل يسمى عوامل-كيف يتسنى لنا معرفة الأنواع المختلفة من الذاكرة التي يمتلكها المفحوصون مثل :ذاكرة الأرقام-الذاكرة البصرية -الذاكرة اللفظية .و الاتجاه العكسي للمثال له فائدة أيضاً فمعرفة المؤشرات أو السلوكيات التي يمكن ملاحظتها و التي تدل على ذاكرة الأرقام مثلاً تفيد في إعطاء بدائل متنوعة للمسئول في التشخيص و التعليم .

و تأكيداً لأهمية التحليل العاملي التي ظهرت في المثال السابق يمكن أيضاً توضيح المثال التالي ،و هو مثال يتسم بالعمومية :

نفترض أن مدينة ما مكونة من ٥٠٠٠ فرد ، ،و هنا تظهر فكرة التحليل العاملي ذات الفائدة التبادلية :فهؤلاء الأفراد(البنود أو الاختبارات الفرعية ذات الطبيعة الحسية) يكوّنون مثلاً ١٠٠٠ أسرة(١٠٠٠ عامل) ،و هذا له أهميته التي يجب عدم إنكارها ،و إلا تخيل أن كل فرد يعيش بمفرده .

كما أننا لا يمكننا أن نتعامل مع الأسرة بصورة مباشرة ،فالأسرة متغير كامن غير ملاحَظ يستدل عليه من خلال الأفراد المنتمين للأسرة(البنود).

لعل المثالين السابقين و غيرهما العديد و العديد من الأمثلة توضح أهمية التحليل العاملي ليس فقط في مجال علم النفس و التربية و لكن في كل مجالات الحياة ،لأن التحليل العاملي مرادف لعملية التنظيم ووضع كل وحدة أو مفردة في مكانها الصحيح و الملائم لها .

أهمية التحليل العاملي في الدراسات و البحوث:

دراسة (خالد أحمد جلال ،السعيد عبد الصالحين محمد ،٢٠٠٥)	
المحتوي للتحليل	الخاضع مقياس الاستخدام المفرط للانترنت

نوع التحليل	استكشافي
أهمية التحليل العاملي	استفاد الباحث من التحليل العاملي الاستكشافي في التحقق من الصدق العاملي للمقياس ،و التي تعد من الخطوات المهمة في بناء المقياس.

دراسة ***(Mano & Osmon,2008)***	
المحتوي الخاضع للتحليل	بطارية اختبارات معرفية مرتبطة بالقدرات الإملائية الإدراكية البصرية
نوع التحليل	توكيدي
أهمية التحليل العاملي	استفاد الباحث من التحليل العاملي التوكيدي في التوصل إلى عامل وحيد ينطوي تحت القدرات المختلفة الخاضعة للدراسة و التي ستفيد في تشخيص و تقييم و علاج ذوي صعوبات القراءة النمائية .

دراسة ***(Aluja et al.,2006)***	
المحتوي الخاضع للتحليل	مقياس إدراكات البالغين لأساليب المعاملة الوالدية
نوع التحليل	استكشافي و توكيدي
أهمية التحليل العاملي	استفاد الباحث من كل من التحليل العاملي الاستكشافي و التوكيدي في الوصول إلى نسخة مختصرة من المقياس تحقق أفضل خصائص سيكومترية .

دراسة (Yildiz et al.,2009)	
المحتوي الخاضع للتحليل	مقياس الميتامعرفية
نوع التحليل	استكشافي و توكيدي
أهمية التحليل العاملي	استفاد الباحث من كل من التحليل العاملي الاستكشافي و التوكيدي في الوصول إلى مقياس في الميتامعرفية ذي ٨ أبعاد ،و هو يفيد الباحثين و المعلمين الذين يريدون قياس القدرات الميتامعرفية لدي تلاميذهم .

دراسة (هشام فتحي جاد الرب ، ٢٠٠٦)	
المحتوي الخاضع للتحليل	مقياس مركز الدراسات الوبائية للاكتئاب
نوع التحليل	توكيدي
أهمية التحليل العاملي	استفاد الباحث من التحليل العاملي التوكيدي في التحقق من تكافؤ قياس المقياس الأجنبي في البيئة العربية و الذي يعطي ثقة في النتائج المترتبة على المقياس.

ملاحظتان

- أستخدم التحليل العاملي في مجالات عديدة مثل التربية و الطب و الهندسة و الزراعة و الكيمياء و غيرها من العلوم .
- كما يجب ألا ننسى استخدامات التحليل العاملي للتحقق من صدق المقاييس (الصدق العاملي) ،و كذلك ما يسمى الثبات العاملي ***factorial invariance*** ،و غيرها من الاستخدامات الإحصائية الأخرى .

١-٥:التشبع *Loading* و معامل الارتباط *Correlation Coefficient* و التحليل العاملي :

يشير تشبع[٨] المتغير الملاحَظ على العامل إلى نسبة إسهام المتغير الملاحَظ في العامل ،و في الغالب يدل التشبع على معامل ارتباط بين المتغير الملاحَظ و العامل و هو يأخذ نفس قيمة معامل الارتباط بمعني أن التشبع غالبا يساوي أي من القيمتين -١ أو +١ أو يكون محصوراً بينهما في صورة كسر موجب أو سالب.و هناك تشبعات متباينة القيم للمتغيرات الملاحَظة المتشبعة على عامل ما ،و أحياناً يتم تسمية العامل[٩] باسم المتغير الملاحَظ الذي يحظى على أعلى تشبع .

فلقد أوضح (فؤاد البهي السيد ،٢٠٠٦ ، ٥٠٠) أن التشبعات تدل على معاملات ارتباط بين الاختبار(المتغير الملاحَظ) و العوامل .

و هناك محكات معينة تحدث عنها المهتمون بالتحليل العاملي لقبول التشبع ،و هذه المحكات تختلف باختلاف التحليل سواء استكشافي أو توكيدي ،فبالنسبة للتحليل العاملي الاستكشافي أشار ***(Kline ,1994,52)*** إلى أن هناك عدة طرق للتعرف على دلالة التشبع منها محك ٠,٣ و الذي يشير إلى أن ٩% من التباين(مربع التشبع) يمكن إرجاعه للعامل و هو مقدار كاف لاعتبار التشبع مقبول،و الطريقة الثانية اعتبار التشبع معامل ارتباط فإذا كان دالاً يصبح التشبع دالاً و العكس صحيح ،و لكن من عيوبها تأثرها بحجم العينة فمثلاً التشبع ٠,١٥ دالاً عند حجم عينة ٣٠٠ و لكنها تقابل نسبة تباين قليلة (٢%) فقط . و لذلك أشار ***(Yildiz et al.,2009,1597)*** إلى أن محك ٠,٣ كمحك فاصل بين التشبع و عدم التشبع يعد من أكثر المحكات شيوعاً و استخداماً في التحليل العاملي .كما أشار ***(Saunders,1960,375)*** إلى أن اختيار المحك ٠,٣٥ كحد مقبول لتشبع العامل هي عملية اعتباطية و ذاتية ،و بدليل تبنيه هذا المحك في بعض البنود و تبنيه محك أقل من ٠,٣٥ في بنود أخرى .

---

٨ هذه المفاهيم الخاصة بالتشبع تكون قبل التدوير ،أما بعد التدوير فالأمر يختلف من التدوير المتعامد للتدوير المائل (انظر الجزء ٢-٣).

٩ انظر الجزء ٢-٤ .

و في هذا الصدد أشار ***(Watson & Thompson,2006,332)*** إلى أن التشبع هو ارتباط بين البند و العامل ،و لكن ما حجم التشبع الذي يؤدي إلى قبول البند و انتمائه لعامل دون آخر بحيث إذا كان التشبع صغيراً يتم استبعاده من العامل و العكس بالعكس ، في هذا الصدد يعتبر محك ٠,٣ أفضل من محك ٠,٤،و لكن لكل محك مزايا و عيوب ،ففي محك ٠,٣ سيكون هناك فرصة أكبر لإيجاد بنود تتشبع على أكثر من عامل ***cross-load*** ،و هذا أقل احتمالاً في محك ٠,٤ ،و عندما تتشبع البنود على أكثر من عامل لم تتحقق البنية البسيطة و خطوات تالية نحتاجها لتسكين البنود على العوامل المنتمية إليها ،و يمكن تحقيق ذلك بحذف البنود المتشبعة على أكثر من عامل من التحليل العاملي،و هذا يسهم بنسبة قليلة في نقاء الأبعاد التحتية الكامنة(العوامل) و عند حذف البنود يفضل إعادة التحليل العاملي بدون البنود المفقودة و إذا لم يعاد التحليل و تم الاكتفاء بمجرد حذف البنود عندئذ سوف لا تعرض تشبعات البنود على العوامل توزيع التباين عبر العوامل من البنود المتبقية ،فحذف بند أو أكثر سيغيِّر هذا التوزيع .

كما أشار(صفوت فرج،١٩٨٠ ، ١٥١) إلى أن الدلالة الإحصائية للتشبع على العامل وفقاً لمحك جيلفورد هي ٠,٣ على الأقل ،بحيث يعد التشبع الذي يبلغ هذه القيمة أو يزيد عنها دالاً وفقاً لهذا المحك التحكمي.

كما ألمح(صفوت فرج،١٩٨٠، ١٥١-١٥٣) إلى أن معادلة الخطأ المعياري لبيرت-بانكس ***Burt-Banks*** تعتمد على دلالة التشبع و ليست قيمة مطلقة للتشبع،و هي تأخذ في الحسبان أربعة معايير مجتمعة موجودة في المعادلة و هي : حجم العينة المستخدم في الدراسة العاملية-الخطأ المعياري المقبول لمعامل الارتباط و الذي يرتضيه الباحث-عدد المتغيرات الخاضعة للتحليل-ترتيب ظهور العامل في المصفوفة الارتباطية وفقاً للمعادلة التالية :

$$خ_{ت} = خ_{ا} \times \sqrt{\frac{ن}{ن + ١ - ع}}$$

حيث: خ الخطأ المعياري للتشبع على العامل ، خ الخطأ المعياري لمعامل الارتباط للعينة التي حللت ارتباطاتها عاملياً . ن عدد المتغيرات في التحليل ، ع رقم العامل المستخلص في المصفوفة العاملية[١١١٠] .

كما تحدث كل من (فؤاد أبو حطب ، آمال صادق،١٩٩١ ،٦٤٠ -٦٤١) عن ٣ محكات يمكن من خلالها الحكم على دلالة التشبعات و هي :١) محك ± ٠,٣ بشرط ألا يقل عدد العينة عن ٥٠ و سبب اختيار المحك أن يعطي ٩ %[١٢] من التباين ،و ألمح أيضاً إلى أنه على درجة كافية من الدقة مقارنة بالمحكات الأخرى ،٢)اعتبار التشبع معامل ارتباط و البحث عن دلالته الإحصائية في جدول معامل الارتباط و ألمح إلى ضرورة التشدد في مستوي الثقة (٠,٠١) بسبب عدم اليقين المحيط بقياس الخطأ المعياري في بحوث التحليل العاملي ،٣)محك معادلة بيرت –بانكس التي تراعي عدد المفحوصين و عدد المتغيرات و عدد العوامل و الخطأ المعياري ،كما أضافا بالقول أنه في الممارسة الواقعية لتفسير العوامل عادة ما يلجأ الباحث إلى المحك الأول و الاعتماد عليه و هو ٠,٣ و الاعتماد على التشبعات التي تزيد عن هذا الحد في التفسير الأساسي للعامل ثم تطبيق أي مبدأ من المحكين الإحصائيين الأخرين حين يجد الباحث بعض المتغيرات لها معني واضح بالنسبة للعامل و لها تشبعات دالة بأحد هذين المحكين أو كليهما .

أما بالنسبة للتحليل العاملي التوكيدي فلقد أشار ***(Maxwell et al.,2009,4)*** نقلا عن ***Bryne*** إلى أن دلالة التشبع في التحليل العاملي التوكيدي تُقاس بالنسبة الحرجة عند مستوى ٠،٠٥ (±١,٩٦) ،فالبنود التي تمثل مشكلة في التحليل العاملي التوكيدي هي البنود التي تشبعت على عامل غير مناسب أو فشلت في التشبع على عامل أي أن النسبة الحرجة لتشبعها أقل من القيمة المطلقة ١,٩٦ .

---

١٠ تم استبدال الرمز (ر) في المعادلة الأصلية بالرمز (ع) لعدم التداخل مع رمز معامل الارتباط .

١١يمكن الإطلاع على الجداول الإحصائية الخاصة بهذه المعادلة في نفس المرجع الموجود في المتن .

١٢ كانت مكتوبة في المرجع الموضح (١٠% تقريباً) ،إلا أن التباين يساوى مربع التشبع أى ٠,٣×٠,٣ بما يعني ٩%.

و يؤيد ذلك ***(Morimoto et al.,2003,25)*** الذين أشاروا إلى أن التشبعات هي أوزان الانحدار المعيارية أو معاملات المسار و التي يمكن قياس دلالتها بالنسبة الحرجة .

و يمكن إيضاح التشبع و علاقته بكل من معامل الارتباط و التحليل العاملي من خلال المثال التالي :

قام باحث بإجراء تحليل عاملي استكشافي لدرجات ٢٢ عبارة(٢٢ متغيراً ملاحَظاً) مكونة لاختبار تقدير الذات لمعرفة البنية العاملية للاختبار فتوصل إلى الآتي :

العامل / العبارة	العامل الأول	العامل الثاني	العامل الثالث
١	٠,١١٨	٠,١٦٤	٠,٨١٧
٢	٠,٧٦١	٠,٠٨٣	-٠,٠٣٧
٣	-٠,٠٧٢	٠,٦٥	-٠,٠٤١
٤	-٠,١٧٤	٠,٠٦٩	٠,٠٤٦
٥	٠,١١٢	٠,٢٣٨	-٠,٤٨٩
٦	٠,٧٢٨	-٠,٠٦٢	-٠,٠١
٧	-٠,١١	٠,٤٦	-٠,٠١٨
٨	٠,٤	٠,٣٤٢	٠,٠٨٤
٩	٠,١٥٣	٠,٢٩٨	٠,٧٤٨
١٠	٠,٨٠٧	٠,٠٤٣	٠,٠٥٩
١١	٠,٠٣٧	٠,٧٢٥	٠,٠٢٩
١٢	-٠,٠٠٢	٠,٣٦٧	٠,٠٧٤
١٣	٠,٢٩١	٠,٢٤١	-٠,٣٩٦
١٤	٠,٧٤٣	٠,١٠٧	٠,١٣١
١٥	-٠,٠٩٢	٠,٥٨٢	-٠,١٠٤

١٦	٠,٢٤٣	٠,٤٠١	-٠,١٠٧
١٧	٠,٠٢	٠,١٧٣	٠,٧٩٧
١٨	٠,٧٩٣	-٠,١١٦	-٠,٠٠٥
١٩	٠,٠٧٨	٠,٧٤٨	-٠,٠٣٦
٢٠	٠,٠٠٣	-٠,٠٣٦	٠,٢١
٢١	-٠,١٠١	٠,٢٦٨	-٠,٤٦٩
٢٢	٠,٧٨٢	-٠,٠٤١	٠,١٣٥

فالقيم المقابلة لكل بند أو عامل تمثل تشبعات للبند على عامل معين ، و هي قيم لها اعتبارها عند قبول انتماء البند للعامل في ضوء المحكات السالف ذكرها .

التشبع في الدراسات و البحوث :

دراسات ***(Cochran &Peplau,1991;Vogt & Tanner,2007;Boronat et al. ,2009; Shibuya et al.,2009)***	
نوع التحليل	توكيدي
المحك	النسبة الحرجة ***Critical Ratio (CR)***
التفسير	إذا كانت النسبة الحرجة تساوي ١,٩٦ فما فوق يكون التشبع دالاً و مقبولاً ، أما إذا كانت النسبة الحرجة أقل من ١,٩٦ يكون التشبع غير دال ،و من ثم يُستبعد البند أو المتغير الملاحَظ من النموذج .

دراسات (آمال صادق و زملاؤها ،٢٠٠٨؛ فوقية أحمد السيد عبد الفتاح، ٢٠٠٨ ؛ السيد كامل الشربيني منصور ، ٢٠٠٧ ؛ ***Yildiz et al.,2009 ; Grimbeek & Nisbet,2006)***	
نوع التحليل	استكشافي

المحك	٠,٣
التفسير	إذا كانت قيمة التشبع تساوي ٠,٣ فما فوق يكون التشبع دالاً و مقبولاً، أما إذا كانت قيمة التشبع أقل من ٠,٣ يكون التشبع غير دال ،و من ثم يُستبعد البند أو المتغير الملاحَظ في التصفية النهائية للتحليل .

دراسات (خالد أحمد جلال ،السعيد عبد الصالحين محمد،٢٠٠٥ ***(Saunders ,1960 ; Musa,2009)***	
نوع التحليل	استكشافي
المحك	٠,٣٥
التفسير	إذا كانت قيمة التشبع تساوي ٠,٣٥ فما فوق يكون التشبع دالاً و مقبولاً ، أما إذا كانت قيمة التشبع أقل من ٠,٣٥ يكون التشبع غير دال ،و من ثم يُستبعد البند أو المتغير الملاحَظ في التصفية النهائية للتحليل .

دراسات ***(Singer et al.,2007; Carlson & Thomas,2007;Pedder & MacBeath,2008)***	
نوع التحليل	استكشافي
المحك	٠,٤
التفسير	إذا كانت قيمة التشبع تساوي ٠,٤ فما فوق يكون التشبع دالاً و مقبولاً ،أما إذا كانت قيمة التشبع أقل من ٠,٤ يكون التشبع غير دال ،و من ثم يُستبعد البند أو المتغير الملاحَظ في التصفية النهائية للتحليل .

دراستا (Hafner & Ross,1989 ; Gattiker &Larwood,1986)	
نوع التحليل	استكشافي
المحك	بيرت–بانكس
التفسير	يتم الحكم على دلالة التشبع وفقاً لمعادلة بيرت–بانكس الموضحة سابقاً .

ملاحظات

- كل متغير ملاحَظ له قيمة تشبع معينة على كل عامل من العوامل المستخرجة أو المطلوب تأكيدها ،و يتم إبقاء المتغير الملاحَظ على عامل واحد فقط هو الذي يحظى بأعلى تشبع بشرط أن يكون تشبعه مقبول وفقاً لأحد المحكات التي يتم تبنيها .
- يرتبط بالملاحظة السابقة تسبب وجود محكات عديدة للحكم على قبول تشبع البند و الإقرار بانتمائه لعامل معين دون آخر في وجود ازدواجية في ذلك ،فمثلا لو كانت قيمة أعلى تشبعات لبند هو ٠,٣٣ على عامل معين، فنحكم على هذا البند بانتمائه لهذا العامل في ضوء محك ٠,٣ ،و في الوقت نفسه نحذف هذا البند في ضوء المحكات الأخرى التي تعلو ٠,٣ مثل محك ٠,٣٥ و محك ٠,٤ ،و يمكن أن يتفق ذلك أو يختلف مع محك بيرت–بانكس،و بالتالي يتأثر الحكم على التشبع بالذاتية من خلال اختيار أحد المحكات دون غيره.
- التشبع يأخذ نفس قيم معاملات الارتباط.
- مجموع مربعات تشبعات المتغيرات الملاحَظة على عامل معين يساوي الجذر الكامن[١٣] .
- مجموع مربعات تشبعات متغير ملاحَظ معين على كل عامل من العوامل المستخرجة أو المطلوب تأكيدها يساوي اشتراكيات (شيوع)[١٤] المتغير الملاحَظ .
- سيختلف تفسير التشبع في حالة التدوير المائل للعوامل .

١٣ انظر الجزء ٢-١ .
١٤ انظر الجزء ٢-١ .

١-٦ :التحليل العاملي من الدرجة الثانية *Second-Order Factor Analysis*:

التحليل العاملي من الدرجة الثانية كما يظهر من اسمه هو إجراء تحليل عاملي على مصفوفة الارتباط بين العوامل المستخلصة في التحليل العاملي الأول (التحليل من الدرجة الأولى) ،بهدف تحقيق مزيد من التلخيص و الاختصار و التوصل إلى بنية عاملية أكثر قبولاً و تفسيراً ،و التحليل العاملي من الدرجة الثانية لا يتم إلا بعد التدوير المائل فقط الذي يتيح عوامل مائلة تسمح بوجود ارتباط بينها و من ثم تكوين مصفوفة ارتباطية بين العوامل ، بعكس التدوير المتعامد الذي يتيح عوامل متعامدة الارتباط بينها يساوي صفراً ،و من ثم تكون مصفوفة الارتباط بين العوامل كلها أصفار ،مما يعني عدم صلاحية إجراء التحليل العاملي من الدرجة الثانية في حالة التدوير المتعامد .

فلقد أوضح (صفوت فرج،١٩٨٠، ٣٠٨) أن التدوير المائل للعوامل يعد من الحلول المعقدة التي يلجأ إليها الباحث أحياناً إذا قبل منطق الارتباط بين العوامل و رفض منطق الاستقلال الذي يعبر عنه التدوير المتعامد ،و قد أستخدم التدوير المائل لأهداف أبعد من مجرد تصوير التصنيفات العاملية وفقاً لمبدأ التعامد أو الميل ،حيث يمكن أن نستخدم مصفوفة الارتباطات بين العوامل المائلة بوصفها مصفوفة ارتباطات عادية قابلة للتحليل العاملي للوصول منها إلى ما نطلق عليه اسم عوامل الدرجة الثانية –و هنا أوضح نفس المصدر–أنه يتم تحليل المصفوفة المقلوبة و ليس المصفوفة المباشرة بين العوامل المائلة.

كما أوضح ***(Gorsuch,1983,239)*** بالقول أن التحليل العاملي ربما يحتوي على عوامل مرتبطة ،و من ثم يكون لدينا مصفوفة ارتباط بين العوامل ،و إذا كان لدينا مصفوفة ارتباط فيمكن تحليلها و الذي يجرنا لتحليل عاملي من درجات عليا ،و في التحليل العاملي من الدرجة الثانية تكون المتغيرات الخاضعة للتحليل هي عوامل الدرجة الأولى ،كما أن عوامل الدرجة الثانية يمكن تدويرها تدويراً مائلاً و الذي ينتج مصفوفة ارتباطات بين عوامل الدرجة الثانية التي تخضع للتحليل العاملي و هو ما يعطي عوامل من الدرجة الثالثة و هكذا يمكن التقدم

لتحليلات عاملية عليا و لن يتوقف التقدم إلا في حالة التوصل لعامل واحد أو التوصل لعوامل غير مرتبطة .

و أضاف ***(Flanagan& Harrison, 2005,70)*** أن مصطلح رتبة التحليل العاملي ظهر على يد ثرستون عام ١٩٤٧ ،فالتحليل العاملي من الدرجة الأولى هو تطبيق أساليب التحليل العاملي مباشرة على مصفوفة الارتباط للمتغيرات الأصلية في مجموعة البيانات و هو ما ينتج عامل أو أكثر من عامل من الدرجة الأولى ،أما التحليل العاملي من الدرجة الثانية فهو تطبيق أساليب التحليل العاملي على مصفوفة الارتباطات بين عوامل الدرجة الأولى (لو كان هناك أكثر من عاملين و كانت الارتباطات بين العوامل غير صفرية)، و هي تنتج عامل أو أكثر من الدرجة الثانية ،و هكذا يمكن التقدم في التحليلات العاملية .

و في هذا الصدد أوضح ***(Kline,1994,77)*** أن عوامل الدرجة الثانية مهمة في العديد من تطبيقات التحليل العالي في علم النفس ،فعوامل القدرة و الشخصية هي عوامل من الدرجة الثانية .

كما يمكن إجراء التحليل العاملي من الدرجة الثانية –و كذلك الدرجات العليا–في حالة التحليل العاملي التوكيدي فلقد أشار ***(Marcoulides & Hershberger,1997,255)*** أن امتداد بسيط للتحليل العاملي التوكيدي يمكن عمله بوضع ارتباطات دالة بين العوامل المعرفة في النموذج .

مثال لتحليل عاملي استكشافي من الدرجة الثانية[مأخوذ من ***(Ogasawara,2002)***]:

قام الباحث بإجراء تحليل عاملي استكشافي على درجات ١٦ متغيراً ملاحَظاً لمقياس مفهوم الذات و تم تدوير المحاور تدويراً مائلاً فتوصل الباحث إلى ٤ عوامل ،مصفوفة الارتباط بينهم موضحة في الجدول التالي:

العوامل	القدرة الجسمية	المظهر الجسمي	العلاقات مع الأقران	العلاقات مع الآباء
القدرة الجسمية	١	٠,٢٣	٠,٣٠	٠,٣٤

المظهر الجسمي	٠,٢٣	١	٠,١١	٠,٢٨
العلاقات مع الأقران	٠,٣٠	٠,١١	١	٠,٢٩
العلاقات مع الآباء	٠,٣٤	٠,٢٨	٠,٢٩	١

ثم بعد ذلك تم إجراء تحليل عاملي استكشافي من الدرجة الثانية على مصفوفة الارتباط بين عوامل الدرجة الأولى ،فتوصل إلى عاملين[١٥] ماثلين موضحين في مصفوفة التشبعات التالية :

عوامل الدرجة الثانية / المتغيرات الملاحَظة (عوامل الدرجة الأولى)	العامل الأول	العامل الثاني
القدرة الجسمية	٠,٦٤	٠,٢٨
المظهر الجسمي	٠,٠٥-	٠,٩٣
العلاقات مع الأقران	٠,٨٧	٠,١٨-
العلاقات مع الآباء	٠,٥٤	٠,٤٤

و تعليقاً على النتائج أوضح الباحث أن هناك ٣ عوامل من الدرجة الأولى تتشبع على العامل الأول(من الدرجة الثانية) ،و يوجد عامل واحد فقط من الدرجة الأولى(المظهر الجسمي) يتشبع على العامل الثاني(من الدرجة الثانية)، و لذلك أوضح الباحث وجود عامل واحد فقط من الدرجة الثانية هو العامل الأول و تم استبعاد العامل الثاني.

---

١٥ التحليل العاملي الاستكشافي من الدرجة الثانية مثل أى تحليل عاملي استكشافي يمكن إجراء التدوير علي عوامله ،و لذلك قام الباحث بعرض نوعين من النتائج أحدهما لتحيل عاملي من الدرجة الثانية مدور تدويراً متعامداً و هنا ينتج عاملين متعامدين من الدرجة الثانية ،و الأخر تحليل عاملي من الدرجة الثانية مدور تدويراً مائلاً و هنا ينتج عاملين مائلين(مرتبطين) من الدرجة الثانية ،و بالطبع الباحث ليس مجبراً على إجراء النوعين من التدوير ،و إنما تم عمل ذلك في البحث الحالي لأغراض إحصائية ،أما اختيار نوع التدوير (متعامد أم مائل) في التحليل العاملي من الدرجة الثانية يعتمد على نفس سبب اختيار نوع التدوير في التحليل العاملي من الدرجة الأولى ،فإذا كانت الخلفية النظرية و الدراسات السابقة تزيد وجود عاملين(أو عوامل) مرتبطة هنا يتم اختيار التدوير المائل ،و إذا كانت الخلفية النظرية و الدراسات السابقة تزيد وجود عاملين(أو عوامل) غير مرتبطة هنا يتم اختيار التدوير المتعامد .

