# دقة الشبكة السيكومترية والتحليل العاملي في الكشف عن البنية الداخلية في المقاييس النفسية

**أ.د/ سليمان محمد سليمان**

أستاذ علم النفس التربوي

كلية التربية – جامعة بني سويف

**المجلة الدولية للعلوم التربوية والتكنولوجية والتنمية**

**المجلد الثاني– العدد الرابع– مسلسل العدد (٥) – أكتوبر ٢٠٢٤م**

**ISSN-Print: 3009-7851 ISSN-Online: 3009-7444**

**موقع المجلة عبر بنك المعرفة المصري** https://ijsetd.journals.ekb.eg

**البريد الإلكتروني للمجلة E-mail** IJESTD@foe.zu.edu.eg

# دقة الشبكة السيكومترية والتحليل العاملي في الكشف عن البنية الداخلية في المقاييس النفسية

**أ.د/ سليمان محمد سليمان**

أستاذ علم النفس التربوي

كلية التربية – جامعة بني سويف

**مقدمة**

يعتبر الصدق أهم خاصية من خصائص القياس، وبه يتم التحقق من صحة الاستدلالات التي يتوصل اليها الباحث من درجات المقاييس، من حيث فائدتها ومعناها (أبو علام، ٢٠٠٦)، ويمكن اعتبار المقياس صادقا عند قياسه ما أعد لقياسه، ويقابل مفهوم الصدق مفهوم الدقة Accurate (عودة، ٢٠١٠)، فهو يعكس إلى أي مدى يمكن للمقياس تلبية الأغراض والاستعمالات الخاصة التي تم تصميمه من أجلها. ويعتبر صدق أداة القياس صفة نسبية؛ حيث لا يوجد مقياس صالح في كل المواقف، لكن صدق المقياس يتوقف على وظيفته والغرض منه، فالاختبار الذي تم إعداده بغرض التنبؤ من الممكن ألا يعمل بنفس درجة الصدق في التشخيص (ميخائيل، ٢٠١٥).

ورغم ظهور مصطلحات عدة تعبر عن طرائق مختلفة لحساب الصدق، والموسومة اصطلاحا بـ "أنواع الصدق"، فإنه ينبغي التأكيد هنا على أنه لا وجود لأنواع مختلفة للصدق؛ فالصدق مفهوم مجرد وفريد وذو أبعاد عديدة، ولهذا فإن هنالك طرق عديدة للتحقق منه، وهذه الطرق لا تمثل بدائل لبعضها البعض، ولكن كل واحدة منها تجمع نوع معين من الأدلة التي تبرز جانبا من جوانب الصدق (الجمعية الأمريكية لعلم النفس ورابطة البحث التربوي الأمريكية و المجلس الوطني للقياس في التربية (American Educational Research Association, American Psychological Association, & National Council of Measurement in Education (APA, AERA& NCME),2014)، ومن الجدير ذكره أن هناك تصنيفات عديدة لطرق حساب الصدق، إلا أن التصنيف الأكثر شيوعا في أدبيات ومراجع القياس والتقويم العربية بحسب الحربي (٢٠٢١) يضعها في ثلاث فئات رئيسية، هي:

١. ما يرتبط بالمحتوى Content validity، ونعني به مدى سلامة تمثيل فقرات المقياس للمجال المستهدف، ولذا فإنه لابد من تحديد هذا المجال وعناصره بوضوح، ومن ثم بناء مجموعة من الفقرات، ثم مقارنة الفقرات بالمواصفات التي تحدد المجال. وصدق المحتوى له بعدان:

- **البعد الأول** هو الصدق الظاهري، المرتبط بمدى وضوح المحتوى بالنسبة للمفحوصين، من حيث: سهولة القراءة، والتنسيق واتساق الأسلوب، ووضوح اللغة المستخدمة، وإلى أي مدى تبدو الفقرات مرتبطة بالهدف الذي صممت من أجله **أداة القياس** من وجهة نظر المفحوصين.
- **البعد الثاني** فهو الصدق العيني، والمعني بتقدير مدى تمثيل الفقرات للمجال المحدد بجدول المواصفات من وجهة نظر مجموعة من الخبراء.

٢. ما يرتبط بمحك Criterion – Related validity، وفيه يوجد معامل الارتباط بين درجات المقياس ودرجات مقياس آخر يقيس السمة نفسها ثم التحقق من صدقه، ويعرف الأخير بالمحك، وقد يكون المحك أداء مستقبلي للمفحوصين، فحينئذ يسمي الصدق بالصدق التنبؤي، وقد يتم تطبيق المقياس المحك بالتزامن مع المقياس محل الدراسة، وحينئذ يسمي الصدق التلازمي.

٣. ما يرتبط بالبناء أو التكوين **Construct validity**، وتستخدم عندما يصمم مقياس في ضوء نظرية علمية، أو افتراضات محددة، وذلك لغرض معرفة ما إذا كان المقياس يمثل النظرية أم لا، وتعتمد هذه الطريقة على تحديد مدى الارتباط بين الجوانب التي يقيسها المقياس وبين النظرية أو الافتراضات. ويعد صدق البناء مفهوما شاملا يتضمن سائر أنواع الصدق، ويتطلب الاستنتاجات المنطقية والوسائل التجريبية والإحصائية. وللكشف عن صدق البناء هناك ثلاث خطوات:

- أولها: تعريف الإطار النظري للسمة المستهدفة بالقياس.
- ثانيها: اشتقاق فروض حول نتائج المقياس في ضوء الإطار النظري المحدد.
- ثالثها: اختبار هذه الفروض منطقية أو تجريبا.

**إجراءات التحقق من صدق البناء**

تتمثل إجراءات التحقق من **صدق البناء** فيما يلي:

أ. **دراسة العلاقة بالمقاييس الأخرى**، عبر دراسة الارتباط بين نتائج المقياس ونتائج مقاييس أخرى تم تصميمها لقياس مكون مرتبط نظريا مع المكون المستهدف بالقياس، أو بدراسة مدى تمايز نتائج المقياس محل الدراسة عن نتائج مقياس آخر يقيس مكون لا يرتبط مع المكون المستهدف بالقياس، أو بإجراء التحليل العاملي لنتائج المقياس؛ لتحديد نسبة التباين التي تفسرها العوامل المكونة للمقياس بالنسبة للتباين الكلي، وفحص محتوى العوامل والاستدلال من خلالها على طبيعة المكون الفرضي.

ب. **الدراسات التجريبية**، وتتم عن طريق اختبار تغير درجات المقياس عند تقديم بعض الأنواع المعينة من المعالجات التجريبية.

ج. مقارنة درجات مجموعات متمايزة في المكون المستهدف بالقياس.

د. التحليل الداخلي للاختبار، ويتم من خلال جمع معلومات عن محتوى الاختبار نفسه، والعمليات المستخدمة في الاستجابة على فقراته، والارتباطات بين فقرات الاختبار، ودراسة تجانس المحتوى، والتأكد من أنه يقيس سمة أحادية البعد، ولذلك يمكن استخدام معامل ألفا أو كيودر – ريتشاردسون كمؤشر للتجانس أو أحادية البعد (علام، ٢٠١١؛ أبو علام، ٢٠٠٦؛ ميخائيل، ٢٠١٥؛ ملحم، ٢٠١٨).

**الأساليب و المؤشرات الإحصائية المستخدمة في الكشف عن صدق البناء**

يوجد العديد من الأساليب أو المؤشرات الإحصائية والمنطقية الممكن استخدامها في الكشف عن صدق البناء، ومن الممكن استخدام أكثر من مؤشر للمقياس الواحد؛ وذلك نظرا لتعدد الفرضيات التي يفرزها الإطار النظري، ومنها بالإضافة للتحليل العاملي، مؤشرات الثبات، سواء ثبات الاتساق الداخلي باستخدام التجزئة النصفية وحساب معامل ألفا أو كيودر – ريتشاردسون، أو ثبات الإعادة للكشف عن ثبات السمة وعلاقته بثبات المقياس، حيث تعرف السمة السيكولوجية بأنها طائفة من السلوكيات التي تميل إلى الحدوث في وقت واحد، وبالتالي فإن قوة الارتباط بين الفقرات المعدة لقياس السمة تعتبر مؤشرا أوليا لصدق البناء، وكذلك عندما يكون هناك افتراض بتغير السمة المقاسة مع مرور الزمن، فإن معامل ثبات التجزئة النصفية ومعامل ثبات الإعادة يستخدمان معا كدليل على صدق البناء، فإذا كان معامل ثبات التجزئة النصفية مرتفعة، وكان معامل ثبات الإعادة منخفضة، فإن ذلك يعني بدرجة مقبولة من الثقة أن المقياس صادق في قياس هذه السمة (عودة، ٢٠١٠).

وعليه فإن الاتساق الداخلي يعتبر مؤشرا ضروريا، لكنه لا يكفي للحكم بصدق البناء؛ وذلك لأنه يعكس مدى خلو المقياس من أخطاء المعاينة، فإذا افترضنا سمة أحادية البعد، فإن هناك عدد كبير وغير محدود من المؤشرات السلوكية التي تدل على هذه السمة، و الفقرات الموجودة في المقياس تمثل عينة منها، وعندما نثبت أن هناك تجانسا بين هذه الفقرات، فهذا يدل على أننا لم ندرج في المقياس مؤشرات تعبر عن سمة أخرى، غير أن ذلك لا يثبت بأي شكل أن عينة الفقرات كافية، فقد تكون الفقرات متجانسة، ولكن هناك العديد من المؤشرات الأساسية الدالة على السمة خارج المقياس، لذا فالاتساق الداخلي يظل مؤشرا أوليا يحتاج لمزيد من الأدلة لإثبات صدق البناء عندما يكون هناك افتراض بأن السمة المستهدفة بالقياس سمة أحادية البعد.

**أحادية البعد في القياس النفسي**

أحادية البعد تعتبر صفة محبذة ومرغوبة في القياس النفسي، وذلك تبعا لصعوبة تفسير الدرجة الكلية على المقاييس متعددة الأبعاد ، ولهذا يتم تحليل السمة متعددة الأبعاد إلى أبعاد

أحادية؛ ليكون هناك معنى للدرجة على كل بعد، فالقياس النفسي الجيد لا يسمح بإسهام مقدرتين في درجة قياس واحدة، إنما يسمح بتقدير قدرة واحدة للممتحن في كل مرة، على سبيل المثال في المسائل اللفظية في الرياضيات يجب أن يبحث معد الفقرات عن طرق بديلة لتقديم الفقرات، بحيث لا يستمر الأفراد مرتفعو القدرة اللفظية متميزين في الحل. ومن الضروري أن يهدف الاختبار إلى قياس قدرة واحدة عند استعمال الدرجة الكلية وحدها باعتبارها محكا للتقييم، والجدير بالذكر أنه من الصعب تحقق افتراض أحادية البعد عمليا بشكل تام؛ نظرا لتعدد العوامل المعرفية والعوامل الشخصية، وتداخلها مع تلك العوامل المتعلقة بإجراءات تطبيق الاختبار، التي دائما ما تؤثر على الأداء في الاختبار، أو في بعض نطاقاته وتلك العوامل تكون غير معروفة، ويصعب التحكم فيها، لذلك فمن الأفضل اعتبار أحادية البعد متغيرا متصلا وعدم اعتبارها متغيرا ثنائيا، إما أن يتحقق أو لا (Blais & Laurier ،1995,88 ).

**الاتساق الداخلي كمؤشر على صدق البناء**

كما هو معلوم، عندما نستخدم الاتساق الداخلي كمؤشر أولي على صدق البناء؛ يجب أن نستخدم معامل ألفا أو معامل كيودر – ريتشاردسون كإحصاءة معبرة عن متوسط معاملات الارتباط بين درجات جميع الفقرات، حيث يعد الصدق صفة لنتائج المقياس ككل، في حين أن الاعتماد على الارتباط بين درجة الفقرة ودرجة البعد يقدم معلومات خاصة بالفقرة، وهو معامل تمييز الفقرة، بالإضافة إلى أنه هو الإجراء السائد في البحوث التربوية العربية، حيث إن معامل تمييز الفقرة هو معامل الارتباط بين درجة الفقرة والدرجة الكلية على المقياس بعد تحرير الدرجة الكلية من درجة الفقرة (عودة، ٢٠١٠، علام، ٢٠١١)، ويستخدم معامل تمييز الفقرة كمؤشر لصدقها، ومن ثم يتم استبعاد الفقرات منخفضة التمييز.

**تصنيف طرق التحقق من صدق المقياس**

يلاحظ مما سبق أن هناك تداخلا بين إجراءات طرق التحقق من صدق البناء والطرق الأخرى من الصدق، لذا فقد قدمت معايير القياس النفسي – التي أعدتها الجمعية الأمريكية لعلم النفس ورابطة البحث التربوي الأمريكية و المجلس الوطني للقياس في التربية – تصنيفا لطرق التحقق من صدق المقياس المعالجة لهذا التداخل، فأشارت إلى أن هناك خمسة أنواع من الأدلة تدعم جوانب الصدق المختلفة، وهي كالتالي:

١.الأدلة التي تقوم على المحتوى، والمعتمدة على التحليلات المنطقية، وتقويم الخبراء المحتوى المقياس، الذي يتضمن: الفقرات، والمهام، والصياغة، والإخراج، والحكم على كفاية الفقرات، ووضوحها، والعلاقة بينها وبين السمة المستهدفة بالقياس، كما يمكن أن تتضمن مراجعة الخبراء فحص التحيز للنوع أو الثقافة أو العمر.

٢. الأدلة التي تقوم على عمليات الاستجابة، وتعني تحديد مدى تلاؤم طريقة الاستجابات المطلوبة من المفحوصين مع السمة المستهدفة بالقياس، وتتضمن ملاحظة المفحوصين أثناء الأداء على المقياس، وإجراء مقابلات معهم لتحديد أسباب إعطاء إجابات محددة للأسئلة، وكذلك فحص الطرق التي يستخدمها المحكمون أو المصححون لإعطاء الدرجات في ضوء المحكات المحددة للتقدير أو التصحيح، من أجل التأكد من أنهم يستخدمون المحك كما هو مخطط له، وأن تقديراتهم لا تتأثر بأي عوامل خارجية ليس لها علاقة بالسمة المستهدفة بالقياس.

٣.الأدلة المعتمدة على البنية الداخلية للمقياس، وهنا يكون الهدف اختبار مدى اتفاق المكونات الداخلية للمقياس مع السمة المعرفة نظرية، ويتم ذلك باستخدام التحليل العاملي التوكيدي ودالة الأداء التفاضلي للفقرة ( DIF )؛ **Differential item function** وذلك لتحديد الفقرات المتحيزة، أي الفقرات التي يتباين احتمال نجاح الأفراد من نفس مستوى القدرة في الإجابة عليها لأنهم ينتمون إلى مجموعات مختلفة، وهناك العديد من طرق حساب دالة الأداء التفاضلي للفقرة، بعضها يعتمد على النظرية الكلاسيكية في القياس، وبعضها يعتمد على نظرية الاستجابة للفقرة.

٤.الأدلة التي تقوم على العلاقات مع متغيرات أخرى، وتشمل الصدق المرتبط بمحك، بنوعيه التنبؤي والتلازمي، وكذلك الصدق التقاربي، والصدق التمييزي.

٥.الدليل الذي يقوم على نتائج الاختبار، ويتعلق بالنتائج الإيجابية والسلبية المتوقعة لاستخدام المقياس، فهو يعكس مدى فائدة المقياس(APA, AERA& NCME,2014)

**وهناك بعض الأساليب والمؤشرات الإحصائية الشائعة الاستخدام في الكشف عن صدق البناء**

- معامل ارتباط بيرسون: يستخدم لحساب الارتباط بين درجة كل فقرة من فقرات المقياس والدرجة الكلية للمقياس .(Anastasi & Urbina, 1997)
- التحليل العاملي: يستخدم لتحديد العوامل أو الأبعاد الكامنة وراء مجموعة من الفقرات أو المتغيرات.(Tabachnick, Fidell& Ullman, 2013)
- تحليل المكونات الأساسية: يستخدم لاستخلاص أصغر عدد ممكن من العوامل الكامنة التي تفسر أكبر قدر ممكن من التباين.(Osborne & Costello, 2004)
- معادلة النمذجة البنائية: تستخدم لاختبار مدى مطابقة نموذج قياسي مقترح للبيانات الملاحظة .(Keith, 2019)
- تحليل التجزئة النصفية: يستخدم لحساب معامل الارتباط بين نصفي الاختبار ثم تصحيحه بمعادلة سبيرمان براون للتنبؤ بالاتساق الداخلي للمقياس.(DeVellis & Thorpe, 2021)
- طريقة ألفا كرونباخ: تستخدم لحساب معامل ثبات الاتساق الداخلي للمقياس ( Tavakol & Dennick, 2011).

**التحليل العاملي:**

يعتبر التحليل العاملي من الطرق الإحصائية التي تستخدم في معالجة النتائج التي تم الحصول عليها من تطبيق الاختبارات النفسية والتربوية، وقد وردت العديد من التعريفات لهذا الأسلوب.

فيعد التحليل العاملي من أهم الأساليب الإحصائية المتعددة المتغيرات التي تستخدم في معالجة وتحليل البيانات في العديد من المجالات البحثية مثل علم النفس والتربية والإدارة وغيرها. ويهدف هذا الأسلوب إلى تبسيط العلاقات المعقدة التي تربط بين مجموعة كبيرة من المتغيرات عن طريق تلخيص هذه المتغيرات في مجموعة أصغر من العوامل أو الأبعاد الكامنة (Tabachnick, Fidell & Ullman, 2013)

وتعتبر تقنية التحليل العاملي من التقنيات الإحصائية المتعددة المتغيرات التي تستخدم في تلخيص المتغيرات المرتبطة مع بعضها البعض في مجموعات أو عوامل مشتركة ذات معنى (Taherdoost, 2022)، حيث يتم تحديد العوامل الكامنة وراء مجموعة من المتغيرات المرصودة من خلال تقليل عدد المتغيرات الى عدد أقل من العوامل الجديدة التي تحتفظ بأكبر قدر ممكن من المعلومات (Costello & Osborne, 2005) .

ويهدف التحليل العاملي إلى تبسيط البيانات من خلال الكشف عن الترابطات بين المتغيرات وتلخيصها في مجموعات أو عوامل أساسية تعكس بنية الظاهرة موضع الدراسة (Yong & Pearce, 2013). كما يُستخدم للتأكد من صحة النماذج القياسية من خلال اختبار مدى تشبع المتغيرات على العوامل المستخلصة(Taherdoost et al., 2022) .

