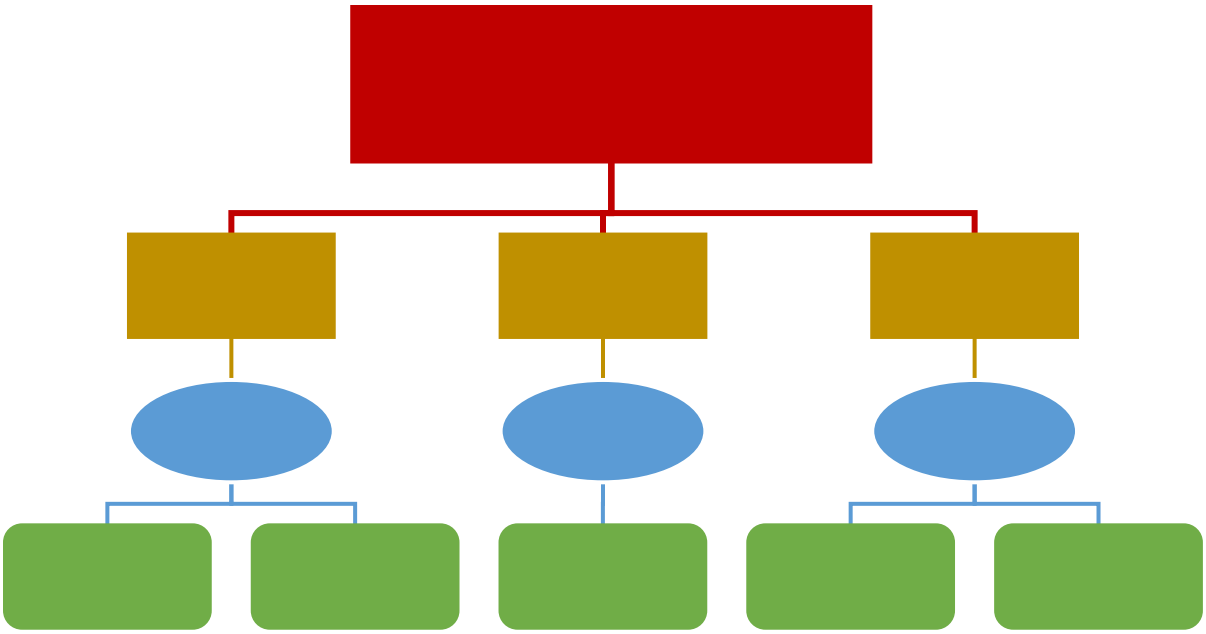
دليل بناء المؤشرات المركبة



إعداد

د. محمد اسماعيل

مستشار السيد رئيس الجهاز للإحصاء

مروة حمدان سالم

إحصائي بوحدة المؤشرات المركبة

يناير 2022

المستخلص

يقدم هذا الدليل – بشكل مبسط – الخطوات الأساسية الواجب اتباعها لتكوين مؤشر مركب جيد يمكن الاعتماد عليه، والوثوق في نتائجه، كما يعرض الدليل تفاصيل تطبيق هذه الخطوات في تكوين أهم المؤشرات المركبة العالمية. وكذلك يقدم هذا الدليل تطبيقاً للخطوات التي تم تناولها في تكوين مؤشر الإنجاز التكنولوجي باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS.

الكلمات الدالة: الإطار النظري، البيانات المفقودة، معامل ألفا كرونباخ، التطبيع، الأوزان، التجميع.

Abstract

This guide presents, in a simple way, the main steps that should be followed to construct a good and reliable composite indicator. In addition, it introduces details of the application of these steps in constructing the most important global composite indicators Moreover, this guide presents applications of such main steps that were taken in creating the technological achievement index (TAI) using the SPSS package.

Keywords: Theoretical framework, Missing data, Cronbach's alpha coefficient, Normalization, Weights, Aggregation.