مثال لتحليل عاملي توكيدي من الدرجة الثانية[مأخوذ من ***(Williams et al.,2007)***] :

قام الباحث بافتراض نموذج عاملي(من الدرجة الثانية) يحتوي على ٢٤ متغيراً ملاحَظاً لمقياس الضبط الذاتي المعد بواسطة ***Grasmick*** و زملاؤه عام ١٩٩٣ و ٦ عوامل من الدرجة الأولى ،و عامل من الدرجة الثانية ، و توصّل الباحث إلى قبول النموذج بحصوله على مؤشرات جودة مطابقة[١٦] مقبولة ،بالإضافة إلى اتفاقه مع نتائج الدراسات السابقة .

التحليل العاملي من الدرجة الثانية في الدراسات و البحوث:

الدراسة	المحتوي الخاضع للتحليل	نوع التحليل	عدد عوامل الدرجة الأولى	عدد عوامل الدرجة الثانية
(Williams et al.,2007)	مقياس الضبط الذاتي	توكيدي	٦	١
(Hittner&Swickert ,2001)	قائمة التدعيم الاجتماعي	توكيدي	٦	١
(Marsh ,1985)	مقياس كومري ***Comrey*** للشخصية	توكيدي	١٠ [١٧]	٢
(Ogasawara,2002)	مقياس مفهوم الذات	استكشافي	٤	١
(Keith et al.,2006)	مقياس وكسلر ***Wechsler*** للذكاء	توكيدي	٤	١

١٦ انظر الجزء ٣-٢ .
١٧ أحد النماذج الخاضعة للتحليل.

ملاحظات

- التحليل العاملي الاستكشافي من الدرجة الثانية(و كذلك الدرجات الأعلى) يمكن تنفيذه بواسطة العديد من البرامج و لكن أشهرها برنامج ***SPSS*** بلغة ***SYNTAX*** .
- التحليل العاملي التوكيدي من الدرجة الثانية (و كذلك الدرجات الأعلى) يمكن تنفيذه بواسطة العديد من البرامج و لكن أشهرها برنامج ***AMOS*** ، و كذلك برنامج ***LISREL*** .
- توجد ندرة في الدراسات و البحوث العاملية التي تعرضت للتحليل العاملي من الدرجة الثانية (الدرجات العليا) ،و خاصة في الدراسات العربية .
- ظهر التحليل العاملي من الدرجة الثانية (و كذلك الدرجات العليا) أول ما ظهر على يد ثرستون ***Thurston*** عام ١٩٤٧ الذي توصل إلى عامل عام للقدرات العقلية و لكنه عامل عام من الدرجة الثانية متفقاً بذلك مع سبيرمان ***Spearman*** الذي توصل إلى نفس العامل العام و لكنه من الدرجة الأولى.
- إن التحليل العاملي من الدرجة الأعلى(الثالثة فأعلى) يأتي تحت مسمى الحيل الرياضية التي يحاول فيها الباحث جبراً أن يوجز المتغيرات الملاحَظة في عامل وحيد،و هذا الإجراء قد يتساوى مع ما يفعله الباحث على برنامج ***SPSS*** مثلاً بإجبار كل المتغيرات الملاحظة على التشبع على عامل واحد.

٢- مصطلحات مرتبطة بالتحليل العاملي الاستكشافي:

٢-١ : الجذر الكامن ***Eigenvalue*** و الشيوع ***Communalities*** و التحليل العاملي :

كل عامل من العوامل المستخرجة له جذر كامن يمثل جزء من التباين الكلي للمصفوفة الارتباطية،وبالتالي كلما زادت قيمة الجذر الكامن لعامل ما كلما زادت الأهمية النسبية لهذا العامل من حيث التعبير عن الظاهرة موضوع البحث .

فلقد أوضح(صفوت فرج،١٩٨٠، ١٤٩) أنه لأي مصفوفة عاملية فإن الجذر الكامن يتناقص تدريجياً من عامل لآخر ،فالعوامل الأولى ذات جذر كامن أكبر من العوامل المتأخرة الاستخلاص ،ذلك أن خطوات حساب العوامل تؤدي إلى استخلاص أقصي تباين مشترك بين المتغيرات في كل مرة على التوالي و بطرح

مصفوفة الناتج من المصفوفة الارتباطية يتبقي حجم أصغر من التباين المشترك بين المتغيرات يُستخلص في عامل جديد ذي جذر كامن أصغر من سابقه .

و يمكن حساب الجذر الكامن كما سبق قوله من خلال جمع مربعات تشبعات كل متغير ملاحَظ على نفس العامل ،و لكن بالطبع هناك برامج تكنولوجية جاهزة لإجراء أي عملية إحصائية سواء خاصة بالتحليل العاملي أو أي أسلوب إحصائي آخر .

كما أضاف (فؤاد أبو حطب ، آمال صادق ،١٩٩١ ، ٦١٨) بالقول أنه من الطرق الملائمة للتعبير عن التباين لكل عامل أو جذره الكامن تحويله إلى نسبة مئوية من التباين الكلي الأقصى ،و ذلك بقسمة الجذر الكامن على عدد المتغيرات[١٨] و ضرب القيمة في ١٠٠ .

و إذا كان الجذر الكامن يصف العامل ،فإن الشيوع أو الاشتراكيات يصف المتغير الملاحَظ ،و هو يعني نسبة شيوع المتغير الملاحَظ في كل العوامل المستخرجة،فكل متغير ملاحَظ له نسبة من الإسهام على كل عامل ،و شيوع المتغير الملاحَظ يعني نسبة ظهوره في كل العوامل .

و يمكن حساب شيوع المتغير الملاحَظ بجمع مربعات تشبعات المتغير الملاحَظ على كل عامل من عوامل التحليل .

فلقد أشار ***(Ferguson,1981,497)*** إلى أن الشيوع لمتغير ملاحَظ معين هو جزء من التباين و الذي يُعزى إلى عوامل معينة ،و يأتي من خلال مجموع مربعات تشبعات المتغير على هذه العوامل .

كما أوضح ***(Sharma,1996,92)*** أن قيمة الشيوع مؤشر لثبات المقياس ،فكلما كان الشيوع كبيراً كلما كان قياس البند ثابتاً و العكس صحيح .

و في هذا السياق أضاف ***(Watson&Thompson,2006,332)*** بالقول أن شيوع البنود يعد مهم في تحديد أي بنود يمكن استبعادها من التحليل العاملي

---

١٨ على اعتبار أن أقصى تباين للمتغير الملاحَظ هو ١ .

النهائي ،و هو نسبة التباين لمتغير معين و التي يمكن أن تُفسَّر بواسطة عدد العوامل المستخرجة ،و على العكس تعد الانفراديات نسبة التباين لمتغير معين و التي لا يمكن تفسيرها بواسطة العوامل المستخرجة ،و تعد شيوع البنود مفيدة لأنها توضح المتغيرات التي لا تظهر في العوامل (انفرادياتها أكبر أو شيوعها أقل) و من ثم يتم استبعادها لأنها تخل بالمقياس .

و يمكن فهم كل من الجذر الكامن و الشيوع و علاقتهما بالتحليل العاملي بصورة أكثر وضوحاً من خلال المثال التالي:

أراد باحث التحقق من البنية العاملية لمقياس الاكتئاب المكون من ٢٤ عبارة فتوصل إلى مصفوفة التشبعات التالية :

العامل / المتغير الملاحَظ	التشبعات على العامل الأول	التشبعات على العامل الثاني	الشيوع
١	٠,٦١١	-٠,١٦٦	٠,٤٠٢
٢	٠,٤٦٣	٠,٠٠٢	٠,٢١٥
٣	٠,٤٧٨	-٠,١١٩	٠,٢٤٣
٤	٠,٥٤	-٠,٣٤٢	٠,٤٠٩
٥	٠,١٧٢	٠,٢٠٩	٠,٠٧٣
٦	٠,٣٢٦	٠,١٥٢	٠,١٢٩
٧	٠,٣٥٦	٠,١١٩	٠,١٤١
٨	٠,٠٠٥	-٠,٠٣٣	٠,٠٠١
٩	٠,٧٢٥	-٠,١٧١	٠,٥٥٥
١٠	٠,٣٠١	٠,٠٣١	٠,٠٩١
١١	٠,٠٩٤	٠,١٧٥	٠,٠٣٩
١٢	-٠,١١٥	٠,٣٣٣	٠,١٢٤
١٣	٠,٠٢٦	٠,٤٢٧	٠,١٨٣
١٤	-٠,٢١٦	٠,٣٨٦	٠,١٩٦
١٥	-٠,٢٧٤	٠,٥٣٤	٠,٣٦
١٦	-٠,٠٠٢	٠,٥٨٣	٠,٣٣٩

١٧	٠,١٩٦	٠,١٧٨	٠,٠٧
١٨	٠,٠١٣-	٠,٥٤٧	٠,٣
١٩	٠,٣٦	٠,٢٤٨	٠,١٩١
٢٠	٠,١٤٤	٠,٣٠١	٠,١١١
٢١	٠,٤٢٢	٠,٢٢٩	٠,٢٣
٢٢	٠,١١٨	٠,٤٠٧	٠,١٧٩
٢٣	٠,٠٩٧	٠,٥١٣	٠,٢٧٢
٢٤	٠,١٣٩	٠,٤٥	٠,٢٢٢
الجذر الكامن	٢,٥٤١	٢,٥٣٥	٥,٠٧٦

ففي الجدول السابق إذا جمعت مربعات قيم كل عمود ستحصل على قيمة الجذر الكامن للعامل الممثل لهذا العمود ،و إذا جمعت مربعات كل صف (مربعين فقط) ستحصل على قيمة الشيوع للمتغير الممثل لهذا الصف ،و إذا جمعت كل قيم الشيوع (آخر عمود) ستجد أن هذا المجموع هو نفسه مجموع الجذور الكامنة (جذرين كامنين فقط)(آخر صف)،و هذا المجموع يساوي ٥,٠٧٦ .

ملاحظة
الترابط بين قيم الجدول السابق لا يكون إلا في حالة التدوير المتعامد فقط ،أما في حالة التدوير المائل فقيمة التشبع (و من ثم الشيوع و الجذر الكامن) تأخذ منحى مختلف.

الجذر الكامن و الشيوع في الدراسات و البحوث :

دراسة (فتحي عبد الحميد عبد القادر ، مراد على عيسي ، ٢٠٠٨)	
نوع التحليل	استكشافي
المحتوي الخاضع للتحليل	أكثر من مقياس منها : مقياس الثقافة المدرسية نسخة المعلم

التدوير	مائل
الجذور الكامنة و الشيوع	تم استخراج ٨ عوامل جذورها الكامنة تعدت الواحد الصحيح ،و تم حساب شيوع كل بند من بنود المقياس(٥٦ بنداً) و تراوحت قيم الشيوع ما بين ٠,٥١٣ و ٠,٩٠٧ .

دراسة (سماح أحمد الذيب ، أحمد محمد عبد الخالق ، ٢٠٠٦)	
نوع التحليل	استكشافي
المحتوي الخاضع للتحليل	المقياس العربي لزملة التعب المزمن
التدوير	مائل
الجذور الكامنة و الشيوع	تم استخراج عاملين جذريهما الكامنين تعديا الواحد الصحيح ، و لكن لم يدرج الباحثان شيوع بنود المقياس المكوَّن من ٢٠ بنداً .

دراسة ***(Carlson & Thomas,2007)***	
نوع التحليل	استكشافي
المحتوي الخاضع للتحليل	مقياس أعراض الضغوط
التدوير	متعامد
الجذور الكامنة و	تمَّ استخراج ٨ عوامل جذورها الكامنة تعدت الواحد الصحيح ،و ثَّم حساب شيوع كل بند من بنود

الشيوع	المقياس(٥٦ بنداً)و اعتمد الباحث على قيمة الشيوع(٠,٤) كمحك من محكات قبول البند[١٩] .

دراسة *(Singer et al.,2007)*	
نوع التحليل	استكشافي
المحتوي الخاضع للتحليل	استبيان المناخ الآمن للمريض
التدوير	متعامد
الجذور الكامنة و الشيوع	تم استخراج ٧ عوامل جذورها الكامنة تعدت الواحد الصحيح ،و لكن لم يدرج الباحثون شيوع للبنود .

دراسة (السيد كامل الشربيني منصور ، ٢٠٠٧)	
نوع التحليل	استكشافي
المحتوي الخاضع للتحليل	مقياس جودة الحياة
التدوير	متعامد
الجذور الكامنة و الشيوع	تم استخراج ٦ عوامل جذورها الكامنة تعدت الواحد الصحيح ،و لكن لم يدرج الباحث شيوع للبنود .

ملاحظات
○ هناك علاقة وثيقة جداً بين الجذر الكامن و الشيوع و هي أن مجموع الجذور

١١٩اعتمد الباحث في الإبقاء على البند على قيمة شيوعه (على كل العوامل)،بالإضافة لقيمة تشبعه(على كل عامل).

الكامنة للعوامل تساوي مجموع الشيوع للمتغيرات الملاحَظة .

- الشيوع يصف المتغير الملاحَظ أما الجذر الكامن فيصف العامل .
- أي رصد خطأ لأي قيمة من قيم التشبعات ستؤدي إلى خلل في الشكل العام للمصفوفة من الناحية الحسابية و تحديداً فيما يتعلق بالجذور الكامنة و الشيوع.
- الشيوع دائماً يكون كسر موجب من الواحد الصحيح .
- لابد على الجذر الكامن أن يتعدى الواحد الصحيح [٢٠] حتى يتم الإبقاء على العامل.
- الجذر الكامن (ويرتبط به الشيوع) هو مصطلح اشتهر بالتحليل العاملي الاستكشافي مقارنة بالتحليل العاملي التوكيدي ، و السبب في ذلك يرجع إلى أن التحليل العاملي التوكيدي هو نموذج عاملي معد مسبقاً مطلوب اختباره للتحقق من جودة ملائمته للواقع النظري و من ثم لا يكون هناك اختزال متتالي للعوامل بواسطة الجذر الكامن ، و هو الأمر الذي يحدث في التحليل العاملي الاستكشافي حيث يتم استخراج العوامل بأسلوب تنازلي حسب التباين(الجذر الكامن) بحيث أول عامل يظهر في التحليل يحظي بأكبر جذر كامن (تباين) و يليه الأقل فالأقل حتى نصل لدرجة استبعاد أو تجاهل عوامل نظراً لصغر جذرها الكامن (جذر كامن أقل من ١ طبقاً لمحك كايزر[٢١] ***Kaiser*** و هو محك مرتبط بنموذج المكونات الأساسية و الذي يعد نموذج استكشافي) .

٢-٢:طريقة المكونات الأساسية ***Principal Components Method*** و التحليل العاملي :

تعد طريقة المكونات الأساسية إحدى طرق التحليل العاملي الاستكشافي المستخدمة بكثرة من جانب الباحثين في المجال التربوي مقارنة بطرق التحليل العاملي الاستكشافي الأخرى المستخدمة بدرجة أقل مثل طريقة العوامل الأساسية ***principal axis factoring*** و طريقة الأرجحية العظمي ***maximum likelihood*** و طريقة ألفا ***alpha factoring***.

---

٢٠ انظر الجزء ٢-٥ .
٢١ انظر الجزء ٢-٥ .

كما تعد طريقة المكونات الأساسية إحدى الطرق المنتمية إلى نموذج يسمى نموذج تحليل المكونات ،تمييزاً له عن نموذج آخر يسمى نموذج التحليل العاملي[٢٢] و الذي له طرقه العاملية الخاصة (الطريقة المركزية مثلاً) ،و تتلخص الفكرة الرئيسية لطريقة المكونات الأساسية في تحويل المتغيرات الأصلية إلى متغيرات أخرى جديدة مستقلة و غير مرتبطة ،كل متغير جديد يكون دالة خطية في المتغيرات الأصلية (مكوِّن و يمكن أن نطلق عليه عامل أيضاً) ،و يمكن استخراج عدد من المكونات(المتغيرات الجديدة) يساوي عدد المتغيرات الأصلية إلا أننا نبقي فقط على المكونات التي تحظي بأكبر قدر من التباين [٢٣].

فلقد أوضح(فؤاد أبو حطب ،آمال صادق ، ١٩٩١ ، ٦٢٠) أن هناك طرق عديدة للتحليل العاملي منها الطريقة المركزية و طريقة الجمع البسيط و هما ينتميان إلى نموذج للحل العاملي يسمى عادة التحليل العاملي ،و طريقتي المحاور الأساسية و المكونات الأساسية و هما ينتميان إلى نموذج آخر يسمى تحليل المكونات و كلاهما يؤدي إلى الحل العاملي المباشر ،و التمييز بين النموذجين هو أننا في التحليل العاملي يكون هناك اهتمام بوجود التباين النوعي أو الخاص أو ما يسمى بالانفراديات(عكس الاشتراكيات أو الشيوع) ،بينما في تحليل المكونات يتم تجاهل هذا العنصر ،و هكذا فإن التباين الكلي للاختبار أو المتغير في التحليل العاملي يتألف من مجموع التباين المشترك و التباين النوعي أو الخاص ،أما في نموذج تحليل المكونات فإن التباين النوعي أو الخاص(الانفراديات) يذوب في التباين المشترك ليعطي ما يسمى"العوامل المشتركة الهجينة "و التي تتضمن بالضرورة نسباً ضئيلة من التباين النوعي أو الخاص لا تكون لها أهمية تذكر في العوامل الأولى الهامة و القليلة العدد عادة .

٢٢يوجد فرق يستثير الاهتمام البحثي بين نموذج المكونات الأساسية و نموذج التحليل العاملي و هو فرق لا تسعفه مجموعة من السطور لعرضه لأنه يحتاج إلى عرض مفصل و مدعم بالمعادلات و الرسوم التوضيحية –و هو خارج نطاق هذا الكتاب-و لكن يكفي القول أن نموذج المكونات الأساسية استخدمه السواد الأعظم من الباحثين في دراساتهم و أبحاثهم مقارنة بالطرق الأخرى المنتمية لنموذج التحليل العاملي ،كما أن برنامج SPSS جعل هذه الطريقة هى الطريقة الافتراضية للحل العاملي اعترافاً بأهميتها مقارنة بالطرق الأخرى ،و لمن يريد التعرف على الفروق التفصيلية بين نموذجي المكونات الأساسية و التحليل العاملي يمكنه الرجوع إلى (Karson,1982; Sharma,1996) .

٢٣ انظر الجزء ٢-٥ .

كما أشار ***(Sharma,1996,125)*** إلى أنه بالرغم من أن نموذجي التحليل العاملي و المكونات الأساسية يعدان من أساليب اختزال البيانات ***data-deduction*** إلا أن هناك فروقاً بينهما ،فالهدف من نموذج تحليل المكونات الأساسية هو تخفيض عدد المتغيرات إلى مكونات قليلة بحيث يشكل كل مكون متغير جديد و عدد المكونات المستخرجة ***retained*** تفسر الكمية الأكبر من تباين البيانات ،بينما هدف نموذج التحليل العاملي في الجانب الآخر هو التعرف على البنيات الكامنة (العوامل) التي تفسر الارتباطات بين المتغيرات و هنا يظهر فرقان بينه و بين المكونات الأساسية ، أولهما تأكيد نموذج المكونات الأساسية على تفسير التباين في البيانات ،بينما يؤكد التحليل العاملي على تفسير الارتباط بين المتغيرات ،ثانيهما اعتبار المكون(العامل) في نموذج المكونات الأساسية دالة للمتغيرات الملاحَظة ،بينما اعتبار المتغير الملاحَظ في نموذج التحليل العاملي دالة للعوامل الكامنة و كذلك ما يسمى بالعوامل الفريدة .

و في هذا الصدد أوضح ***(Sharma,1996,125)*** مثالين لتوضيح الفارق بين تحليل المكونات الأساسية و التحليل العاملي كالتالي:

تحليل المكونات الأساسية : نفترض أن محلل مالي لديه عدد من النسب المالية (١٠٠ نسبة مثلاً) و التي يمكن أن يستخدمها لتحديد الازدهار المالي لأي مؤسسة ،و لهذا الغرض يمكن للمحلل المالي أن يستخدم المائة نسبة أو يستخدم مؤشرات مركبة من هذه النسب(مؤشرين مركبين مثلاً) للتعبير عن هذا الازدهار، كل مؤشر مركب يتشكل من جمع أو اعتبار متوسط موزون من هذه النسب ،و من ثم من السهل مقارنة المؤسسات بواسطة مؤشرات قليلة عن عدد كبير من المتغيرات و هذا ما يفعله تحليل المكونات الأساسية .

التحليل العاملي: نفترض أن عالم نفس تربوي لديه درجات مجموعة من الطلاب في بعض المواد (مثلاً : الرياضيات – الكيمياء – التاريخ – اللغة الانجليزية – اللغة الفرنسية) و تم ملاحظة أن الدرجات مرتبطة فيما بينها ،و هنا يكون اهتمام عالم النفس التربوي هو تحديد لماذا ترتبط هذه الدرجات فيما بينها ،أي ما هي المسببات الكامنة (العوامل) المسئولة عن الارتباط بين درجات هذه المواد ،و هنا يستخدم نموذج التحليل العاملي و الذي يستخدم في تحديد العوامل الكامنة ،ففي

الوقت الذي يسعي فيه نموذج التحليل العاملي للبحث عن العوامل القليلة المسئولة عن الارتباط بين عدد كبير من المتغيرات فهو أيضاً يصنف كأسلوب لاختزال البيانات(مثله مثل نموذج المكونات الأساسية)،فهو أسلوب لتحويل المتغيرات إلى تجمعات بحيث ترتبط المتغيرات في كل تجمع بدرجة أكبر من ارتباطها في التجمعات الأخرى .

و تأكيداً لشهرة نموذج المكونات الأساسية مقارنة بنموذج التحليل العاملي أوضح (صفوت فرج،١٩٨٠ ، ٢٠٩ –٢١٠) بالقول أن طريقة المكونات الأساسية التي وضعها هوتلنج ***Hottelling*** عام ١٩٣٣ تعد من أكثر طرق التحليل العاملي دقة و مميزات ،غير أن الكثيرين من الباحثين كانوا يحجمون عن استخدامها نظراً لما تتطلبه من إجراءات طويلة و عمليات حسابية متعددة و معقدة ،إلا أنه إزاء التقدم الراهن في استخدام الحاسبات الالكترونية الحديثة الفائقة السرعة في البحوث النفسية أصبح من غير المستطاع مقاومة إغراء استخدام هذه الطرق الدقيقة بما يتوفر فيها من مزايا ،و يكاد يكون الفارق بين النموذجين الكبيرين و هما التحليل العاملي و المكونات الأساسية أن يكون –دون الدخول في تفصيلات فنية معقدة–وجود عوامل نوعية أو تباين نوعي في التحليل العاملي بأنواعه المختلفة ،بينما لا يفترض في أسلوب المكونات الأساسية تسلل هذا التباين النوعي في شكل عوامل نوعية و يدمج هذا التباين في هذه الطريقة في التباين العام مكوناً فئات تصنيفية كبرى تتضمن نسبة ضئيلة من هذا التباين النوعي لا تظهر واضحة في العوامل المبكرة الاستخلاص عاملياً و التي تعد ذات أهمية كبيرة في هذا الأسلوب ،يُضاف إلى ذلك ميزة رئيسية في المكونات الأساسية هي أن كل عامل(مكون) فيها يستخلص أقصى تباين ممكن ،بمعني أن مجموع المربعات يصل إلى أقصي حدوده في كل عامل ،و على ذلك تتلخص المصفوفة الارتباطية في أقل عدد من العوامل المتعامدة .

و يمكن توضيح المثال التالي على طريقة المكونات الأساسية:

أراد باحث التعرف على البنية العاملية لمقياس القلق المكون من ١٠ بنود فاستخدم طريقة المكونات الأساسية ، و كانت نتيجة التحليل مدرجة في الجدول الآتي :

المكونات (العوامل) / البنود	١	٢	٣	٤	٥
١	٠,١٤٧-	٠,٣٣٩-	٠,١٨٢	٠,٣٣	٠,٧٧٦
٢	٠,٦٦٢-	٠,٢٣٢-	٠,١٤٨	٠,٢٠٥-	٠,١٣٧-
٣	٠,٧٤	٠,٠٣٣-	٠,٢٢	٠,١٩٢	٠,٢٣١-
٤	٠,٣٢٧-	٠,٧٤٧	٠,١٥-	٠,٤٦٨	٠,٠٢٣-
٦	٠,٤٨٨	٠,٥٩٥	٠,٣٧٣	٠,٢٠١-	٠,٠٣١-
٧	٠,٣٠١-	٠,٥٥١	٠,٣٥٢	٠,٢١١-	٠,٣٧٣
٨	٠,٣٩٤	٠,١٠٩-	٠,٥٣٥-	٠,٥٤٤	٠,١٢
٩	٠,٤٩٤	٠,٣٢٨-	٠,٦٣٥	٠,٠٢٣	٠,١٤٥
١٠	٠,٤٠٩-	٠,٤٧٤-	٠,٣٠٦	٠,٢٠٩	٠,٣٢٩-
الجذر الكامن	٢,٠٨	١,٧٦	١,٤٥	١,٣	١,٠١

فكل مكون من المكونات المستخلصة (٥ مكونات) و التي أصطلح على اعتبارها عوامل يعتبر دالة خطية في بنود المقياس (١٠ بنود أو متغيرات ملاحَظة) ،و هذه المكونات غير مرتبطة أى مستقلة ،إلا أنه يمكن تحقيق الارتباط بينها بتدويرها تدويراً مائلاً.

طريقة المكونات الأساسية في الدراسات و البحوث :

دراسة (سماح أحمد الذيب ، أحمد محمد عبد الخالق ، ٢٠٠٦)	
نوع التحليل	استكشافي
المحتوي الخاضع للتحليل	المقياس العربي لزملة التعب المزمن

التدوير	تم استخراج مكونين بعد تدوير المحاور تدوير مائلا بواسطة الأوبلمن[٢٤] ***OBLIMIN***.

دراسة ***(Carlson & Thomas,2007)***	
نوع التحليل	استكشافي
المحتوي الخاضع للتحليل	مقياس أعراض الضغوط
التدوير	تم استخراج ٨ مكونات بعد تدوير المحاور تدويراً متعامداً بواسطة الفاريماكس ***VARIMAX***.

دراسة ***(Singer et al.,2007)***	
نوع التحليل	استكشافي
المحتوي الخاضع للتحليل	استبيان المناخ الآمن للمريض
التدوير	تم استخراج ٧ مكونات بعد تدوير المحاور تدويراً متعامداً بواسطة الفاريماكس.

دراسة (السيد كامل الشربيني منصور ، ٢٠٠٧)	
نوع التحليل	استكشافي

٢٤ انظر الجزء ٢-٣ .

المحتوي الخاضع للتحليل	مقياس جودة الحياة
التدوير	تم استخراج ٦ مكونات بعد تدوير المحاور تدويراً متعامداً بواسطة الفاريماكس.

دراسة (غريب عبد الفتاح،١٩٩٤)	
نوع التحليل	استكشافي
المحتوي الخاضع للتحليل	مقياس اكتئاب الأطفال
التدوير	تم استخراج ٧ مكونات بعد تدوير المحاور تدويراً متعامداً بواسطة الفاريماكس.

ملاحظات

- طريقة المكونات الأساسية طريقة استكشافية في طبيعتها .
- في المثال السابق تم استخراج ١٠ مكونات(عوامل) في التحليل العاملي ،حيث يتم استخراج عدد من المكونات مساوياً لعدد البنود(المتغيرات الملاحَظة)،و لكن تم الإبقاء على خمسة فقط و هي المكونات التي تعدت جذورها الكامنة الواحد الصحيح وفقاً لمحك كايزر.
- القيم الموجودة في الجدول هي قيم تشبعات البنود على المكونات.