ومن مزاياه إمكانية تحليل البيانات دون وجود فرضيات مسبقة عن العلاقة بين المتغيرات، بالإضافة إلى إمكانية استخدامه مع البيانات غير المتجانسة (Yong & Pearce, 2013) . إلا أنه يواجه بعض الانتقادات مثل عدم وجود أسس موضوعية لاختيار عدد العوامل، وافتقار الحلول إلى التفرد (Costello & Osborne, 2005).

وسوف يتناول الباحث في الفقرات التالية شرحاً مفصلاً للتحليل العاملي من حيث التعريف والنشأة والأنواع والاستخدامات والأهداف وكذلك خطوات التحليل العاملي وشروطه وفرضياته. كما سيستعرض أهمية التحليل العاملي وتطبيقاته في البحوث والدراسات المختلفة.

**تعريف التحليل العاملي ونشأته:**

يعود ظهوره إلى عام ١٩٠٤م عندما قدم سبيرمان نموذجاً رياضياً لقياس القدرات العقلية المختلفة، ثم تطور هذا الأسلوب على يد ثرستون وآخرين في الثلاثينيات من القرن العشرين،

ومنذ ذلك الحين أصبح التحليل العاملي أداةً إحصائية هامة تُستخدم على نطاق واسع في مجالات مثل علم النفس والتربية والإدارة وغيرها (Yong & Pearce, 2013) .

ويعرف التحليل العاملي بأنه تقنية لتجميع العناصر التي تنطوي عليها الشخصية في مجموعات أو وحدات متماسكة نسبياً ومستقلة (Anastasi, 1988).

كما يعرفه العيسوي (٢٠٠٦) بأنه أسلوب لتنظيم وتقسيم هذه السمات النفسية التي تكون متداخلة ومعقدة، إلى عدد قليل من العوامل غير المترابطة، فبدلا من الحديث عن القدرة على التفكير، والتخيل، والتصور، والإدراك، والتذكر، والفهم، وحل المشكلات، نتحدث فقط عن عامل الذكاء، وعن طريق التحليل العاملي أيضا يمكن معرفة أبعاد الشخصية وما ينطوي عليه كل بعد من سمات كبعد الانطواء والانبساط ومعرفة السمات التي تدخل تحتهما.

في حين يعرف مراد (٢٠٠٠) التحليل العاملي بأنه طريقة إحصائية تستخدم في تحليل البيانات أو مصفوفات الارتباط أو مصفوفات التباينات، ويكون الهدف هو توضيح العلاقات بين تلك المتغيرات، وينتج عنها عدد من المتغيرات الجديدة (المفترضة) تسمى بالعوامل وعادة ما تكون البيانات هي درجات أفراد على متغيرات نفسية أو اجتماعية أو تربوية.

ويعرف التحليل العاملي بأنه أسلوب إحصائي متعدد المتغيرات يهدف إلى تلخيص العلاقات الارتباطية الموجودة بين مجموعة كبيرة من المتغيرات في مجموعة أصغر من العوامل أو الأبعاد الكامنة غير الملاحظة مباشرةً (Williams, Onsman & Brown, 2010). و التحليل العاملي أسلوب إحصائي يستخدم في تناول بيانات متعددة ارتبطت فيما بينها بدرجات مختلفة من الارتباط لتلخص في صورة تصنيفات مستقلة قائمة على أسس نوعية للتصنيف، ويتولى الباحث فحص هذه الأسس التصنيفية واستشفاف ما بينها من خصائص مشتركة وفقاً للإطار النظري والمنطق العلمي الذي بدأ به (فرج، ١٩٩١، ١٧).

كما أن التحليل العاملي أسلوب يهدف إلى دراسة العلاقات بين عدد من المتغيرات المشاهدة بدلالة مجموعة من العناصر الفرضية غير المشاهدة تسمى عوامل مشتركة، وهي التي نهتم بها، فالفكرة الأساسية للتحليل العاملي هي فرضية العوامل التي تؤثر في السمة، حيث أن العامل مكون من مجموعة من المتغيرات المشاهدة (العباسي، ٢٠١١)

**أنواع التحليل العاملي:**

التحليل العاملي قد يكون استكشافيا Analysis Factor Exploratory، وقد يكون توكيديا Analysis Factor Confirmatory، فالتحليل العاملي الاستكشافي يستخدم في استكشاف البناء العاملي المحتمل، الذي يقع خلف مجموعة من المتغيرات الملاحظة، دون افتراض محدد مسبق لهذا البناء، ويهدف التحليل العاملي الاستكشافي إلى تحديد عدد العوامل

التي تقع خلف المتغيرات، وبالتالي التوصل إلى عدد قليل من المكونات (العوامل) التي تفسر العلاقات بين المتغيرات بشكل مقبول، وقد يقوم الباحث باستخدام واحدة أو أكثر من طرق التدوير التي تساعد في تقليل الغموض واستخلاص، العوامل وتفسيرها بشكل أفضل (تيغزة، ٢٠١٢).

يذكر أبو حطب وصادق (١٩٩١) أن بداية التحليل العاملي كانت في جوهرها من النوع التوكيدي وليس الاستكشافي،فالطريقة الإحصائية التي ابتكرها سبيرمن كانت في جوهرها تهدف إلى اختبارفرض العامل العام، وحين وضع ثورستون (Thurstone) البديل النظري لذلك،كانت طرقه الإحصائية في التحليل العاملي في جوهرها تسعى لاختبار فرض العوامل المتعددة،إلاأن ما حدث أن التحليل العاملي توجه تدريجيًا من التوكيدي إلى الاستكشافي حتى أصبح هوالأسلوب السائد منذ بداية الثلاثينات من القرن العشرين،لكن مع تراكم الأدلة من عددكبير من الدراسات الاستكشافية السابقة،وظهور نماذج نظرية جيدة حول الظواهر النفسية والتربوية والاجتماعية، وصل العلم إلى النقطة التي يمكن عندها صياغة فروض صريحة حول عدد العوامل المتوقعة وطبيعتها، ولهذا عاد التحليل العاملي إلى أصولها لأولى،وبدأ الاهتمام بالتحليل العاملي التوكيدي،وخاصة طوال السنوات الثلاثين الماضية، وعليه يوجد نوعان أساسيان من التحليل العاملي، استكشافي (Exploratory)، وتوكيدي (أبو هاشم، د ت)

وبحسب Williams et al (2010) فإن:

١- التحليل العاملي الاستكشافي Exploratory Factor Analysis: يستخدم عندما لا يكون لدى الباحث فرضية مسبقة عن عدد أو طبيعة العوامل أو الأبعاد الكامنة. ويسمح التحليل الاستكشافي باستخلاص هذه العوامل بناءً على النموذج الملاحظ للبيانات.

ويعد التحليل العاملي الاستكشافي من أكثر التطبيقات شيوعا عند الباحثين، وذلك لما له من فوائد كثرة في المجال البحثي. حيث يهتم بتطوير المقاييس وإعادة النظر والتحقق منها والحكم على صدق بنائها، كما أنه يهتم باستخلاص العلاقات بين المتغيرات لبناء النظريات وذلك عن طريق اختزال مجموعة المتغيرات الكثيرة إلى مجموعات أقل وأكثر قابلية للتحكم (Conway and Huffcutt, 2003). وعند استخدام هذا النوع من التحليل يواجه الباحث عددا من القرارات والاختيارات التي قد يكون فيها بعض التحيز من قبل الباحث (المومني، ٢٠١٧)، ولذلك فإن القرارات التحليلية المستخدمة قد تتسم بالضعف، الأمر الذي يقود إلى تضليل في النتائج وخاصة فيما يتعلق ببناء النظريات (Schmitt, 2011).

ويهدف استخدام التحليل العاملي الاستكشافي إلى محاولة تمثيل المعلومات التي توجد بين عدد كبير من البنود المرتبطة بواسطة عدد أقل من المكونات أو العوامل، أي: اختصار ما يمكن

من البنود لتتجمع على أبعاد رئيسه قليلة دون أن نفقد قدرا كبيرا من المعلومات المنظمة في البنود الأصلية .(Stevens, 2002)ولتحديد أهمية العوامل المهيمنة أو المسيطرة على إجابات أفراد العينة على الأداة، يستعمل معيار أو طريقة لتحديد العوامل المهمة التي يجب إبقاؤها والعوامل غير الضرورية التي يجب حذفها من التحليل، مثل: محك الجذر الكامن أكبر من الواحد واستخدام منحنى أقصى انحدار .وبعد تحديد عدد العوامل المهمة في التكوين الفرضي للسمة المقاسة، يستخدم التدوير في التحليل العاملي للوصول إلى مبدأ البناء البسيط، وهذا يعني أن كل عامل تتشبع عليه مجموعة من المتغيرات تشبعا مرتفعا وتتشبع عليه في نفس الوقت باقي المتغيرات تشبعا منخفضا، وأن كل متغير يحمل تشبعا مرتفعا على عامل واحد فقط ويحمل تشبعا منخفضا مع باقي العوامل. من هذه الطرق طريقة التدوير المتعامد، مثل :طريقة الفاريماكس. ولتسمية العوامل المهمة ووصفها كمكون رئيس للبناء الفرضي للسمة المستهدفة ينظر إلى مقدار شيوع بنود الأداة بالعامل، ومقدار الشيوع الأكثر استخداما في الدراسات التربوية والنفسية وهو استخدام القيمة المطلقة (٠.٣٠)، وللتعرف على تفاصيل إجراء التحليل العاملي الاستكشافي بطريقة عملية محدثة باستعمال برنامج SPSS ، ويستخدم هذا النوع من التحليل العاملي في الحالة التي تكون فيها العلاقات بين المتغيرات والعوامل غير معلومة أو غير مؤكدة، ويسير التحليل العاملي في طريق الاستكشاف في تحديد العوامل الكامنة وعلاقتها بالمتغيرات المستخدمة، وعادة ما يتوصل التحليل إلى عدد من العوامل أقل من عدد المتغيرات لتفسير العلاقات بين المتغيرات، ولا يكون لدى الباحث معلومة مسبقة عن العوامل الناتجة من التحليل، وبتحديد أكثر فهو يهتم بإمكانية التوصل إلى المتغيرات عن طريق العوامل الكامنة، أو مدى تأثير العوامل الكامنة في التوصل إلى المتغيرات (الحربي ٢٠١٢؛ Field, 2007)

٢- التحليل العاملي التوكيدي Confirmatory Factor Analysis: وفيه يختبر الباحث فرضية مسبقة حول عدد وطبيعة العوامل أو الأبعاد الكامنة. ويتم التحقق من مدى مطابقة نموذج القياس المفترض للبيانات الملاحظة.

يستعمل هذا النوع من التحليل العاملي اختبار الفرضيات المتعلقة بوجود او عدم وجود علاقة بين المتغيرات والعوامل الكامنة (Eigenvalue) وكذلك من اجل تقييم قدرة النموذج على التعبير عن مجموعة البيانات الفعلية، اضافة الى المقارنة بين عدة نماذج للعوامل بهذا المجال.

ويعد التحليل العاملي التوكيدي بأنه شكل من اشكال نمذجة المعادلات الهيكلية او نموذج متناقض للتحليل العاملي الاستكشافي، لأنه مبني على افتراضات ونظريات مسبقه متعلقة بعدد العوامل. ويتميز التحليل العاملي التوكيدي بتحديد مسبق للعوامل وتحديد مسبق للعلاقات بين العوامل والمتغيرات تنتني لعدد محدد وثابت مسبقاً من العوامل (النعيمي،٢٠٢٠).

ويستخدم التحليل العاملي التوكيدي في التحقق من بنية النماذج المقترحة من قبل الباحثين، أي "هل النموذج الذي يتم اقتراحه يتواءم مع عينة بيانات الدراسة؟". إذا ظهرت هناك مشكلات في توافق النموذج المقترح مع عينة بيانات الدراسة، فلا بد من محاولة تحديد مصادر الخطأ في النموذج المقترح ومن ثم محاولة علاجها .(Byrne, 2006) ولمطابقة ملاءمة النموذج (Model Assessment) لمجموعة من البيانات يجب الاعتماد على أوجه مختلفة مبنية على العديد من المعايير المحددة. وهذه المعايير تركز على جانبين رئيسين: (١) مطابقة ملاءمة النموذج بصفة عامة (Assessment of Model as a Whole)، (٢) مطابقة ملاءمة تقديرات معالم النموذج بانفراد (Assessment of Individual Parameter Estimates)

وهناك عدد من البرامج الإحصائية لحساب مؤشرات وإحصاءات التحليل العاملي التوكيدي، مثل: برنامجي EQS و LISREL (Joreskog & Sorbom, 1996; Bentler, 2005. ويستخدم لاختبار الفرض بوجود صلة معينة بين المتغيرات والعوامل الكامنة، اعتمادا على نظرية مسبقة أو أدبيات البحث، ثم يختبر الباحث نظام الصلة المفترض اختبارا إحصائيا، وعليه فإن التحديد المسبق لنموذج التحليل العاملي التوكيدي، يسمح للمتغيرات بحرية التشبع على عوامل محددة دون غيرها، ثم يتم تقويم النموذج بطريقة إحصائية لتحديد دقة مطابقته للبيانات المستخدمة، من خلال مؤشرات حسن المطابقة،وهي مؤشرات احصائية تساعد الباحث على تحديد مدى جودة النموذج المقترح.

**أهداف التحليل العاملي التوكيدي**

أ. دراسة العلاقات بين العوامل الكامنة والمؤشرات التي تمثله والعوامل فيما بينها.

ب. تقديم أدلة الصدق البنائي للمقياس وهي ثمان مؤشرات يجب أن تتحقق جميعا، وفي حالة عدم تحققها جميعا نستثني من الدراسة العالقة بين العوامل.

جـ- مقارنة النماذج المقترحة وفق أبعاد المقياس المستقاة من الإطار النظري لهذه الدراسة والنتائج الإحصائية المستخرجة من إجراء التحليل العاملي الاستكشافي في ضوء بيانات الدراسة.

د- تطوير أفضل النماذج المقترحة للوصول إلى المقياس، متسقة داخليا وتقيس الأبعاد المقترحة نظريا.

(القهوجي، ٢٠١٧)

**الفرق بين التحليل العاملي الاستكشافي والتوكيدي**

يمكن إيجاز الفروق بين التحليل العاملي الاستكشافي والتحليل العاملي التوكيدي حسب غانم (٢٠١٤) في النقاط التالية:

أ. يمكن وصف التحليل العاملي في سياقين مختلفين حسب البيانات، فالبيانات المحللة ربما لا تستند على أي فرضيات نظرية مسبقة عند استخدام التحليل العاملي، فهي تهدف إلى البحث عن بنية تحتية تكمن خلف البيانات، واستخدام التحليل العاملي في هذه الحالة يطلق عليه استكشافي. وعلى الجانب المقابل ربما تملك البيانات المحللة بعض الخلفية النظرية عن البنية التحتية للبيانات، والمطلوب هو تأكيد أو نفي البنية المفترضة، واستخدام التحليل العاملي في مثل هذه الحالة يطلق عليه توكيدي.

ب. التحليل العاملي الاستكشافي استقرائي في جوهره ويهدف إلى اكتشاف المجموعة المثلى التي يمكن أن تتضمن المتغيرات الكامنة ودون اعتبار مسبق لصياغة فروض، أما التحليل العاملي التوكيدي فهو اجراء لاختبار الفروض حول العلاقة بين متغيرات معينة تنتمي لعوامل فرضية مشتركة والتي يتحدد عددها وتفسيرها مقدما.

جـ. التحليل العاملي الاستكشافي والتحليل العاملي التوكيدي يهدفان إلى اختزال العلاقات الملاحظة بين مجموعة من المؤشرات إلى مجموعة أقل من المتغيرات الكامنة، ولكن يختلفان جوهريا في عدد وطبيعة القيود والتحديدات المسبقة المصنوعة على النموذج العاملي

**وهناك بعض الانواع الأخرى وتعتبر أشكال للتحليل العاملي الاستكشافي والتوكيدي هي:**

٣- تحليل المكونات المشتركة: يسمح بتداخل العوامل وارتباطها (Taherdoost et al., 2022).

٤- التحليل العاملي التوليفي: يجمع بين التحليل العاملي الاستكشافي والتوكيدي (Yong & Pearce, 2013).

٥- تحليل المسار: يدمج التحليل العاملي مع نماذج المعادلات البنائية (Taherdoost et al., 2022).

٦- التحليل العاملي الهرمي: يفترض وجود تدرج هرمي بين العوامل (Yong & Pearce, 2013).

ويؤكد علام (٢٠٠٠) أن التمييز بين النوعين الاستكشافي والتوكيدي لا يكون دائمًا تمييزًا قاطعًا أوفاصلا،إذ أن كثيرًا من البحوث تجمع بين النوعين،وذلك لأنه يندرأن يقوم الباحث بإجراء التحليل العاملي على مجموعة عشوائية من المتغيرات،بل يكون مدركًا بدرجات متفاوتة طبيعة المتغيرات،وعدد العوامل التي تنطوي تحتها هذه المتغيرات، فمثلا يفترض الباحث وجود عاملين مختلفين تنطوي تحتهما مجموعة من المتغيرات،وأن بعض المتغيرات ينتمي إلى العامل الأول، والبعض الآخر ينتمي إلى العامل الثاني فإذا استخدم التحليل العاملي للتحقق من صحة افتراضه

وليس للكشف عن العوامل، فإنه يطلق عليه في هذه الحالة التحليل العاملي التوكيدي (أبو هاشم، د ت).

بصفة عامة ينبغي على الباحث تحديد الأبعاد التالية التي تساعده في اختيار أحد نوعي التحليل العاملي أو كلاهما:

- نوع النموذج العاملي، بما في ذلك عدد العوامل التي يفترض أن النموذج يتكون منها.
- تحديد المتغيرات المقاسة، أو المؤشرات التي تقيس كل عامل من العوامل المفترضة.
- تحديد إذا كانت العوامل مرتبطة فيما بينها، أم أنها مستقلة.
- تحديد أخطاء القياس، وهي باقي التباين التي لم التي لم يستطع العامل تفسيرها بالنسبة لكل مؤشر من مؤشراته المقاسة. (تيغزة، ٢٠١١).

**استخدامات التحليل العاملي:**

يستخدم التحليل العاملي في عدة مجالات منها:

– تلخيص البيانات: بتقليل عدد المتغيرات الأصلية إلى مجموعة أصغر من العوامل .

– التحقق من صدق المقاييس: من خلال اختبار البنية العاملية للمقياس ومدى مطابقتها للنظرية.

– تشخيص العلاقات بين المتغيرات لفهم الظواهر .

– تكوين مقاييس جديدة بالاعتماد على العوامل الناتجة.