قائمة المحتويات

عرض عام **7**

الفصل الأول: مقدمة عن المؤشرات المركبة **9**

1-1 تعريف المؤشر المركب 9
2-1 متى تستخدم المؤشرات المركبة 11
3-1 استخدامات المؤشرات المركبة 11
4-1 مزايا المؤشرات المركبة 12
5-1 عيوب المؤشرات المركبة 12
6-1 خطوات تكوين المؤشرات المركبة 13

الفصل الثاني: بناء الإطار النظري واختيار المؤشرات الفرعية **18**

1-2 بناء الإطار النظري 18
2-2 اختيار المؤشرات الفرعية 19

الفصل الثالث: المُعالجة الأولية للبيانات **24**

1-3 تعريف القيم الشاذة 24
2-3 أسباب ظهور القيم الشاذة في البيانات 25
3-3 طرق الكشف عن وجود القيم الشاذة في البيانات 26
4-3 طرق معالجة القيم الشاذة 39
5-3 أنواع البيانات المفقودة 43
6-3 طرق معالجة البيانات المفقودة 47

الفصل الرابع: التطبيع 52

4-1 طريقة المعايرة 53

4-2 طريقة إعادة القياس 56

4-3 طريقة البعد عن القيمة المرجعية 58

4-4 طريقة الرتب 62

الفصل الخامس: التماسك الإحصائي 64

5-1 معامل ألفا كرو نباخ 65

5-2 مثال توضيحي لحساب معامل ألفا كرو نباخ 66

الفصل السادس: الأوزان 70

6-1 الأوزان المتساوية 71

6-2 تحليل المكونات الأساسية /التحليل العاملي 73

6-3 تخصيص الميزانية 79

6-4 استطلاعات الرأي العام 81

الفصل السابع: التجميع 82

7-1 الوسط الحسابي 83

7-2 الوسط الهندسي 86

الفصل الثامن: العرض البياني 89

8-1 الشكل الجدولى 89

8-2 شكل الأعـمـدة البيانية 93

8-3 شكل الخط الزمني 94

8-4 المخطط النسيجي 98

الفصل التاسع: تكوين المؤشرات المركبة باستخدام حزمة البرامج SPSS 100

9-1 الإطار النظري لمؤشر الإنجاز التكنولوجي 100
9-2 المعالجة الاولية لبيانات لمؤشر الإنجاز التكنولوجي 102
9-3 تطبيع المؤشرات الفرعية المكونة لمؤشر الإنجاز التكنولوجي..... 114
9-4 التماسك الإحصائي لمؤشر الإنجاز التكنولوجي 122
9-5 تحديد أوزان مؤشر الإنجاز التكنولوجي 124
9-6 تجميع مؤشر الإنجاز التكنولوجي..... 129
9-7 العرض البياني لمؤشر الإنجاز التكنولوجي..... 135

الفصل العاشر: المؤشرات المركبة بين النظرية والتطبيق 139

10-1 المنهجية الخاصة ببناء عدد 100 مؤشر مركب عالمي 139
10-2 بعض المؤشرات المركبة العالمية 143

الخلاصة 164

ملحق رقم 1 165

قائمة المراجع 171

قائمة الجداول

جدول رقم (1): قيم معامل ألفا كرو نباخ..... 68

جدول رقم (2): ترتيب أعلى عشرة دول في مؤشر النمو التنافسي في عامي 2018 و 2019 90

جدول رقم (3): قيم مؤشر القدرة الإحصائية لبعض الدول خلال عامي 2016 و2017 91

جدول رقم (4): قيم أبعاد مؤشر إدارة المخاطر لبعض الدول عام 2020..... 92

جدول رقم (5): عرض وضع دولة فنلندا في مؤشر المهارات الأوروبية عام 2018..... 98

جدول رقم (6): طرق التطبيع المُستخدمة وفقاً لنوع المؤشر 140

جدول رقم (7): طرق الأوزان المُستخدمة وفقاً لنوع المؤشر 141

جدول رقم (8): طرق التجميع المُستخدمة وفقاً لنوع المؤشر 142

قائمة الأشكال

شكل رقم (1): هيكل مؤشر التنمية البشرية.....9

شكل رقم (2): الفكرة الأساسية لبناء المؤشر المركب 10

شكل رقم (3): هيكل مؤشر الجوع العالمي 23

شكل رقم (4): طرق معالجة البيانات المفقودة 47

شكل رقم (5): هيكل مؤشر المهارات الأوربية 71

شكل رقم (6): طــرق التجمـــــيـع 82

شكل رقم (7): مؤشر القدرة الإحصائية لعامي 2018 و2019 93

شكل رقم (8): مؤشر القدرة الإحصائية خلال الفترة من 2011 الي 2019 94

شكل رقم (9): مؤشر القدرة الإحصائية لمصر خلال الفترة من عام 2011 إلي 2019..... 95

شكل رقم (10): مؤشر الإرهاب العالمى لمصر خلال الفترة من 2011 إلى 2019 95

شكل رقم (11): قيم مؤشر القدرة الإحصائية لعدد من الدول خلال الفترة من 2011 الي 2019 96