٢-٣ : تدوير المحاور ***Axis Rotation*** :

إن التحليل العاملي لدرجات مجموعة من المتغيرات الملاحَظة يعطي ما يسمى بالحل العاملي المباشر ،و الذي هو عبارة عن اختزال العدد الكبير من المتغيرات الملاحَظة إلى عدد أقل من العوامل و التي تكون متعامدة ***Orthogonal*** أي غير مرتبطة ،و هذا الحل العاملي يصبح صحيحاً من الناحية

الحسابية المجردة من الفهم و التفسير،و لكن التحليل العاملي ليس هدفاً في حد ذاته–شأنه في ذلك شأن الأساليب الإحصائية الأخرى– و لكنه وسيلة لتحقيق أهداف متعلقة بالتفسير و الفهم و التعرف على طبيعة الظاهرة موضوع الدراسة ،ولإضفاء معنى على العوامل المستخلصة يتم إجراء عملية تدوير للعوامل بشكل يعيد توزيع تشبعات المتغيرات الملاحَظة على العوامل حتى نصل إلى أفضل حل قابل للتفسير ،و هذا جائز طالما لم نخل بالخلفية الرياضية و الهندسية لأساسيات التحليل العاملي ، و على ذلك نجد أن السواد الأعظم من الباحثين في العقود الأخيرة لا يقبل الحل المباشر في بحوثهم و دراساتهم العاملية لأنه يبتعد بدرجة أو بأخرى عن فهم و تفسير الظاهرة الخاضعة للتحليل العاملي ، و يُتبع الحل المباشر بعملية تدوير للمحاور(العوامل) .

فلقد أوضح (صفوت فرج، ١٩٨٠، ٢٥٠) أنه من وجهة النظر السيكولوجية قد لا يكون الحل المباشر (قبل التدوير) مرضياً ،و رغم أن الكثيرين من علماء التحليل العاملي–على حد قوله– يقبلون العوامل الناتجة بوصفها الخطوة النهائية، إلا أن القدر من الغموض و عدم الوضوح الذي تكون عليه هذه الصورة المباشرة–أحياناً–يجعل من العسير قبولها أو التوصل إلى تفسير نفسي مناسب لها ،و لكي يكون للتحليل العاملي قيمته للسيكولوجي فلابد أن تكون نتائجه قابلة للتفسير و قابلة للصياغة وفقاً لخصائص معينة منها إطاره النظري ،(و هذا يتأتى بتدوير المحاور).

كما أضاف كل من ***(Watson&Thompson,2006,332)*** بالقول أن الخطوات الأولى في نموذج المكونات الأساسية تؤدي إلى حل مباشر يسمح للباحث في تحديد عدد العوامل المستخلصة و لكن لا تتيح له التعرف على طبيعة هذه العوامل (من الناحية التفسيرية) و هذا يتم من خلال عملية تدوير المحاور ،و بذلك يكون هدف التدوير هو إعادة توزيع التباين خلال العدد المستخلص من العوامل لتضخيم التشبعات للبنود على عوامل معينة لإنتاج حل عاملي يمكن فهمه ،و هناك نوعان من التدوير أحدهما متعامد(يفترض عدم ارتباط العوامل) و الآخر مائل ***Oblique*** (يفترض ارتباط العوامل) .

و يؤيّد ما سبق ***(Ferguson,1981,506)*** عندما أشار إلى أن العوامل المتحصل عليها بواسطة أي طريقة من طرق التحليل العاملي المباشر عادة تكون غير قابلة للتفسير،و لذلك يتم تدوير المحاور المرجعية لوضع جديد و بذلك نحصل على عوامل جديدة يتم إضفاء المعني عليها .

كما أوضح كل من (فؤاد أبو حطب، آمال صادق،١٩٩١ ، ٦٢٦ -٦٢٧) أن تدوير العوامل -قبل عصر الكمبيوتر -و خاصة عند ثرستون كان نوعاً من الفن أكثر منه علماً -على حد تعبير هارمان ***Harman*** ،و لعل أعظم انجازات الحاسوب في هذا المجال أنه أعان الباحث على وضع التدوير على أسس علمية ،ويعود الفضل إلى كارول ***Carroll*** في ابتكار المحكات التي وضعها ثرستون للتدوير الجيد و التي تُسمى محكات البنية البسيطة ***Simple Structure*** .

و في هذا الصدد أشار ***(Karson,1982,241-242)*** نقلاً عن ثرستون عام ١٩٤٧ أن محكات البنية البسيطة و التي تحقق أفضل تدوير ممكن يمكن إيضاحها في النقاط التالية:

- كل متغير ملاحَظ له تشبع واحد صفري على الأقل.
- لو كان لدينا عدد ***m*** من العوامل المستخلصة ،فكل عامل يملك على الأقل عدد ***m*** من التشبعات الصفرية .
- كل زوج من العوامل يحتوي على متغيرات عديدة و التي تشبعاتها تكون صفرية على أحد العمودين و غير صفرية على العمود الآخر.
- عندما تكون ***m≥4*** ،فكل زوج من العوامل يحتوي على عدد كبير من المتغيرات ذات التشبعات الصفرية في كل العمودين .
- كل زوج من العوامل يمتلك عدد صغير من التشبعات غير الصفرية في كل عمود .

و أضاف ***(Floyd & Widaman,1995,292)*** بالقول أنه بعد استخراج العوامل يتم التدوير لتحقيق ما يسمى بالبنية البسيطة التي تجعل العوامل أكثر قابلية للتفسير،و تتحقق البنية البسيطة عندما يتشبع المتغير بصورة عالية على عوامل قليلة بقدر الإمكان ، و من الأفضل أن يكون لكل متغير تشبع دال واحد فقط ،و

التدوير إما أن يكون متعامداً و التي فيها تظل العوامل غير مرتبطة ،و التدوير المائل الذي يسمح للعوامل بالارتباط .و في التحليل العاملي الاستكشافي يكون التدوير المتعامد باستخدام الفاريماكس هو الخيار الافتراضي لمعظم برامج الكمبيوتر ، و هو ينتج بنية بسيطة يمكن الاعتماد عليها في معظم المواقف ،و مع ذلك ينبغي على الباحثين أن يتشجعوا لاستخدام الحلول المائلة لبياناتهم.

ويمكن ايضاح هذين النوعين و الطرق المرتبطة بهما في الجدول التالي :

نوع التدوير	المتعامد	المائل
العلاقة بين العوامل	علاقة صفرية بمعني أن العوامل المستخلصة تظل كما كانت عليه قبل التدوير (متعامدة) و بذلك تكون العوامل غير مرتبطة أو صفرية.	توجد درجة من درجات الارتباط بين العوامل المستخلصة بعد التدوير المائل ،أي أن العوامل الناتجة عن هذا التدوير هي عوامل مرتبطة.
طرق التدوير	منها: الكوارتيماكس ***QUARTIMAX*** – الفاريماكس–الأكواماكس ***EQUAMAX***	منها : الكوارتمن ***QUARTIMIN*** و الأوبلمن و البروماكس ***PROMAX*** و الكوفارمن ***COVARIMIN***
آلية التدوير	تكون العوامل متعامدة في الحل المباشر،و كل عامل يمثله محور ،ثم يتم تدوير المحاور بزاوية معينة (مع الحفاظ على الزاوية القائمة بين كل محورين) .	تكون العوامل متعامدة في الحل المباشر،و كل عامل يمثله محور ،ثم يتم تدوير المحاور بزاوية معينة (مع تحويل الزوايا القائمة بين كل محورين إلى زوايا مائلة) .
تشبعات المتغيرات الملاحَظة على العوامل	عبارة عن معاملات ارتباط بين المتغيرات الملاحَظة و العوامل	يتوقف تفسيرها على نوع المصفوفة هل هي مصفوفة النمط ***Pattern Matrix*** أم مصفوفة البنية ***Structure Matrix***.[٢٥]

٢٥ انظر الجزء ٢-٣ .

متى أستخدم التدوير	في حالة تأكيد الإطار النظري و الدراسات السابقة على عدم وجود علاقة بين العوامل المتوقع ظهورها.	في حالة تأكيد الإطار النظري و الدراسات السابقة على وجود علاقة بين العوامل المتوقع ظهورها.
الرتب الأعلى في التحليل	لا يمكن إجراء تحليل عاملي من الرتب الأعلى (تحليل عاملي من الدرجة الثانية مثلاً).	يسمح بإجراء تحليل عاملي من الرتب الأعلى(تحليل عاملي من الدرجة الثانية مثلاً).

التدوير المتعامد ***Orthogonal Rotation*** :

نعيش في لحظة كتابة هذه السطور –و سنظل بإذن الله– عصر التقدم التكنولوجي و الذي يظهر في أمور كثيرة منها إمكانية إجراء التدوير سواء كان متعامداً أو مائلاً –في ثواني معدودة– بواسطة برامج الكترونية معدة لذلك ، و هو عكس ما كان يحدث في القرن الماضي –و تحديداً في العقود السبعة الأولى منه– و الذي كان التدوير يجري يدوياً شأنه شأن المعالجات الإحصائية الأخرى–على الأقل في الوطن العربي– .

و نعرض في السطور القليلة التالية مثالين(أحدهما للتدوير المتعامد و الآخر للتدوير المائل) حتى يتم التعرف بطريقة ملموسة على آلية التدوير ، و حتى ندرك أهمية التقدم التكنولوجي الذي ييسّر لنا إجراء ذلك في سهولة و يسر و دقة و أقل وقت ممكن :

و التدوير المتعامد يعني تدوير كل محورين مع بعضهما البعض بزاوية معينة و بذلك نحافظ على الزاوية القائمة الموجود أصلاً بين كل عاملين في الحل المباشر قبل التدوير .

و يمكن توضيح آلية التدوير المتعامد يدوياً من خلال المثال التالي :

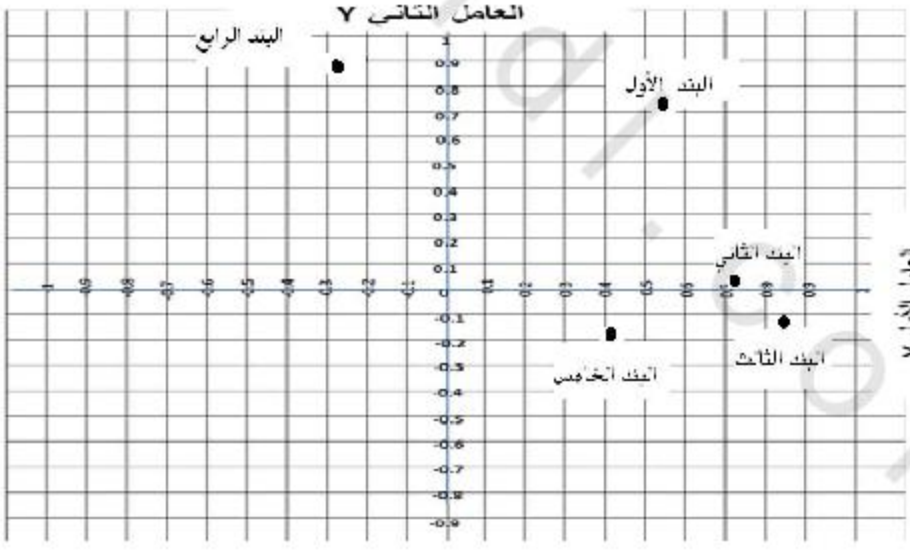
أخضعنا خمسة متغيرات للتحليل العاملي فتوصلنا للحل العاملي المباشر التالي ،و الذي أنتج عاملين متعامدين :

العوامل / البنود	العامل الأول	العامل الثاني
١	٠,٥٦٥	٠,٧١٢
٢	٠,٧٠٨	٠,٠٠٨
٣	٠,٨٥١	٠,١٠٦-
٤	٠,٢٧٥-	٠,٨٨١
٥	٠,٤١٢	٠,١٨٦-

و بقراءة هذا الحل العاملي لاحظ الباحث أنه غير قابل للتفسير فقرر إجراء تدوير متعامد للمحاور (محورين أو عاملين) كالتالي :

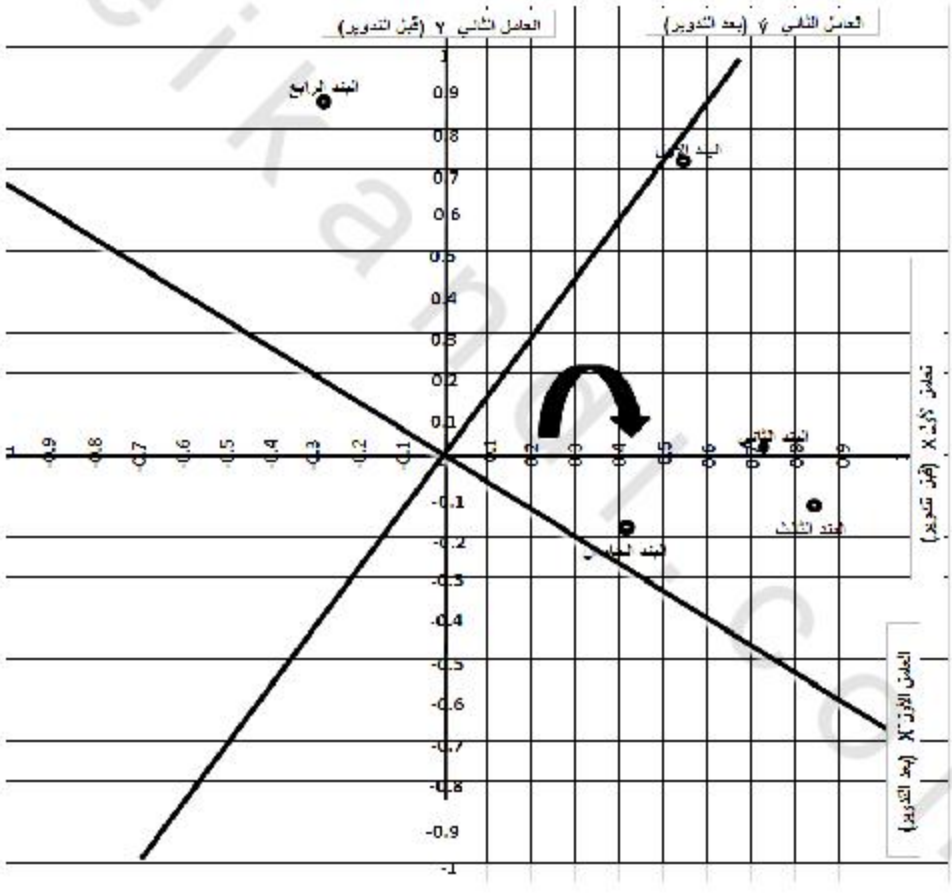
- العاملان المتعامدان يمكن تمثيلهما بمحورين متعامدين ***(x ,y)*** .
- تشبع كل متغير على كل عامل يمثل موضع هذا المتغير بالنسبة للمحور الممثل للعامل .

و بذلك يمكن تمثيل مصفوفة التشبعات (قبل التدوير) الموجودة في الجدول السابق في الشكل البياني التالي :



و بتدوير المحورين المتعامدين معاً بزاوية معينة و لتكن ٣٣ درجة في اتجاه عقارب الساعة مثلاً مع الحفاظ بالطبع على التعامد بين المحورين نحصل على محورين جديدين(عاملين جديدين) بتشبعات جديدة للبنود على هذين العاملين ،و بالطبع تختلف قيم التشبعات على حسب زاوية التدوير و لذلك كان–قبل استخدام الكمبيوتر و أثناء التدوير اليدوي –يتم تجريب زوايا تدوير عديدة حتى نصل إلى أفضل تدوير ممكن يحقق أفضل تفسير للعوامل،أما الآن فيتم التدوير آلياً باستخدام الكمبيوتر بواسطة عدد من التدويرات المتتالية حتى يصل البرنامج إلى أفضل تدوير ممكن .

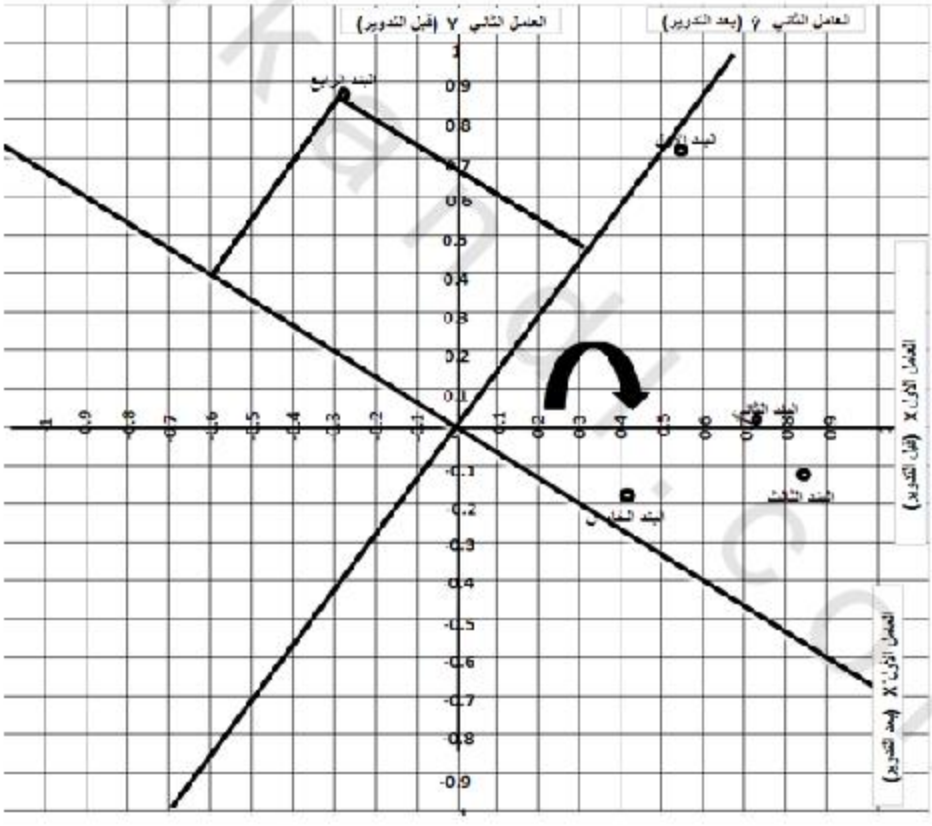
و الشكل الهندسي بعد التدوير موضح كالتالي:



و هنا يمكن القول أنه يمكن حساب التشبعات الجديدة يدوياً بطريقتين :

الطريقة الأولى: و تسمى الطريقة الهندسية و هي طريقة تحتاج إلى دقة متناهية في الرسم ،و فيها يتم إسقاط عمودين من كل نقطة تمثل كل متغير من المتغيرات الملاحَظة(أو البنود...) ،أحد العمودين على المحور الجديد الأول و العمود الآخر على المحور الجديد الثاني ،و يمثل طولا هذين العمودين تشبعي المتغير الملاحَظ على العاملين الجديدين(بعد التدوير).

فمثلاً بإسقاط عمودين من النقطة الممثلة للبند الرابع على المحورين الجديدين ***(X , Y)*** كما هو موضح بالشكل و بقياس طولي هذين العمودين نجد أنهما يساويان (-٠,٧٠٦، ٠,٥٥٦)،و هما يمثلان تشبعي البند الرابع على العاملين الجديدين***(X , Y)*** على الترتيب بعد التدوير .



الطريقة الثانية :و تسمي الطريقة الجبرية حيث يتم حساب التشبعات الجديدة جبرياً باستخدام المعادلات التالية:

إذا كان التدوير في اتجاه عقارب الساعة :

$$\acute{L}_1 = L_1 \cos\theta - L_2 \sin\theta$$

$$\acute{L}_2 = L_1 \sin\theta + L_2 \cos\theta$$

أما إذا كان التدوير في عكس اتجاه عقارب الساعة :

$$\acute{L}_1 = L_1 \cos\theta + L_2 \sin\theta$$

$$\acute{L}_2 = -L_1 \sin\theta + L_2 \cos\theta$$

و من ثم تصبح التشبعات الجديدة بعد تدوير زاوية (٣٣°)
{θ=33°}في اتجاه عقارب الساعة(مثلاً) موضحة في الجدول التالي:

	تشبعات البنود على العامل الأول (قبل التدوير) ***(L1)***	تشبعات البنود على العامل الأول (بعد التدوير) ***Ĺ1***	تشبعات البنود على العامل الثاني (قبل التدوير) ***(L2)***	تشبعات البنود على العامل الثاني (بعد التدوير) ***Ĺ2***
١	٠,٥٦٥	٠,٠٨٦	٠,٧١٢	٠,٩٠٥
٢	٠,٧٠٨	٠,٥٨٩	٠,٠٠٨	٠,٣٩٢
٣	٠,٨٥١	٠,٧٧١	-٠,١٠٦	٠,٣٧٥
٤	-٠,٢٧٥	-٠,٧١	٠,٨٨١	٠,٥٨٩
٥	٠,٤١٢	٠,٤٤٧	-٠,١٨٦	٠,٠٦٨

تدريب

قارن بين التشبعات الناتجة عن الطريقة الهندسية و التشبعات الناتجة عن الطريقة الجبرية

و بالرغم من سهولة التدوير المتعامد مقارنة بالتدوير المائل ،إلا أنه لم يسلم من النقد حيث أشار ***(Pett et al.,2003,149)*** إلى أن التدوير المتعامد ينتج غالباً حلولاً بسيطة و جذابة ،إلا أنها تعاني من عيب و هو عدم ارتباط العوامل ببعضها البعض، و لذلك يشير كل من ***Pedhazur & Schmelkin*** عام ١٩٩١ إلى أن الحلول المتعامدة في معظم الأحوال بسيطة و لا تعبر تعبيراً حقيقياً عن الظواهر الاجتماعية السلوكية.

طرق التدوير المتعامد : هناك مجموعة من الأساليب للتدوير المتعامد منها: الفاريماكس و الكوارتيماكس و الأكواماكس و يمكن عرضها كالتالي:

تدوير الفاريماكس :

إن تدوير الفاريماكس هو تدوير متعامد يقلل عدد المتغيرات المتشبعة تشبعات عالية على كل عامل ،فهو يبسّط تدوير العوامل .

فلقد أوضح كل من ***(Dillon & Goldstein,1984,91)*** أن طريقة الفاريماكس تعتبر أشهر طرق التدوير المتعامد ، و تستخدم غالباً مع حلول المكونات الأساسية ،حيث يتم في هذا الإجراء تدوير المحاور بحيث يتم تكبير تباين التشبعات العاملية المربعة[٢٦] لعامل معين ،و هذا يتم إنجازه بالحصول على تشبعات كبيرة و متوسطة و صغيرة على نفس العامل .

كما أضاف ***(Sharma,1996,119)*** بالقول أن الهدف من طريقة تدوير الفاريماكس هو الوصول إلى بنية للعامل بحيث يتشبع كل متغير بصورة عالية على عامل واحد،و تشبعات صفرية أو قريبة من الصفر على العوامل الأخرى .

---

٢٦ التباين هو مجموع مربعات التشبعات سواء للبند على العوامل(الصف) و بالتالي نحصل على شيوع البند ،أو للبنود على العامل(العمود) و بالتالي نحصل على الجذر الكامن للعامل .

و أضاف **(Pett et al.,2003,141-142)** بالقول أن طريقة الفاريماكس التي أنشأها كايزر تعد اختيار افتراضي في كل من برنامجي **(SPSS,SAS)** و هي تُستخدم بكثرة في التدوير المتعامد،و الهدف منها تبسيط أعمدة مصفوفة التشبعات قبل التدوير ،و لتحقيق هذا الهدف تقوم الطريقة بتكبير تباينات التشبعات المربعة داخل العوامل و تكبير أيضاً الفروق بين التشبعات الصغيرة و التشبعات الكبيرة على عامل معين ،و لذلك جاءت التسمية **Varimax** .

و في السياق نفسه أيضاً أوضح كل من **(Wegener&Fabrigar,2000,435)** أن طريقة الفاريماكس طريقة شائعة الاستخدام على يد كايزر عام ١٩٥٨ تقوم بتدوير العوامل بحيث تبسّط كل عامل بإجبار المتغيرات لإظهار إما تشبعات قوية و عالية أو تشبعات قريبة من الصفر على عامل معين .

تدوير الكوارتيماكس:

إن تدوير الكوارتيماكس هو تدوير متعامد يقلل عدد العوامل المطلوبة لتمثيل كل متغير،فهو يبسط تفسير المتغيرات الملاحظة .

كما أوضح **(Sharma,1996,119)** أن الهدف من طريقة الكوارتيماكس هو الحصول على تشبعات عالية بصورة معتدلة على عامل واحد ،و بحيث يكون لكل متغير تشبع عال على عامل واحد و تشبعات قريبة من الصفر على العوامل المتبقية .

و أضاف كل من **(Wegener&Fabrigar,2000,435)** أن طريقة الكوارتيماكس تدوّر العوامل بحيث تبسّط كل متغير بإجباره لإظهار تشبع قوي على عامل واحد و تشبعات قريبة من الصفر **near-zero** على العامل أو العوامل الأخرى .

و أضاف **(Pett et al.,2003,143)** أن طريقة الكوارتيماكس ليست شائعة بكثرة مثل طريقة الفاريماكس ،و طريقة الكوارتيماكس تركز على تبسيط عناصر الصفوف بتعظيم التشبعات المربعة لكل متغير بحيث تمكن كل متغير ملاحَظ للتشبع بصورة قوية على عامل وحيد ، فلقد أكد **Hair** و زملاؤه عام ١٩٩٥ أن

النتيجة هو إنتاج طريقة الكوارتيماكس لعامل عام وحيد يشمل متغيرات مرتبطة مع بعضها البعض بصورة قوية ، فهذه الطريقة ستكون مفيدة عملياً في حالة افتراض وجود عامل عام .

تدوير الأكواماكس:

إن تدوير الأكواماكس هو تدوير متعامد مزيج بين طريقة الفاريماكس التي تبسّط العوامل ،و طريقة الكوارتيماكس التي تبسّط المتغيرات،حيث يتم تقليل عدد المتغيرات المتشبعة تشبعات عالية على العامل ،و تقليل عدد العوامل المطلوبة لتمثيل كل متغير .

فلقد أوضح ***(Pett et al.,2003,143)*** نقلاً عن ***Saunders*** عام ١٩٦٢ أن طريقة الأكواماكس هي مزيج بين طريقتي الفاريماكس و الكوارتيماكس فهي تبسّط عناصر الصفوف و الأعمدة في آن واحد ***simultaneously*** .

و لكن أوضح ***(Wegener&Fabrigar,2000,435)*** أن الأكواماكس التي تحدث عنها ***Saunders*** عام ١٩٦٢ هي خليط بين طريقتي الفاريماكس و الكوارتيماكس ،و أنه لمعظم البيانات فإن هذه الطرق الثلاث تنتج حلولاً عاملية متشابهة ،و مع ذلك تفضل طريقة الفاريماكس على طريقة الكوارتيماكس أو الطريقة الهجينة الأكواماكس لأن الباحث مهتم أكثر بتبسيط تفسير العوامل أكثر منه تبسيط موضع المتغيرات .