– تسهيل عمليات التنبؤ الإحصائي واختبار الفرضيات.

(Yong & Pearce, 2013)

**أهداف التحليل العاملي:**

يهدف التحليل العاملي بشكل عام إلى ما يلي (Yong & Pearce, 2013; Tabachnick, Fidell & Ullman, 2013):

– تلخيص المتغيرات في عدد أقل من العوامل الكامنة لتبسيط البيانات.

– الكشف عن البنية أو الأبعاد الكامنة التي تفسر التباين أو الارتباط بين المتغيرات .

– تقديم تفسيرات ممكنة للظواهر من خلال العوامل الناتجة.

– إنتاج مقاييس جديدة بالاعتماد على العوامل ذات المعنى.

– اختزال البيانات لاستخدامها في عمليات تحليل إحصائي أخرى.

**خطوات التحليل العاملي:**

يمر التحليل العاملي بعدة خطوات منهجية متسلسلة:(Williams et al., 2010)

٣– إعداد مصفوفة الارتباط أو مصفوفة التباين بين جميع المتغيرات.

٤- استخلاص العوامل الأولية من المصفوفة بأحد طرق الاستخلاص (المكونات الأساسية، المركبات الأساسية، التدوير المتعامد..... إلخ).

٥- تدوير العوامل بهدف تبسيط وتفسير العوامل .

٦- احتساب تشبعات المتغيرات على كل عامل.

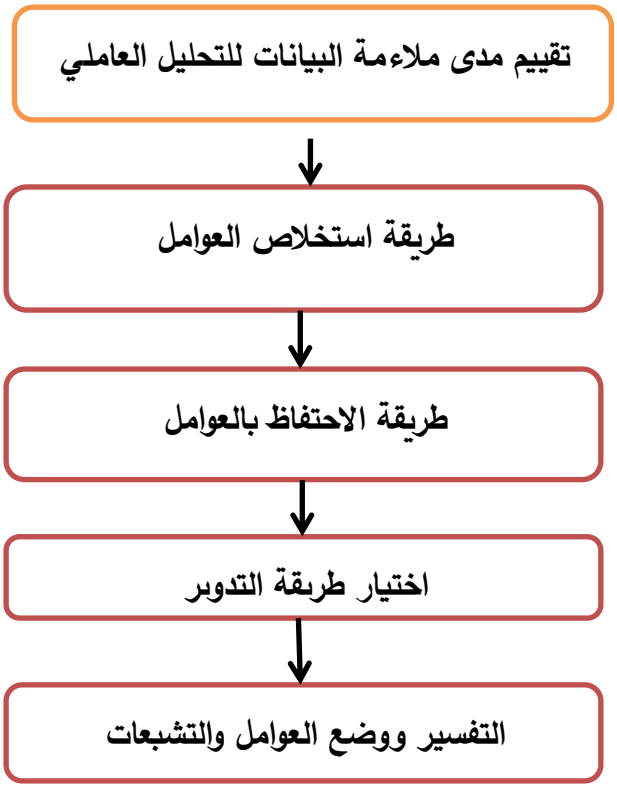
٧- تسمية وتفسير العوامل بناءً على المتغيرات ذات التشبعات العالية.

٨- احتساب نسبة التباين المفسر لكل عامل والنسبة الكلية.

٩- اختيار عدد العوامل المناسب بناءً على معايير محددة .

١٠- إجراء المزيد من الاختبارات للتحقق من ملاءمة النموذج وثباته.

ويوضح Taherdoost et al (2022) خطوات التحليل العاملي في الشكل التالي:




**شكل(١) خطوات التحليل العاملي Taherdoost et al.(2022)**

**شروط تطبيق التحليل العاملي وفرضياته :**

يتطلب تطبيق التحليل العاملي توفر الشروط والفرضيات الآتية:

- العينة كافية الحجم (٣٠٠ فأكثر).
- وجود ارتباطات بين المتغيرات (مصفوفة ارتباط ملائمة) .
- توزيع المتغيرات طبيعي أو قريب من الطبيعي.
- خطية العلاقات بين المتغيرات الملاحظة والعوامل.

- عدم وجود ارتباطات كاملة أو شبه كاملة بين المتغيرات.
- استقلالية الأخطاء العشوائية عن بعضها البعض.

(Yong & Pearce, 2013)

**أهمية التحليل العاملي وتطبيقاته:**

يعد التحليل العاملي من الأساليب الإحصائية المهمة والمفيدة لعدة أسباب:

- قدرته على تلخيص واختزال كميات كبيرة من البيانات.
- إمكانية اشتقاق بنى عامليه جديدة تفسر الظواهر .
- تحديد العلاقات بين المتغيرات الظاهرة والكامنة.
- إنتاج مقاييس ذات خصائص سيكومترية جيدة.
- مرونته في التعامل مع أنواع مختلفة من البيانات.

وقد أثبت التحليل العاملي فاعليته في تطبيقات واسعة عبر مجالات مثل الأبحاث النفسية والتربوية وأبحاث المستهلك وغيرها. (Yong & Pearce, 2013)

**محكات تحديد عدد العوامل في التحليل العاملي**

- محك تيكر: يعتمد هذا المحك على معامل ارتباط فاي، ويفترض أنه إذا لم يكن هناك تناقص ملموس بعد استخلاص عامل آخر في حجم قيم البواقي من مصفوفة إلى مصفوفة أخرى تليها فإن العوامل العامة تكون قد استخلصت بالفعل

- محك كايزر :(Kaiser Criterion) اختيار العوامل التي لها قيمة جذر كامن أكبر من (Yong & Pearce, 2013).، وهو محك إقترحه " جوتمان " (Guttman, 1954) فى فترة سابقة (والمنطق الذي تقوم عليه هده الطريقة هو أن الحد الأدنى لمقدار التباين الذي يفسره العامل يفوق التباين الذي يفسره المتغير الواحد ويصلح مع طرريقة المكونات الأساسية وعندما يكون عدد الفقرات أقل من ٥٠ فقرة والعينة كبيرة ويحسب الجذر الكامن بجمع مربعات تشبعات كل المتغيرات على العامل أين مقدار التفسير الذي يفسرة العامل من الفقرات. (الأنصاري، ١٩٩٩، ٤) ويذكر White et al. (1969) أن هذا المعيار تتطابق نتائجه مع معايير أخرى.

- محك تيكر: وهو يقوم أساسًا على استخدام معامل ارتباط فاي ويعتمد على مبدأ أنه إذا لم يكن هناك تناقض واضح فى حجم قيم البواقي من مصفوفة إلى أخرى تليها بعد استخلاص عامل آخر فإن العوامل العامة الجوهرية في المصفوفة الارتباطية تكون قد استخلصت بالفعل وما يتبقى ليس إلا بواقي لا أهمية لها.

- محك كاتل :(Catell's Scree Test) يتم رسم مخطط للجذر الكامن لكل عامل، واختيار العوامل التي تقع قبل نقطة الكسر في المخطط.(Costello & Osborne, 2005)

- التباين المفسر :(Explained Variance) اختيار العدد الأمثل من العوامل التي تفسر أعلى نسبة تباين إجمالي .(Williams et al., 2010)

- اختبار تدوير المحاور :(Rotation) مقارنة نتائج التدوير المتعامد والمائل لتحديد العدد الأمثل من العوامل.(Corner, 2009)

- محك المعنى أو الدلالة النظرية :(Theoretical Meaning) اختيار العدد الذي ينتج عوامل ذات مغزى نظري، و يعتمد هذا المحك على الدلالة النظرية، فالعوامل التي تم اختيارها يجب أن يكون لها دلالة نظرية ذات صلة في الإطار النظري لموضوع الدراسة، فالفقرات التي تتشبع على العامل يجب أن تكون مشتركة في دلالة نظرية، وتسميات العوامل الناتجة يجب أن يكون له دلالة نظرية ذو صلة بموضوع الدراسة.(Yong & Pearce, 2013 ؛ حجاج، ٢٠١٣ ؛ تيغزة، ٢٠١٢)

**التحليل العاملي للبيانات الرتبية:**

يمكن تطبيق التحليل العاملي على البيانات الرتبية (Ordinal data) من خلال استخدام طرق إحصائية مصممة خصيصاً للبيانات الرتبية. ومن أبرز هذه الطرق (Basto & Pereira, 2012):

- طريقة المربعات الصغرى غير المعيارية :(Unweighted Least Squares) تستخدم مصفوفة ارتباط بوليكوريك أو سبيرمان بدلاً من معامل ارتباط بيرسون.

- طريقة المربعات الصغرى المعيارية المعدلة :(Weighted Least Squares) ترجح بيانات كل فئة حسب تكرارها في العينة .

- طريقة الأرجحية القصوى :(Maximum Likelihood) تفترض أن البيانات الرتبية ناتجة عن متغيرات مستمرة كامنة.

- طريقة بيز :(Bayesian Methods) تستخدم الاستدلال الإحصائي البيزي لاستنتاج العوامل.

ومن هنا أجرى حسين (٢٠٠١) دراسة هدفت التعرف إلى البناء العاملي للاختبارات المهارية الأساسية بكرة اليد لطالبات كلية التربية الرياضية في جامعة بغداد، واستخدمت الدراسة المنهاج الوصفي بالطريقة العمدية وتكونت عينة الدراسة من (٥١) طالبة مسجلين لمساق كرة اليد للطلبة الاختصاص وتم تحديد (٢٢) اختبار أدخلت للتحليل العاملي، وتوصلت الدراسة إلى ست عوامل أطلق عليها التسميات الآتية: (قوة التصويب القريب، دقة التصويب البعيد، دقة وقوة المناولة، سرعة الطبطبة، دقة وسرعة المناولة) وأوصت الدراسة بضرورة استخدام البطارية المستخلصة في الاختبارات العملية النهائية لطالبات لقياس مستوى الأداء المهاري بكرة اليد.

**تأثير حجم العينة في نتائج التحليل العاملي**

يعد حجم العينة أحد العوامل المهمة التي يجب مراعاتها عند إجراء التحليل العاملي، حيث يؤثر حجم العينة بشكل مباشر على دقة النتائج المستخلصة من التحليل العاملي ومدى إمكانية تعميم هذه النتائج. وتوصي العديد من الدراسات بضرورة استخدام عينات كبيرة الحجم عند إجراء التحليل العاملي لضمان الحصول على نتائج دقيقة ومستقرة (Osborne & Costello, 2004).

وسيستعرض هنا العلاقة بين حجم العينة ونتائج التحليل العاملي من خلال مناقشة عدة نقاط أساسية منها: أهمية حجم العينة في التحليل العاملي، الحد الأدنى الموصي به لحجم العينة، تأثير حجم العينة على التشبعات ونسبة التباين المفسر، تأثيره على استقرار التدوير وإمكانية تعميم النتائج.

**أهمية حجم العينة في التحليل العاملي:**

يرتبط حجم العينة ارتباطاً وثيقاً بالعديد من جوانب التحليل العاملي، ولا سيما:

- دقة تقدير معاملات الارتباط بين المتغيرات في مصفوفة الارتباط.
- استقرار التشبعات وعدم تأثرها بإضافة أو حذف بعض الحالات.
- إمكانية تعميم نتائج التحليل العاملي على المجتمع الأصلي .
- القدرة على إجراء اختبارات إحصائية لتقييم مدى ملاءمة النموذج العاملي.
- استقرار الحل العاملي عند تدوير المحاور.

لذا كلما زاد حجم العينة، كلما زادت دقة نتائج التحليل العاملي واستقرارها (Yong & Pearce, 2013; Osborne & Costello, 2004).

**الحد الأدنى الموصي به لحجم العينة:**

تختلف التوصيات حول الحد الأدنى لحجم العينة المناسب للتحليل العاملي، إلا أن معظم الدراسات تشير إلى ضرورة أن يكون حجم العينة ١٠٠ على الأقل، والأفضل أن يتراوح بين ٢٠٠-٣٠٠ (Yong & Pearce, 2013) .

كما ينصح بعض الباحثين باستخدام قاعدة الإبهام وهي أن يكون حجم العينة ١٠ أضعاف عدد المتغيرات على الأقل (Osborne & Costello, 2004) .

**تأثير حجم العينة على التشبعات ونسبة التباين المفسر :**

تشير العديد من الدراسات إلى أن التشبعات تميل إلى الانخفاض مع زيادة حجم العينة، كما تنخفض نسبة التباين المفسر من قبل أول عاملين أو ثلاثة عوامل مع زيادة حجم العينة.

ويرجع ذلك إلى أن العينات الصغيرة تميل إلى تضخيم قيم التشبعات ونسبة التباين المفسر (Osborne & Costello, 2004).

**تأثير حجم العينة على استقرار التدوير:**

يزداد استقرار التدوير مع زيادة حجم العينة، حيث تظهر العينات الصغيرة تدويرات عوامل غير مستقرة ومتباينة، لذا يوصى بزيادة حجم العينة للحصول على تدويرات مستقرة وحلول عاملية فريدة (Osborne & Costello, 2004) .

**تأثير حجم العينة على إمكانية التعميم:**

تزداد إمكانية تعميم نتائج التحليل العاملي مع زيادة حجم العينة، حيث توفر العينات الكبيرة تمثيلاً أفضل للمجتمع الأصلي مقارنة بالعينات الصغيرة. وبالتالي فإن استخدام عينات كبيرة يعزز من صدق نتائج التحليل العاملي وإمكانية تعميمها(Williams et al., 2010) .

**ومن الدراسات التي تناولت تأثير حجم العينة على نتائج التحليل العاملي الدراسات التالية:**

**دراسة Arrindell & van der Ende (1985)**

هدفت هذه الدراسة إلى اختبار العلاقة بين حجم العينة وعدد العوامل المستخلصة في التحليل العاملي الاستكشافي. تكونت عينة الدراسة من ٩ عينات مختلفة الحجم تراوحت بين ٢٥ إلى ١٠٠٠ مفحوص. وجدت النتائج أن العينات الصغيرة (أقل من ١٠٠) أدت إلى استخلاص عدد أكبر من العوامل مقارنةً بالعينات الأكبر حجماً.

**دراسة Guadagnoli & Velicer (1988)**

اقترحت هذه الدراسة توصيات لحجم العينة المناسب في التحليل العاملي بناءً على عدد المتغيرات ومتوسط تشبعات المتغيرات على العوامل. وجدت الدراسة أنه كلما زاد عدد المتغيرات وانخفض متوسط التشبعات، زاد الحد الأدنى الموصى به لحجم العينة.

**دراسة MacCallum et al. (1999)**

هدفت هذه الدراسة إلى استقصاء العلاقة بين حجم العينة ودقة النموذج العاملي من خلال محاكاة بيانات بأحجام عينات مختلفة. وجدت النتائج أن زيادة حجم العينة يؤدي إلى زيادة دقة تقديرات النموذج العاملي وثباته، وأن حجم ٢٠٠ يعد كافياً في معظم الحالات.

**دراسة MacCallum et al. (2001)**

هدفت الي دراسة تأثير حجم العينة ومستوى الخطأ في النموذج على دقة استخراج العوامل باستخدام المحاكاة، تمّ إنشاء بيانات افتراضية بعوامل محددة ثم إضافة أخطاء قياس متباينة وتطبيق التحليل العاملي على عينات بأحجام مختلفة. وتوصلت الي أن عينات ٢٠٠ فما

فوق كافية لاستخلاص دقيق للعوامل عند مستويات منخفضة من الخطأ، بينما عينات ٥٠٠ فما فوق ضرورية مع مستويات خطأ أعلى.

**دراسة Osborne & Costello (2004)**

هدفت الي دراسة تأثير نسبة عدد الأفراد إلى عدد المتغيرات على نتائج التحليل العاملي وذلك بتحليل بيانات مختلفة بنسب متباينة بين عدد الأفراد والمتغيرات . وتوصلت الي أن نسبة ١٠:١ أو أعلى ضرورية للحصول على نتائج دقيقة في التحليل العاملي.

**دراسة Mundfrom et al. (2005)**

هدفت الي تقديم توصيات للحد الأدنى المطلوب من حجم العينة في التحليل العاملي. وذلك بتطوير معادلات ونماذج رياضية لتقدير حجم العينة المناسب بناءً على عدد من المتغيرات . وتوصلت الي تقديم توصيات مثل احتياج ١٠ أفراد لكل متغير، والحد الأدنى المطلق للعينة هو ١٥٠.

**دراسة (Lingard & Rowlisen,2006)**

هدفت إلى معرفة أثر حجم العينة على طرق التحليل العاملي، تم استخدام طريقة المكونات الأساسية والتدوير المتعامد، تم استخدام خمسة أحجام للعينات، وهي: (٣٠ ، ٦٠ ، ١٠٠ ، ٢٠٠، ٣٠٠) فرد، أظهرت النتائج أن التحليل العاملي يكون أكثر دقة وفاعلية بزيادة حجم العينة.

**دراسة (Wirth and Edward, 2007)**

هدفت الي التحقق من فاعلية حجم العينة في التحليل العاملي، تم استخدام حجمين للعينة ( ١٠٠٠,٣٠٠ ) فرد، تم استخدام طريقة القيم القصوى، أظهرت النتائج أنه يجب أن نكون حذرين من استخدام عينات حجمها أقل من (٣٠٠) فرد لأنها تعطي حلول غير دقيقة، وأظهرت النتائج أنه بزيادة عدد أفراد العينة تزداد دقة نتائج التحليل العاملي

**دراسة Morris et al. (2008)**

استهدفت هذه الدراسة بحث أثر حجم العينة على استقرار التدوير المتعامد للعوامل في التحليل العاملي. وبيّنت النتائج أن حجم العينة الصغير أدى إلى حلول تدوير متباينة وغير مستقرة، بينما أدت العينات الأكبر حجماً إلى تدويرات متسقة ومستقرة بدرجة أكبر.

**دراسة (Min,2008)**

هدفت إلى معرفة أثر حجم العينة والتوزيع غير الطبيعي وطرق التقدير، على دقة تقدير الخطأ المعياري باستخدام التحليل العاملي، تم استخدام وأربعة أحجام للعينات (٢٠٠، ٤٠٠، ٨٠٠، و١٢٠٠) فرد، تشير نتائج تقديرات المعلمات إلى أن تقديرات طريقة الاحتمال القصوي

ML كانت غير متحيزة تقريبًا في جميع أحجام العينات وكان تقدير ML أقل انحيازًا من تقدير المربعات الصغري المعممة GLS، على الرغم من أن الاختلافات كانت تافهة بالنسبة لتحميلات العوامل وارتباطات العوامل. لعب حجم العينة دورًا أكثر أهمية في تقدير GLS منه في تقدير ML للتباين المتبقي، ونتيجة لذلك، لوحظت اختلافات أكبر بين الطريقة في التحيز لتقديرات التباين المتبقي. عندما تم تعيين المقياس عن طريق تحديد تحميلات عامل تساوي واحدًا، لم تكن هناك تأثيرات مهمة للعوامل على تحميل العامل أو تباين العامل أو تقديرات تباين العامل. وأظهرت النتائج كذلك أن طريقةيالاحتمالية القصوى كانت متلائمة مع التوزيع الطبيعي بغض النظر عن حجم العينة أو النموذج.