مثال على طريقة الفاريماكس :

الجدول التالي يوضح مصفوفتي تشبعات ٨ بنود(متغيرات ملاحَظة) على عاملين مستخرجين قبل و بعد التدوير تدويراً متعامداً باستخدام الفاريماكس:

البيان / المتغيرات	التشبعات على العامل الأول قبل التدوير	التشبعات على العامل الثاني قبل التدوير	التشبعات على العامل الأول بعد التدوير	التشبعات على العامل الثاني بعد

الملاحَظة				التدوير
١	٠,٤٣٢[٢٧]	٠,٥٩٧	-٠,٠١٩	٠,٧٣٦
٢	٠,٦٩٣	-٠,٣٧٣	٠,٧٧٨	٠,١٢٤
٣	٠,٦٣٧	٠,٤٧٧	٠,٢١٦	٠,٧٦٦
٤	٠,٧٢٣	-٠,١٥٣	٠,٦٦٨	٠,٣١٧
٥	٠,٥٤٨	-٠,٥٧٩	٠,٧٨٧	-٠,١٢٨
٦	٠,٧٤١	-٠,١٥٧	٠,٦٨٥	٠,٣٢٥
٧	٠,٦٣٢	٠,٥٩١	٠,١٤٣	٠,٨٥١
٨	٠,٤٤٩	-٠,٢٩٢	٠,٥٣٤	٠,٠٤

يُلاحَظ على المثال السابق ما يلي:

بالنسبة لمصفوفة التشبعات قبل التدوير نجد وجود تشويش في البنية العاملية للمتغيرات الملاحَظة الثمانية بحيث يوجد ٤ بنود تتشبع تشبعاً كبيراً أو دالاً على كل من العاملين و هي البنود(١، ٣، ٥ ، ٧)،كما أن كل المتغيرات الملاحَظة تتشبع تشبعاً عالياً و دالاً على العامل الأول ،و يوجد ٥ متغيرات ملاحَظة أو ٤(إذا تبنينا محك ٠,٣) تتشبع تشبعاً عالياً و دالاً على العامل الثاني مما يتنافى مع محكات البنية البسيطة .

و لكن كل بند بعد التدوير بطريقة الفاريماكس يتشبع بصورة قوية على عامل وحيد ،فالبنود(٢ ، ٤ ، ٥ ، ٦، ٨) تتشبع بصورة قوية على العامل الأول ، و البنود(١، ٣، ٧) تتشبع بصورة قوية على العامل الثاني ،كما تم تقليل عدد المتغيرات المتشبعة تشبعاً عالياً و دالاً على العامل الأول من (٨ متغيرات) قبل التدوير إلى (٥ متغيرات) بعد التدوير ،و كذلك تم تقليل عدد المتغيرات المتشبعة تشبعاً عالياً و دالاً على العامل الثاني من (٤ متغيرات) قبل التدوير إلى (٣ متغيرات) بعد التدوير (إذا تبنينا محك ٠,٤) و لكن يبقي العدد كما هو في حالة تبني محك ٠,٣ .

---

٢٧ البيانات مأخوذة من (Pett et al.,2003,147)

و بذلك نجد أن طريقة الفاريماكس بصورة عامة تسهّل من تفسير العوامل .

التدوير المائل :

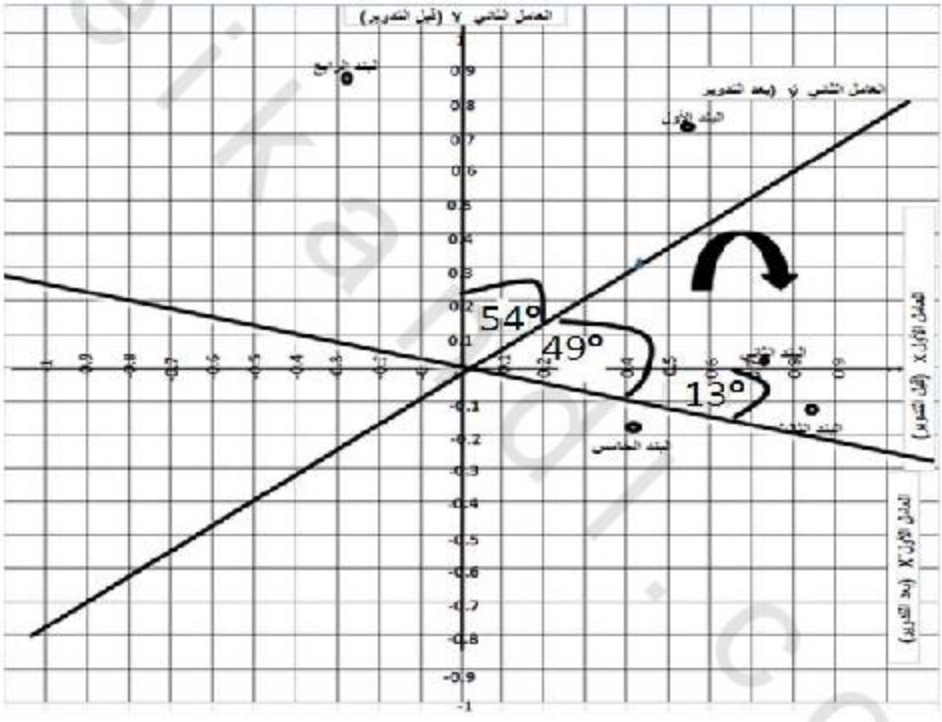
يتم في التدوير المائل تدوير المحاور بحيث تكون الزاوية بين كل محورين(عاملين) (θ) أقل من ٩٠° أو أكبر من ٩٠° أي أن $\theta \neq ٩٠^{\circ}$،و هذا يعطي إمكانية لوجود ارتباط بين كل عاملين يتم تدويرهما معاً ،و التدوير المائل مفيد في حالة تدعيم الخلفية النظرية السابقة لوجود ارتباط بين العوامل ،و في الواقع فإن العوامل الخاضعة للمجالات النفسية و التربوية و الاجتماعية تكون قابلة للارتباط أكثر من قابليتها لعدم الارتباط و هذا يجعل الحل المائل أكثر ملائمة في التفسير .

و لقد أوضح ***(Pett et al.,2003,150)*** أن معاملات الارتباط بين المتغيرات الملاحَظة تظل كما هي و لا تتغير قبل و بعد التدوير المائل لأن موضع البنود بالنسبة لبعضها البعض لا يتغير ،و هو نفس الحال في التدوير المتعامد ،و لكن الفرق بين التدوير المتعامد و التدوير المائل يكمن في وجود ارتباط بين العوامل في التدوير المائل لأن العوامل ليست مستقلة فكل عامل أصلي(محور) يتم تدويره بصوره منفصلة عن الآخر ، و من ثم لا تصبح الزاوية بين العاملين (٩٠ درجة) و إنما تقل أو تزيد مما يتيح وجود قدر ما من الارتباط بين العوامل.و لأن العوامل الناتجة مرتبطة فإن أوزان بيتا التي تعبر عن الإسهام الخاص أو الفريد الذي يسهم به كل عامل في التباين المفسر لمتغير ملاحَظ ليست مساوية لمعاملات الارتباط بين المتغيرات الملاحَظة و العامل كما في الحل المتعامد ،و لذلك يوجد ٣ أنواع من المصفوفات و هي : (١) مصفوفة النمط ،(٢) مصفوفة البنية ،(٣) مصفوفة الارتباط العاملي ***Component correlation Matrix***.فمصفوفة النمط تحتوي على تشبعات مشابهة لمعاملات الانحدار المعياري الجزئية في تحليل الانحدار المتعدد ،حيث تشير هذه التشبعات إلى أثر عامل معين على متغير معين مع ضبط العوامل الأخرى ،أما مصفوفة البنية فتحتوي على معاملات الارتباط بين المتغيرات الملاحَظة و العوامل ،و هذه

المعلومات مفيدة في تفسير و تسمية العوامل ،أما مصفوفة الارتباط العاملي فهي مصفوفة تعبر عن الارتباطات البينية بين العوامل .

و يمكن فهم التدوير المائل عملياً من خلال نفس المثال المستخدم في التدوير المتعامد ،و لكن سيتم التدوير تدويراً مائلاً بدلاً من التدوير المتعامد كالتالي:

بتدوير المحور ***x*** في اتجاه عقارب الساعة بزاوية قدرها (١٣°) مثلاً لينتج محور جديد $\bar{x}$ ***x*** ،و تدوير المحور ***y*** في نفس الاتجاه و لكن بزاوية (٥٤°) لينتج المحور $\bar{y}$ ***y*** ستصبح الزاوية المحصورة بين المحورين الجديدين $(\bar{x},\bar{y})$ ***(x,y)*** قدرها (٤٩°) أي أن $\theta = ٤٩^{o}$[٢٨] ،و الشكل الهندسي بعد التدوير موضح كالتالي:



و هنا يمكن القول أنه يمكن حساب التشبعات الجديدة يدوياً بطريقتين :

---

٢٨ الزاوية بين المحور -y و المحور x تساوي ٩٠ مطروحاً منها ٥٤ أي (٣٦) ، و الزاوية بين المحور -x و المحور x تساوي (١٣) ،و بالتالي تكون الزاوية بين -y و -x تساوي (٣٦+١٣) أي (٤٩) ،و بالتالي نجد أن $\theta=49^{o}$.

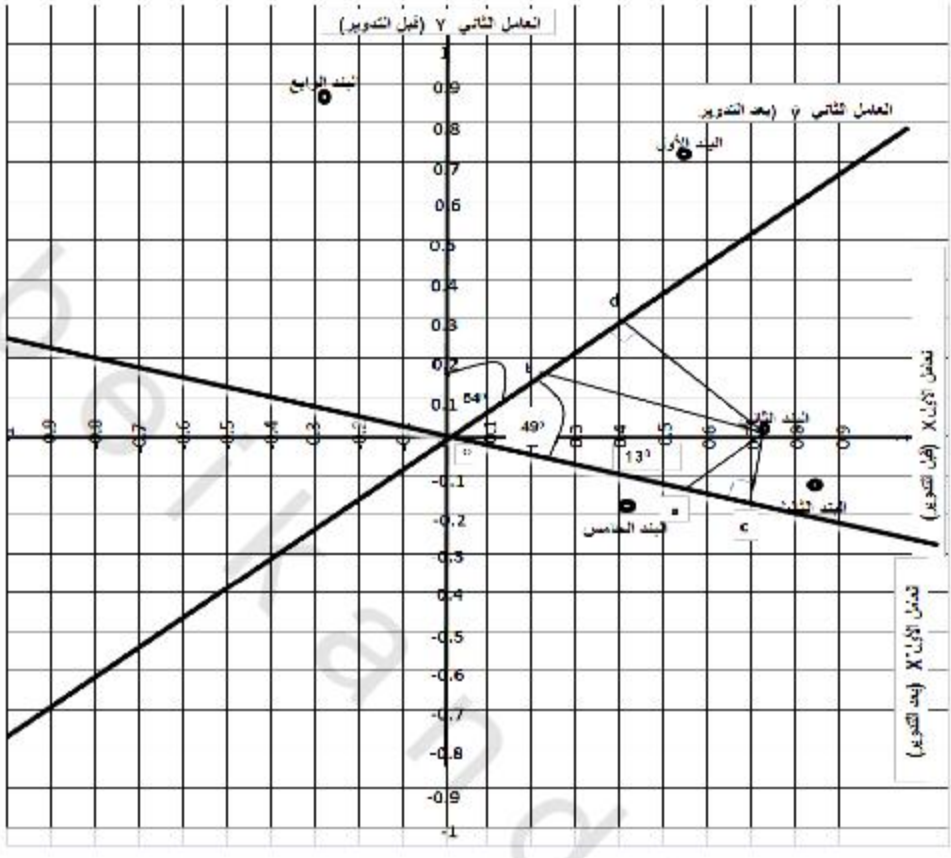
الطريقة الأولى:و تسمي الطريقة الهندسية و هي طريقة تحتاج إلى دقة متناهية في الرسم ،و نظراً لوجود ٣ مصفوفات في التدوير المائل بعكس التدوير المتعامد الذي ينتج مصفوفة واحدة فقط بعد التدوير ،لذلك يمكن توضيح كيفية الحصول على عناصر المصفوفات الثلاث كالتالي:

- مصفوفة النمط : كما سبق القول فإن عناصر مصفوفة النمط تمثل تشبعات المتغيرات الملاحَظة على العوامل المستخلصة بعد التدوير المائل ،و يمكن التوصل إلى هذه التشبعات هندسياً بإسقاط خطين من النقطة الممثلة للبند الثاني مثلاً على المحورين الجديدين(***Y , X***)، أحد هذين الخطين موازي لمحور ***Y*** و يقطع المحور ***X*** في النقطة ***(a)***، و الخط الآخر موازي لمحور ***X*** و يقطع المحور ***Y*** في النقطة ***(b)*** ، و للوصول إلى تشبعي البند على كل من العاملين (***Y , X***) يتم قياس طولي القطعتين المستقيمتين ***(oa ob)***, على الترتيب ، و هما يمثلان عنصرين من عناصر مصفوفة النمط حيث ***o*** هي نقطة تقاطع العاملين المائلين).

- مصفوفة البنية : كما سبق القول فإن عناصر مصفوفة البنية تمثل معاملات ارتباط المتغيرات الملاحَظة بالعوامل المستخلصة بعد التدوير المائل ، و يمكن التوصل إلى هذه المعاملات هندسياً بإسقاط خطين من النقطة الممثلة للبند الثاني مثلاً على المحورين الجديدين***Y , X***)، أحد هذين الخطين عمودي على المحور ***X*** و يقطعه في النقطة ***(c)***، و الخط الآخر عمودي على المحور ***Y*** و يقطعه في النقطة ***(d)*** ، و للوصول إلى معاملي ارتباط البند بكل من العاملين (***Y , X***) يتم قياس طولي القطعتين المستقيمتين ***(oc od)***, على الترتيب ، و هما يمثلان عنصرين من عناصر مصفوفة البنية).

- مصفوفة الارتباط العاملي : كما سبق القول فإن عناصر مصفوفة الارتباط العاملي تمثل معاملات الارتباط البينية بين كل عاملين من العوامل المائلة ،و يمكن التوصل إلى هذه المعاملات هندسياً بقياس الزاوية المحصورة بين كل عاملين مائلين من العوامل المستخلصة ثم حساب جيب تمام هذه الزاوية و الذي يمثل معامل الارتباط بين العاملين أي أن ***r=cos θ*** .

و الشكل التالي يوضّح كيفية التعرف على عناصر المصفوفات الثلاث هندسياً:



من الشكل السابق ،و باستخدام القياس الهندسي وفقاً لمقياس الرسم (كل وحدة = ٠,١ من قيمة التشبع أو معامل الارتباط) ،يمكن التوصل إلى عناصر المصفوفات الثلاث بالنسبة للبند الثاني كالتالي:

المصفوفة	البيان	العامل الأول المدور X^-	العامل الثاني المدور Y^-
مصفوفة النمط	تشبع البند على العامل	٠,٥٧ *(oa)*	٠,٢٧ *(ob)*

مصفوفة البنية	معامل ارتباط البند بالعامل	(oc)٠,٧١	(od) ٠,٥٠
مصفوفة الارتباط العاملي	معامل الارتباط بين $\bar{x}$ و $\bar{Y}$	جيب تمام الزاوية (٤٩) = ٠,٦٦	

الطريقة الثانية: و تسمي الطريقة الجبرية :حيث يتم حساب عناصر المصفوفات الثلاث بواسطة معادلات تحويل ،و باستثناء مصفوفة الارتباط العاملي و التي يتم فيها مباشرة حساب جيب تمام الزاوية بين كل عاملين مائلين ،نجد أن معادلات التحويل في مصفوفة النمط و كذلك مصفوفة البنية تتسم بشئ من التعقيد ،و هي خارج نطاق هذا الكتاب .

و هناك فارق بين عناصر مصفوفة النمط و عناصر مصفوفة البنية حيث أوضح ***(Pett et al.,2003,151)*** أنه كلما كان هناك ارتباط كبير بين العوامل كلما كان هناك فرق أكبر بين تشبعات مصفوفة النمط و تشبعات مصفوفة البنية ،و كلما كان هناك صعوبة أكثر في تفسير تشبعات مصفوفة البنية ،فإذا كانت الزاوية بين العاملين (٦٤°) مثلاً بما يعني أن معامل الارتباط بين العاملين = (٠,٤٣) ،و نتيجة لذلك نجد أن تشبعات مصفوفة النمط و تشبعات مصفوفة البنية متباعدة،أما إذا كانت الزاوية (١٠١°)مثلاً ، نجد أن معامل الارتباط بين العاملين -٠,١٩ و من ثم تتقارب تشبعات المصفوفتين ***converge*** ، و عندما يكون الارتباط صفري بين العاملين ،أي أن الزاوية بينهما قدرها (٩٠°) يصبح هناك تكافؤ بين تشبعات مصفوفة النمط و تشبعات مصفوفة البنية .و لأن عناصر مصفوفة النمط تمثل في الأصل معاملات ارتباط بين البنود و العوامل فإن قيم عناصر المصفوفة لا يمكنها أن تتعدى الواحد كقيمة مطلقة ،و لكن عندما ترتبط العوامل و الذي يجعل هناك فارق بين مصفوفة النمط و مصفوفة البنية سيغير من عناصر مصفوفة النمط بصورة تجعل عناصرها يمكنها أن تتعدى الواحد الصحيح ***(can exceed 1.00)*** ،كما أنها يمكنها أن تأخذ إشارة معاكسة لنظائرها في مصفوفة البنية .

و هذا ما أكده ***(SAS Institute,1999,1154)*** عندما أشار إلى أن عناصر مصفوفة النمط يمكنها أن تتعدى الواحد الصحيح في حالة التدوير المائل .

و فيما يتعلق بمحكات البنية البسيطة أوضح ***(Pett et al.,2003,154)*** أن هناك عدد من الطرق التي يمكن استخدامها لتحقيق البنية البسيطة في الحل المائل ،فلقد طوَّر ***Thurston*** و زملاؤه عامي ١٩٣٥ و ١٩٤٧ مفهوم بنية المتجهات المرجعية و المصمم للحصول على حلول مائلة عند تدوير العوامل يدوياً ،و لكن في عصر التكنولوجية ذات السرعة الفائقة يصبح بالإمكان التحول من مصفوفة العوامل قبل التدوير إلى مصفوفة العوامل بعد التدوير (مصفوفة النمط) دون الاحتياج لمتجهات مرجعية و ذلك في ضوء ما ذكره ***Comery*** و ***Lee*** عام ١٩٩٢ .و كنتيجة لذلك استخدام هذه المتجهات في التحليل العاملي أصبح تقريباً مهجوراً ***obsolete*** .

طرق التدوير المائل :

هناك مجموعة من الطرق للتدوير المائل منها كما سبق و أوضحنا: الأوبلمن و الكوارتمن و البروماكس و الكوفارمن ، و يمكن شرح اثنين من هذه الطرق كالتالي:

تدوير الأوبلمن :

يعتبر تدوير الأوبلمن إحدى طرق التدوير المائل ، و هو يتحدد بقيمة تُسمَّي دلتا ***δ*** التي تأخذ القيمة الصفر حتى القيمة ٠,٨ و فيها يصبح الحل أكثر ميلاً أي ارتباط أقوى بين العوامل المستخلصة،أما القيم السلبية لدلتا فهي تجعل الحل أقل ميلاً أي أقل في درجة الارتباط بين العوامل .

فلقد أشار ***(Pett et al.,2003,155-156)*** إلى أن طريقة الأوبلمن كما عرضها كل من ***Jennrich & Sampson*** عام ١٩٦٦ تحاول تحقيق مبادئ البنية البسيطة فيما يتعلق بمصفوفة النمط العاملي من خلال بارامتر يستخدم لضبط درجة الميل أو الارتباط المسموح بين العوامل و يشار إلى هذا البارامتر في برنامجي ***SPSS,SAS*** بالرمز دلتا ***δ*** و بعض البرامج الإحصائية الأخرى مثل ***BMDP*** تشير إلى هذا البارامتر بالرمز جاما ***γ*** كما أشار لذلك كل من ***Comery & Lee*** عام ١٩٩٢ ، و ***Jennrich & Sampson*** عام ١٩٦٦ ، و

تتراوح قيم دلتا بين القيم السلبية و القيم الإيجابية ،القيم السلبية الأكبر لدلتا تُنقص حجم الارتباطات بين العوامل جاعلاً إياهم أكثر تعامدية ،أما القيم الإيجابية الأكبر لدلتا ستزيد حجم الارتباط بين العوامل .أما عندما تساوي دلتا الصفر ستتحول الطريقة إلى طريقة الكوارتمن. و يقترح ***Harman*** أنه للأغراض العملية مدي قيم دلتا يُفضّل أن يتراوح بين صفر حتى ٠,٨ أو قيم سلبية لأن القيم الأعلى من ٠,٨ تنتج ارتباطات عالية بصورة حادة بين العوامل و الذي بدوره يسبب مشكلات في حل الأوبلمن ، و بالرغم من أن ***Tabachnick & Fidell*** عام ٢٠٠١ يقترح أن دلتا عندما تساوي -٠,٤ تنتج حل متعامد و القيمة السلبية العالية يمكن أن تؤدي لفشل في الحل العاملي،فلا يوجد رأي محدد في التراث لقيمة دلتا المطلقة ،فتحديدها يعد أسلوب يخضع للمحاولة و الخطأ ،و ربما يخضع للتوقع أيضاً فمن خلال التجربة يتضح أنه إذا توقع الباحث أن الارتباطات بين العوامل ستقترب من القيمة ٠,٣،فقيم دلتا التي تتراوح بين -٠,٥ و +٠,٥ عامة تحقق ذلك .

و أضاف كل من ***(Wegener&Fabrigar,2000,435)*** أن طريقة الأوبلمن تتم بإيجاد تدوير للعوامل الأصلية المستخلصة و التي تقلل حواصل ضرب تشبعات العوامل و هذا يولّد حلاً ذا بنية بسيطة لأن حواصل الضرب هذه تكون صغيرة عندما تكون العديد من التشبعات قريبة من الصفر ،و تتأثر درجة الارتباط بين العوامل في حل الأوبلمن المباشر ببارامتر يدعي دلتا و الذي يأخذ القيمة صفر كقيمة افتراضية و لكن يمكنه أن يتراوح بين قيم سلبية كبيرة منتجة حلولاً قريبة من التعامد لقيم إيجابية منتجة حلولاً أكثر ميلاً ، و لكنها لا يمكن أن تتعدي ٠,٨ في بعض الحزم الإحصائية المعتمدة على الكمبيوتر .

تدوير البروماكس:

تُعد طريقة البروماكس إحدى طرق التدوير المائل ،و لكنها أقل شهرةً من طريقة الأوبلمن و هي تعتمد على تغيير تشبعات البنود على العوامل المتحصل عليها

بواسطة طريقة الفاريماكس إلى تشبعات جديدة ،و ذلك برفع هذه التشبعات لأس يُدعى كابا ***K*** ،و الذي يأخذ أي من هذه القيم ٢ ، ٤ ، ٦ ،ثم إعادة التدوير مرة أخرى و لكن تدويراً مائلاً .

فلقد أوضح***(Pett et al.,2003,156)*** نقلاً عن ***Hendrickson & White*** عام ١٩٦٤ أن البروماكس تدوير مائل يبدأ بتدوير متعامد عادة الفاريماكس .و التشبعات المتعامدة ترفع لقوة تُسمي كابا ***K*** .هذه القيمة عادة تساوي ٢ أو ٤ أو ٦ . القيمة الافتراضية تساوي ٤ في ***SPSS*** و تساوي ٣ في ***SAS*** .و بعد ذلك يُدوِّر الحل ليسمح بارتباطات بين العوامل و هذا ما أوضحه ***Comery & Lee*** عام ١٩٩٢ و ***Tabachnick & Fidell*** عام ٢٠٠١ .إن رفع التشبعات لقوى تنتج قيماً تؤدي لتشبعات أصغر و قريبة من الصفر و لكن التشبعات الأعلى بالرغم من أنها مخفضة تبقي جوهرية .القوى الأعلى تنتج ارتباطات أعلى بين العوامل .

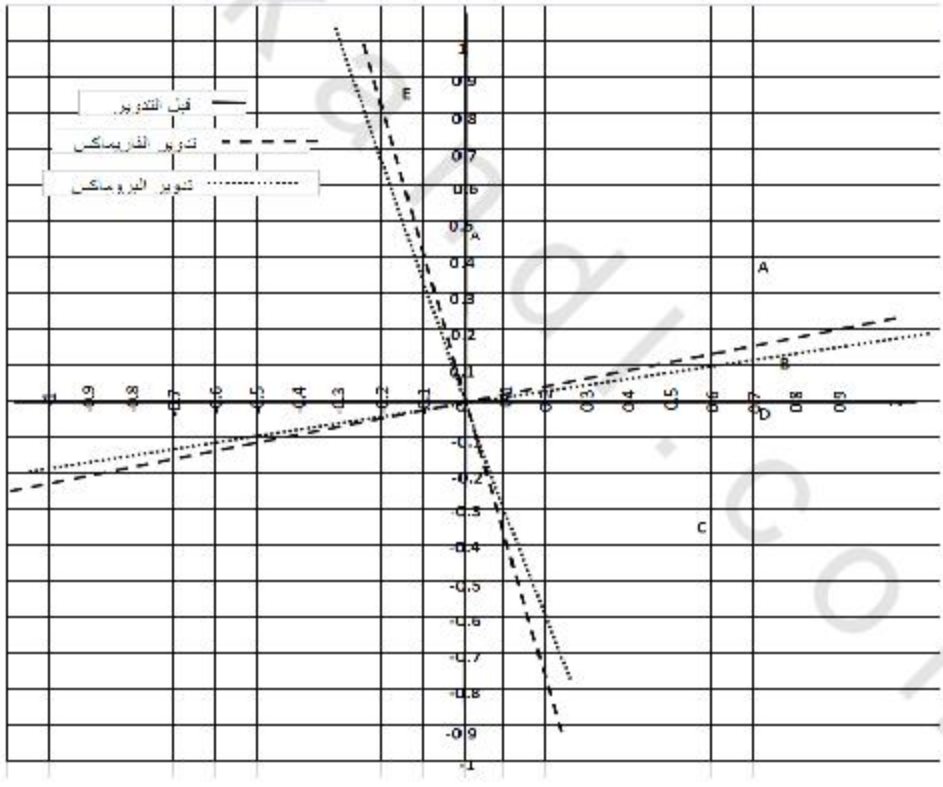
كما أضاف ***(Wegener&Fabrigar,2000,435)*** أن طريقة البروماكس منشأة على يد ***Hendrickson & White*** عام ١٩٦٤ ، و يتم تنفيذها بواسطة أخذ مصفوفة تشبعات عاملية نتيجة الفاريماكس و حينئذ التوصل لمصفوفة جديدة برفع تشبعات العامل لأس معين و لكن بدون تغيير علامة التشبعات ،الأس يدعي كابا ، و تحدد له القيمة ٤ و عندما تُحوَّل التشبعات لهذه الطريقة ستصبح قيمها أصغر و لكن النسب بين التشبعات العليا(الأصلية) و الصغرى تصبح أعلى ،و عند تصغير التشبعات ستصبح البنية أكثر بساطة . و المحاور الأصلية المدورة بواسطة الفاريماكس تدور بطريقة بحيث تكون قريبة من المحاور الأصلية للمصفوفة الجديدة ،و كنتيجة لذلك ستصبح المحاور مائلة .

التمثيل الهندسي لطريقتي الفاريماكس و البروماكس :

مثال : مأخوذ من ***(Wegener&Fabrigar,2000,426)*** :

المتغيرات	تشبعات العامل الأول قبل التدوير	تشبعات العامل الثاني قبل التدوير	تدوير الفاريماكس عامل أول	تدوير الفاريماكس عامل ثاني	تدوير البروماكس عامل أول	تدوير البروماكس عامل ثاني
١	٠.٧٢	٠.٣٨	٠.٧٩	٠.١٩	٠.٨١	٠.٢٦
٢	٠.٧٧	٠.١١	٠.٧٧	٠.٠٨-	٠.٧٨	٠.٠٢-
٣	٠.٥٨	٠.٣٧-	٠.٤٧	٠.٥-	٠.٤٦	٠.٤٦-
٤	٠.٧٢	٠.٠٣-	٠.٦٩	٠.٢-	٠.٦٩	٠.١٥-
٥	٠.١٤-	٠.٨٧	٠.٠٨	٠.٨٨	٠.١١	٠.٨٩

و يمكن توضيح ذلك في الشكل التالي:



مثال على بعض الطرق الشهيرة في التدوير :

أوضح ***(Pett et al.,2003,163)*** نتائج مختلفة لبعض طرق التدوير و هي طريقة الفاريماكس و طريقة الأوبلمن و طريقة البروماكس ،بزوايا مختلفة للتدوير و بقيم مختلفة لدلتا مع تثبيت كابا عند ٤ كالتالي:

طريقة التدوير										
	المتعامد		المائل							
الطريقة	الفاريماكس		الأوبلمن			البروماكس				
			δ = -٠.٥	δ = صفر	δ = ٠.٥	K = ٤				
الزاوية	٩٠		٧٨.٢	٧٦.١	٦٥.٨	٧١.٢				
البنود	الارتباط بين العوامل									
	صفر		٠.٢٠٤	٠.٢٤٠	٠.٤١٠	٠.٣٢٢				
	التشبعات									
	L_1	L_2	L_1	L_2	L_1	L_2	L_1	L_2	L_1	L_2
البند ١	-٠.٠٢	٠.٧٣٦	٠.٠٧٣	٠.٧٣٢	٠.٠٧٧	٠.٧٢٩	٠.١٣١	٠.٧١٥	٠.١٠٢	٠.٧٢٣
البند ٢	٠.٧٧٨	٠.١٢٤	٠.٧٨٧	٠.١٨٦	٠.٧٨٧	٠.٢١٠	٠.٧٨٧	٠.٢٨٩	٠.٧٨٧	٠.٢٤٩
البند ٣	٠.٢١٦	٠.٧٦٦	٠.٣١٠	٠.٧٨٠	٠.٣١٥	٠.٧٨٥	٠.٣٦٨	٠.٧٩٤	٠.٣٤٠	٠.٧٩١
البند ٤	٠.٦٦٨	٠.٣١٧	٠.٧٠٢	٠.٣٦٩	٠.٧٠٣	٠.٣٩٠	٠.٧١٨	٠.٤٥٤	٠.٧١١	٠.٤٢١
البند ٥	٠.٧٨٧	-٠.١٣	٠.٧٦٥	-٠.٠٧	٠.٧٦٤	-٠.٠٤	٠.٧٤٥	٠.٠٤٥	٠.٧٥٥	٠.٠٠٠١
البند ٦	٠.٦٨٥	٠.٣٢٥	٠.٧٢٠	٠.٣٧٨	٠.٧٢١	٠.٣٩٩	٠.٧٣٦	٠.٤٦٥	٠.٧٢٩	٠.٤٣١
البند ٧	٠.١٤٣	٠.٨٥٤	٠.٢٤٩	٠.٨٦٢	٠.٢٥٣	٠.٨٦٤	٠.٣١٤	٠.٨٦٤	٠.٢٨٢	٠.٨٦٥
البند ٨	٠.٥٣٤	٠.٠٤٠	٠.٥٣٥	٠.٠٨٣	٠.٥٣٥	٠.٠٩٩	٠.٥٣١	٠.١٥٥	٠.٥٣٤	٠.١٢٦

التدوير المتعامد و المائل في الدراسات و البحوث :

الدراسة	المحتوى الخاضع للتحليل	نوع التدوير	طريقة التدوير
(Lindasy & Skene,2007)	مقياس بك ***Beck*** للقلق	متعامد	الكوارتيماكس
(Benzing et al.,2009)	٣ مقاييس منهم مقياس في الدافعية	متعامد	الأكواماكس

البروماكس	مائل	مقياس النواتج الطبية	***(Wu et al.,2007)***
الأوبلمن	مائل	المقياس العربي لزملة التعب المزمن	(سماح أحمد الذيب ، أحمد محمد عبد الخالق ، ٢٠٠٦)
الفاريماكس	متعامد	مقياس أعراض الضغوط	***(Carlson & Thomas,2007)***

ملاحظات

- التدوير سواء كان مائلاً أم متعامداً يعد أمراً لا غنى عنه للوصول لأفضل بنية عاملية يمكن تفسيرها في ضوء المعطيات النظرية .
- اختيار نوع التدوير مائل أم متعامد يعتمد على الخلفية النظرية و الدراسات السابقة التي تؤيد وجود ارتباط بين العوامل المستخرجة من عدمه ،فإذا كانت الخلفية النظرية و الدراسات السابقة في معظمها تؤيد الارتباط بين العوامل نختار التدوير المائل ،و إذا كانت تؤيد في معظمها عدم الارتباط بين العوامل نختار التدوير المتعامد.
- هناك طرق تدوير مائل أخرى بالإضافة للأوبلمن و البروماكس مثل : الكوارتمن و الكوفارمن و الأنفوماكس ***Infomax*** ،و هناك طرق تدوير متعامد أخرى بالإضافة للفاريماكس و الأكواماكس و الكوارتيماكس مثل الأرثوماكس ***Orthomax*** و البراسيماكس ***Parsemax***.
- تعد طريقة الأوبلمن في التدوير المائل و طريقة الفاريماكس في التدوير المتعامد من أشهر طرق التدوير المستخدمة بواسطة غالبية الباحثين ،أما طرق التدوير الأخرى فاستخدمت بواسطة عدد قليل من الباحثين .
- كل طريقة تدوير لها بدائلها الخاصة و التي يتوقف اختيار أي بديل منها على ذاتية الباحث و أحياناً المحاولة و الخطأ حتى يصل الباحث إلى أفضل بنية عاملية ممكنة ،فمثلاً طريقة الفاريماكس تعتمد على زاوية التدوير و التي باختلافها تختلف النتائج ،و طريقة الأوبلمن تعتمد على قيمة دلتا و التي باختلافها تختلف النتائج ، و طريقة البروماكس تعتمد على قيمة كابا و التي باختلافها تختلف النتائج .

٢-٤ : تسمية العوامل *Factors Naming*:

من أهم الفروق بين التحليل العاملي الاستكشافي و التحليل العاملي التوكيدي هو أنه في الأخير نملك ميزة معرفة مسميات العوامل المراد تأكيدها،فمثلاً البنية العاملية للذكاء في ضوء نظرية كاتل تقسمه لعاملين أو مكونين فرضيين هما :الذكاء السائل و الذكاء المتبلور ، و من ثم يصبح هدفنا في التحليل العاملي التوكيدي هو التوصل لبنية تؤكد ذلك .

أما في التحليل العاملي الاستكشافي فإن العوامل التي يتم استخلاصها تصبح مجهولة من حيث المسمى ، و يصبح لزاماً على الباحث تسمية العوامل بعد استخلاصها .

فلقد أوضح ***(Pett et al.,2003,210)*** أنه عادة يتم اختيار البنود الثلاثة أو الأربعة ذات التشبعات الأعلى على العامل و يتم تسمية العوامل على أساسها بحيث يتم تفحص محتوى هذه البنود و معرفة الجزء المشترك بينها للتوصل لاسم يمثل كل البنود المتشبعة على العامل ،و البند الذي يحظى بأعلى تشبع على العامل (أكبر من أو يساوى ٠،٩) ينبغي أن يعطي ملمحاً قوياً لاسم العامل .أما إذا كانت التشبعات الأعلى على العامل صغيرة (أقل من ٠،٦) هنا ربما يواجَه الباحث بتفسيرات ضعيفة .و عند اختيار اسم للعامل من المفضل أن يبقى التفسير بسيط و في نفس الوقت يلمح لما يشير إليه العامل ،و ينبغي توخي الحذر عند تسمية العامل لأنه بمجرد تسمية العامل تضيع البنود و يصبح الاسم المختار هو همزة الوصل بين المقياس و بين مستخدميه ،و هذا ما أوضحه ***Kachigan*** عام ١٩٨٦، و لو كانت بنود التحليل العاملي منتقاة من نظرية أو تكوين مفاهيمي سابق هنا على الباحث أن يرجع مرة أخرى للنظرية أو التكوين المفاهيمي لتسمية العامل و هذا ما أوضحه ***Pedhazur & Schmelkin*** عام ١٩٩١ ، كما أوضح كل من ***Hair ,Anderson, Tatham, and Black*** عام ١٩٩٥ أنه ربما تظهر بعض المواقف في مرحلة بناء المقياس و التي لا يسمي فيها الباحث العامل حيث يُشار إليه بـــ"غير معرف" و يصنف بالعامل (***a***) ،أو العامل (***b***) ، و إذا واجه

الباحث صعوبة في تسمية العوامل الأقل معنى أو الأقل تطابقاً ربما يكون من الأفضل حذف هذه العوامل .

كما أوضح ***(Heppner et al.,2008 ,236)*** أن الباحث يحتاج إلى تسمية العوامل في التحليل العاملي الاستكشافي ، و لكى يتم ذلك يتم تفحص كل البنود التي تكوّن العامل و يحاول اختيار اسم يعكس المعنى الكامن خلف البنود .و بصورة أكثر وضوحاً تعد عملية تسمية العوامل عملية ذاتية لدرجة أن الباحثين الذين يسعون إلى تسمية العامل الذي تتشبع عليه نفس القائمة من البنود ربما يختلفون في تسميته .فيجب و الكلام ما زال على لسان ***Heppner*** و زملاؤه أن تكون حريصاً وواعياً بالطبيعة الذاتية لعملية تسمية العامل عند فحص تقرير التحليل العاملي .

و في هذا الصدد أوضح ***(Carducci,2009,275)*** أن الخطوة الأخيرة في التحليل العاملي تشمل تسمية العوامل المستخلصة ،و الذي يعد عملية أكثر ذاتية ***subjective***.

و يمكن توضيح كيفية تسمية العامل في التحليل العاملي من خلال عرض لثلاث دراسات احتوت على التحليل العاملي الاستكشافي و تعرضت لتسمية العوامل كالتالي:

الدراسة الأولى: دراسة (محمد رزق البحيري،٢٠٠٧): و التي تم من بين إجراءاتها تحليل عاملي استكشافي لبنود مقياس الذكاء الوجداني للأطفال المضطربين سلوكياً المعد بواسطة الباحث و المكون من ٤٢ بنداً، و تم تدوير المحاور باستخدام الفاريماكس و تم التوصل إلى ٥ عوامل منها العامل الأول الذي تشبعت عليه ٨ بنود هى كالتالي:

مضمون البند	التشبع
أتجنب الحديث مع الغرباء	٠,٩١٧
أحب ممارسة الأنشطة المدرسية مع زملائي.	٠,٩١٠
أشعر بالسعادة عندما أجد طفلين يلعبان معاً.	٠,٨٩٤
لدىَّ رغبة في التشاجر مع الآخرين.	٠,٨٧٤

أبتعد عن الآخرين	٠,٨٧٠
أشعر بالسعادة عند تشجيعي لزملائي	٠,٨٤١
أفضل اللعب مع زملائي على أن ألعب لوحدي	٠,٧٧٨
يثق بي أصدقائي	٠,٧٦٨

فلقد أشار الباحث أن البنود السابقة تعكس مجتمعة العلاقات الاجتماعية و التواصل مع الآخرين ،و لذلك قام الباحث بتسمية العامل بـــ" تنظيم العلاقات الاجتماعية ".

الدراسة الثانية: دراسة (السيد كامل الشربيني منصور ، ٢٠٠٧): و التي تم من بين إجراءاتها تحليل عاملي استكشافي لبنود مقياس جودة الحياة المعد بواسطة الباحث و المكون من ٣٩ بنداً ، و تم تدوير المحاور باستخدام الفاريماكس و تم التوصل إلى ٦ عوامل منها العامل الثالث الذي تشبعت عليه ٦ بنود تشبعات جوهرية هى كالتالي:

مضمون البند	التشبع
أشعر أن حياتي ذات قيمة و معنى	٠,٦١
أشعر بأن الحياة تستحق الإقبال عليها	٠,٦٩
أقبل على الحياة بحماس	٠,٦٧
لدىّ دافعية قوية لإنجاز طموحاتي في الحياة	٠,٣٦
أنا راض عن حياتي	٠,٧٣
أشعر براحة البال	٠,٥٢

فلقد أشار الباحث أن البنود السابقة تعكس شعور الفرد براحة البال ،و إقباله على الحياة بحماس باعتبارها ذات معنى و قيمة له ،و لذلك قام الباحث بتسمية العامل بـــ" الرضا عن الحياة ".

الدراسة الثالثة: دراسة ***(Zalon,2006)*** و التي تم من بين إجراءاتها تحليل عاملي استكشافي لبنود المقياس المختصر للألم المعد بواسطة ***Daut*** و زملاؤه عام ١٩٨٣ و المكون من ١١ بنداً ، و تم تدوير المحاور تدويراً مائلاً باستخدام الأوبلمن و تم التوصل إلى عاملين منها العامل الثاني الذي تشبعت عليه ٦ بنود هى كالتالي:

مضمون البند	التشبع
النشاط العام	٠,٥٥٥
المزاج	٠,٦٤٥
المشي	٠,٤٣٩
العمل	٠,٧٦٨
العلاقات مع الآخرين	٠,٥٦٩
الاستمتاع بالحياة	٠,٦٤٧

فلقد أشار الباحث أن البنود السابقة تعكس تداخل الألم مع النشاط العام و الحالة المزاجية و أثناء المشي و أثناء العمل و أثناء العلاقات مع الآخرين و كذلك في محاولة الاستمتاع بالحياة لذلك قام الباحث بتسمية العامل بـــ" تداخل الألم ".

ملاحظتان

- تعد تسمية العامل من أهم إجراءات التحليل العاملي الاستكشافي لأنها الواجهة النهائية التي يراها المهتم أو المستفيد بنتيجة التحليل و لذلك يجب توخي الحذر و الدقة عند التسمية .
- هناك بعض الدراسات و البحوث التي يتم تسمية العامل فيها باسم البند الذي حظي بأعلى تشبع ،و هى من الأمور التي قد تخل بالتسمية لأن التسمية يجب أن تكون معبرةً عن أكبر قدر من البنود الممثلة للعامل و ليس بند واحد فقط.

٢-٥: محكات الإبقاء على العوامل *Factors to Retained Criteria* :

عند تنفيذ التحليل العاملي الاستكشافي يتم استخلاص العديد من العوامل ،و لكن هل يتم قبول كل هذه العوامل المستخلصة بالطبع لن يتم قبول العوامل إلا التي تحقق محك معين ،و في الواقع هناك العديد من المحكات و التي في ضوئها نقبل العامل كمكون كامن من مكونات الظاهرة الخاضعة للتحليل .

فلقد أوضح (صفوت فرج ،١٩٨٠ ، ٢٣٩) نقلاً عن فرنون ***Vernon*** و آخرون أن هناك حوالي ٢٥ محكاً مختلفاً يمكن استخدام أي منها لتقدير نقطة

التوقف عند استخلاص عوامل جديدة ،منها :محك تيكر ***Tucker*** ،و قاعدة همفري ***Humphrey*** ،و محك كومب ***Coomb*** ،و محك كايزر ،و محك كاتل.

كما أضاف كل من ***(Floyd & Widaman,1995,291-292)*** أن هناك ٣ أنواع من محكات الإبقاء على العوامل هى: الاختبارات الإحصائية مثل اختبار مربع كا ، و المحكات السيكومترية و الرياضية مثل محك كايزر ،و محكات درجات القطع مثل اختبار كاتل-نيلسون-جورسش ***Cattell-Nelson-Gorsuch*** و محك تحليل التوازي ، و مؤشر تيكر .

و أضاف ***(Sharma,1996,116)*** بالقول أن هناك عدد من المحكات التي يمكن الاعتماد عليها في تحديد عدد العوامل المقبولة في التحليل العاملي ، و لكن أكثرها شهرة ***most popular*** هو قاعدة الجذر الكامن الأعلى من ١(محك كايزر ***Kaiser Criterion***) ،و قاعدة الرسم البياني ***scree plot*** (محك كاتل ***Cattell Criterion***) ، كما أن برنامجي ***SAS & SPSS*** يستخدمان محك الجذر الكامن الأعلى من الواحد في تحديد عدد العوامل المقبولة .

و يمكن عرض محكي كايزر و كاتل-نظراً لشهرتيهما في تحديد عدد العوامل المقبولة- كالتالي:

محك كايزر:

أوضح كل من ***(Dillon &Goldstein,1984,48)*** أن أشهر طريقة لاستخلاص العوامل المقبولة هى محك الجذر الكامن الأعلى من ١ و المقترحة بواسطة كايزر عام ١٩٥٨ ،حيث يُبقي هذا المحك على العوامل أو المكونات التي تتعدى جذورها الكامنة الواحد الصحيح ،إن منطقية هذا المحك تتأتى من أن أي مكون(عامل)ينبغي أن يكون له تباين أعلى من تباين أي متغير في المصفوفة .

كما أشار كل من ***(Floyd & Widaman,1995,291)*** إلى أن محك كايزر أو ما يطلق عليه محك كايزر-جوتمان أو محك الجذر الكامن الأعلى من ١ يعد أشهر محكات الإبقاء على العوامل في تحليل المكونات الأساسية ، و هو الخيار

الافتراضي في معظم الحزم الإحصائية .و لكن في الوقت نفسه أشار إلى وجود بعض المشكلات المرتبطة بهذا المحك منها أنه يمكن أن يسير في عكس اتجاه اختزال البيانات بإبقائه على عدد كبير من العوامل ،بما يتعارض مع طبيعة التحليل العاملي.

كما أضاف ***(Norman&Streiner,2008,200)*** عند حديثه عن محك كايزر بالقول أنه المحك الذي ما زال الأشهر استخداماً فهو الخيار الافتراضي لمعظم حزم الكمبيوتر ،بالرغم أنه ليس من الضروري أن يكون الأفضل لتعرض المحك لعدد من المشكلات أو العيوب منها الطبيعة التحكمية أو القهرية في قبول العامل من عدمه فالعامل الذي يحظى بجذر كامن ١،١ يُقبل ،و العامل الذي يحظى بجذر كامن ٠،٩٩ يُرفض .

و في هذا الصدد أشار ***(Sharma,1996,76)*** إلى أن منطقية محك كايزر تتأتى من أن كمية التباين المفترض قبولها لأي مكون(عامل) يجب على الأقل أن تساوي تباين متغير واحد ،و التي تساوي الواحد الصحيح .

كما أضاف ***(Field,2009,641)*** أن محك كايزر يعتبر دقيق في حالة كون عدد المتغيرات أقل من ٣٠ و كذلك قيم الشيوع (بعد الاستخلاص النهائي) كلها أكبر من ٠,٧ ،كما أن محك كايزر يكون دقيقاً أيضاً عند حجم عينة يتعدى ٢٥٠ ،و متوسط الشيوع أعلى من أو يساوي ٠,٦ ،و في الظروف الأخرى من المفضل استخدام محك كاتل للرسم البياني .

محك كاتل:

أوضح ***(Dillon &Goldstein,1984, 48-49)*** أن اختبار كاتل يتم فيه تمثيل الجذور الكامنة للمكونات أو العوامل في ترتيب تتابعي على حسب استخلاصهم أو قيمهم ، و حينئذ يحدد نقطة انعطاف في المنحنى،و تظهر العوامل الجوهرية أولاً في ترتيب تتابعي و بعد ذلك تظهر العوامل الأقل في الأهمية و التي تأتي في الجزء الأخير من المنحنى ،و لقد أوضح المصدر بعض المشكلات المرتبطة بهذا المحك منها عندما لا يظهر الانعطاف بوضوح ،أو عندما يكون هناك أكثر

من انعطاف في نفس المنحنى مما سيمثل صعوبة في تحديد العدد الصحيح للعوامل المقبولة .

كما أضاف كل من ***(Floyd & Widaman,1995,292)*** بالقول أن محك كاتل يعطى درجات قطع فاصلة للعوامل المقبولة قريبة من محك كايزر و ذلك بالنسبة لطريقة المكونات الأساسية ،و نظراً للطبيعة الذاتية في تحديد الانعطاف ***elbow*** في منحنى العوامل لذلك يجب على الفاحص اختبار درجات قطع مختلفة .

كما أضاف ***(Sharma,1996,76-77)*** أن اختبار الرسم البياني ***scree plot*** المقترح بواسطة كاتل عام ١٩٦٦ من المحكات الشائعة ،فطبقاً لهذا الاختبار تُرسم الجذور الكامنة الممثلة للعوامل ، و تقبل العوامل التي تقع في منطقة الانعطاف ***elbow*** ،و لقد أشار نفس المصدر إلى وجود ذاتية في تحديد الانعطاف .

و أوضح ***(Norman & Streiner ,2008,200)*** أن اختبار رسم كاتل يعد من الاختبارات التي لا تعتمد على شيء إلا رؤية العين ***eyeball*** ، حيث نبدأ برسم الجذور الكامنة على رسم بياني و في الواقع و كما يشير المصدر لا نحتاج لفعل ذلك فمعظم برامج الكمبيوتر لديها خيار لذلك ، و في معظم الحالات لا يوجد انقطاع مفاجئ ***sharp break*** في المنحني،و استطرد المصدر قائلاً عدم وجود اختبار إحصائي مرتبط باختبار كاتل ربما يمثل مشكلة لبرامج الكمبيوتر و التي تفضل أن تتعامل مع الأرقام .

و لذلك أشار ***(Field,2009,641)*** إلى أنه إذا أُستخدم محك كاتل لتقدير عدد العوامل المراد الإبقاء عليها ربما نضطر إلى استخدام برنامج ***SPSS*** أولاً و اختيار عدد العوامل المراد استخلاصها و معرفة جذورها الكامنة ،ثم تطبيق محك كاتل عليها .

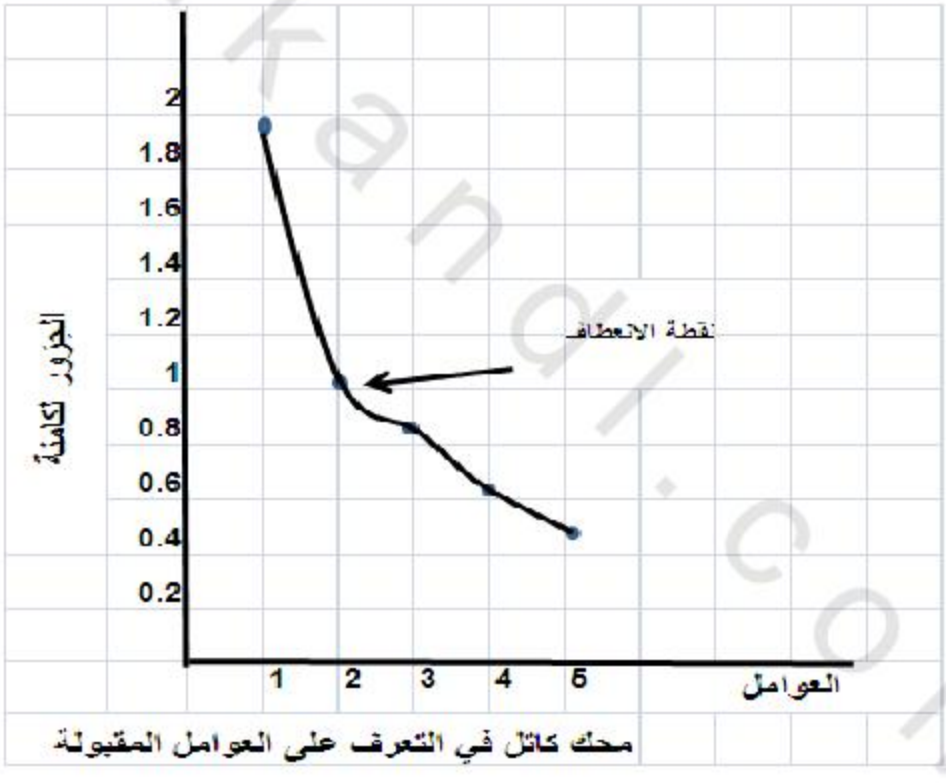
مثال على محكي كايزر و كاتل :

أراد باحث إجراء تحليل عاملي استكشافي لخمسة متغيرات ملاحَظة ،فتوصل إلى ٥ عوامل جذورها الكامنة موضحة في الجدول التالي :

العامل	العامل الأول	العامل الثاني	العامل الثالث	العامل الرابع	العامل الخامس
الجذر الكامن	١,٩٩	١,٠٥	٠,٨٦	٠,٦٣	٠,٤٧

و لكن بتطبيق محك كايزر سيتم الإبقاء على عاملين فقط لأن جذريهما الكامنين تعديا الواحد الصحيح ، و من ثم استبعاد العوامل الثلاثة الأخيرة و التي قلت جذورها الكامنة عن الواحد .

كما يمكن تطبيق محك كاتل كالتالي :



محك كاتل في التعرف على العوامل المقبولة

و بتفحص الرسم السابق نجد أن المنطقة التي تعلو نقطة الانعطاف تحتوى على عاملين ،و هما نفس العاملين المقبولين طبقاً لمحك كايزر لأن جذريهما الكامنين يتعديان الواحد الصحيح .

محكا كايزر و كاتل في الدراسات و البحوث:

الدراسة	المحتوى الخاضع للتحليل	المحك	عدد العوامل المقبولة
(سماح أحمد الذيب ، أحمد محمد عبد الخالق ، ٢٠٠٦)	المقياس العربي لزملة التعب المزمن.	كايزر	عاملان
(Zalon,2006)	المقياس المختصر للألم.	كايزر و كاتل	عاملان
(Singer et al.,2007)	استبيان المناخ الآمن للمريض.	كايزر و كاتل	تم قبول ٧ عوامل وفقاً لمحك كايزر،كما وجدت نقطتا انعطاف وفقاً لمحك كاتل إحداهما تقبل ٤ عوامل و الأخرى تقبل ٧ عوامل لذلك اختار الباحث ٧ عوامل متفقاً مع محك كايزر.