**دراسة de Winter et al. (2009)**

هدفت الي تقييم أداء التحليل العاملي مع العينات الصغيرة باستخدام المحاكاة. وذلك بإنشاء بيانات افتراضية وتطبيق التحليل العاملي على عينات بأحجام ١٠-٦٠ . وتوصلت الي أن التحليل العاملي يعطي نتائج مقبولة مع عينات ٣٠-٦٠ خاصة عند ارتفاع تشبعات العوامل.

**دراسة شريم(٢٠١٢)**

هدفت إلى المقارنة بين طرق التحليل العاملي في الكشف عن عدد العوامل باختلاف أحجام العينات، تم استخدام بيانات مولدة لأربع عينات ( ١٠٠,٥٠٠,١٠٠٠,١٥٠٠ ) فرد، لمقياس مكون من ( ٥٠ ) فقرة من نوع تدريج ليكرت الخماسي، تم استخدام ثلاث طرق للتحليل العاملي، وهي :طريقة المكوناتي الرئيسية، وطريقة القيم القصوى وطريقة المحاور الأساسية، أظهرت النتائج أنه بثبات حجم العينة لا يختلف عدد العوامل المستخلصة من البيانات، وكذلك لم تختلف نسبة التباين المفسر باختلاف طريقة التحليل العاملي، وأظهرت النتائج أنه باختلاف حجم العينة تختلف نسبة التباين المفسر، وأظهرت النتائج أنه باختلاف حجم العينة وطرية التحليل العاملي تختلف عدد الفقرات المتشبعة على العوامل.

**دراسة Liu et al. (2017).**

قارنت هذه الدراسة بين عدة طرق لتقدير حجم العينة المناسب في التحليل العاملي اعتماداً على قوة التشبعات. وخلصت إلى أن طريقة ماكاليستر تعد الأكثر دقة في تقدير حجم العينة الملائم مقارنةً بالطرق الأخرى.

**دراسة الطراونة (٢٠١٩)**

هدفت الدراسة إلى بحث أثر طريقة التدوير المتعامد وحجم العينة في التحليل العاملي على عدد العوامل ونسبة التباين المفسر، تم استخدام ثلاث طرق للتدوير المتعامد، وهي: الفاريماكس والكوارتيماكس والاكواماكس، تم استخدام ثلاثة أحجام من العينات، وهي: (٢٠٠)،

و(٤٠٠) و(٦٠٠)، لبيانات مولدة باستخدام برنامج (Win Gen) لمقياس مكون من (٤٠) فقرة، وأظهرت النتائج أن عدد العوامل لا يختلف باختلاف حجم العينة وطريقة التدوير، وأن نسبة التباين المفسر تختلف باختلاف حجم العينة ولا تختلف باختلاف طريقة التدوير، وأظهرت النتائج وجود فروق في قيم الشيوع تعزى لطريقة التدوير، ولصالح طريقة الفاريماكس، ووجود فروق في قيم الشيوع تعزى لحجم العينة، ولصالح حجم العينة (٦٠٠) فرد، وأظهرت النتائج اختلاف عدد الفقرات المتشبعة على العوامل باختلاف طريقة التدوير وحجم العينة.

من خلال ما سبق يتضح أن حجم العينة من العوامل الحاسمة التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند تخطيط وتنفيذ التحليل العاملي، حيث يؤثر حجم العينة تأثيراً مباشراً على دقة نتائج التحليل العاملي واستقرارها وإمكانية تعميمها. وتشير معظم التوصيات إلى ضرورة استخدام عينات كبيرة الحجم (٣٠٠ فأكثر) للحصول على نتائج عامليه دقيقة وصحيحة.

**تأثير شكل توزيع البيانات على نتائج التحليل العاملي:**

يُعد افتراض طبيعية توزيع البيانات أحد الافتراضات الأساسية لتطبيق التحليل العاملي. وعلى الرغم من أن التحليل العاملي يعد أسلوبًا مرنًا إلى حد ما تجاه مخالفة افتراض التوزيع الطبيعي، إلا أنّ شكل توزيع البيانات قد يؤثر على نوعية النتائج المستخلصة من التحليل العاملي (Osborne & Costello, 2009) .

وسيتناول الباحث هنا أثر شكل توزيع البيانات على التحليل العاملي من خلال مناقشة النقاط التالية:

أهمية افتراض التوزيع الطبيعي، تأثير التوزيعات الملتوية والذيول الطويلة، تأثير حجم العينة على تشبعات العوامل في التحليل العاملي، طرق التعامل مع البيانات غير الطبيعية، ودراسات تطبيقية بحثت هذا التأثير.

**أهمية افتراض التوزيع الطبيعي:**

يفترض التحليل العاملي أن تكون المتغيرات موزعة توزيعًا طبيعيًا، حيث يعتمد على معاملات الارتباط بين المتغيرات التي تتأثر بشكل التوزيع (Fabrigar et al., 1999) ، كما أن اختبارات مطابقة النموذج تفترض التوزيع الطبيعي.

**تأثير التوزيعات الملتوية والذيول الطويلة :**

تؤدي التوزيعات شديدة الالتواء أو ذات الذيول الطويلة إلى تحيز تقديرات معاملات الارتباط وبالتالي التأثير على العوامل المستخلصة وقيم التشبعات (Costello & Osborne, 2005).

**تأثير حجم العينة على مدى تحمل التحليل العاملي:**

يزداد تحمل التحليل العاملي للانحراف عن التوزيع الطبيعي مع زيادة حجم العينة، بينما تظهر المشكلة بشكل واضح في العينات الصغيرة(Yong & Pearce, 2013) .

**طرق التعامل مع البيانات غير الطبيعية :**

هناك عدة طرق مثل التحويلات اللوغاريتمية أو طريقة المربعات الصغرى غير الخطية للتعامل مع البيانات غير الطبيعية قبل تطبيق التحليل العاملي (Osborne, 2015) .

**دراسة (Park et al., 2002)**

هدفت الدراسة الي فحص تأثير شكل توزيع البيانات على دقة نماذج القياس العاملية. وتمّ إنشاء بيانات محاكاة بتوزيعات مختلفة (طبيعية وغير طبيعية) وتحليلها عامليًا .وجدت الدراسة أن النماذج العاملية كانت أقل دقة مع البيانات ذات التوزيعات الملتوية والذيول الطويلة.

**دراسة Beauducel & Herzberg (2006)**

قارنت أسلوبي المربعات الصغرى غير المعيارية والمربعات الصغرى المعيارية المعدلة في التحليل العاملي التوكيدي مع بيانات غير طبيعية.وطبقت الأسلوبين على بيانات محاكاة بتوزيعات مختلفة ومقارنة النتائج. وتوصلت الي أن المربعات الصغرى غير المعيارية أعطت نتائج أدق مع البيانات غير الطبيعية.

**دراسة (Montanari & Viroli, 2010)**

هدفت الدراسة الي مقارنة أداء أساليب مختلفة للتحليل العاملي مع بيانات غير طبيعية . تمّ تطبيق التحليل العاملي بثلاث طرق مختلفة على بيانات غير طبيعية مُحاكاة . أظهرت النتائج تفوق طريقة المربعات الصغرى غير الخطية في التعامل مع البيانات غير الطبيعية.

**دراسة (Kim et al., 2016)**

هدفت الدراسة الي فحص تأثير شكل توزيع البيانات على الاستقرار الهيكلي للتحليل العاملي. تمّ تحليل بيانات محاكاة بتوزيعات مختلفة عامليًا ومقارنة الحلول العاملية . أظهرت نتائج انتهاك افتراض التوزيع الطبيعي عدم استقرار في البنية العاملية المستخلصة.

**دراسة Liu et al. (2017)**

هدفت الي اقتراح أساليب للتحقق من ثبات القياس في التحليل العاملي مع المؤشرات المرتبة ترتيبًا . وطبقت أساليب إحصائية متنوعة لقياس ثبات القياس مع بيانات مرتبة ترتيبًا. وتوصلت الي أن الأساليب المقترحة أعطت نتائج جيدة في الكشف عن عدم ثبات القياس مع البيانات المرتبة.

**دراسة Osborne (2019)**

هدفت الي دراسة تأثير انحراف البيانات عن التوزيع الطبيعي على معاملات الارتباط والانحدار المستخدمة في التحليل العاملي. وتم اشتقاق معادلات رياضية لحساب تأثير الانحراف عن الطبيعية على المعاملات واقتراح طرق لتصحيح هذا التأثير . وتوصلت الي تقديم معادلات تصحيحية للمعاملات تأخذ في الاعتبار الانحراف عن الطبيعية وتحسن من دقة التحليل العاملي.

**تأثير عدد فقرات الاختبار على نتائج التحليل العاملي:**

يؤثر عدد فقرات الاختبار على نتائج التحليل العاملي بالطرق التالية:

- كلما زاد عدد الفقرات كلما زادت فرص استخلاص عوامل أكثر وأكثر تشبعاً (Costello & Osborne, 2005).
- يوصى بالحد الأدنى لعدد الفقرات اللازمة للتحليل العاملي بـ ١٠ فقرات لكل عامل متوقع (Mundfrom et al., 2005).
- زيادة عدد الفقرات يزيد من احتمالية ظهور عوامل ضعيفة التشبع أو غير مفسرة (Fabrigar et al., 1999).
- تحليل المصفوفة المكونة من عدد كبير من الفقرات يتطلب عينات أكبر حجمًا (MacCallum et al., 1999).
- تقليل عدد الفقرات يساعد على الحصول على نتائج أكثر بساطة ووضوحًا (Costello & Osborne, 2005).

**استخدام التحليل العاملي في التأكد من صدق البنية الداخلية للمقاييس:**

يعد التحقق من الخصائص السيكومترية للمقاييس أمراً أساسياً قبل استخدامها، ومن أبرز هذه الخصائص التأكد من صدق البنية الداخلية Internal Validity. ويستخدم الباحثون التحليل العاملي Exploratory Factor Analysis كأحد أهم الأساليب الإحصائية لاختبار صدق البنية الداخلية للمقياس والتأكد من اتساق أبعاد ومكونات المقياس النظرية مع نتائج التحليل الإحصائي لبيانات المقياس.

وسيتناول هنا استخدام التحليل العاملي في التأكد من صدق البنية الداخلية من خلال عدة محاور: مفهوم صدق البنية الداخلية، أهمية التحقق من صدق البنية الداخلية، مفهوم التحليل العاملي، كيفية استخدام التحليل العاملي في اختبار صدق البنية الداخلية، المعايير والمؤشرات الدالة على صدق البنية الداخلية، خطوات إجراء التحليل العاملي، وأخيراً عرض لبعض التطبيقات والأمثلة البحثية.

**مفهوم صدق البنية الداخلية:Internal Validity**

يشير صدق البنية الداخلية إلى مدى اتساق البنية الداخلية للمقياس وارتباط بنود ومكونات المقياس ببعضها البعض بشكل منطقي ومتسق مع الإطار النظري وهدف المقياس (Netemeyer et al., 2003).

ويفترض أن المقياس ذو البنية الداخلية الصادقة، يجب أن ترتبط بنوده المنتمية لبُعد ما بعضها ببعض، وتنفصل عن بنود الأبعاد الأخرى في المقياس.

**أهمية التحقق من صدق البنية الداخلية:**

-التأكد من سلامة بناء المقياس واتساقه الداخلي.

-التحقق من مدى مطابقة بنية المقياس النظرية للبنية الإحصائية المستخلصة من التحليل العاملي.

-ضمان جودة البيانات التي يتم الحصول عليها من خلال المقياس.

-تقديم أدلة تجريبية على صحة الافتراضات النظرية التي بني عليها المقياس.

-الحكم على مدى نجاح عملية بناء وتطوير المقياس.

**استخدام التحليل العاملي في اختبار صدق البنية الداخلية:**

يتم ذلك من خلال مقارنة نتائج التحليل العاملي مع التصور النظري لبنية المقياس، فإذا تطابقت البنية العاملية مع البنية النظرية يشير ذلك لصدق بنية المقياس، وتشمل المقارنة:

-عدد عوامل المقياس النظرية والعوامل المستخلصة .

-تشبعات بنود المقياس على العوامل المستخلصة.

-اتساق تجمع البنود ضمن العوامل مع الأبعاد النظرية.

**المعايير والمؤشرات الدالة على صدق البنية الداخلية:**

-تشبعات البنود مرتفعة ودالة إحصائيًا على العامل المنتمية له نظريًا.

-انخفاض التشبعات على بقية العوامل .

-تفسير العوامل لنسبة مقبولة من التباين الكلي (٥٠% فأكثر).

-ارتفاع معاملات الارتباط بين البنود المنتمية لنفس البعد.

-انخفاض معاملات الارتباط بين البنود المنتمية لأبعاد مختلفة.

**تطبيقات وأمثلة بحثية:**

**دراسة (Hinkin et al., 1997)**

هدفت الدراسة إلى التحقق من البنية العاملية لمقياس فاعلية الذات الأكاديمية باستخدام التحليل العاملي. أشارت النتائج إلى تطابق البنية ثلاثية الأبعاد المستخلصة مع الإطار النظري للمقياس.

**دراسة نيتماير وآخرون (٢٠٠٣)**

لفحص صدق بنية مقياس توجهات العملاء باستخدام التحليل العاملي.

**دراسة يونغ وبيرس (٢٠١٣)**

للتحقق من صدق البنية العاملية لمقياس الكفاءة الذاتية.

**دراسة عدس وتوق (٢٠١٦)**

لاختبار البنية العاملية الكامنة لمقياس المناخ المدرسي.

من خلال ما سبق يمكن استنتاج أن التحليل العاملي بقسميه (الاستكشافي، والتوكيدي) يوفر أسلوبًا إحصائيًا قويًا لاختبار صدق البنية الداخلية للمقاييس من خلال مقارنة البنية النظرية بالبنية الإحصائية المستخلصة من التحليل العاملي. ويساعد التحليل العاملي في تقييم جودة بناء المقياس وسلامته الداخلية.

**الانتقادات الموجهة للتحليل العاملي:**

قد أشار كل من Tabachnick and Fidell (2007) إلى أن هناك ثلاثة انتقادات اساسية خاصة باستخدام التحليل العاملي الاستكشافي وهي:

١. غالبا ما يقود التحليل العاملي الاستكشافي إلى نواتج وتحليلات خاطئة، الأمر الذي يعيق تطوير النظرية وتعميمها.

٢. يفتقر التحليل العاملي الاستكشافي إلى عوامل خارجية تساعد الباحث في تقييم النتائج، حيث أن الباحث يعتمد كليا على الحكم والتفسير الشخصي.

٣. بناءًا على النقطتين السابقتين، فإن كثير من القرارات المتخذة يعد اجراء التحليل تكون ضعيفة وغير جيدة.

وقد أشار Gorsuch (1997) أن ضعف القرارات المتخذة عند استخدام التحليل، والتي تؤدي في النهاية إلى حدوث مشكلات عند بناء النظرية أو تطويرها وتعميمها، تخص على سبيل المثال العوامل التالية:

١. استخراج العوامل والطرق الخاصة بها

٢. عدد العوامل المستخرجة

٣. إجراء التدوير وأنواعه
٤. الطريقة التي يتم بها تقدير العامل
٥. حجم العينة المناسب
٦. كيفية التعامل مع القيم المفقودة.

وسعيا لتجنب حدوث الأخطاء عند استخدام التحليل العاملي الاستكشافي، فقد وضع عدد من الباحثين بعض النصائح والارشادات، ويمكن تلخيصها فيما يلي:

١. فقد أشار كل من ( Treiblmaier and Filzmoser (2010 أن العينات الكبيرة أفضل من العينات الأصغر حجما، حيث أنه كلما زاد حجم العينة، كلما قل احتمالية الخطأ، كما أن تقديرات المجتمع تصبح دقيقة، والنواتج أكثر تعميما.

٢. وفيما يخص العينات أيضا فقد أشار Comrey and Lee (1992) أيضا أن العينات التي تقل عن ٥٠ مفردة تعتبر عينات ضعيفة، بينما العينات التي تحتوي على ما يقارب ٢٠٠ مفردة تكون مقبولة، في حين أن التي تساوي او تزيد عن ٣٠٠ مفردة تعتبر عينة جيدة.

٣. كما ظهر أيضا توجه أحدث فيما يخص عدد مفردات العينة بأن حجم العينة المناسب يتم تقديره باستخدام عدد المتغيرات باستخدام ما يعرف بنسبة عدد المشاركين إلى عدد المتغيرات، وبناءًا على ذلك فإن النسبة الأفضل لعدد المشاركين إلى عدد المتغيرات تتراوح من (١:٥) إلى (١:١٠) (Widaman, 2012)

٤. وقد أفاد آخرون بأن كل من نموذج المكونات الاساسية (Principal component model) ونموذج العامل العام (Common Factor Model) قد اثبتا نجاحهما في هذا السياق، ويندرج أيضا عدة طرق لتقدير واستخراج العوامل، من أشهرها طريقة الأرجحية العظمى (Maximum Likelihood) فالفوارق بينهما بسيطة حيث يقوم نموذج المكونات الأساسية على افتراض عدم وجود خطأ فى القياس، بينما تأخذ طريقة العامل العام أخطاء القياس بعين الاعتبار (Conway and Huffcutt, 2003) كما أفاد ( Gorsuch (1997 أن نموذج المكونات الاساسية يعتبر أكثر الطرق شيوعا من حيث استخراج العوامل وذلك ضمن نموذج المكونات الاساسية عند استخدام التحليل العاملي الاستكشافي، حيث تلخص هذه الطريقة المتغيرات مع الابقاء على التباين التي تمت ملاحظته مع قليل من الاهتمام بتفسير البنية الكاملة. بينما من ناحية اخرى أشار (Mvududu and Sink, 2013) أن طريقة المحاور الاساسية العاملية Principal Axis Factoring (PAF)تستخدم بكثرة عند استخدام نموذج العامل العام، حيث تتمتع هذه الطريقة بإمكانية التعامل مع أخطاء القياس، كما أنها تعمل على

انتاج عوامل تُظهر البناء الكامن للمتغيرات التي يتم قياسها، فهي في الأساس تهدف إلى فهم المتغيرات الكامنة التي تؤثر على العلاقات بين المتغيرات التي يتم قياسها.