(Fincham et al.,2008)	مقياس القلق متعدد الأبعاد.	كايزر	٤ عوامل
(السيد كامل الشربيني منصور ، ٢٠٠٧)	مقياس جودة الحياة .	كايزر و محك احتواء العامل على ثلاثة تشبعات جوهرية على الأقل	٦ عوامل

ملاحظات

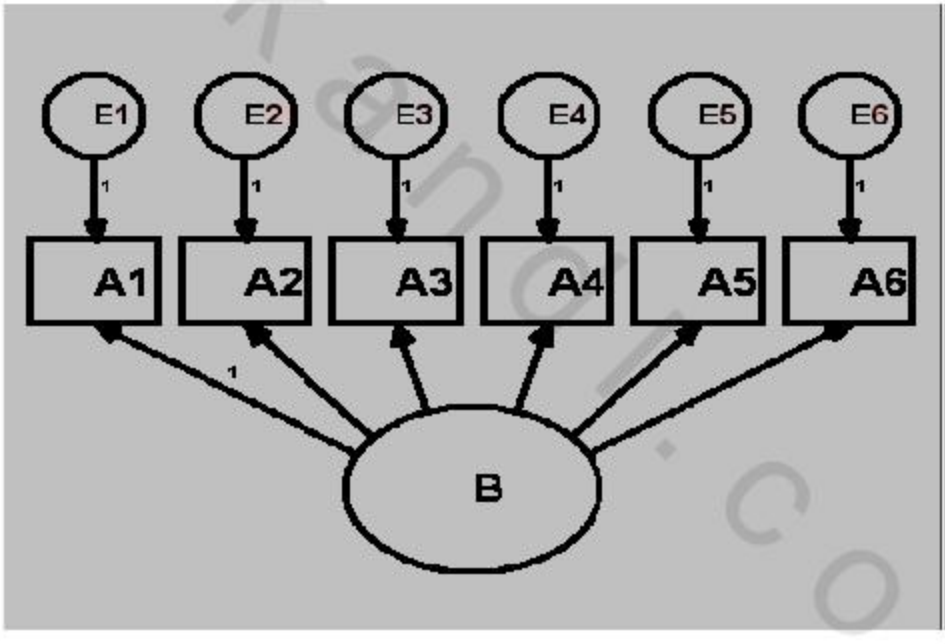
- توجد العديد من المحكات المستخدمة في تحديد عدد العوامل المقبولة و لكن أشهرها محك كايزر و محك كاتل.
- بالرغم من شهرة محكيي كايزر و كاتل إلا أنهما يعانيان من بعض المشكلات و التي تحتاج إلى مزيد من الدراسات و البحوث حولها.
- محك كايزر و كذلك محك كاتل يمكن تطبيقهما بسهولة و لكن بالاعتماد على البرامج الالكترونية مثل برنامج ***SPSS*** .
- لوحظ من الدراسات الموضحة في الجدول السابق أنه يمكن استخدام المحكين معاً حتى نصل إلى قرار لاستبقاء العوامل أكثر اتفاقاً .
- كما لوحظ وجود محك للإبقاء على العوامل يعتمد على قبول العامل الذي تتشبع عليه ٣ متغيرات ملاحَظة على الأقل تشبعات جوهرية.

٣-مصطلحات مرتبطة بالتحليل العاملي التوكيدي:

٣-١ :النموذج المفترض ***Hypothesis Model***:

يبدأ التحليل العاملي التوكيدي بنموذج يفترضه الباحث بناءً على نتائج الدراسات السابقة و كذلك الخلفية النظرية المتعلقة بموضوع الدراسة ،و يتكون النموذج المفترض من العديد من المتغيرات التي يمكن إيضاحها من خلال عرض أنواع عديدة من النماذج المفترضة كالتالي:

- نموذج مفترض يحتوي على ٦ متغيرات ملاحَظة داخلية و متغير كامن خارجي(نموذج عاملي من الدرجة الأولى) :



- المتغير ***B*** : نطلق عليه العديد من المسميات منها (متغير غير ملاحَظ – متغير كامن ***latent*** –عامل مفترض–متغير خارجي ***exogenous*** – متغير مستقل ***independent***):

- ✓ متغير غير ملاحَظ لأنه لا يُقاس فليس له أرقام أو بيانات في ملف البيانات .
- ✓ متغير كامن لأنه يكمن في كل متغير مُقاس .
- ✓ عامل مفترض لأنه يُفترض أن يعبِّر عن المتغيرات الملاحَظة التي يتجه إليها .
- ✓ متغير خارجي لأنه لا يتأثر بمتغيرات داخل النموذج و إنما تأثره يكون بمتغيرات خارج النموذج و لم تؤخذ في الاعتبار و غير خاضعة للدراسة .
- ✓ متغير مستقل: فهو لا يتأثر بمتغيرات داخل النموذج ،و لكن يؤثر (أو ينبئ) في متغيرات أخرى داخل النموذج و هى المتغيرات التي يتجه إليها بالسهم.

- المتغيرات ***A1,A2,A3,A4,A5,A6*** : نطلق عليها العديد من المسميات منها(متغيرات ملاحَظة-مؤشرات ***indicators***-متغيرات داخلية ***endogenous*** -متغيرات تابعة ***dependent***):

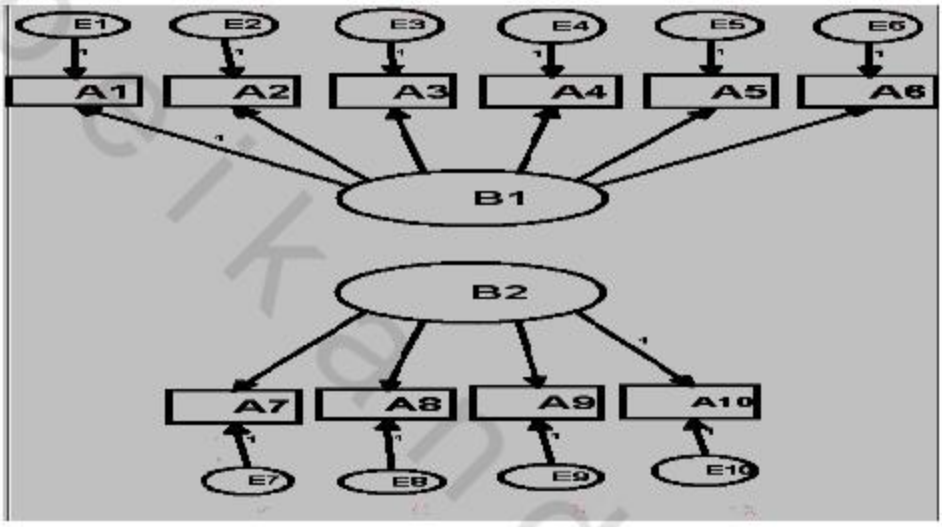
- ✓ متغيرات ملاحَظة لأنها قابلة للملاحَظة و القياس و يتم التعبير عن كل متغير منها بأرقام تمثل درجات أفراد العينة على المتغير المعني.
- ✓ مؤشرات: لأنه من خلالها نستدل على وجود العامل المفترض فهي مؤشرات للعامل .
- ✓ متغيرات داخلية لأنها تتأثر بمتغيرات داخل النموذج سواء كان المتغير ***(B)*** أو المتغيرات ***E1,E2,E3,E4,E5,E6*** .
- ✓ متغيرات تابعة :لأنها تتأثر بمتغيرات فهي دائماً ينتهي السهم عندها و لا يخرج أي سهم منها .

- المتغيرات ***E1,E2,E3,E4,E5,E6*** : نطلق عليها : متغيرات الخطأ أو متغيرات البواقي :

- ✓ متغيرات الخطأ : حيث أن العامل المفترض (المتغير الكامن) لا يفسر بمفرده المتغيرات الملاحَظة فلابد من وجود خطأ في القياس يؤخذ في الاعتبار عند قياس كل متغير ملاحَظ .

- ✓ متغيرات البواقي ***residuals*** : هناك عدد من المتغيرات يفسر المتغيرات الملاحَظة في النموذج ،و هناك عدد (متبقي) آخر لا نستطيع لسبب أو لآخر أن ندخله في النموذج لذلك نعبر عنه بهذا النوع من المتغيرات .

- نموذج مفترض يحتوى على ١٠ متغيرات ملاحَظة داخلية و متغيرين كامنين خارجيين غير مرتبطين (نموذج عاملي من الدرجة الأولى) :

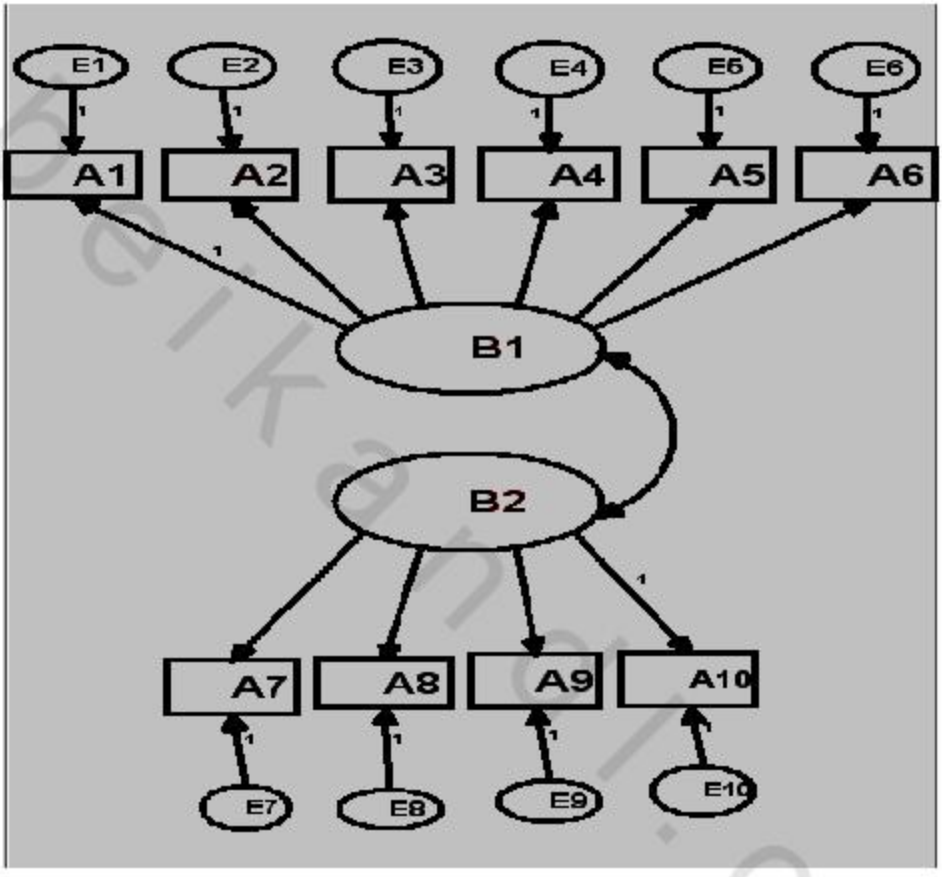


الشكل السابق يحتوي على :

- المتغيران ***B1*** و ***B2*** متغيران كامنان خارجيان مستقلان غير ملاحَظين و هما متغيران غير مرتبطين أي يفترض عدم وجود علاقة بينهما .
- المتغيرات من ***A1*** حتى ***A10*** هى متغيرات ملاحَظة داخلية تابعة .
- المتغيرات من ***E1*** حتى ***E10*** هى متغيرات الخطأ و التي من المفترض أن تؤثر في قياس المتغيرات الملاحَظة .

تدريب
لماذا هذا النموذج من الدرجة الأولى؟

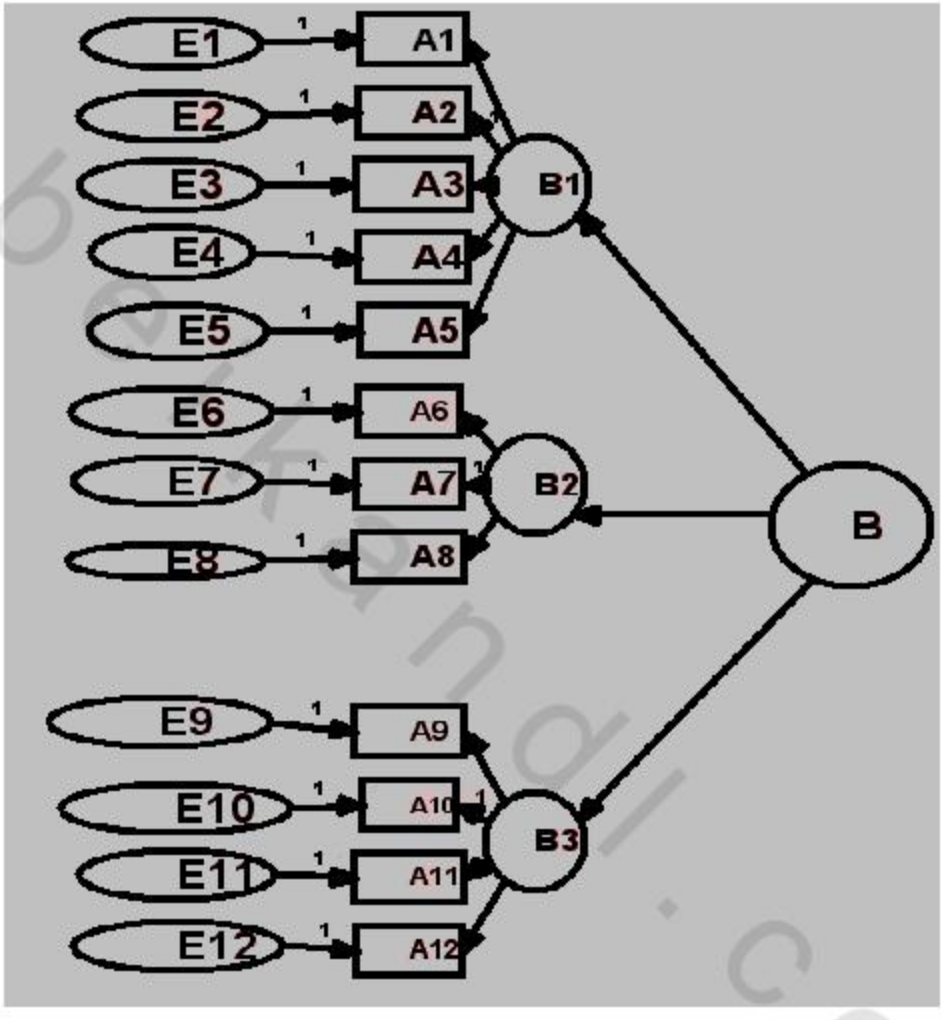
- نموذج مفترض يحتوى على ١٠ متغيرات ملاحَظة داخلية و متغيرين كامنين خارجين مرتبطين (نموذج عاملي من الدرجة الأولى) :



- نفس النموذج السابق و لكن يختلف معه في افتراض وجود ارتباط أو علاقة بين المتغيرين ***B1*** و ***B2*** .

تدريب
هل تتغير رتبة النموذج بافتراض وجود علاقة بين المتغيرين ***B1*** و ***B2*** ؟

- نموذج مفترض يحتوى على ١٢ متغير ملاحَظ داخلي و ٣ متغيرات كامنة داخلية و متغير كامن خارجي(نموذج عاملي من الدرجة الثانية).

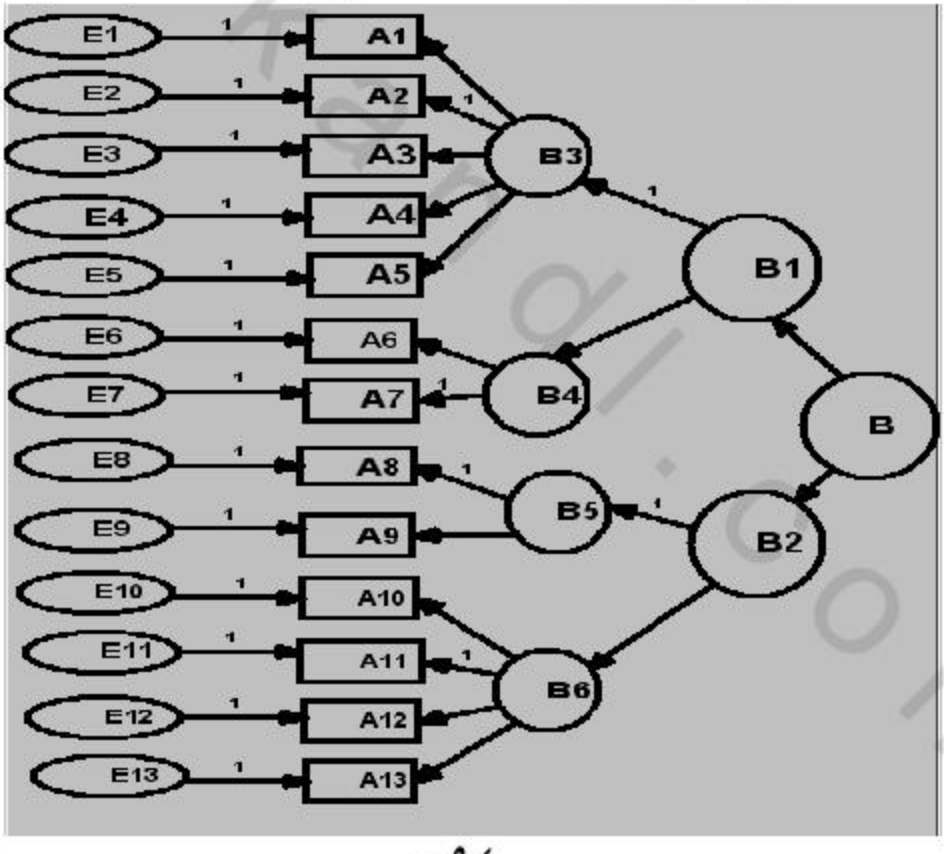


الشكل السابق يحتوي على :

- المتغير ***B*** متغير كامن خارجي مستقل غير ملاحَظ ،و هو عامل مفترض من الدرجة الثانية نظراً لتشبع عوامل الدرجة الأولى عليه و هى ***B1*** و ***B2*** و ***B3*** .

- المتغيرات ***B1*** و ***B2*** و ***B3*** متغيرات كامنة داخلية تابعة(بالنسبة للمتغير ***B***)،و مستقلة (بالنسبة للمتغيرات من ***A1*** إلى ***A12***)، كما أنها عوامل مفترضة من الدرجة الأولى نظراً لافتراض تتشبع المتغيرات الملاحَظة ***A1*** حتى ***A12*** عليها .
- المتغيرات من ***A1*** حتى ***A12*** هى متغيرات ملاحَظة داخلية تابعة كما نطلق عليها مؤشرات .
- المتغيرات من ***E1*** حتى ***E12*** هى متغيرات الخطأ و التي من المفترض أن تؤثر في قياس المتغيرات الملاحَظة .

- نموذج مفترض يحتوى على ١٣ متغير ملاحَظ داخلي و ٤ متغيرات كامنة داخلية و متغيرين كامنين داخليين و متغير كامن خارجي(نموذج عاملي من الدرجة الثالثة).



الشكل السابق يحتوي على :

- المتغير ***B*** متغير كامن خارجي مستقل غير ملاحَظ و هو عامل مفترض من الدرجة الثالثة نظراً لافتراض تشبع عاملي الدرجة الثانية عليه و هما ***B1*** و ***B2*** .
- المتغيران ***B1*** و ***B2*** هما متغيران كامنان داخليان غير ملاحَظين و هما تابعان بالنسبة للمتغير ***B*** ،كما أنهما مستقلان ،فالمتغير ***B1*** يعتبر مستقل بالنسبة للمتغيرين ***B3*** و ***B4*** ،و المتغير ***B2*** يعتبر مستقل بالنسبة للمتغيرين ***B5*** و ***B6*** ،كما أنهما عاملان مفترضان من الدرجة الثانية لافتراض تشبع عاملي الدرجة الأولى ***B3*** و ***B4*** على ***B1*** ، و ***B5*** و ***B6*** على ***B2*** .
- المتغيرات ***B3*** و ***B4*** و ***B5*** و ***B6*** هى متغيرات كامنة داخلية غير ملاحَظة و مستقلة و تابعة في نفس الوقت ،فالمتغير ***B3*** يعتبر مستقل بالنسبة للمتغيرات من ***A1*** إلى ***A5*** ، و تابع بالنسبة للمتغير ***B1*** ، و المتغير ***B4*** يعتبر مستقل بالنسبة للمتغيرين ***A6,A7*** ، و تابع بالنسبة للمتغير ***B1*** ، و المتغير ***B5*** يعتبر مستقل بالنسبة للمتغيرين ***A8,A9*** ، و تابع بالنسبة للمتغير ***B2*** ، و المتغير ***B6*** يعتبر مستقل بالنسبة للمتغيرات من ***A10*** إلى ***A13*** ، و تابع بالنسبة للمتغير ***B2*** ، كما أنها عوامل مفترضة من الدرجة الأولى نظراً لافتراض تشبع المتغيرات الملاحَظة ***A1*** حتى ***A13*** عليها،فالمتغيرات من ***A1*** إلى ***A5*** تتشبع على ***B3*** ،و المتغيران ***A6,A7*** يتشبعان على ***B4*** ، و المتغيران ***A8,A9*** يتشبعان على ***B5*** ،و المتغيرات من ***A10*** إلى ***A13*** تتشبع على ***B6*** .
- المتغيرات من ***A1*** حتى ***A13*** هى متغيرات ملاحَظة داخلية تابعة كما نطلق عليها مؤشرات كما سبق قوله.
- المتغيرات من ***E1*** حتى ***E13*** هى متغيرات الخطأ و التي من المفترض أن تؤثر في قياس المتغيرات الملاحَظة .

و يمكن ايضاح الآتي في الشكل الموضح :

- اتجاه الأسهم:يتجه من المتغير الخارجي إلى المتغير الداخلي ،كما يتجه من متغير الخطأ إلى المتغير الداخلي.
- عدد المتغيرات الكامنة :قد يمثل النموذج متغير كامن واحد فقط (غير ملاحَظ) أو أكثر من متغير كامن .

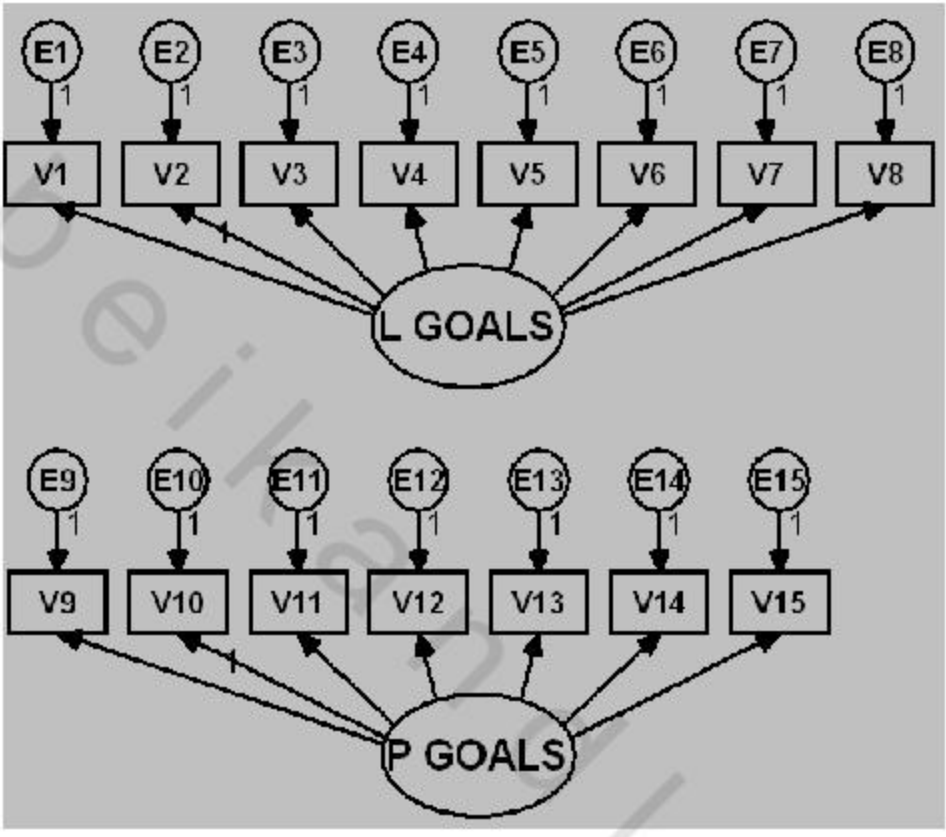
كما أوضح(***Schreiber et al.,2006,325***) أن المتغيرات الخارجية شبيهة بالمتغيرات المستقلة ،و المتغيرات الداخلية شبيهة بالمتغيرات التابعة أو متغيرات النواتج .و المتغيرات الخارجية و كذلك الداخلية يمكن أن تكون ملاحظة أو غير ملاحظة و ذلك يتوقف على النموذج المفترض ،و في سياق النمذجة البنائية التي يخضع لها التحليل العاملي التوكيدي المتغيرات الخارجية تمثل مكونات فرضية(عوامل) و التي تُظهر تأثيراً على المتغيرات الأخرى الخاضعة للدراسة و غير متأثرة بأي متغير من متغيرات النموذج ، و لذلك فهي متغيرات خارجية،أما المتغيرات الداخلية فهي تتأثر بالمتغيرات الخارجية و الداخلية الأخرى في النموذج .

كما أضاف (***Brown,2006,54***) أن المتغيرات الكامنة في التحليل العاملي التوكيدي يمكن أن تكون خارجية أو داخلية .فالمتغير الخارجي هو متغير غير متأثر بأي متغيرات أخرى في النموذج المفترض ، و هى متغيرات مستقلة أو متغيرات منبئة سببية .و بالعكس المتغير الداخلي يكون متأثراً بواحد أو أكثر من المتغيرات في النموذج حيث أن متغير أو متغيرات أخرى في النموذج تخرج تأثيرات مباشرة على المتغير الداخلي و هى متغيرات تابعة أو متغيرات محكية أي نواتج ،و مع ذلك المتغير الداخلي يمكن أن يكون سبباً لمتغير آخر في النموذج (أي يمكن أن يكون متغيراً مستقلاً).

و يمكن توضيح كيفية افتراض النموذج كأولى خطوات التحليل العاملي التوكيدي من خلال المثال التالي:

قام باحث بتصميم مقياس في توجهات الأهداف يحتوي على ١٥ بنداً أو متغيراً ملاحَظاً موزعين على مكونين أحدهما الأهداف التعلمية ***learning goals*** و

الآخر الأهداف الأدائية ***performance goals***، و ذلك بناءً على نظرية دفيك ***Dweck*** في توجهات الأهداف ،و للتحقق من الصدق العاملي للمقياس قام الباحث بافتراض النموذج التالي:



و الذي يشير إلى افتراض تشبع ٨ بنود على العامل الأول(الأهداف التعلمية ***L GOALS***) ،و افتراض تشبع ٧ بنود على العامل الثاني(الأهداف الأدائية ***P GOALS***).

تدريب
صنّف النموذج السابق من حيث :عدد المتغيرات الملاحَظة و عدد المتغيرات غير الملاحَظة و رتبة النموذج

النموذج المفترض في الدراسات و البحوث:

الدراسة	المحتوى الخاضع للتحليل	عدد المتغيرات الملاحَظة	عدد المتغيرات غير الملاحَظة	عدد المتغيرات الخارجية	رتبة النموذج
(Williams et al.,2007)	مقياس الضبط الذاتي	(٢٤)[٢٩]	٦	٦	الأولى
(Mano & Osmon,2008)	بطارية القدرات الإملائية الإدراكية البصرية	(١٤)[٣٠]	٤	١	الثانية
(هشام فتحي جاد الرب ، ٢٠٠٦)	مقياس مركز الدراسات للاكتئاب	٢٠	٥	١	الثانية
(Justicia et al.,2008)	استبيان عمليات الدراسة	٢٠	٢	٢	الأولى
(Griffith et al.,2009)	مقياس النمو بعد الإصابة	(٢١)[٣١]	١	١	الأولى

ملاحظتان

- كلما نجحنا في افتراض نموذج يتفق مع الأطر النظرية و الدراسات السابقة كلما سارت مؤشرات جودة المطابقة في اتجاه قبول النموذج.
- القيمة واحد الموضحة في الرسم هى إحدى طرق التعبير عن بارامترات النموذج بتثبيتها للقيمة واحد[٣٢] .

٢٩ افترض الباحث ٣ نماذج بنائية للمقياس منها النموذج الحالي.
٣٠ افترض الباحث ٣ نماذج بنائية للمقياس منها النموذج الحالي.
٣١ افترض الباحث ٥ نماذج بنائية للمقياس منها النموذج الحالي.
٣٢ انظر الجزء ٣-٤ .

٣-٢ :مؤشرات جودة المطابقة *Goodness-of-Fit Indices* :

هي قيم تُستخدَم للحكم على قبول نموذج مفترض من عدمه ،و هناك العديد من مؤشرات جودة المطابقة المستخدمة في هذا الصدد و التي يُظهرها برنامج ***AMOS*** أو برنامج ***LISREL*** أو أي برنامج آخر مختص بالتحليل العاملي التوكيدي،و لكن من مؤشرات جودة المطابقة التي أستخدمت بواسطة عدد لا بأس به من الباحثين: مربع كا X^2،و مؤشر جودة المطابقة ***Goodness Fit Index(GFI)*** ، و مؤشر جودة المطابقة المعدل ***Adjusted Goodness Fit Index(AGFI)*** ،و مؤشر لويس توكر ***Tucker-Lewis Index(TLI)*** ، و مؤشر الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ التقاربي ***The Root Mean Square Error of Approximation(RMSEA)*** ، ومؤشر المعلومات لأكيك ***Akaike Information Criterion(AIC)*** ، ومؤشر الصدق المتوقع ***Expected Cross-Validated Index(ECVI)*** ، و كل مؤشر له درجة قطع ***Cut-off Value*** أو ***Threshold Level*** يجب الوصول إليها أو اجتيازها لقبول النموذج في ضوئه ، و هناك عدم اتفاق بين الباحثين على قيمة درجة القطع المستخدمة لكل مؤشر ، و هى النقطة التي أشار إليها المؤلف في بحث سابق[٣٣] إلا إنه يمكن تبني درجات القطع الموضحة في الجدول التالي :

مؤشر جودة المطابقة	قيمة درجة القطع المتبناة بواسطة المؤلف
X^2/df	لكى يُقبل النموذج يجب أن تقل قيمة حاصل قسمة مربع كا على درجات الحرية ***df*** عن ٥
GFI	لكى يُقبل النموذج يجب أن تساوي قيمة ***GFI*** ٠,٩ فما فوق .
AGFI	لكى يُقبل النموذج يجب أن تساوي قيمة ***AGFI*** ٠,٨ فما فوق .

٣٣ حجاج غانم(٢٠١٠).دراسة سيكومترية لأساليب التعلم المقاسة في ضوء نموذج كولب.مجلة البحث في التربية و علم النفس بكلية التربية جامعة المنيا،٢٣(١)،١٠١-٢٠٤.

RMSEA	لكى يُقبل النموذج يجب أن تساوي قيمة ***RMSEA*** ٠,٠٦ فأقل .
TLI	لكى يُقبل النموذج يجب أن تساوي قيمة ***TLI*** ٠,٩ فما فوق .
AIC	لكى يُقبل النموذج يجب أن تقل قيمة المؤشر للنموذج المفترض عن قيمته للنموذج المشبع
ECVI	لكى يُقبل النموذج يجب أن تقل قيمة المؤشر للنموذج المفترض عن قيمته للنموذج المشبع

و يشير ***(Arbuckle,1997)*** في دليل أموس ***AMOS*** إلى أن النموذج المشبع هو أفضل نموذج ممكن ،فهو نموذج مفرغ ***vacuous*** من أية قيـــود ***constraints*** للدرجة التي تمكنه من ملائمة أية مجموعة من البيانات ملائمة تامـــة ،و يوجـــد نموذج عكسه تماما يسمى النموذج المستقل الذي يعتبر أسوأ نموذج ممكن بحيث لا يمكنه ملائمة أية مجموعة من البيانات.

ملاحظات

- يؤدي الاختلاف حول قيمة درجة القطع المقبولة لمؤشر جودة المطابقة إلى وجود ذاتية لدى بعض الباحثين في تبني درجة القطع التي تشير إلى قبول النموذج المفترض،مما يستلزم من الخبراء و المتخصصين في هذا المجال توحيد درجات القطع .
- هناك بعض مؤشرات جودة المطابقة التي يمكن عن طريقها التعرف على الفرق بين نموذجين بنائيين لمعرفة أيهما أفضل من الآخر و من هذه المؤشرات ***(ΔAIC ,ΔECVI,ΔRMSEA,ΔTLI, Δ X^2)*** حيث ***Δ*** ترمز للفرق ،و هنا يمكن القول أنه قد يكون النموذجان متداخلين ***nested*** ،أو غير متداخلين ***non-nested*** ،فلقد أوضح ***(Keith et al.,2006,115)*** أن النماذج المتداخلة هى النماذج التي يعتمد بنائها على بعضها البعض بحيث يكون هناك بنود مشتركة أو عوامل مشتركة بين النموذجين الخاضعين للاختبار بحيث أن أحدهما يكون متداخلاً ***nested*** في الآخر ،و من أمثلة ذلك عندما تتم المقارنة بين النموذج ذي العامل الواحد لمقياس وكسلر و النموذج ذي العوامل الأربعة لنفس المقياس فالنموذجين يحتويان على نفس الأبعاد ،و لكن الهدف هو مقارنة حلين عاملين مختلفين لنفس المقياس ، أما النماذج غير المتداخلة

non-nested models فهي النماذج المستقلة عن بعضها البعض أي لا يعتمد أحدهما على الآخر و من أمثلة ذلك عند مقارنة نموذجين بنائيين لمقياسين مختلفين مثل مقياس وكسلر و مقياس كاتل .

- للمقارنة بين النموذجين المتداخلين تُستخدم ***(ΔX^2)*** ،و للمقارنة بين النموذجين غير المتداخلين يمكن استخدام ***(ΔAIC ,ΔECVI,ΔRMSEA,ΔTLI)*** بحيث أن النموذج الذي يحظى بقيمة أقل في المؤشر يكون أفضل من الآخر .

٣-٣ : طرق تقدير بارامترات النموذج ***Estimation Methods of Model Parameters:***

وجدنا في التحليل العاملي الاستكشافي أن هناك العديد من الطرق و التي من خلالها يمكن استخلاص العوامل ، و عرضنا أهم هذه الطرق و أكثرها انتشاراً و هى طريقة المكونات الأساسية ، و التي تعد الخيار الافتراضي لمعظم البرامج الإحصائية الالكترونية ،و نجد أيضاً هناك العديد من الطرق التي تستخدم في التحليل العاملي التوكيدي و التي تسمى طرق تقدير معالم أو بارامترات النموذج و من هذه الطرق طريقة الأرجحية العظمي ***ML : maximum likelihood*** ،و طريقة المربعات الصغرى العامة ***GLS:generalized least square*** ، و طريقة التوزيع المتحرر من الاعتدالية ***ADF : aseptically distribution free*** و التي تسمى أيضاً طريقة المربعات الصغرى الموزونة ،و طريقة المربعات الصغرى غير الموزونة ***ULS : un weighted least square*** ،و طريقة المربعات الصغرى المتحررة من مستوى القياس ***SLS : scale free least square*** ،و غيرها من طرق التقدير الأخرى و التي تستخدم في تقدير بارامترات النموذج و نعنى ببارامترات النموذج تشبعات المتغيرات الملاحَظة على العوامل و كذلك الارتباطات بين العوامل و البنود و كذلك تباينات الخطأ و غيرها من البارامترات .

و تعد طريقة الأرجحية العظمى أشهر هذه الطرق و أكثرها انتشاراً و هي الخيار الافتراضي لمعظم البرامج الإحصائية للنمذجة البنائية و منها برنامجا ***LISREL*** و ***AMOS*** .

و لقد تحدث العديد من العلماء و الباحثين عن طرق التقدير في النمذجة البنائية، فلقد أشار ***(Schumacker& Lomax,2004,61)*** إلى أن هناك طرق مختلفة لتقدير البارامترات في نموذج المعادلة البنائية ، فالمطلوب الحصول على تقديرات لكل من البارامترات المحددة في النموذج و التي تنتج قيماً لبارامترات المصفوفة النظرية قريبة بقدر الإمكان من المصفوفة الملاحَظة بحيث يكون ناتج طرح المصفوفتين يساوى صفر و بالتالي مربع كا يساوي صفر و الذي يعني ملائمة تامة للبيانات .و تشمل عملية التقدير استخدام دالة ملاءمة خاصة لتقليل الفرق بين المصفوفتين .و هناك العديد من دوال الملاءمة أو إجراءات التقدير المتاحة .بعض الطرق تشمل ***ULS*** و ***GLS*** و ***ML*** .تقديرات ***ULS*** تعتبر ثابتة و ليس لديها افتراضات توزيعية أو اختبارات إحصائية مرتبطة و هى تعتمد على مستوى القياس.أما طريقة ***ML*** و طريقة ***GLS*** فهما متحررتان من مستوى القياس و الذي يعني أننا لو حولنا مستوى القياس لمتغير أو أكثر من متغيراتنا الملاحظة ،المتغيرات المحولة و غير المحولة ستنتج تقديرات مرتبطة ، كما أن كل من طريقتى ***ML*** و ***GLS*** تتطلبان عينة كبيرة لتحقيق عدم التحيز و تفترضان الخطية و الاستقلالية .

و فيما يتعلق بطريقة المربعات الصغرى غير الموزونة أوضح ***(Long,1992,57)*** أن طريقة ***ULS*** تعتبر غير متحيزة للعينات الكبيرة و لا تتطلب افتراضات عن التوزيع و الذي يعتبر ميزة لهذه الطريقة ،و لكن يؤخذ عليها شيئان أولهما عدم وجود اختبارات إحصائية مرتبطة بها في النموذج العاملي التوكيدي ،كما أنها تعتمد على مستوى القياس أي أن نتائجها تختلف إذا غيرنا وحدات القياس .

و تحدث ***(Curran et al.,1996,17)*** عن طريقة الأرجحية العظمى ***(ML)*** و بديل لها عندما أشاروا إلى أن طريقة ***ML*** تعد أشهر طرق تقدير البارامترات في نماذج التحليل العاملي التوكيدي ، و هى تعتمد على النظرية المعيارية ، و تقريباً كل الحزم الإحصائية تستخدم طريقة ***ML*** كخيار افتراضي في طرق التقدير ، و من هذه البرامج برنامج ***EQS*** المعد بواسطة ***Benteler*** عام ١٩٨٩ ،و برنامج ***LISREL*** المعد بواسطة ***Joreskog & Sorbom*** عام ١٩٩٣ ، و برنامج

PROC CALIS المعد بواسطة مؤسسة **SAS** عام ١٩٩٠ ،و برنامج **RAMONA** المعد بواسطة **Browne,Mels & Coward** عام ١٩٩٤ .و تحت افتراض الاعتدالية و التحديد الصحيح للنموذج و حجم عينة كاف تنتج طريقة **ML** تقديرات للبارامترات و أخطاء معيارية غير متحيزة و ثابتة و هذا ما أوضحه **Bollen** عام ١٩٨٩.و في حالة عدم توفر شرط الاعتدالية لا يمكن استخدام طريقة **ML** و البديل هو طريقة **ADF** المتحررة من التوزيع ، و هى طريقة أنشئت على يد **Browne** عامى ١٩٨٢ و ١٩٨٤ ، و هى أيضاً طريقة متاحة في بعض برامج الكمبيوتر الإحصائية مثل برنامج **EQS**، و برنامج **LISREL** و برنامج **RAMONA** و كذلك برنامج **LISCOMP** المعد بواسطة **Muthen** عام ١٩٨٧، فهي طريقة لا تتطلب الاعتدالية للبيانات .

كما أضاف **(Graham&Naglieri,2003,617)** نقلاً عن **Hu** و زملاؤه متغير حجم العينة عندما أشارا إلى أنه عند توفر شرط الخطية فإن كل من طريقتي **ML** و **scaled ML** تؤدى أفضل مع أحجام عينة فوق ٥٠٠ ،و عندما يكون حجم العينة أقل من ٥٠٠ تؤدي طريقة **GLS** أفضل بصورة طفيفة **slightly** ،أما عند عدم توفر الخطية فإن طريقتي **ML** و **GLS** تؤديان أفضل عند أحجام عينة ٢٥٠٠ فأعلى.

كما تحدث **(Kline,2005,176)** عن طريقتي المربعات الصغرى العامة **GLS** ،و المربعات الصغرى غير الموزونة **ULS** عندما أوضح أنهما تعتمدان على محك المربعات الصغرى ،فطريقة **ULS** تستلزم أن تكون كل المتغيرات الملاحَظة لها نفس التدريج أو مستوى القياس فهي غير متحررة من مستوى القياس ، ،أما طريقة **GLS** فهي ضمن عائلة كبيرة من طرق التقدير تعرف بالمربعات الصغرى الموزونة و بعض الطرق في هذه العائلة يستخدم في حالة البيانات البعيدة بدرجة حادة عن الخطية ،و هى عكس طريقة **ULS** فهي متحررة من مستوى القياس **scale-free** ، كما أنها تتسم بثبات مستوى القياس **scale-invariant** و تحت افتراض الخطية يعطيا طريقتا **GLS** و **ML** نتائج متقاربة .

كما تحدث **(Kline,2005,158-159)** عن طريقة الأرجحية العظمى **ML** عندما أوضح أنها بصفة عامة متحررة من مستوى القياس و ثابتة أيضاً بالنسبة

لمستوى القياس ،و التحرر من مستوى القياس يعني لو تَم تحويل مستوى القياس للخطية يمكن تحويل البارامتر المقدر للمتغير المحول جبرياً للمصفوفة الأصلية ،أما ثبات مستوى القياس فيعني أن قيمة دالة المطابقة لطريقة ***ML*** في عينة معينة تظل كما هى بغض النظر عن مستوى قياس المتغيرات الملاحظة .

كما أضاف ***(Brown,2006,75-76)*** أن طريقة ***ML*** بالرغم من شهرتها لها بعض القيود منها أنه لو لم يتم تحديد النموذج تحديداً صحيحاً تؤدى إلى حلول مزيفة كما أنها تتطلب بعض الافتراضات مثل كبر حجم العينة ***asymptotic*** و اتصال مستوى القياس أي من النوع الفترى و التوزيع يكون اعتدالياً ،فعدم اعتدالية التوزيع تؤثر على تقدير بارمترات النموذج مثل قيم التشبعات و تؤدى الى زيف في الأخطاء المعيارية و عدم صحة الاختبارات الإحصائية و أداء فقير لاحصاءة مربع كا ، و إذا زادت حدة عدم الاعتدالية ستنتج ***ML*** تقدير بارامترات غير صحيحة ، وإذا كان واحد أو أكثر من المتغيرات الملاحَظة ذا مستوى قياس اسمي أو كان التوزيع غير اعتدالي بدرجة حادة هنا لا يمكن استخدام ***ML*** ، و في هذه الحالة يفضل استخدام طريقة ***WLS*** و التي تعرف أيضاً بـــطريقة ***ADF*** ، كما يمكن استخدام طريقة ***ULS*** أيضاً ، كما أن طريقة ***WLS*** يمكن استخدامها في حالة البيانات المتصلة و التوزيعات غير الاعتدالية .

كما تحدث (***Mîndrilă ,2010,2***) عن طريقة الأرجحية العظمى ***ML*** ،فأشار إلى أنها تعتبر أشهر طرق التقدير ،و تأتي شهرتها من منطلق أنها خيار افتراضي في برنامج ***LISREL*** ، ،و بارامترات النموذج المتحصل عليها بواسطة هذه الطريقة تزيد احتمالية ملاحَظة بيانات المتغير إذا تم جمع البيانات مرة أخرى من المجتمع ، و طريقة التقدير هذه يُنصح بها مقارنة بطرق التقدير الأخرى التي تعتمد على النظرية المعيارية ***Normal Theory*** لأن نتائجها أقل زيفاً عندما يُساء تحديد النموذج .

و يمكن توضيح كيفية اختلاف مؤشرات جودة المطابقة للنموذج باختلاف : طرق التقدير و حجم العينة و صحة تحديد النموذج ، من خلال عرض جانب من نتائج دراسة(***Fan et al.,1999***) كما في الجدول التالي:

مؤشر جودة المطابقة و طرق التقدير / صحة النموذج و حجم العينة		GFI		AGFI	
		ML	GLS	ML	GLS
نموذج صحيح	١٠٠	٠,٩٣	٠,٩٩	٠,٨٨	٠,٨٨
	٢٠٠	٠,٩٦	٠,٩٦	٠,٩٤	٠,٩٤
	٥٠٠	٠,٩٨	٠,٩٨	٠,٩٧	٠,٩٨
	١٠٠٠	٠,٩٩	٠,٩٩	٠,٩٩	٠,٩٩
نموذج خاطئ بصورة طفيفة	١٠٠	٠,٨٨	٠,٩٠	٠,٨١	٠,٨٤
	٢٠٠	٠,٩١	٠,٩٤	٠,٨٦	٠,٩٠
	٥٠٠	٠,٩٣	٠,٩٦	٠,٩٠	٠,٩٣
	١٠٠٠	٠,٩٤	٠,٩٦	٠,٩٠	٠,٩٤
نموذج خاطئ بصورة متوسطة	١٠٠	٠,٧٥	٠,٨٨	٠,٦٢	٠,٨١
	٢٠٠	٠,٧٧	٠,٩١	٠,٦٥	٠,٨٧
	٥٠٠	٠,٧٨	٠,٩٣	٠,٦٧	٠,٩٠
	١٠٠٠	٠,٧٩	٠,٩٤	٠,٦٧	٠,٩١

كما يمكن توضيح تأثير اختلاف طرق تقدير معالم النموذج ***(ML , GLS,ULS)*** على قيمة مربع كا لعينة(٥٠٠) و لنموذج محدد تحديداً صحيحاً من خلال الجدول التالي المأخوذ من (عبد الناصر السيد عامر،٢٠٠٤) :

ML	GLS	ULS
١٤١,٥(٠,٠٣)	١٣٦,١(٠,٠٦)	١٥٥,٧(٠,٠٠)

حيث أن الرقم خارج القوس هو قيمة مربع كا ،و الرقم داخل القوس هو مستوى دلالة مربع كا .

طرق التقدير في الدراسات و البحوث:

دراسة *(Olsson et al.,2000)*	
طرق التقدير	***ML , GLS , WLS***
أساليب جمع البيانات	بيانات توليدية[٣٤].
شروط متفاعلة مع طرق تقدير	الخطية(١١ مستوى من مستويات التفرطح) –حجم العينة(١٠٠–٢٥٠–٥٠٠–١٠٠٠–٢٠٠٠)–صحة تقدير النموذج(نموذج صحيح –٣ نماذج خاطئة[٣٥])
النماذج الخاضعة للتحليل	أربعة نماذج منها نموذج صحيح و ٣ نماذج خاطئة متداخلة (٧ عوامل من الدرجة الأولى و ١٢ متغيراً ملاحَظاً).
النتائج	منها: طريقة ***GLS*** تستلزم نماذج محددة تحديداً صحيحاً و لكنها تسمح لأحجام العينات الصغيرة أن تؤدى أداءً أفضل .كما أن طريقة ***WLS*** تستلزم أيضاً نماذج محددة تحديداً صحيحاً و لكنها عكس طريقتى ***GLS*** و ***ML*** تستلزم عينات كبيرة لتؤدى أفضل .و على عكس التراث طريقة ***ML*** غير حساسة للتباين في درجة اعتدالية البيانات.

٣٤ لا توجد أساليب جمع بيانات و إنما بيانات توليدية data generation processes باستخدام الكمبيوتر.
٣٥ النموذج الصحيح هو النموذج الذي يتفق مع الواقع النظري ،أما النموذج الخاطئ هو نموذج لا يتفق مع الواقع النظري و هذا يتم بإضافة مسارات خاطئة أو حذف مسارات صحيحة من النموذج .

دراسة (Forero et al.,2009)	
طرق التقدير	DWLS(diagonally weighted least squares) , ULS
أساليب جمع البيانات	بيانات توليدية.
شروط متفاعلة مع طرق تقدير	٣٢٤ ظرف مختلف:٣ حجم العينة(٢٠٠-٥٠٠-٢٠٠٠) ×٢ مستوى من تعددية العوامل(عامل واحد-ثلاثة عوامل)×٣ طول الاختبار(٩-٢١-٤٢)×٣ تشبعات للعوامل(٠,٤، ٠,٦، ٠,٨) ×٦ أنماط من البنود(٣ بنود ثنائية البدائل،و ٣ بنود خماسية البدائل بمستويات مختلفة من الالتواء و التفرطح لكل بند).
النماذج الخاضعة للتحليل	٣ نماذج متعامدة بستة مستويات لعدد المتغيرات الملاحَظة الممثلة لكل عامل (٣-٧-٩-١٤-٢١-٤٢) .
النتائج	منها: بصفة عامة طريقة ULS تعطي نتائج أكثر دقة مقارنة بطريقة DWLS في حالة البيانات الرتبية .و لكن يجب تجنب الشروط التالية :عدد أقل من المتغيرات الملاحَظة(٣) لكل عامل -البنود الثنائية-التشبع المنخفض أقل من ٠،٤ -التواء عال≥١،٥ -حجم عينة صغير يتراوح حول ٢٠٠ .

دراسة (Fan et al.,1999)	
طرق التقدير	ML , GLS
أساليب جمع البيانات	بيانات توليدية

شروط متفاعلة مع طرق تقدير	حجم العينة (١٠٠-٢٠٠-٥٠٠-١٠٠٠) -صحة تحديد النموذج(نموذج صحيح-نموذج خاطئ بصورة طفيفة-نموذج خاطئ بصورة متوسطة)
النماذج الخاضعة للتحليل	٣ نماذج :نموذج صحيح و نموذجان خاطئان بأحجام مختلفة من العينات،النموذج الأساسي عاملان مرتبطان و ٦ متغيرات ملاحَظة
النتائج	منها: اختلاف طريقة التقدير يؤثر بصورة قوية على قيم مؤشرات جودة المطابقة ،و هذا التأثير يبدو غير واضح في حالة النماذج الصحيحة و الخاطئة بصورة طفيفة أما النماذج الخاطئة بصورة أشد فيتضح هذا التأثير بصورة قوية .

دراسة ***(Mîndrilă ,2010)***	
طرق التقدير	***ML, DWLS***
أساليب جمع البيانات	بيانات توليدية.
شروط متفاعلة مع طرق تقدير	(بيانات خطية متصلة -بيانات خطية غير متصلة ثلاثية التصنيف-بيانات غير خطية غير متصلة ثلاثية التصنيف-بيانات خطية غير متصلة سباعية التصنيف-بيانات غير خطية غير متصلة سباعية التصنيف)
النماذج الخاضعة للتحليل	منها: ٥ نماذج كل نموذج ٤ عوامل مرتبطة و ٢٠ متغير ملاحَظ (كل عامل تتشبع عليه ٥ متغيرات) ، و النماذج الخمسة منها نموذج لديه خصائص المنحنى الطبيعي و البيانات المتصلة و هو النموذج الذي يعبر عن الحالة المثالية ،و

	النماذج الأربعة الأخرى تتكون من بيانات رتبية اثنان منهم ثلاثية التصنيف (توزيع طبيعي –توزيع غير طبيعي) و الاثنان الآخران سباعية التصنيف(توزيع طبيعي– توزيع غير طبيعي).
النتائج	منها : طريقة ***ML*** تعطي نتائج دقيقة عندما تكون البيانات متصلة و موزعة توزيعاً طبيعياً،و في المقابل تعطي طريقة ***DWLS*** تقديرات بارامتر أكثر دقة في حالة انتهاك شرطي الاتصال و المعيارية .

دراسة ***(Curran et al.,1996)***	
طرق التقدير	***ML , ADF ,SB(Satorra-Bentler rescaled)***
أساليب جمع البيانات	بيانات توليدية.
شروط متفاعلة مع طرق تقدير	تحديد النموذج (صحيح–خاطئ) –حجم العينة(١٠٠–٢٠٠–٥٠٠–١٠٠٠) –الخطية(خطي–غير خطي بدرجة معتدلة–غير خطي بدرجة حادة).
النماذج الخاضعة للتحليل	٤ نماذج كل نموذج ثلاثي العوامل المرتبطة ،و ٣ متغيرات ملاحَظة لكل عامل ، منها اثنان محددان تحديداً صحيحاً و اثنان محددان تحديداً خاطئاً تحت ظروف متنوعة من الخطية و حجم العينة.
النتائج	منها: طريقتا ***ML*** و ***SB*** تعطى بيانات غير زائفة تحت النماذج المحددة تحديداً صحيحاً و التوزيعات الاعتدالية و كل أحجام العينات ،بينما طريقة ***ADF*** تعتبر زائفة و متحيزة في كل الظروف ما عدا أحجام العينات الكبيرة .

دراسة (عبد الناصر عامر،٢٠٠٤)	
طرق التقدير	***ULS , GLS , ML***
أساليب جمع البيانات	بيانات مأخوذة من دراسة سابقة لنفس الباحث
شروط متفاعلة مع طرق تقدير	تحديد النموذج(تحديد صحيح-تحديد خاطئ بدرجة خفيفة-تحديد خاطئ بدرجة متوسطة-تحديد خاطئ بدرجة شديدة)-حجم العينة(٥٠-١٠٠-٢٠٠-٢٥٠-٥٠٠).
النماذج الخاضعة للتحليل	نموذج واحد مكون من ٦ عوامل مرتبطة يتشبع عليها ١٧ متغير ملاحَظ ،بمعدل ٣ متغيرات ملاحَظة لكل عامل باستثناء عامل واحد يتشبع عليه متغيران ملاحَظان .
النتائج	منها:مؤشرات جودة المطابقة المطلقة , ***(GFI AGFI,RMSEA)*** لا تختلف قيمها باختلاف طرق التقدير الثلاث الخاضعة للدراسة ،أما المؤشرات المتزايدة ***(CFI,NNFI,NFI)*** تختلف باختلاف طرق التقدير .كما أن طريقتي التقدير ***ML*** و ***ULS*** أكثر حساسية لسوء تحديد النموذج من طريقة ***GLS***.و مؤشر ***RMSEA*** تكون قيمته أكثر استقراراً باستخدام ***ULS*** في حالة حجم عينة ٢٠٠ فأكثر .

ملاحظات

- الشروط المطلوب توافرها لاستخدام طرق تقدير بارامترات النموذج لا يتم مراعاتها بدرجة أو بأخرى في الدراسات و البحوث .
- هناك خصائص كثيرة تتفاعل مع بعضها البعض لتؤثر على بارامترات النموذج المتحصل عليها ، و كذلك على مؤشرات جودة المطابقة و من هذه

الخصائص على سبيل المثال و ليس الحصر:نوع طريقة التقدير-حجم العينة -توزيع البيانات-مستوى القياس-صحة تحديد النموذج .

- في معظم الدراسات و البحوث التي تعرضت لطرق تقدير البارامترات في النمذجة البنائية تم توليد البيانات باستخدام الكمبيوتر و هذا بسبب كبر حجم العينة (و الذي يصل إلى ٢٠٠٠ حالة في جانب من هذه الدراسات) .