٥. وتعد عملية اتخاذ القرار بشأن عدد العوامل هو من أهم وأصعب القرارات التي يقوم بها الباحث عند استخدام طريقة التحليل العاملي الاستكشافي. وهناك وجهات نظر مختلفة ومتعددة حول الطرق المستخدمة في تحديد العوامل. ولعل أبرز هذه القوانين هو القانون الذى وضعه كايزر عام ١٩٥٦، والذي ينص على أن العوامل التي تمتلك قيم كامنة أكبر من واحد (EV> ١) تفُسر على أنها عوامل ذات قيمة. وعلى الرغم من ذلك، فقد أظهر هذا القانون عدم وجود تجانس في نتائجه باختلاف عدد المتغيرات، كما أنه يُظهر أداء جيد في حال كان عدد المتغيرات لا تزيد عن ٣٠ متغيراً. كما يُعاب عليه أيضا أنه يقود في الغالب لإنتاج عدد كبير من العوامل مما يؤدي إلى كثير من المشكلات، كما أنه يعد خيارا تلقائيا ضمن كثير من البرامج والحزم الإحصائية (Henson et al., 2004).

٦. كما أقترح كاتل اختبار التماثل البياني لقيم الجذر الكامن في العام ١٩٦٦، والذى يقوم في الأساس على ترتيب القيم الكامنة ترتيبا تنازليا، حيث يهتم الباحث بإيجاد نقطة تحول بصري في الرسم البياني والذى يظهر بين القيم الكامنة المرتفعة والقيم المنخفضة. وفى بعض الأحيان عندما لا يتمكن الباحث من تحديد نقطة التحول فأنه يقوم باتخاذ قرار شخصي بالحكم على عدد العوامل التي تعتبر ذات قيمة. وقد أشار (Ruscio and Roche, 2012) أنه على الرغم من أن اختبار كاتل قد يقود إلى تقديرات غير دقيقة إلا أنه يعتبر أكثر دقة من قانون كايزر. وقد توجه البعض للحكم على العوامل المختلفة بالاعتماد على قيم التشبعات على العامل (Loadings)، حيث افادوا بأن التشبعات ينبغي أن تتراوح بين (٠.٦ – ٠.٢)، كما أشار أخرون أن التشبعات على العامل عند (٠.٢) يمتلك أدلة إحصائية في حالة كان حجم العينة كبير مع الأخذ في الاعتبار الدلالة العملية. بينما أشار أخرون أن العامل الحقيقي هو العامل الذي يحتوي على الأقل ثلاثة متغيرات تشبعاتها عالية تبلغ (٠.٣) فأكثر. كما أشار (Stevens, 1996) أنه يجب أن تبلغ قيمة التشبع (٠.٤) فأكثر. وقد أهتم أخرون بمصفوفة النمط (Pattern Matrix) والتي تهتم بحذف المتغيرات التي لديها تشبعات متقاطعة (Cross Ladded) على أكثر من عامل، الأمر الذي يساعد على انتاج عوامل أكثر قابلية للتفسير (Treiblmaier and Filzmoser, 2010). كما أفاد (Stevens, 1996) بأن العوامل المستخرجة من البيانات لابد أن تفسر ما قيمته ٤٠% من التباين الكلي على الأقل.

٧. كما تعد طريقتي التحليل الموازي (Parallel Analysis) واختبار أقل متوسط جزئي للعالم فيليسر (Minimum Average Partial) الأحدث نسبيا من حيث تحديد عدد العوامل.

وتقوم طريقة التحليل الموازي الذي اقتحها ( Horn, 1965)على انتاج مجموعات عشوائية من البيانات توازي في خصائصها البيانات التجريبية، كما أنها تقارن القيم الكامنة التي تم استخراجها من البيانات التجريبية مع نظيرتها العشوائية. بالإضافة إلى ذلك، يتم اعتبار العامل على أنه عامل ذو قيمة وذلك إذا زادت القيمة الكامنة له فى البيانات التجريبية عن نظيرتها فى العشوائية. بينما يعتمد اختبار أقل متوسط جزئي على متوسط الارتباط الجزئي بين المتغيرات بعد الاستبعاد المتتابع لأثر العوامل، والذي يقوم على افتراض تناقص قيمة مربع متوسط الارتباط الجزئي بحيث يكون أقل ما يمكن (O'Connor, 2000).

٨. وقد أفاد البعض بدقة بعض الطرق، فعلى سبيل المثال، أشار Henson and Roberts (2006) أن أفضل طريقة وأكثرها دقة هي طريقة التحليل الموازي، بينما أكد كل من Ruscio and Roche(2012) بأن على الذين يسعون لاستخدام التحليل العاملي الاستكشافي استخدام ما يعرف بالتثليث (Triangulation) عند تحديد عدد العوامل، وذلك عن طريق استخدام كل من قانون كيرز (EV١ < EV < ١) واختبار كاتل (Scree Test) بالإضافة إلى النظرية المدعمة للبحث أو ما يُعرف بالتحليل العاملي التوكيدي إن أمكن. ونتيجة لما سبق ذكره، وحيث أن لكل طريقة من طرق تحديد العوامل عيوبها ومميزاتها والتي يكون من الصعب تحقيقها في كثير من الأحيان، فقد اقترح Fabrigar et al (1999) استخدام أكثر من طريقة في الوقت ذاته وذلك للوصول إلى نتائج أكثر دقة.

**تحديد عدد العوامل في المقاييس النفسية والتربوية**

يعد تحديد عدد العوامل التي يجب الاحتفاظ بها أحد أهم القرارات في البحث التحليلي للعوامل (Hayton et al., 2004; Henson et al., 2006). يمكن أن يكون لتحديد أبعاد أقل –نقصان في العوامل– أو أكثر – من تلك الموجودة في المجتمع آثار ضارة على جودة الحل العاملي، بما في ذلك الخطأ الكبير في تحميل العامل وتقديرات درجة العامل، وتقسيم العوامل، والحلول غير المقبولة، وظهور عوامل غير قابلة للتفسير ( Auerswald & Moshagen, 2019).

في الوقت الحاضر، تعد طرق تقييم الأبعاد محدودة لأنها تبلغ فقط الأبعاد الإجمالية الكامنة وراء البيانات الملاحظة، ولا تقدم أي إرشادات بشأن ما إذا كان أحد أو أكثر من العوامل المقترحة ترجع إلى تأثيرات الصياغة. وهذا يمكن أن يجعل الباحثين يبالغون في الاعتماد على النظرية ومقارنة النماذج التي قد لا تؤدي إلى اختيار النماذج المثلى، لا سيما عندما تكون هناك عوامل جوهرية متعددة وعوامل صياغة متعددة تكمن وراء البيانات .(Kam, 2018) يكون هذا الوضع معاكسًا بشكل خاص في السياقات الاستكشافية حيث تكون النظرية المتعلقة بالبنية

الكامنة أكثر هشاشة. علاوة على ذلك، بالنسبة لطرق الأبعاد التي توفر أيضًا تقديرًا للبنية الكامنة (أي مجموعات العناصر)، مثل الرسم البياني الاستكشافي( EGA; Golino & Epskamp, 2017)، يمكن أن تؤدي تأثيرات الصياغة إلى حلول غير قابلة للتفسير (Juárez-García et al., 2021).

**طرق تقييم الأبعاد**

تم اقتراح العديد من الطرق لتقييم الأبعاد الكامنة للبيانات النفسية (Auerswald & Moshagen, 2019, and Goretzko et al., 2021). من بين هذه الطرق، أظهر التحليل الموازي(PA) parallel analysis (Horn, 1965) و تحليل الرسم البياني الاستكشافي ( EGA Golino & Epskamp, 2017) أداءً ممتازًا عبر العديد من الدراسات (Auerswald & Moshagen, 2019; Cosemans et al.,2021; Garrido et al., 2013, 2016; Golino et al., 2020; Golino & Demetriou, 2017; Xia, 2021).

. ونتيجة لذلك، يعد التحليل الموازيPA و تحليل الرسم البياني الاستكشافي EGA حاليًا من أكثر طرق تقييم الأبعاد الموصي بها (Cosemans et al., 2021; Ferrando et al., 2022; Goretzko et al., 2021)

**أولا : التحليل الموازي (PA)parallel analysis**

اقترح Horn (1965) PA التحليل الموازي كنموذج بديل لقاعدة القيمة الذاتية أكبر من واحد، والتي تفترض أنه يجب الاحتفاظ بالعوامل ذات القيم الذاتية> ١ (Kaiser, 1960). فقد رأي Horn بأنه ينبغي تقدير رتبة مصفوفة ارتباط العينة عن طريق طرح مكون في القيم الذاتية بسبب خطأ في أخذ العينات بالصدفة Horn (1965) ولتحقيق ذلك، اقترح هورن توليد بيانات عشوائية من نموذج صفري الارتباطات، وبنفس عدد المتغيرات وحجم العينة مثل البيانات قيد التقييم. وفقا لإجراء التحليل الموازي PA ، ينبغي بعد ذلك الاحتفاظ بالعوامل إذا كانت قيمها الذاتية أكبر من القيم الذاتية للعوامل المقابلة من هذه البيانات التي تم إنشاؤها. ويترتب على ذلك، أنه على مستوى العينة. التحليل الموازي PA وقاعدة القيمة الذاتية أكبر من واحد متكافئتان.

ويعتمد هذا المحك على جانبين، الأول عددي والثاني بياني، يتم في الجانب العددي الاحتفاظ بالعوامل التي تفوق جذورها الكامنة الجذور الكامنة المستخرجة من البيانات العشوائية، ويتم في الجانب البياني الاحتفاظ بالعوامل التي تقع فوق نقطة القطع الناتجة عن تقاطع المنحنى البياني الناتج عن الجذور الكامنة لبيانات العينة الحقيقية والمنحنى البياني الناتج عن الجذور الكامنة لبيانات العينة العشوائية التي تم استخراجها عن طريق المحكات من عينة الدراسة.

تم اقتراح العديد من الاختلافات في طريقة PA التحليل الموازي (Lim & Jahng,2019) تقترح هذه الاختلافات استخدام طرق استخلاص مختلفة، أو إنشاء بيانات عشوائية من نماذج مختلفة، أو استخدام معايير مختلفة لتجميع القيم الذاتية العشوائية.

ومع ذلك، هناك أدلة متقاربة على أن صياغة Horn الأصلية لحساب القيم الذاتية من مصفوفة الارتباط الكاملة (أي تحليل المكون الرئيسي[PCA] القيم الذاتية) وإنشاء البيانات من نموذج فارغ قد يوفر أفضل أداء (Garrido et al., 2013; Lim & Jahng, 2019; Xia, 2021). من حيث التجميع ومعايير القيم الذاتية العشوائية، يميل المتوسط إلى الأداء بشكل أفضل بالنسبة للبناءات المرتبطة، في حين أن النسبة المئوية ٩٥ تتفوق على الطرق المتعامدة أو البيانات التي تحتوي على خطأ في العينة ( Garrido et al., 2013; Lim & Jahng, 2019; Xia, 2021). بالإضافة إلى ذلك، من المهم أن تحافظ البيانات العشوائية على الخصائص التوزيعية للبيانات التي تم تقييمها لضمان فعالية جميع طرق التحليل الموازي (Lubbe, 2019).

ويمكن تحقيق ذلك من خلال إجراءات مختلفة، مثل تبديل الأعمدة العشوائية للبيانات الأصلية أو تقسيم البيانات العادية متعددة المتغيرات البيانات باستخدام عتبات العناصر (Garrido et al., 2013; Lubbe, 2019).

ومن هنا هدفت دراسة الجدائمي (٢٠٢٣) إلى اكتشاف أهم الأبعاد الممثلة لمتغير أسلوب موظفو الاستعلامات في المصحات الخاصة بليبيا عند التعامل مع المترددين ومدى انعكاساتها على الاحتفاظ بهم كزبائن دائمين. وذلك من خلال استخدام التحليل العاملي الاستكشافي من جهة ومدى دعم مخرجاته من خلال استخدام التحليل العاملي التوكيدي من جهة أخرى. حيت استندت الدراسة على استمارة استبيان كأداة لجمع البيانات من جمهور المواطنين في ليبيا وتم توظيف تقنية الاستبيان الإلكتروني (Google Forms Questionnaire) واستخدم أسلوب العينة الميسرة. وبلغ حجم الاستبانات الخاضعة للتحليل عدد (٨٣) استبانة. وظفت برامج (Excel, SPSS, Google Spread Sheet) لتجهيز وتحليل البيانات المتعلقة بالتحليل العاملي الاستكشافي، وكذلك وظفت تلك البرامج لتحليل البيانات المتعلقة بالتحليل العاملي التوكيدي باستخدام برنامج معادلة النمذجة البنائية(SEM) وبعد اختبار فرضيات الدراسة، أظهرت النتائج الخاصة بالتحليل العاملي الاستكشافي عدد ثلاثة أبعاد (مع ٢٣ عبارة) قد تمثل متغير أسلوب تواصل موظفو الاستعلامات مع المترددين على المصحات الخاصة وعلاقتها بالاحتفاظ بالمترددين عليها، كما دعمت نتائج التحليل العاملي التوكيدي نتائج التحليل العاملي

الاستكشافي باستخراج عدد ثلاثة أبعاد (مع ١٢ عبارة فقط). قدمت هذه الدراسة مجموعة من التوصيات.

بينما هدفت دراسة معاش، بلقاسم (٢٠٢٣) إلى اختبار مقياس الأداء المستدام لمنظمات الأعمال لجون الغينتون في البيئة الجزائرية، وهو من المقاربات الحديثة لقياس الأداء المستدام الذي يعتبر جزءا من المفهوم الأوسع للتنمية المستدامة، طبق المقياس على عينة من موظفي مؤسسة بريد الجزائر، والبالغ عددها ٢٠٠ موظف، اعتمدنا في دراستنا على المنهج الوصفي، واستخدمنا عدة أدوات استمارة الاستبيان، برنامج AMOS24، وبرنامج Excel، أظهرت نتائج الدراسة بأن بنية مفهوم الأداء المستدام وفقا لمقياس جون الغينتون يحوي فعلا على ثلاث أبعاد، بعد الأداء الاقتصادي، بعد الأداء الاجتماعي، بعد الأداء البيئي، ويتوفر على مطابقة جيدة مع بيانات عينة الدراسة في البيئة الجزائرية، وعلى مستوى مناسب من الصدق والثبات.

وقد هدفت دراسة Linder (2023) إلى جمع وتحليل البيانات حول وجود وتفسير العوامل التي يمكن أن تساهم في اختيار التوجه النظري من قبل المستشارين المهنيين المرخصين في بداية حياتهم المهنية. الدراسات السابقة التي أجريت حول هذا الموضوع كانت في المقام الأول نوعية في التصميم وظاهرية في الطبيعة، مما يستدعي هذا المشروع الكمي. لجمع هذه البيانات، أنشأ الباحث استطلاع تفصيل عامل الاختيار النظري لتحديد العوامل ذات الصلة بالاختيار النظري للمستشار الوظيفي المبكر وتوفير أساس لمواصلة البحث حول هذا الموضوع. بعد دراسة تجريبية شملت عينة صغيرة من المستشارين (ن = ٥)، استخدم الباحث التحليل العاملي الاستكشافي (EFA) مع حجم عينة أكبر (ن = ٧٧) لتحديد وجود وقابلية تفسير العوامل في استجابات المشاركين. عند تحليل الاستطلاع، حدد الباحث ستة مكونات رئيسية، بما في ذلك الخبرات الأكاديمية والإشرافية، وتجارب العلاقات الحميمة، وتجارب الإعداد الإكلينيكي، والتجارب الروحية، وتجارب الإرشاد التطبيقي، حيث يقدم كل منها قيمًا ذاتية تزيد عن ٢.٠ من ١٣ بنية. أثبتت نتائج الدراسة الآثار المترتبة على تحسين الممارسات الأكاديمية والإشرافية المحيطة باختيار نظرية المستشار المبكر.

**تحليل الشبكة السيكومترية:**

لقد تم التعامل مع التركيبات النفسية تقليديًا باستخدام إطار المتغير الكامن، حيث يُفترض أن البنى النفسية الأساسية (مثل الاكتئاب، والانبساط، أو الذكاء العام؛ Cronbach & Meehl,1955) إنما هي انعكاس وصدى لمجموعة من المتغيرات الملاحظة (مثل أعراض المرض النفسي، أو التقارير الذاتية عن فقرات الاستبيان، أو الأداء في الاختبارات المعرفية). وضمن هذا الإطار يفترض الباحثون عادة أن البناء الذي يتم قياسه (مثل الاكتئاب) يخلق

التباين المشترك بين هذه المتغيرات الملاحظة (مثل أعراض الاكتئاب). إذا كان هذا هو الحال، فإن التباين المشترك للمتغيرات الملاحظة يعكس البناء الكامن، وبالتالي يمكن تفسير الوظائف المناسبة لدرجات الاختبار (مثل الدرجات الإجمالية أو تقديرات نقاط العامل) على أنها مقاييس للبناء ( Bollen & Lennox,1991; Borsboom, Mellenbergh, & van Heerden, 2004, 2003; Edwards & Bagozzi, 2000). ولكن في الآونة الأخيرة، ظهر إطار بديل تم اقتراحه بناءً على فكرة أن العديد من المتغيرات الملاحظة في علم النفس تعكس حالات أو عمليات نفسية أساسية تنخرط في تفاعلات متبادلة (سببية) (Cramer et al., 2010; Van der Maas et al., 2006). على هذا النحو، لا تعزى الارتباطات بين المتغيرات الملاحظة إلى اعتمادها على متغير كامن مشترك، بل قد تنجم عن التفاعلات المحلية بين العمليات ذات الصلة.

وقد ركزت الأدبيات الحديثة على تقدير نماذج الشبكات غير الموجهة، والتي تسمى حقول ماركوف العشوائية Markov random field وهي مجموعة من المتغيرات العشوائية التي لها خاصية ماركوف والذي يمكن وصفه بمخطط غير موجه يشبه حقل ماركوف العشوائي إلى حد ما شبكة بايزية في تمثيله للعلاقات، إلا أنه من الممكن استخدامه في تمثيل علاقات لا يمكن تمثيلها باستخدام الشبكات البايزية مثل العلاقات الدورانية (cyclic dependencies) ومن ناحية أخرى فإنه من غير الممكن استخدامه لتمثيل علاقات مستحثه ( induced dependencies) والتي من الممكن تمثيلها باستخدام الشبكات البايزية لحقل ماركوف العشوائي الكثير من التطبيقات، وهو مجال سريع التطور تم تطبيقه على العديد من المقاييس النفسية (Christensen et al., 2018; Fonseca-Pedrero et al., 2018). ويعرف منهج بناء الشبكة السيكومترية على أنها أنظمة معقدة، تنشأ من التفاعلات السببية بين البنود المكونة للبناء (Borsboom & Cramer, 2013; Schmittmann et al., 2013).

تتكون نماذج الشبكة من العقد التي تمثل المتغيرات العشوائية التي ترتبط بالحواف أو الروابط التي تشير إلى مستوى التفاعل بين هذه المتغيرات يمكن تفسير هذه الحواف بسهولة على أنها معاملات ارتباط جزئية لمتغيرين مع الأخذ في الاعتبار الارتباطات الجزئية التي جميع العقد الأخرى في الشبكة). والارتباطات الجزئية تعبر عن التباين الفريد المشترك بين العقد في الشبكة، والذي عادةً ما يؤدي إلى تقليص العديد من العلاقات إلى الصفر أو قريبة تكون منه تظل العلاقات الارتباطية الأكبر تشكل مجموعة من العديد من العقد المتصلة (الاشتراكات)، وتعد هذه الاشتراكات مكافئة رياضيا للعوامل (Golino & Epskamp, 2017).

وعليه يقوم النموذج الشبكي على افتراض أن المتغيرات المقاسة هي جزء من السمة الكامنة لكن لا تربطها علاقة سببية بها (أي أن السمة الكامنة ليست سبب حدوث المتغيرات المقاسة) بل هي متغيرات مستقلة وبينها علاقات سببية مباشرة فيما بينها في شبكة من الأنظمة الديناميكية، حيث أن كل تغير في متغير معين يسبب تغير في متغير آخر في الشبكة، وليست كمتغيرات تابعة سببها السمة الكامنة كما هو الحال في نموذج العامل المشترك (الكامن).

إن هذا التصور الشبكي الذي ينظر إلى السمة الكامنة على أنها شبكة من المتغيرات المستقلة بينها علاقات سببية، إنما يدفعنا إلى فحص شبكة هذه العلاقات من خلال التركيز على بنية الشبكة والتفاعلات بين عناصر الشبكة، وفي هذه الحالة –العلاقة بين المتغيرات المقاسة والسمة الكامنة– لا ينظر إليه كنموذج قياس في نموذج العامل الكامن بل تصبح هذه المتغيرات المقاسة كجزء من السمة الكامنة التي ينظر إليها على أنها نظام من العلاقات، وبالتالي فإن دراسة العلاقات بين المتغيرات المقاسة والسمة الكامنة تعني دراسة أداء هذه المتغيرات في الشبكة، على سبيل المثال؛ أي من هذه المتغيرات مهيمن في الشبكة من خلال قوة علاقته بالمتغيرات الآخرى، حيث أن هذه المتغيرات المهيمنة تكون في وسط الشبكة (Cramer et al., 2010 ; Schmittmann et al, 2013).

كما أن هذه المتغيرات المهمة في الشبكة عندما تكون أعراض لاضطراب نفسي معين فدراستها بالنموذج الشبكي تسمح لنا بمعرفة مسار هذا الاضطراب وبقائه وأسباب حدوثه وتجعلنا نركز عليها خاصة من أجل الوقاية من الاضطراب وعلاجه بإعداد البرامج العلاجية المناسبة (Jones et al., 2018; Levinson et al., 2018; Wang et al., 2020) على سبيل المثال، في أبحاث الذكاء، تؤدي زيادة سعة الذاكرة قصيرة المدى إلى توفر استراتيجيات معرفية جديدة (Bjorklund, 2022)، والتي يؤدي تطبيقها إلى تحسينات في الذاكرة قصيرة المدى؛ في أبحاث الاكتئاب، قد تؤدي أعراض مثل الأرق إلى مشاكل في التركيز، مما قد يؤدي إلى القلق، والذي بدوره قد يؤدي إلى الأرق (Cramer et al., 2010)؛ ومن الناحية الشخصية، فإن الشخص الذي يحب الذهاب إلى الحفلات قد يطور مهارات اجتماعية أكبر، مما قد يؤدي به إلى حب الحفلات بشكل أكبر (Cramer et al., 2012)، وفي جميع هذه الحالات، يؤدي التعزيز المتبادل للمتغيرات القابلة للملاحظة إلى توليد بعض التباين المشترك بين المؤشرات على الأقل.

في العقد المنصرم، قام الباحثون بذلك حيث بدأوا في إعادة النظر في التركيبات النفسية التي كان يُنظر إليها تقليديًا من خلال متغير كامن منظور، مثل الذكاء وسمات الشخصية والأمراض النفسية(Caspi et al., 2014) ، من منظور الشبكة ومن أمثله هذه الدراسات (Cramer et al., 2012; McNally et al., 2015; Van der Maas et al.,

.(2006 وقد أسفرت هذه الدراسات عن إطار جديد حول طبيعة ومسببات البنيات النفسية، وأدى برنامج البحث اللاحق إلى تفسيرات بديلة لظواهر مثل الاعتلال المشترك (Cramer et al., 2010) والانتعاش التلقائي (Cramer et al., 2016)، بالإضافة إلى النتائج الموضوعية الجديدة. تشمل الأمثلة ملاحظة أن الأفراد المصابين بالاكتئاب لديهم شبكات متصلة بقوة من الحالات العاطفية السلبية (Pe et al., 2015)، والاكتشاف بأن بنية الشبكة مرتبطة بالتعافي من الاكتئاب (van Borkulo et al., 2015). ونتيجة لهذه التطورات، أصبحت أساليب الشبكات تكتسب شعبية بسرعة.

**وجهات النظر حول كيفية فهم البنيات النفسية والعلاقات بين المتغيرات الملاحظة:**

للوهلة الأولى، يتضح أن إطار الشبكة السيكومترية يختلف اختلافا جذريا عن اطار المتغير الكامن، ففي إطار المتغير الكامن، يفترض أن التباين المشترك للمتغيرات الملاحظة يعكس بنية كامنة، بينما في إطار الشبكة، من المفترض أنه يعكس شبكة سببية. تقترح هذه الأطر آليات متناقضة لتوليد البيانات، مما يؤدي إلى تفسيرات موضوعية مختلفة للنماذج الإحصائية. ومع ذلك، فإن هذه العمليات السببية المفترضة المتباينة لا تترجم بالضرورة إلى هياكل بيانات إحصائية مختلفة. على سبيل المثال، أظهر Van der Maas et al. (2006) أن محاكاة البيانات وفقًا لنموذج ذي علاقات مباشرة إيجابية بين المتغيرات الملاحظة يمكن أن يؤدي إلى نموذج عامل مناسب، بحيث تكون ملاحظة الملاءمة الجيدة لنموذج العامل متوافقة أيضًا مع نموذج الشبكة. وبالمثل إذا تمت محاكاة البيانات وفقًا لنموذج عامل واحد مع تحميل عامل إيجابي، فإن تحليل الشبكة سيؤدي إلى اتصال كامل لنموذج الشبكة (من الآن فصاعدا "الرسم البياني الكامل) مع أوزان الحافة الإيجابية. في هذه الحالة، يكون الملاءمة الجيدة لنموذج الشبكة (منخفضة الرتبة) متوافقًا مع فرضية المتغير الكامن. لقد أضافت العديد من المقالات في العامين الماضيين طابعًا رسميًا على التكافؤ الإحصائي بين نماذج الشبكة ونماذج المتغير الكامن للمتغيرات الثنائية، ونماذج نظرية الاستجابة لمفردة متعددة الأبعاد (MIRT) (Epskamp et al., 2018; Kruis & Maris, 2016; Marsman et al., 2015). على سبيل المثال، بالنسبة للمتغيرات المستمرة، فهذا يعني أن نموذج الشبكة ونموذج المتغير الكامن ينتجان نفس الوسائل ومصفوفة التباين. إن المعنى الضمني المتمثل في إمكانية تمثيل مصفوفة التغاير كنموذج شبكة وكنموذج متغير كامن يشير إلى أنه من المستحيل التمييز بين نماذج الشبكة ونماذج المتغير الكامنة بناءً على البيانات التجريبية وحدها.

**مكونات الشبكة السيكومترية**

يمكننا تمثيل نموذج الشبكة السيكومترية عن طريق شكل يحتوي على عنصرين أساسين هما: الأول عبارة عن دوائر صغيرة تسمى عقد( Nodes) والتي تمثل متغيرات ملاحظة. والثاني ما يسمى الحواف (Edges) وهي خطوط ومسارات تربط بين العقد الموجودة في الشبكة، والتي تمثل علاقات ارتباطية بين كل العقد الموجودة في الشبكة، حيث تختلف هذه العلاقات الارتباطية من حيث القوة فكلما كانت الخطوط غليظة دل على وجود علاقة قوية. وتختلف من حيث الاتجاه فعندما تكون الخطوط خضراء أو زرقاء تعني علاقة موجبة والخطوط الحمراء تعتي علاقة سالبة (Costantini et al. 2019) ، كما أن هذه المسارات يمكن أن تكون موزونة أو غير موزونة. فالمسارات الغير موزونة تشير إلى أن بندين مرتبطين، أما الموزونة تعطينا قيمة الارتباط(McNally, 2016).

ولمعرفة أهمية البنود في نموذج شبكي معين نعتمد على ما يسمى المركزية Centrality التي تشير إلى أهمية الدور الذي يقوم به بند معين في مقياس على أساس السياق العام للبنود الأخرى(Opsahl et al., 2010) كما يمكن أن تشير المركزية في علم النفس المرضي إلى أي الأعراض التي تلعب دورا مهما في بقاء الاضطراب النفسي (Jones et al., 2018) .

يذكر McNally (2016) بأن هناك مؤشرات مختلفة لقياس المركزية تشير إلى جوانب مختلفة من أهمية البنود في الشبكة. من أهمها الدرجة، والقوة، والتأثير المتوقع، والقرب( closeness) والبينية (betweenness) وبيانها ما يلي:

– درجة المركزية: هي عدد البنود المرتبطة بالبند، وكلما زادت الدرجة زادت مركزية البند في الشبكة.

– قوة المركزية: ويمكن فحصها بواسطة سمك خط المسارات (Edges) في الشبكة فكلما كان غليظا دل على ارتفاع قوة المركزية، ويشير هذا المؤشر إلى مجموع قيم معاملات الارتباط للمسارات (Edges) المرتبطة ببند معين. المعلومات التي تقدمها لنا قوة المركزية مهمة جدا ففي دراسة قام بها Boschloo et al.(2016) أظهرت أن الأشخاص الذين لديهم أعراض الاكتئاب لها قوة مركزية عالية المتمثلة في (الرهاف، والمزاج الاكتئابي، وانعدام اللذة، وضعف التركيز) هم أكثر عرضة إلى تطوير اضطراب اكتئاب حاد مقارنة بالأشخاص الذين لديهم أعراض اكتئاب لها قوة مركزية منخفضة.

– التأثير المتوقع: هو مجموع المسارات الموزونة، حيث يأخذ بعين الاعتبار وجود علاقات سالبة.

– القرب: هو متوسط المسافة بين البند والبنود الأخرى في الشبكة.

– البينية: تشير إلى عدد مرات وقوع بند على المسار الأقصر بين بندين آخرين (Christensen et al., 2018

**تحليل الرسم البياني الاستكشافي EGA (Analysis Graph Exploratory**

لاستخراج العوامل الكامنة وتحديد مجموعة البنود التي تنتمي إليها في التحليل الشبكي تم تطوير ما يسمى تحليل الرسم البياني الاستكشافي( EGA (Analysis Graph Exploratory من طرف الباحثين (Golino & Epskamp, 2017) وذلك بواسطة طريقة the Graphical Least Absolute Shrinkage and Operator Selection (GLASSO) والتي تستخدم لتقدير النماذج الشبكية المسمات بالنموذج البياني قوس(GGM) Graphical Gaussian Model، في هذا الشكل المسارات هي معاملات الارتباط الجزئية بين بندين وبتعبير آخر الارتباط بين بندين بعد تثبيت تأثير كل البنود الاخرى في الشبكة، وهذا النموذج (GLASSO)يقلص و يحذف معاملات الارتباط الصغيرة من أجل الحصول على نتائج مقتصدة لا تحتوي على عدد كبير من العلاقات التي يمكن أن تكون مزيفة وغير حقيقية بين البنود، ولتقدير عدد العوامل الكامنة يتم استخدام ما يسمى خوارزميات Walktrap التي أظهرت حسب Epskamp and Golino(2017) أداء أفضل مقارنة بالطرق الأخرى المستخدمة في التحليل العاملي الاستكشافي.

يكشف تحليل الرسم البياني الاستكشافي عن العوامل الكامنة التي يتم تقديرها كعناقيد من البنود و تكون مشابهة للعوامل الكامنة في التحليل العاملي الاستكشافي وتؤدي نفس العمل، وإذا نظرنا إلى نموذج العامل الكامن كنموذج سببي حقيقي) يصف العلاقات بين العامل الكامن والبنود التي تتشبع عليه( فنحن نتوقع أن البنود في النموذج الشبكي تتجمع في عناقيد تقابل هذه العوامل الكامنة.(كريش ،٢٠٢٢)

ولقد تبين أن أداء تحليل الرسم البياني الاستكشافي لاستخراج العوامل الكامنة هو أفضل من نموذج العامل الكامن وهذه الافضلية تبرز خاصة عندما يكون عدد البنود قليل لكل عامل من العوامل (Golino & Epskamp, 2017; Jamison et al., 2021) ، وبما أن أهم شيء هو ضمان استقرار النتائج من خلال استخراج عوامل حقيقية يمكن تكرارها و الحصول عليها مجددا في دراسات أخرى، طور كل من Christensen and Golino (2021) طريقة جديدة لاستخراج العوامل تسمى( bootEGA (Analysis Graph Exploratory) Bootstrap، وكذلك لتقدير استقرار العوامل الكامنة المستخرجة بواسطة طريقة EGA والبنود التي تتشبع عليها، حيث تقوم هذه الطريقة على المعاينة المتكررة وإعادة التحليل في كل مرة و التي يمكن أن تصل إلى ٥٠٠ مرة أو حتى ١٠٠٠ وأكثر، بالإضافة إلى توليد البيانات بصورة

متكررة باستخدام المقاربة البارمترية عندما تتوزع البيانات توزيع طبيعي متعدد، واستخدام المقاربة اللابارمترية عندما لا يتوفر هذا الافتراض وتكون البيانات رتبيه. ولكل عينة مستنسخة يتم تطبيق طريقة EGAعلى بياناتها للحصول على توزيع المعاينة لنتائج التحليل الشبكي مما يسمح لنا بحساب حدود الثقة والحصول على النموذج الشبكي المثالي من توزيع المعاينة. كما يمكن لطريقة bootEGA تقييم استقرار العوامل والبنود باستخدام الاتساق البنيوي consistency structural، حيث يعرف الاتساق البنيوي على أنه نسبة المرات التي تم فيها استخراج العوامل الكامنة (الابعاد) التي استخرجت في التحليل الأول وأمكن الحصول عليها مجددا (نفس البنود تنتمي إلى العامل) مع كل تحليل مكرر للعينات المستنسخة. وكتحليل مكمل للاتساق البنيوي هناك استقرار البند الذي يشير إلى نسبة المرات التي يتم تعيين البند في العامل الذي ينتمي إليه. وهذا التحليل يسمح لنا بمعرفة البنود التي ساهمت في الاتساق البنيوي للعوامل أو التي ساهمت في عدم الاتساق، وينصح بحذف البنود التي معامل استقراراها أقل من ٠.٧٠ كما يمكننا التعامل مع معاملات الاتساق البنيوي للأبعاد وللبنود كمعاملات الثبات (Christensen & Golino, 2021)، ولمزيد من المعلومات حول هذه الطريقة يمكنك الرجوع الي الدراسات الآتية (حمودة ،٢٠٢٢؛ حمودة ٢٠٢٣ ؛ حمودة ، سيد؛٢٠٢٣ ؛ كريش ،٢٠٢٠؛ كريش،٢٠٢٢)

وأخيرا يعد منهج القياس النفسي والعاملي للشبكة طريقة لتحليل وتفسير البيانات النفسية التي تأخذ في الاعتبار بنية الشبكة والعوامل الكامنة للمتغيرات. القياس النفسي للشبكة هو حقل فرعي من القياسات النفسية التي تحدد البنيات النفسية كأنظمة معقدة من العوامل السلوكية والمعرفية والبيئية والبيولوجية التي تتفاعل مع بعضها البعض (Borsboom, 2017). بينما التحليل العاملي هو أسلوب سيكومتري تقليدي يحدد الأبعاد أو العوامل الأساسية التي تفسر الارتباطات بين المتغيرات المرصودة. يجمع النهج النفسي والعاملي للشبكة بين هذين المنظورين لتوفير فهم أكثر شمولاً ودقة للظواهر النفسية.

أحد الأمثلة على منهج القياس النفسي والعاملي للشبكة هو تحليل الرسم البياني الاستكشافي (EGA) الذي اقترحه Golino and Epskamp (2017) وهي طريقة تعتمد على البيانات وتحدد العدد الأمثل للعوامل وبنية الشبكة لمجموعة من المتغيرات بناءً على مبدأ الحد الأدنى لطول الوصف .(MDL) يمكن لطريقة EGA التعامل مع المتغيرات المستمرة والفئوية، ويمكنها اكتشاف وجود تأثيرات الصياغة، وهي الاستجابات غير المتسقة للعناصر العادية والمعكوسة في مقاييس التقرير الذاتي. ويمكن لطريقة تحليل الرسم البياني الاستكشافي أيضًا تقدير موثوقية وصحة العوامل والشبكة، وتقديم تمثيلات رسومية للنتائج. تم تطبيق EGA على

مجالات مختلفة من علم النفس، مثل الذكاء والشخصية والصحة العقلية والمواقف (Golino et al., 2020).

وفي ذات السياق مثال آخر على منهج القياس النفسي والعاملي للشبكة هو تحليل عامل الشبكة (NFA) الذي طوره Epskamp et al. (2018). NFA هي طريقة قائمة على النموذج تدمج تحليل العوامل التأكيدية(CFA) والنماذج الرسومية الغوسية (GGM) لتقدير تحميلات العوامل وبنية الشبكة للبقايا في وقت واحد. يمكن لـ NFA اختبار مدى ملاءمة نماذج العوامل المختلفة ونماذج الشبكات، ومقارنتها باستخدام معايير المعلومات. يمكن لـ NFA أيضًا دمج المتغيرات المشتركة وقيود ثبات القياس في التحليل. تم استخدام NFA لدراسة بنية وديناميكيات البنيات النفسية مثل الذكاء والشخصية والأمراض النفسية والرفاهية (Epskamp et al., 2017).