٣-٤ : قيود البارامترات:

أوضح كل من ***(Raykov& Marcoulides,2006,17-21)*** أن هناك ٣ أنواع من بارامترات النموذج و التي تعد مهمة في إدارة تحليل النمذجة البنائية، و هي بارامترات حرة و بارامترات مثبتة و بارامترات مقيدة .و كل البارامترات يتم تحديدها بالاعتماد على ٦ قواعد هى: كل التباينات للمتغيرات المستقلة تعتبر بارامترات في النموذج -كل الارتباطات بين المتغيرات المستقلة تعتبر بارامترات في النموذج إلا إذا دعت النظرية لعدم وجود علاقة أو وجود ارتباط بقيمة معينة-كل تشبعات العامل التي تربط الكامن بالمؤشر تعتبر بارامترات بالنموذج إلا إذا دعت النظرية بعدم وجود تشبع ،أو كان هذا التشبع يساوى قيمة معينة -كل معاملات الانحدار بين المتغيرات الملاحظة أو الكامنة تعتبر بارامترات نموذج إلا إذا دعت النظرية بعدم وجود انحدار أو كان هذا الانحدار يساوي قيمة معينة-تباينات المتغيرات التابعة و الارتباطات بينهم و كذلك الارتباطات بين المتغيرات المستقلة و المتغيرات التابعة ليست بارامترات نموذج لأن هذه القيم ممثلة في بارامترات أخرى للنموذج-لكل متغير كامن متضمن في النموذج آلية قياس ***metric*** يجب أن تُحدد لعدم وجود مقياس طبيعي لأي متغير كامن بعكس المتغير الملاحَظ، و إذا لم تُحدد آلية القياس للمتغير الكامن سيظل مقياسه غير محدد و بالتتابع سيؤدي هذا لمشكلات متعلقة بتقدير النموذج و بارامترات غير محددة ، فلكل متغير كامن مستقل متضَمن في النموذج آلية القياس يمكن تثبيتها بإحدى طريقتين متكافئتين لهذا الغرض إما تباينه يؤسس ليكون مقدار ثابت عادة القيمة ١ أو مسار خارج من المتغير الكامن مؤسس

ليكون أيضاً مقدار ثابت قيمته ١ .بالنسبة للمتغيرات الكامنة التابعة هذا التثبيت القياسي ***metric fixing*** يتحقق بتأسيس مسار خارج من المتغير الكامن قيمته تساوي ١ .

كما أوضح (***Brown,2006,237***) أن البارامترات في التحليل العاملي التوكيدي يمكن أن تُقدر بصورة حرة أو مثبتة أو مقيدة .البارامتر الحر غير معروف ،و الباحث يسمح للتحليل بإيجاد قيمته المثالية و التي تقلل الفروق بين المصفوفتين الملاحَظة و المنبئة.البارامتر المثبت يعاد تحديده بواسطة الباحث لكي يكون قيمة معينة و بصورة شائعة إما ١ أو ٠ .أما البارامتر المقيد مثل البارامتر الحر فهو غير معروف و مع ذلك ليس حراً لتحديد أي قيمة و لكن تحديد قيود معينة على القيم التي ستُحدد ،و أشهر شكل شائع للبارامترات المقيدة هى القيود المتساوية و التي فيها البارامترات تُقيَّد لتكون متساوية في القيم.

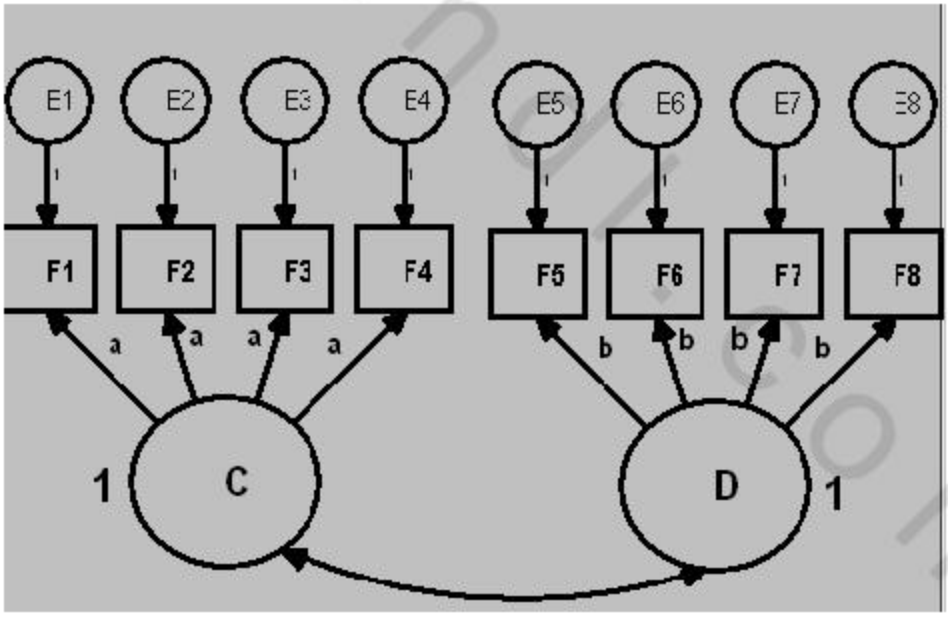
كما أضاف كل من (***Wegener & Fabrigar,2000,420***) بالقول أن الخطة الأولى في تنفيذ ***CFA*** هو تحديد النموذج لكى يكون خاضعاً للاختبار ، حيث يصبح لزاماً على الباحث أن يحدد النموذج رياضياً بتوضيح أي البارامترات حرة و هى البارامترات بقيم غير معرفة و تُقدر من البيانات و تشمل التشبعات و التباينات الخاصة(أخطاء القياس) و الارتباطات البينية بين العوامل ،و أي البارامترات مثبتة و هى التي تثبت على قيمة رقمية معينة ،و أي البارامترات مقيدة و هى قيم غير معروفة و لكن ينبغي أن تكون محددة بعلاقة رياضية معينة ببارامتر أو أكثر .

و سار في نفس الاتجاه (***Waltz et al.,2010,172***) عندما أشاروا إلى أن البارامترات في التحليل العاملي التوكيدي يمكن أن تكون حرة أو مثبتة أو مقيدة ،البارامترات الحرة قيمها غير معروفة و ينبغي أن تُقدَّر، بينما البارامترات المثبتة تؤسس على قيمة ثابتة بواسطة الباحث و لا تُقدَّر ،أما البارامترات المقيدة فهي تُقيَّد لتكون كلها ثابتة و ينبغي أن تُقدَّر ، فربما يفترض مؤسس الاختبار أن كل التشبعات على العامل متساوية و الذي يسمى ***tau-equivalent measure*** ،أو ربما يفترض الباحث أن الارتباطات بين كل عاملين متساوية .فالمتغيرات

المقيدة ليست مثبتة بصورة كلية لأنه ينبغي أن تقدر ،و ليست حرة بصورة كلية لأنها مقيدة بخاصية التساوي ، و استكمالاً لذلك أوضح أن كل متغير كامن ينبغي أن يكون له آلية قياس ***measurement scale set*** ،و هذا ضروري لأن المتغيرات الكامنة ليست ملاحَظة و لذلك ليس لها مقياس ،و عادة يتم عمل هذا النظام القياسي بجعل تشبع مؤشر واحد (متغير ملاحَظ) لكل متغير كامن يساوي ١ ،و هذا يعني أنه بزيادة نقطة واحدة في العامل يأتي انعكاساً في زيادة نقطة واحدة في المؤشر المرجعي .هذه العملية في تأسيس المقياس ***setting the scale*** تخفض عدد البارامترات التي سوف تُقدَّر .

و تأييداً لذلك أوضح ***(Schumacker & lomax,2004,60)*** أنه للتغلب على مشكلة قياس المتغير الكامن إما نضع تشبع لمؤشر واحد فقط مقداره ١ ،أو نضع تباين كل متغير كامن بـــ ١ ، و ذلك سيتغلب على عدم الحتمية ***indeterminacy*** بين تباين المتغير الكامن و تشبعات المتغيرات الملاحَظة على هذا المتغير الكامن .

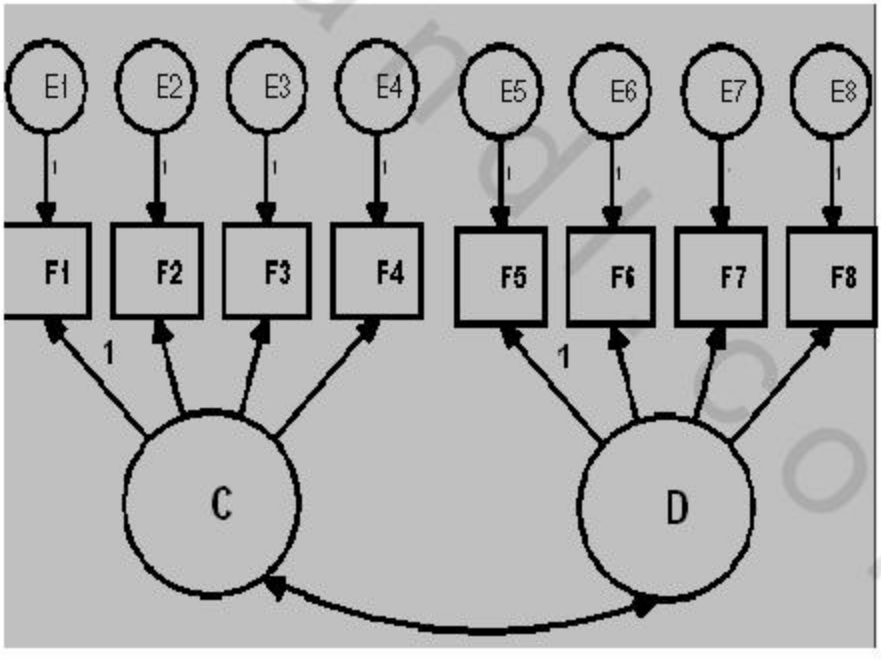
و يمكن توضيح البارامترات من خلال الشكل التالي:



يحتوى الشكل السابق على :

- ٩ بارامترات حرة هى: بارامتر (الارتباط بين المتغيرين الكامنين ***C , D***) ،و ٨ بارامترات لتباينات الأخطاء الثمانية ***(E1 to E8)*** فهذه البارامترات التسعة يقوم التحليل الإحصائي بحسابها و لذلك فهى حرة .
- ١٠ بارامترات مثبتة تم تحديدها على النموذج و هى :٨ تشبعات للأخطاء الثمانية على المتغيرات الملاحَظة الثمانية و هى مثبتة لـــ١ ،و أيضاً تباينا العاملين المفترضين مثبتان لـــ١ لعمل تأسيس قياسي للمتغيرين الكامنين.
- ٨ بارامترات مقيدة و هى تشبعات المتغيرات الملاحَظة الثمانية على العاملين المفترضين حيث تم قيدهم بحيث تتساوى تشبعات المتغيرات الملاحَظة المتشبعة على نفس العامل .

أما في حالة عدم تقييد البارامترات و جعلها حرة يصبح الشكل كالتالي:



و في هذه الحالة يصبح هناك:

- ١٧ بارامتر حر: بارامتر (الارتباط بين المتغيرين الكامنين ***C , D***) ،و ٨ بارامترات لتباينات الأخطاء الثمانية ***E1 to E8*** ، و تباينا المتغيرين الكامنين ،و تشبعات المتغيرات الملاحظة الستة ، و ذلك بعد استبعاد تشبعي المتغيرين الملاحَظين الذين تم تثبيتهما لـــ ١، فهذه البارامترات السبعة عشر يقوم التحليل الإحصائي بحسابها و لذلك فهي حرة .
- ١٠ بارمترات مثبتة تم تحديدها على النموذج و هى :٨ تشبعات للأخطاء الثمانية على المتغيرات الملاحَظة الثمانية و هى مثبتة لـــ١ ،و أيضاً تشبعا المتغيرين الملاحَظين الذين تم تثبيتهما لـــ ١ .

البارامترات الحرة و المثبتة و المقيدة في الدراسات و البحوث:

دراسة (هشام فتحي جاد الرب،٢٠٠٦)	
المحتوى الخاضع للتحليل	مقياس مركز الدراسات الوبائية للاكتئاب
البارامترات الحرة	منها تباينات ٤ عوامل من الدرجة الأولى
البارامترات المثبتة	منها تباينات ٢٤ متغير خطأ ،و التي تم تثبيتها لواحد .
البارامترات المقيدة	قام في أحد النماذج بوضع قيود تَساوي قيم تقديرات بارامترات تشبعات المتغيرات الملاحَظة على العوامل

دراسة (Mano & Osmon,2008)	
المحتوى الخاضع للتحليل	مقياس قدرات القراءة البصرية الإدراكية
البارامترات الحرة	منها تشبعات ١٤ متغير ملاحَظ على ٣ عوامل منها(٦ على العامل الأول–٣ على العامل الثاني–٥ على العامل الثالث).
البارامترات المثبتة	منها تباين العامل الوحيد في النموذج(من الدرجة الثانية) حيث تم تثبيته لواحد
البارامترات المقيدة	لا توجد بارامترات مقيدة

دراسة (Pandolfi et al.,2009)	
المحتوى الخاضع للتحليل	مقياس المعايير القومية المطلوب توافرها لدى المعلم المبتدئ
البارامترات الحرة	منها الارتباطات بين العوامل الثلاثة في النموذج
البارامترات المثبتة	منها تباينات العوامل الثلاثة و التي تم تثبيتها لواحد
البارامترات المقيدة	لا توجد بارامترات مقيدة

دراسة (Lim et al.,2007)	
المحتوى الخاضع للتحليل	مقياس اضطراب حدة الهلع
البارامترات الحرة	منها تباينات العوامل المفترضة
البارامترات المثبتة	منها تباينات الأخطاء و التي تم تثبيتها لواحد .
البارامترات المقيدة	تم تقييد تشبعات البنود على العوامل المفترضة لتكون متساوية

ملاحظات

- يتم تقييد البارامترات بناءً على خلفية نظرية تؤيد ذلك .
- البارامترات الحرة و التي تُترك للبرنامج الإحصائي لتحديدها تعتبر من خصائص النموذج و معالمه التي تعطي ملامح تفسيرية للنموذج .
- يتم تثبيت البارامترات المرتبطة بالمتغيرات الكامنة(غير الملاحَظة) أو (غير المقاسة) لإكسابها صفة القياس حتى يكون النموذج المفترض قابل للمعالجة.

٣-٥ : مؤشرات التعديل *Modification indices* و الصورة النهائية للنموذج:

النموذج النظري الذي يتم اختباره قد لا يحظى بمؤشرات جودة مطابقة مقبولة ،و هنا يتوفر للباحث خيارات تعديل للوصول إلى أفضل نموذج يمكن من خلاله تحقيق أفضل مؤشرات جودة مطابقة ، و يتم إجراء هذا التعديل وفقاً لما يسمى مؤشرات التعديل و هى مرتبطة بالبارامترات المثبتة أو المقيدة بعد تحريرها .

فلقد أوضح ***(Schumacker & Lomax ,2004,163)*** أن الخطوة النهائية في نمذجة المعادلات البنائية هو تعديل النموذج الذي يحظى بمؤشرات جودة ملاءمة ضعيفة ، و هو ما يسمى بمؤشرات التعديل ، و يحدث هذا عندما يكتشف الباحث أن ملائمة النموذج أقل مما هو مرضي .

كما أضاف ***(Long,1992,69)*** نقلاً عن ***Joreskog & Sorbon*** عام ١٩٨١ بالقول أن مؤشر التعديل مساوي للتناقص المتوقع في مربع كا لو قيد وحيد تم تحريره ،و التناقص الحقيقي في مربع كا يكون أعلى من القيمة المحددة(٤)[٣٦] ،و لا يتم عرض القيم الأصغر ،و التحسن الأكبر في ملائمة النموذج يتم الحصول عليه من تحرير البارامتر مع أعلى مؤشر تعديل . و سبب اختيار القيمة ٤ كحد فاصل لتعديل النموذج هو أن تحرير بارامتر وحيد ينتج تناقص درجة واحدة في درجات الحرية، فلو قيمة مؤشر التعديل لبارامتر لم تتعدى ٣،٨٤ فإن القيمة الحرجة لمربع كا عند مستوى ٠،٠٥ مع درجة حرية وحيدة لم يعطي تحسن في النموذج من تحرير هذا البارامتر ،و على ذلك التحسن يبدأ من مؤشر تعديل لا يقل عن ٤ [٣٧].

كما أضاف ***(Brown,2006,119)*** أن مؤشرات التعديل يمكن حسابها لكل بارامتر مثبت (مثل تباينات الأخطاء و هى بارامترات مثبتة لصفر) ، و كذلك تحسب لكل بارامتر مقيد في النموذج (مثل البارامترات المقيدة لكى تكون متساوية). و مؤشرات التعديل تعكس تقريب لكيفية تناقص النموذج الكلي عن طريق إحصاءة مربع كا بتحرير البارامترات المقيدة أو المثبتة و جعلها حرة .

كما أشار ***(Chen,2009,291)*** إلى الجانب السيكولوجي في مؤشرات التعديل عندما أوضح أن مؤشرات التعديل تُختبر لإعادة تحديد النموذج سواء بحذف أو إضافة مسارات للنموذج ، لو حذف أو إضافة مسار من الناحية التجريبية

---

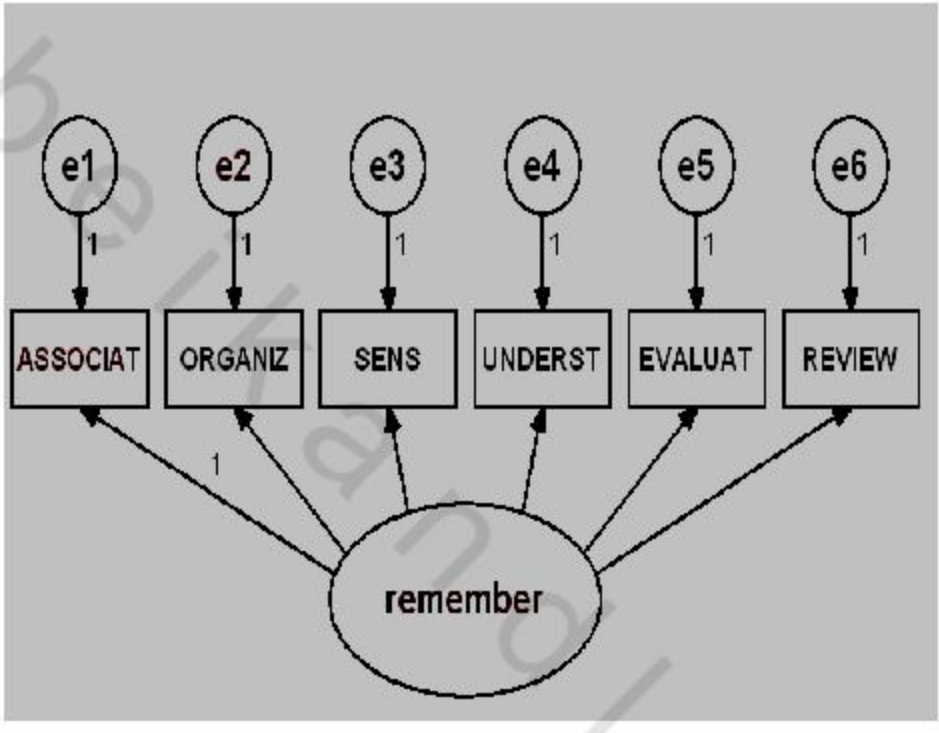
٣٦ هذه القيمة تساوي ٤ في معظم البرامج الإحصائية ،و لذلك يتم حجب القيم الأصغر من ٤ عند اختيار هذه القيمة ،و الإبقاء فقط على القيم التي تساوي ٤ فما فوق .

٣٧ في معظم الحالات لا يحتاج الباحث لهذه القيمة لأنه يعدّل النموذج في ضوء أعلى مؤشر تعديل و الذي غالباً يتعدى هذه القيمة بمراحل .

للنموذج غير مدعم من الناحية النظرية حينئذ الحذف أو الإضافة لا يؤخَذ في الاعتبار .

و يمكن توضيح فكرة تعديل النموذج من خلال المثال التالي:

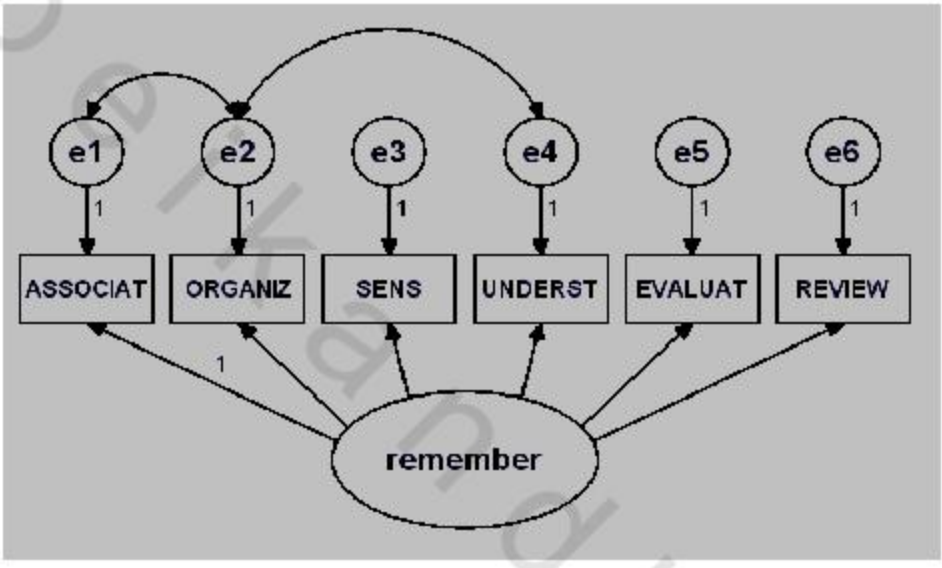
لنفترض أن أحد الباحثين حاول اختبار النموذج التالي[٣٨]:



بمعالجة النموذج السابق لوحظ اتسامه بمؤشرات جودة مطابقة غير مقبولة في معظمها ، لذلك تم إجراء تعديل على النموذج و اقترح البرنامج العديد من التعديلات و التي ستسهم في زيادة ملاءمة النموذج ، و كان الاقتراح الذي حظي بأكبر مؤشر تعديل هو إضافة ارتباط بين متغيريي الخطأ للمتغيرين الملاحَظين **organiz , associat** ،و بعد إجراء التعديل و إعادة تحليل النموذج تمَّ تحسين مؤشرات جودة المطابقة و لكن بعضها(خاصة ***RMSEA , ECVI, AIC***) لم

٣٨ لمزيد من التفاصيل انظر المثال الثالث في الفصل الثاني .

يحقق القدر المطلوب لقبول المؤشر ،لذلك تَّم النظر مرة أخرى في مؤشرات التعديل الجديدة ،و تمَّ الأخذ بالاقتراح الذي حظي بأعلى مؤشر تعديل و هو إضافة ارتباط بين متغيريي خطأ القياس للمتغيرين **organiz , underst** ،و الذي أسهم مع التعديل السابق في تحسين مؤشرات جودة المطابقة ووصولها للقدر المطلوب،و لم يقترح التحليل أي مسارات يمكن حذفها أو إضافتها من النموذج ،و كذلك لم يقترح التحليل أي تعديل على التباين ،و شكل النموذج بعد التعديل موضح كالتالي :



و الجدول التالي يوضح مؤشرات جودة المطابقة قبل و بعد التعديل :

مؤشرات جودة المطابقة	النموذج قبل التعديل	النموذج بعد التعديل
^2X /df	٥,١٨٧=٩/٤٦,٦٨٣=	١,١٧٧=٧/٨,٢٣٦=
RMSEA	٠,١٣٠	٠,٠٢٧
GFI	٠,٩٤٥	٠,٩٨٩

AGFI	٠,٨٧٣	٠,٩٦٧
AIC	النموذج الأصلي=٧٠,٦٨٣ النموذج المشبع=٤٢	النموذج الأصلي=٣٦,٢٣٦ النموذج المشبع=٤٢
ECVI	النموذج الأصلي=٠,٢٨٤ النموذج المشبع=٠,١٦٩	النموذج الأصلي=٠,١٤٦ النموذج المشبع=٠,١٦٩

و الذي يتضح منه تحسن مؤشرات جودة المطابقة ومن ثم النموذج بعد التعديل.

مؤشرات التعديل في الدراسات و البحوث:

الدراسة	المحتوى الخاضع للتحليل	مؤشرات التعديل
(Williams et al.,2007)	مقياس الضبط الذاتي	تم تعديل النموذج بحذف بندين منه ،و لكن لم يتم التوصل لنموذج أفضل من السابق
(Cooper & Aucote,2009)	مقياس النتائج النفسية	تم تعديل النموذج بإضافة ارتباط بين خطأ البند ١٠ و خطأ البند ١١ لوجود تشابه بين محتوى البندين ،و تم الوصول لنموذج أفضل من السابق.
(هشام فتحي جاد الرب،٢٠٠٦)	مقياس مركز الدراسات للاكتئاب	تم إضافة العلاقة بين البواقي الخاصة بعامل التأثيرات الإيجابية و عامل الأعراض الجسمية .و الذي أسهم في تحسين النموذج.
(Lim et al.,2007)	مقياس الالتزام التنظيمي ثلاثي الأبعاد	تم تعديل النموذج بحذف بندين لديهما تشبعان منخفضان على عامليهما ،و تحويل مسار عامل لعامل آخر نتيجة ارتباطه الكبير ببنود العامل الثاني و ارتباطه الضعيف ببنود العامل الأول.

ملاحظتان

- يجب الحذر عند إجراء تعديل النموذج ،بحيث لا يجب الانصياع لقرارات التحليل إلا إذا كان ذلك متفقاً مع الواقع النظري و السيكولوجي.
- هناك درجات قطع مرتبطة بمؤشر التعديل و التي في ضوئها تظهر مقترحات التعديل و لكن أشهر درجات القطع هو القيمة ٤ .

٤- حجم العينة و عدد المتغيرات الملاحَظة(البنود) و التحليل العاملي :*Sample Size ,Number of Items and Factor Analysis*

هناك العديد من الظروف السيكومترية التي تؤثّر في نتيجة التحليل العاملي و مخرجاته ،منها حجم العينة ***sample size*** و عدد البنود، حيث يلعب عدد الأفراد المُطبَّق عليهم مقاييس المتغيرات الملاحَظة دوراً رئيسياً في تغيير نتيجة التحليل العاملي ،فإذا طبقنا مقياساً في مهارات التعلم مثلا ، و طبقنا المقياس في ٣ مواقف متشابهة في كل شيء ما عدا عدد أفراد العينة ،حيث كانت (٢٠٠- ٤٠٠ -٥٥٠) على الترتيب ،و أجرينا التحليل العاملي بنفس المواصفات (طريقة و محكات و غيرها ...لكل عدد) ،بالطبع سنجد اختلافاً في نتائج التحليل ،بالرغم من أنه لنفس المقياس .هذا ما دعا عدد كبير من الباحثين إلى توخي الحذر عند تحديد عدد أفراد العينة المستخدم في التحليل العاملي ،و إلى اختيار آلية مقننة تربط بين عدد أفراد العينة و عدد بنود المقياس (أو عدد المتغيرات الملاحَظة) في صورة نسبة البند إلى عدد المفحوصين، فلقد أشار ***(MacCallum et al.,2001,636)*** إلى أن نسبة عدد الأفراد للبند ٤ : ١ أو أعلى ، أي ٤ مفحوصين(أو أعلى) لكل لبند تعتبر نسبة جيدة لتحقيق تحليل عاملي جيد ،كما أضاف ***(Nasser et al.,1998)*** أن نسبة المفحوصين للبند يجب ألا تقل عن ٥ : ١ للتحديد الحقيقي لعدد العوامل في التحليل العاملي .

فلو كان لدينا مقياس مكوَّن من ٤٠ بنداً ،و أردنا إجراء تحليل عاملي عليه ،هنا يفضل ألا يقل حجم العينة عن (١٦٠) فرداً في حالة تبنينا النسبة ٤ : ١ ،أو (٢٠٠) فرداً في حالة تبنينا النسبة ٥ : ١ .