يمكن أن يقدم النهج السيكومتري والعاملي للشبكة العديد من المزايا على النهج التحليلي للشبكة البحتة أو التحليل العاملي البحت. أولاً، يمكنها أن تأخذ في الاعتبار الجوانب المشتركة والفريدة من نوعها للمتغيرات، وتكشف عن كيفية ارتباطها ببعضها البعض. ثانيًا، يمكن أن يوفر المزيد من المعلومات والرؤى حول طبيعة ومعنى العوامل والشبكة، وكيف يمكن قياسها وتفسيرها. ثالثًا، يمكنه معالجة بعض القيود والتحديات المتعلقة بتحليل الشبكات والعوامل، مثل مشكلات التحديد والتقدير والتفسير. رابعا، يمكن أن يسهل التكامل والتواصل بين وجهات النظر النظرية والتجريبية المختلفة في علم النفس، وتعزيز فهم أكثر شمولية ونظامية للسلوك البشري.

ففي دراسة حديثة قام بها Dunlop et al. (2019) طلب من المشاركين تقدير النسبة المئوية لمجموعة المقارنة (ن ١٠٠)، والتي يعتقدون أنها كانت أقل من مستواهم في كل بند من بنود الاستبيان تتوافق هذه التعليمات بدقة. هذا مع التفسير، وتحمل نظرية حول كيفية استجابة الافراد على الاستبيان. وتعتبر أحدي الطرق المحتملة والتي يمكن من خلالها التحقق من صدق الاستبيان من منظور المتغير الكامن التحقق من صدق استبيانات سمات الشخصية من منظور الشبكة السيكومترية كانت مناقشتنا للصدق لهذه النقطة تدور حول ما إذا كان الاستبيان يمتلك خاصية كونه صادقا تحدد هذه المناقشة كيف يجب تفسير التقييمات السيكومترية للاستبيان بشكل جوهري أثناء التحقق من الصدق يختلف التحقق من الصدق عن الصدق من حيث أنه نشاط مستمر يسعى إلى وصف وتصنيف وتقييم الدرجة التي تدعم بها الأدلة التجريبية والأسباب النظرية صدق الاستبيان (Borsboom, 2017)، عادة ما يستلزم التحقق من الصدق ثلاث مراحل: الموضوعية والبنائية والخارجية (Flake et al., 2017).

وقد أجرى كل من Dedrick & Greenbaum (2010) التحليل العاملي متعدد المستويات لفحص البنية العاملية لمقياس أنشطة التعاون بين الوكالات ( Interagency Collaboration Activities Scale (ICAS المكون من ثلاثة عوامل كامنة على مستوى الأفراد ومستوى الوكالات دعمت النتائج من ٣٧٨ مهنيًا (١٠٤) مسؤولًا، ٢٠١ مقدم خدمة، و ٧٣ مدير حالة من ٣٢ وكالة لخدمات الصحة العقلية للأطفال نموذجًا ثلاثي العوامل في كل مستوى ، أشارت نتائج الدراسة إلى أن تشبعات العوامل لم تكن مختلفة بشكل ملحوظ (p<٠٥) عبر المستويات. وقد بلغت تقديرات معامل الثبات للعوامل الثلاثة أنشطة الموارد المالية والمادية، أنشطة تطوير البرامج وتقييمها، وأنشطة السياسة التعاونية) على مستوى الوكالة (٠.٨١ ، ٠.٦٠ ، ٠.٧٢)، على التوالي، في حين بلغت هذه التقديرات (٠.٧٩ ، ٠.٨٢ ، ٠.٨٥) على مستوى الأفراد. وأظهرت النتائج عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية (p>٠٥) في مستويات التعاون بين الوكالات تعزى لخصائص المشاركين (العمر، الدور الوظيفي، الجنس، المستوى التعليمي وخصائص الوكالة (موقع الدولة وعدد الموظفين).

وقد قام كل من Gajewski et al (2010) بإجراء التحليل العاملي متعدد المستويات على مقياس بيئة الممارسة Practice Environment Scale (PES)، لفحص الصدق العاملي والصدق التمييزي داخل وحدة التمريض وبين وحدات التمريض، وتكون المقياس من ٣١ فقرة موزعة على خمسة عوامل، وقد تم جمع البيانات من (٧٢٨٨٩) ممرض وممرضة من (٤٧٨٣) وحدة تمريض ( على سبيل المثال، ١٦ وحدة العناية المركزة والتوليد). وقد أظهرت نتائج الدراسة أدلة على الصدق العاملي والصدق التمييزي للمقياس على المستويين (داخل وحدة التمريض، بين وحدات التمريض) حيث كانت جميع قيم المؤشرات (RMSEA = 0.06) ضمن المدى المقبول لحسن المطابقة.

وقدمت دراسة Dedrick & Greenbaum (2011) معلومات عن الصدق العاملي والصدق التلازمي لمقياس نظم تنفيذ الرعاية المسحي Systems of Care Implementation Survey (SOCIS) . من خلال إجراء تحليل عاملي متعدد المستويات وتحليل الانحدار المتعدد لاختبار هذه المؤشرات من الصدق الداخلي والخارجي. تم اختيار مئتين وخمسة وعشرين محافظة بشكل عشوائي وتقسيمها حسب حجم السكان ومستوى الفقر. أشارت نتائج الدراسة إلى أن جميع النماذج كانت مناسبة على الأقل للبيانات، مع وجود تسعة عوامل من أصل أربعة عشر عاملاً ملائمة تماما.

وقد استخدم Whitton & Fletcher (2014) التحليل العاملي متعدد المستويات في دراستهم بهدف فحص الصدق العاملي لاستبيان بيئة المجموعة ( Group Environment

Questionnaire (GEQ على المستويين؛ اللاعبين والفرق في وقت واحد، وذلك باستخدام عينة مكونة من ٥١٩ لاعب كرة شبكية من ٥٦ فريق نيوزيلندي. دعمت النتائج نموذجًا مكونا من أربعة عوامل في كل مستوى وكانت تشبعات العوامل في النموذج النهائي متعدد المستويات أعلى على مستوى الفرق ، مقارنةً بمستوى اللاعبين.

أما دراسة Liu et al. (2017) فقد هدفت إلى التحقق من صدق المقياس والخصائص السيكومترية لمقياس التكيف الأسري Family Adjustment Measure (FM) والذي يتكون من (٣٠) فقرة موزعة على أربعة عوامل الضغط على الوالدين، الدعم القائم على الأسرة، والدعم الاجتماعي، ومهارات التعامل الإيجابية). تم إجراء التحليل العاملي التوكيدي متعدد المستويات على مجموعة بيانات أرشيفية من منحة بحثية ممولة من الحكومة الفيدرالية، مشروع TOGETHER، وقدمت نتائج هذه الدراسة مقياسًا جديدًا مكونا من (١٦) فقرة موزعة على العوامل الأربعة للتكيف الأسري للعائلات المتنوعة – Family Adjustment Measure for Diverse Families (FAM.

وقد هدفت دراسة Manson & Kruger (2022) إلى التحقق من التحليل العاملي والتعرف على العوامل الكامنة، وقد تكونت العينة من ١٠٦٤ طالبًا جامعيًا أمريكيًا، الذين أكملوا الأدوات التي تشتمل على ٢٣ عقدة شبكة، بما في ذلك مقاييس K-SF-42، ومقاييس جهد التزاوج لكروجر (٢٠١٧) ومقاييس جهد الوالدين، ومقاييس القسوة البيئية في مرحلة الطفولة، والاستقرار الحالي للوصول إلى الموارد، والحياة الاجتماعية، والمستقبل. التوجه والثالوث المظلم. لقد اختبرنا الفرضيات المسجلة مسبقًا والمتعلقة بمركزية العقدة وتجميعها (المجتمعات)، ووجدنا دعمًا متباينًا لتوقعاتنا. تشير القيم المرصودة لإمكانية التنبؤ بالعقدة إلى أن هذه المؤشرات الـ ٢٣ تشكل شبكة محددة ذاتيًا. كان مقاييس جهد التزاوج وجهود الوالدين من بين العقد الأكثر مركزية، إلى جانب الحالة الاجتماعية والاقتصادية التنموية، واستقرار الموارد الحالي، والميكافيلية، والاعتلال النفسي. خلافًا للتنبؤ، تتجمع معظم المقاييس الفرعية K-SF-42 في مجتمع واحد من العقد. تضيف نتائجنا إلى الأدبيات الحديثة التي تلقي بظلال من الشك على فائدة أدوات LH السيكومترية المستخدمة على نطاق واسع. نتوقع أن تكشف الأبحاث المستقبلية عن عدم تجانس كبير في مصادر الارتباطات بين المتغيرات التي تميزت بمؤشرات LHS.

بينما هدفت دراسة McGrew et al. (2023) إلى التعرف على بنية الذكاء أساليب تحليل العوامل التي تفترض أن الاختبارات هي مؤشرات للكيانات الكامنة في الآونة الأخيرة، قدمت أساليب ونظريات الشبكة السيكومترية (على سبيل المثال، نظرية تداخل العمليات؛ التبادلية الديناميكية) بدائل لنماذج العوامل الكامنة. ومع ذلك، فقد بحثت دراسات قليلة في التدابير

المعرفية المعاصرة باستخدام أساليب الشبكة. نحن نطبق نموذج شبكة رسومية غاوسية على عينة التقييس للأعمار من ٩ إلى ١٩ عامًا في اختبارات وودكوك–جونسون للقدرة الإدراكية – الإصدار الرابع. تدعم النتائج القدرات الأساسية الواسعة من نظرية كاتيل–هورن–كارول (CHC)، وتشير إلى أن مجمع التحكم في الذاكرة العاملة والانتباه قد يكون أساسيًا لفهم نموذج شبكة CHC للذكاء. تشير تحليلات القياس التكميلية متعددة الأبعاد إلى وجود أبعاد محتملة ذات ترتيب أعلى (PPIK، النظرية الثلاثية، المعالجة المعرفية للنظام الأول والثاني) بالإضافة إلى جوانب التعلم والاسترجاع المنفصلة للذاكرة طويلة المدى. بشكل عام، يوفر نهج الشبكة بديلاً قابلاً للتطبيق لنماذج العوامل ذات التحيز المركزي (أي نماذج العوامل الثنائية) التي أدت إلى استنتاجات خاطئة فيما يتعلق بفائدة درجات CHC الواسعة في تفسير الاختبار بما يتجاوز معدل الذكاء واسع النطاق.

**من خلال العرض السابق يمكن وضع الفروض الآتية للدراسة:**

- تختلف البنية العاملية للمقاييس النفسية والتربوية باستخدام تحليل الرسم البياني الاستكشافي عن نموذج البنية العاملية باستخدام طرق التحليل العاملي الأخرى
- لا تختلف دقة الشبكة السيكومترية للمقاييس النفسية والتربوية باختلاف حجم العينة؟
- لا تختلف دقة الشبكة السيكومترية للمقاييس النفسية والتربوية باختلاف عدد المتغيرات؟
- لا تختلف دقة الشبكة السيكومترية للمقاييس النفسية والتربوية باختلاف شكل التوزيع؟

**المراجع:**


- أبو علام، رجاء محمود (٢٠٠٦). *مناهج البحث في العلوم النفسية والتربوية*. القاهرة: دار النشر للجامعات.
- أبو هاشم، السيد محمد (دت). *البناء العاملي وتكافؤ القياس لمقياس القلق الإحصائي لدى عينتين مصرية وسعودية من طلاب الدراسات العليا باستخدام التحليل العاملي التوكيدي*"، قسم علم النفس، كلية التربية، جامعة الملك سعود، ص ص ٩– ١٠.
- الأمريكية للبحوث الإنسانية .عدد خاص574–587 .
- الأنصاري، بدر محمد (١٩٩٩). أسلوب التحليل العاملي: عرض منهجي نقدي لعينة من الدراسات العربية استخدمت التحليل العاملي، *بحث مقدم بندوة البحث العلمي في المجالات الاجتماعية في الوطن العربي*. المنعقد من ٥–٦ ديسمبر – المجلس الأعلى لرعاية الفنون والآداب والعلوم الاجتماعية – وزارة التعليم العالى – الجمهورية العربية السورية.
- تيغزة، أمحمد بوزيان (٢٠١٢). التحليل العاملي الاستكشافي والتوكيدي: مفاهيمهما ومنهجيتهما بتوظيف حزمة SPSS وليزرل LISREL . عمان :دار المسيرة.

- تيغزة، أمحمد بوزيان (٢٠١١). اختبار صحة البنية العاملية للمتغيرات الكامنة في البحوث منحى التحليل والتحقق"، *بحث علمي محكم، مركز بحوث كلية التربية*، جامعة الملك سعود، السعودية.
- الجدائمي، يوسف إبراهيم (٢٠٢٣). التحليل العاملي الاستكشافي والتوكيدي لأبعاد أسلوب تواصل موظفو الاستعلامات في المصحات الخاصة ومدى الاحتفاظ بالمترددين عليها: مداخل "SPSS & SEM". *مجلة الدراسات الاقتصادية بجامعة سرت*، ٦ (١)، ٤١ – ٨٣.
- حجاج، غانم(٢٠١٣). *التحليل العاملي نظرياً وعملياً في العلوم الإنسانية والتربوية*، القاهرة، عالم الكتب.
- الحربي، يحيي(٢٠٢١). أخطاء الباحثين في إجراءات التحقق من صدق الأدوات المستخدمة في البحوث التربوية العربية.https://drasah.com/Description.aspx?id=3971
- الحربي، خليل (٢٠١٢). بناء أداة لقياس أساليب التعلم عند طلبة الجامعة باستخدام التحليل العاملي الاستكشافي. *مجلة جامعة أم القرى للعلوم التربوية والنفسية*، ٤ (٢)، ٢٦١-٣١٢.
- حسين، إيمان (٢٠٠١). التحليل العاملي للمهارات الأساسية بكرة اليد. *مجلة التربية الرياضية*، ١٠ (١)، ١٠٨.١٢١.
- حمودة ،حمودة عبد الواحد (٢٠٢٣). استخدام الشبكة السيكومترية في التحقق من بينات صدق البنية الداخلية للمقاييس النفسية والتربوية .*المجلة العربية للقياس والتقويم*,*(٨)٤*.١٠-٧٧
- حمودة، حمودة عبد الواحد، سيد، هبة زيدان (٢٠٢٣). النموذج البنائي للعلاقات بين التجول العقلي والملل والقلق الإبداعي والانفتاح على الخبرة لدي طلاب الجامعة باستخدام تحليل الشبكة السيكومترية .*المجلة المصرية للدراسات النفسية*. *(١٢١)*٣٣, ١٨٩- ٢٦٨
- حمودة، حمودة عبد الواحد (٢٠٢٢). الصدق البنائي لدرجات مقياس الذكاء العاطفي لطلاب الجامعة باستخدام طريقة تحليل الرسم البياني الاستكشافي .*مجلة بحوث التربية النوعية*, *(٦٧)* ٢٠٢٢ . ,٧١٥-٧٧٦.
- رشوان ، ربيع عبده أحمد (٢٠١٥). أداء محكات تحديد عدد العوامل في التحليل العاملي الاستكشافي لأدوات القياس في البحوث النفسية. *مجلة كلية التربية، جامعة عين شمس*، ٣٩ (٤)، ٤٣١ – ٥
- شريم، رامي تيسير نايف(٢٠١٢) . *مقارنة بين طرق التحليل العاملي في الكشف عن عدد العوامل بإختلاف حجوم العينات*. رسالة دكتوراه ,جامعة اليرموك.

- الطراونة ، صبري حسن (٢٠١٩). أثر طريقة التدوير المتعامد وحجم العينة في التحليل العاملي على عدد العوامل ونسبة التباين المفسر .*مجلة كلية التربية، جامعة الأزهر*،١٨١ (٣) ، ١٤٧-١٦٩.
- العباسي، عبد الحميد محمد (٢٠١١). *التحليل العاملي تطبيقات في العلوم الاجتماعية باستخدام SPSS* "، قسم الإحصاء الحيوي والسكاني، معهد الدراسات والبحوث الإحصائية، القاهرة، جمهورية مصر العربية.
- عبد السميع ، محمد عبد الهادي (٢٠٢٠). تأثير عدد فئات الاستجابة على افتراضات ومخرجات التحليل العاملي الاستكشافي والتوكيدي لبنود أدوات القياس في البحوث النفسية .*المجلة التربوية لكلية التربية بسوهاج*، ٧٦ *(٧٦)* ، ١١٥٣ – ١٢٢٢.
- عدس، عبد الرحمن وتوق، محي الدين (٢٠١٦) التحليل العاملي للبنية الداخلية لمقياس المناخ المدرسي لدى طلبة المرحلة الأساسية في الأردن. مجلة كلية التربية، جامعة الإمارات العربية المتحدة، ٣٢(١)، ١٩-٣٥.
- علام، صلاح الدين محمود (٢٠١١) . *القياس والتقويم التربوي والنفسي، أساسياته وتطبيقاته وتوجيهاته المعاصرة*، ط٥، القاهرة: دار الفكر العربي.
- عودة، أحمد سليمان (٢٠١٠). *القياس والتقويم في العملية التدريسية* ، ط٤: دار الأمل
- العيسوي، عبد الرحمن محمد (٢٠٠٦). *تقنيات الإحصاء في العلو الإنسانية*. القاهرة: دار المعرفة الجامعية.
- غانم ، حجاج (٢٠١٤). *التحليل العاملي نظريا وعمليا في العلوم الانسانية والتربوية*، القاهرة: عالم الكتب
- فرج ، صفوت (١٩٩١).*التحليل العاملي في العلوم السلوكية* .ط٢.القاهرة: مكتبة الانجلو المصرية
- القهوجي، أمين و أبو عواد، فرايل (٢٠١٨). *النمذجة بالمعادلات البنائية باستخدام برنامج أموس*. الاردن: دار وائل للنشر والتوزيع.
- كريش، أحمد .) 2020 ( إعادة التحقق من صلاحية مقياس صعوبات الق ا رءة باستخدام النموذج الشبكي .المجلة
- مراد، صلاح أحمد (٢٠٠٠). *الأساليب الإحصائية في العلوم النفسية والتربوية والاجتماعية*. القاهرة: مكتبة الأنجلو مصرية.

- معاش، رمضان؛ بلقاسم، رابح (٢٠٢٣). البنية العاملية لمقياس الأداء المستدام لمنظمات الأعمال لجون ألغينتون: دراسة وصفية باستخدام التحليل العاملي التوكيدي. *مجلة البشائر الاقتصادية، ٩* (٢)، ٣١٥ – ٣٣٠.
- ملحم، سامي محمد. (٢٠١٥) *القياس والتقويم في التربية وعلم النفس*، ط٧، عمان: دار المسيرة.
- ميخائيل، أمطانيوس نايف. (٢٠١٥). *القياس والتقويم التربوي للأسوياء وذوي الاحتياجات الخاصة*، ط١، عمان: دار الإعصار العلمي للنشر والتوزيع.
- النعيمي، محمد عبد العال(٢٠٢٠) .*طرق الاحصاء المتقدم متعدد المتغيرات في البحث العلمي* . عمان: دار وائل للنشر والتوزيع.
- Kruis, J., & Maris, G. (2016). Three representations of the Ising model. *Scientific reports*, *6*(1), 34175.
- Messick, S. 1993. *Validity. In R. L. Linn (Ed.), Educational measurement*, (3rd ed.). Phoenix, AZ: Oryx Press
- Yong, A. G., & Pearce, S. (2013). A beginner's guide to factor analysis: Focusing on exploratory factor analysis. *Tutorials in quantitative methods for psychology*, *9*(2), 79-94.
- American Educational Research Association, American Psychological Association, & National Council of Measurement in Education. (2014). Standards for educational and psychological testing (2014 ed.). Washington, DC: American Educational Research Association
- Anastasi, A. (1988). Psychological testing, 6th e, New York: Macmillan
- Anastasi, A., & Urbina, S. (1997). *Psychological testing*. Prentice Hall/Pearson Education.
- Arrindell, W. A., & Van der Ende, J. (1985). An empirical test of the utility of the observations-to-variables ratio in factor and components analysis. *Applied Psychological Measurement*, *9*(2), 165-178.
- Basto, M., & Pereira, J. M. (2012). An SPSS R-menu for ordinal factor analysis. *Journal of statistical software*, *46*, 1-29.
- Beauducel, A., & Herzberg, P. Y. (2006). On the performance of maximum likelihood versus means and variance adjusted weighted least squares estimation in CFA. *Structural Equation Modeling*, *13*(2), 186-203.
- Bjorklund, D. F. (2022). *Children' s thinking: Cognitive development and individual differences*. Sage publications.

- Bollen, K., & Lennox, R. (1991). Conventional wisdom on measurement: A structural equation perspective. *Psychological bulletin*, *110*(2), 305.
- Borsboom, D. (2017). A network theory of mental disorders. *World psychiatry*, *16* (1), 5-13
- Borsboom, D. (2017). A network theory of mental disorders. *World psychiatry*, *16*(1), 5-13.
- Borsboom, D., & Cramer, A. O. (2013). Network analysis: an integrative approach to the structure of psychopathology. *Annual review of clinical psychology*, *9*, 91- 121.
- Borsboom, D., Mellenbergh, G. J., & Van Heerden, J. (2003). The theoretical status of latent variables. *Psychological review*, *110*(2), 203.
- Borsboom, D., Mellenbergh, G. J., & Van Heerden, J. (2004). The concept of validity. *Psychological review*, *111*(4), 1061-1071.
- Boschloo, L., van Borkulo, C. D., Borsboom, D., & Schoevers, R. A. (2016). A prospective study on how symptoms in a network predict the onset of depression. *Psychotherapy and psychosomatics*, *85*(3), 183-184.
- Byrne, B. (2006). *Structural Equation modeling with EQS: Basic concepts, application, and programming (2nd ed.).* Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Caspi, A., Houts, R. M., Belsky, D. W., Goldman-Mellor, S. J., Harrington, H., Israel, S., ... & Moffitt, T. E. (2014). The p factor: one general psychopathology factor in the structure of psychiatric disorders?. *Clinical psychological science*, *2*(2), 119-137.
- Cattell, R. B. (1966). The scree test for the number of factors. *Multivariate behavioral research*, *1*(2), 245-276.
- Christensen, A. P., & Golino, H. (2021). Estimating the stability of psychological dimensions via bootstrap exploratory graph analysis: A Monte Carlo simulation and tutorial. *Psych*, *3*(3), 479-500.
- Christensen, A. P., Golino, H., & Silvia, P. J. (2020). A psychometric network perspective on the validity and validation of personality trait questionnaires. *European Journal of Personality*, *34*(6), 1095-1108.
- Christensen, A. P., Kenett, Y. N., Aste, T., Silvia, P. J., & Kwapil, T. R. (2018). Network structure of the Wisconsin Schizotypy Scales-Short Forms: Examining psychometric network filtering approaches. *Behavior Research Methods*, *50*(6), 2531-2550
- Christensen, A. P., Kenett, Y. N., Aste, T., Silvia, P. J., & Kwapil, T. R. (2018). Network structure of the Wisconsin Schizotypy Scales–Short Forms: Examining psychometric network filtering approaches. *Behavior Research Methods*, *50*, 2531-2550.

- Corner, S. (2009). Choosing the right type of rotation in PCA and EFA. *JALT testing & evaluation SIG newsletter*, *13*(3), 20-25.
- Costantini, G., Richetin, J., Preti, E., Casini, E., Epskamp, S., & Perugini, M. (2019). Stability and variability of personality networks. A tutorial on recent developments in network psychometrics. *Personality and Individual Differences*, *136*, 68-78.
- Costello, A. B., & Osborne, J. (2005). Best practices in exploratory factor analysis: Four recommendations for getting the most from your analysis. *Practical assessment, research, and evaluation*, *10*(7), 1-10
- Cramer, A. O., Van der Sluis, S., Noordhof, A., Wichers, M., Geschwind, N., Aggen, S. H., ... & Borsboom, D. (2012). Dimensions of normal personality as networks in search of equilibrium: You can't like parties if you don't like people. *European Journal of Personality*, *26*(4), 414-431.
- Cramer, A. O., Waldorp, L. J., Van Der Maas, H. L., & Borsboom, D. (2010). Comorbidity: A network perspective. *Behavioral and brain sciences*, *33*(2-3), 137-150.
- Cronbach, L. J., & Meehl, P. E. (1955). Construct validity in psychological tests. *Psychological bulletin*, *52*(4), 281.
- de Winter*, J. C., Dodou*, D. I. M. I. T. R. A., & Wieringa, P. A. (2009). Exploratory factor analysis with small sample sizes. *Multivariate behavioral research*, *44*(2), 147-181.
- Dedrick, R. F., & Greenbaum, P. E. (2010). Multilevel Confirmatory Factor Analysis of a Scale Measuring Interagency Collaboration of Children's Mental Health Agencies. *Journal of Emotional and Behavioural Disorders*, *10*, 1-14.
- Dedrick, R. F., & Greenbaum, P. E. (2011). Multilevel confirmatory factor analysis of a scale measuring interagency collaboration of children's mental health agencies. *Journal of Emotional and Behavioral Disorders*, *19*(1), 27–40
- DeVellis, R. F., & Thorpe, C. T. (2021). *Scale development: Theory and applications*. Sage publications.
- Dunlop, P. D., Holtrop, D., Schmidt, J. A., & Butcher, S. B. (2019). Investigating relative and absolute methods of measuring HEXACO personality using self- and observer reports. *Zeitschrift für Psychologie*, *227*(3), 218.
- Edwards, J. R., & Bagozzi, R. P. (2000). On the nature and direction of relationships between constructs and measures. *Psychological methods*, *5*(2), 155.
- Epskamp, S., & Fried, E. I. (2018). A tutorial on regularized partial correlation networks. *Psychological methods*, *23*(4), 617-634.

- Epskamp, S., Maris, G., Waldorp, L. J., & Borsboom, D. (2018). Network psychometrics. *The Wiley handbook of psychometric testing: A multidisciplinary reference on survey, scale and test development*, 953-986.
- Epskamp, S., Rhemtulla, M., & Borsboom, D. (2017). Generalized network psychometrics: Combining network and latent variable models. *Psychometrika*, *82*, 904-927.
- Fabrigar, L. R., Wegener, D. T., MacCallum, R. C., & Strahan, E. J. (1999). Evaluating the use of exploratory factor analysis in psychological research. *Psychological methods*, *4*(3), 272-299.
- Field, A. (2007). *Discovering statistics using SPSS 3th ed*. London: SAGE Publications Ltd.
- Flake, J. K., Pek, J., & Hehman, E. (2017). Construct validation in social and personality research: Current practice and recommendations. *Social Psychological and Personality Science*, *8*(4), 370-378.
- Fonseca-Pedrero, E., Ortuño, J., Debbané, M., Chan, R. C., Cicero, D., Zhang, L. C., & Fried, E. I. (2018). The network structure of schizotypal personality traits. *Schizophrenia bulletin*, *44*(suppl 2), S468-$479.
- Gajewski, B., Boyle, D., Miller, P., Oberhelman, F., & Dunton, N. (2010). A multilevel confirmatory factor analysis of the Practice Environment Scale: a case study. *Nursing Research*, *59* (2), 147 – 153.
- Garcia-Garzon, E., Abad, F. J., & Garrido, L. E. (2019). Searching for g: A new evaluation of spm-ls dimensionality. *Journal of Intelligence*, *7*(3), 14
- Garrido, L. E., Abad, F. J., & Ponsoda, V. (2013). A new look at Horn's parallel analysis with ordinal variables. *Psychological methods*, *18*(4), 454.- 474.
- Golino, H. F., & Demetriou, A. (2017). Estimating the dimensionality of intelligence like data using Exploratory Graph Analysis. *Intelligence*, *62*, 54-70.
- Golino, H. F., & Epskamp, S. (2017). Exploratory graph analysis: A new approach for estimating the number of dimensions in psychological research. *PloS one*, *12*(6), e0174035.
- Golino, H., Shi, D., Christensen, A. P., Garrido, L. E., Nieto, M. D., Sadana, R., ... & Martinez-Molina, A. (2020). Investigating the performance of exploratory graph analysis and traditional techniques to identify the number of latent factors: A simulation and tutorial. *Psychological Methods*, *25*(3), 292.

- Guadagnoli, E., & Velicer, W. F. (1988). Relation of sample size to the stability of component patterns. *Psychological bulletin*, *103*(2), 265-275.
- Hinkin, T. R., Tracey, J. B., & Enz, C. A. (1997). Scale construction: Developing reliable and valid measurement instruments. *Journal of Hospitality & Tourism Research*, *21*(1), 100-120.
- Horn, J. L. (1965). A rationale and test for the number of factors in factor analysis. *Psychometrika*, *30*, 179-185.
- Jamison, L., Christensen, A. P., & Golino, H. (2021). Optimizing Walktrap's Community Detection in Networks Using the Total Entropy Fit Index. https://doi.org/10.31234/osf.io/9pj2m
- Jones, P. J., Mair, P., Riemann, B. C., Mugno, B. L., & McNally, R. J. (2018). A network perspective on comorbid depression in adolescents with obsessive-compulsive disorder. *Journal of anxiety disorders*, *53*, 1-8.
- Kaiser, H. F. (1960). The application of electronic computers to factor analysis. *Educational and psychological measurement*, *20*(1), 141-151.
- Keith, T. Z. (2019). *Multiple regression and beyond: An introduction to multiple regression and structural equation modeling*. Routledge.
- Kim, H. M., Maadooliat, M., Arellano-Valle, R. B., & Genton, M. G. (2016). Skewed factor models using selection mechanisms. *Journal of Multivariate Analysis*, *145*, 162-177.
- Lauritzen, S. L. (1996). *Graphical models* (Vol. 17). Clarendon Press.
- Levinson, C. A., Brosof, L. C., Vanzhula, I., Christian, C., Jones, P., Rodebaugh, T. L., ... & Fernandez, K. C. (2018). Social anxiety and eating disorder comorbidity and underlying vulnerabilities: Using network analysis to conceptualize comorbidity. *International Journal of Eating Disorders*, *51*(7), 693-709.
- Linder, T. (2023). Choosing the Theory: Factors Influencing Early Career Professional Counselors: An Exploratory Factor Analysis. *Doctor of Philosophy (Ph.D).*, Texas A&M University.
- Lingard, H. C., & Rowlinson, S. (2006). Sample size in factor analysis: why size matters. *Hong Kong: University of Hong Kong*, 48-51.
- Liu, Q., Lu, W., Liu, Y., Xie, X., & Huo, W. (2017). Estimating the sample size in exploratory factor analysis: The methods based on the magnitudes of factor loadings. *PloS one*, *12*(11), Article e0188358.
- Liu, X., Daire, A. P., Griffith, S.-A. M., O'Hare, V. N., Keller-Margulis, M., & Tucker, K. (2017). Validity and diagnostic accuracy of a measure of parental stress in parents with typically developing

children. *Journal of Child Custody: Research, Issues, and Practices, 14*(2-3), 175–190

- Liu, Y., Millsap, R. E., West, S. G., Tein, J. Y., Tanaka, R., & Grimm, K. J. (2017). Testing measurement invariance in longitudinal data with ordered-categorical measures. *Psychological methods*, *22*(3), 486.
- Lubbe, D. (2019). Parallel analysis with categorical variables: Impact of category probability proportions on dimensionality assessment accuracy. *Psychological Methods*, *24*(3), 339-351.
- MacCallum, R. C., Widaman, K. F., Preacher, K. J., & Hong, S. (2001). Sample size in factor analysis: The role of model error. *Multivariate behavioral research*, *36*(4), 611-637.
- MacCallum, R. C., Widaman, K. F., Zhang, S., & Hong, S. (1999). Sample size in factor analysis. *Psychological methods*, *4*(1), 84-99.
- Manson & Kruger (2022). Network analysis of psychometric life history indicators. *Evolution and Human Behavior, 43* (3), 197-211.
- Marsman, M., Maris, G., Bechger, T., & Glas, C. (2015). Bayesian inference for low-rank Ising networks. *Scientific reports*, *5*(1), 9050.
- Massara, G. P., Di Matteo, T., & Aste, T. (2016). Network filtering for big data: Triangulated maximally filtered graph. *Journal of complex Networks*, *5*(2), 161-178.
- McGrew, B., Schneider, W., Decker, S., & Bulut, O. (2023). A Psychometric Network Analysis of CHC Intelligence Measures: Implications for Research, Theory, and Interpretation of Broad CHC Scores "Beyond g". *Submit to this Journal, 11* (1), 19.
- McNally, R. J. (2016). Can network analysis transform psychopathology?. *Behaviour research and therapy*, *86*, 95-104.
- McNally, R. J., Robinaugh, D. J., Wu, G. W., Wang, L., Deserno, M. K., & Borsboom, D. (2015). Mental disorders as causal systems: A network approach to posttraumatic stress disorder. *Clinical Psychological Science*, *3*(6), 836-849.
- Min, Y. (2008). *Robustness in confirmatory factor analysis: The effect of sample size, degree of non-normality, model, and estimation method on accuracy of estimation for standard errors*. University of Florida.
- Montanari, A., & Viroli, C. (2010). A skew-normal factor model for the analysis of student satisfaction towards university courses. *Journal of Applied Statistics*, *37*(3), 473-487.
- Morris, S. B., Kellum, K. K., & McDonald, L. M. (2008). Sample size requirements for factor analysis models when reliability is unknown. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology, 61*(2), 195–214

- Mundfrom, D. J., Shaw, D. G., & Ke, T. L. (2005). Minimum sample size recommendations for conducting factor analyses. *International journal of testing*, *5*(2), 159-168.
- Muthén, B. (1984). A general structural equation model with dichotomous, ordered categorical, and continuous latent variable indicators. *Psychometrika*, *49*(1), 115-132.
- Netemeyer, R. G., Bearden, W. O., & Sharma, S. (2003). *Scaling procedures: Issues and applications*. sage publications.
- Newman, M. E. (2004). Fast algorithm for detecting community structure in networks. *Physical review E*, *69*(6), 066133.
- Opsahl, T., Agneessens, F., & Skvoretz, J. (2010). Node centrality in weighted networks: Generalizing degree and shortest paths. *Social networks*, *32*(3), 245-251.
- Osborne, J. W. (2015). What is rotating in exploratory factor analysis?. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, *20*(1), 2.
- Osborne, J. W. (2019). Effect sizes and the disattenuation of correlation and regression coefficients: Lessons from educational psychology. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, *8*(1), 11.
- Osborne, J. W., & Costello, A. B. (2004). Sample size and subject to item ratio in principal components analysis. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, *9*(1), 11.
- Park, H. S., Dailey, R., & Lemus, D. (2002). The use of exploratory factor analysis and principal components analysis in communication research. *Human Communication Research*, *28*(4), 562-577.
- Pons, P., & Latapy, M. (2006). Computing communities in large networks using random walks. *J. Graph Algorithms Appl.*, *10*(2), 191-218.
- Sass, D. A., & Schmitt, T. A. (2010). A comparative investigation of rotation criteria within exploratory factor analysis. *Multivariate behavioral research*, *45*(1), 73-103.
- Schmittmann, V. D., Cramer, A. O., Waldorp, L. J., Epskamp, S., Kievit, R. A., & Borsboom, D. (2013). Deconstructing the construct: A network perspective on psychological phenomena. *New ideas in psychology*, *31*(1), 43-53.
- Stevens, J. (2002). *Applied multivariate statistics for the social sciences 4th ed.* New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., & Ullman, J. B. (2013). *Using multivariate statistics* (Vol. 6, pp. 497-516). Boston, MA: pearson.

- Taherdoost, H. A. M. E. D., Sahibuddin, S. H. A. M. S. U. L., & Jalaliyoon, N. E. D. A. (2022). Exploratory factor analysis; concepts and theory. *Advances in applied and pure mathematics*, *27*, 375-382.
- Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International journal of medical education*, *2*, 53-55.
- Timmerman, M. E., & Lorenzo-Seva, U. (2011). Dimensionality assessment of ordered polytomous items with parallel analysis. *Psychological methods*, *16*(2), 209- 220.
- Van Der Maas, H. L., Dolan, C. V., Grasman, R. P., Wicherts, J. M., Huizenga, H. M., & Raijmakers, M. E. (2006). A dynamical model of general intelligence: the positive manifold of intelligence by mutualism. *Psychological review*, *113*(4), 842-861.
- Whitton, S. M., & Fletcher, R. B. (2014). The Group Environment Questionnaire: A multilevel confirmatory factor analysis. *Small Group Research, 45*(1), 68–88.
- Williams, B., Onsman, A., & Brown, T. (2010). Exploratory factor analysis: A five-step guide for novices. *Australasian journal of paramedicine*, *8*, 1-13.
- Wirth, R. J., & Edwards, M. C. (2007). Item factor analysis: current approaches and future directions. *Psychological methods*, *12*(1), 58-79.