شكل رقم (12): قيم مؤشر التنمية البشرية لمحافظات مصر خلال الفترة من 2001 الي 2008 97

شكل رقم (13): مؤشر المهارات الأوروبية لدولة فنلندا عام 2018 99

عرض عام

Overview

تتميز العديد من الظواهر بتعقدها وتعدد ابعادها، الأمر الذي لا يمكن التعبير عنه بمؤشر واحد فقط، لذلك لجأ الباحثون إلى قياس هذه الظواهر بمؤشرات مركبة تتكون من مجموعة من المؤشرات الفرعية التي يُعتقد أنها تحيط بأغلب الأبعاد المكونة لهذه الظواهر المعقدة.

المؤشر المركب هو تقييم لظاهرة متعددة الأبعاد يوجد لها قياسات جزئية متعددة تعكس الأبعاد المختلفة لهذه الظاهرة. فمثلاً لقياس مستوى الأداء الاقتصادي الكلي وتقييم مدى جودته، فإنه لا يوجد مؤشر إحصائي بسيط يعكس هذا الأداء ويلخصه في رقم محدد. فعند ذكر الاقتصاد الكلي يتسارع إلى الذهن العديد من الجوانب مثل التضخم، والبطالة، والنمو، والاختلالات الداخلية والخارجية، واستقرار سعر الصرف، وغيرها من المؤشرات. فإذا ما أخذت هذه المؤشرات كل على حدة لتقييم الأداء الاقتصادي الكلي، فإنه عادة ما تتضارب النتائج، فربما يرتفع التضخم وتنخفض البطالة ويرتفع معهما معدل النمو الاقتصادي. ولتفادى تضارب النتائج، يُفترض أن "الاقتصاد الكلي" ظاهرة مركبة تتكون من عدة مؤشرات فرعية وتحتاج لنموذج معين لتركيبها في مؤشر واحد فقط يعكس كل هذه الأبعاد. وكذلك في حالة تقييم مستوي الطالب في سنة دراسية معينة، فإنه يصعب تقييمه من خلال درجته في كل مادة دراسية على حدا ولكن يمكن ذلك من خلال دمج درجاته في جميع المواد الدراسية في قيمة واحدة تعبر عن المستوي العام للطالب في عام دراسي معين.

يهدف هذا الدليل إلى تقديم عرض مبسط لخطوات تكوين المؤشرات المركبة وإمداد القارئ بالإرشادات والتوصيات التي تساعد على بناء مؤشر مركب جيد يمكن الوثوق في نتائجه. حيث يتم تقديم مجموعة من الأساليب توضح كيفية بناءه في عدد من الخطوات تبدأ بتعريف الظاهرة متعددة الأبعاد التي يقيسها المؤشر المركب ومن ثَم بناء إطار نظري جيد وصولًا إلى عرض المؤشر المركب بطريقة سهلة وواضحة.

ينقسم هذا الدليل إلى عشرة فصول تبدأ بالفصل الأول الذي يختص بتعريف المؤشرات المركبة وعرض مميزاتها وعيوبها وكذلك تحديد خطوات تكوينها بشكل مُختصر، ثم يتناول هذه الخطوات تفصيلياً ابتداءً من الفصل الثاني حتى الفصل التاسع وهي: بناء الإطار النظري واختيار المؤشرات الفرعية، والمعالجة الأولية للبيانات، وتطبيع المؤشرات الفرعية، والتماسك الإحصائي، وتحديد الأوزان الترجيحية للمؤشرات الفرعية، وتجميعها في مؤشر نهائي يُمثل المُؤشر المركب، ثم عرضها بيانياً في شكل مُبسط يسهل على المستخدمين فهمه. ويهتم الفصل التاسع بكيفية تطبيق خطوات تكوين المؤشرات المركبة باستخدام حزمة البرامج SPSS، واخيراً يعرض الفصل العاشر المنهجية الخاصة ببناء عدد 100 مؤشر مركب عالمي، وكذلك بعض المؤشرات المركبة العالمية من خلال تعريف كل مؤشر وعرض أهدافه ومؤشراته الفرعية والمنهجية المُستخدمة في بناءه.

الفصل الأول

مقدمة عن المؤشرات المركبة

Chapter one

Introduction to composite Indicators

يتناول هذا الفصل تعريفاً بفكرة المؤشرات المركبة من حيث تعريفها واستخداماتها، ثم ينتقل لتوضيح مزايا وعيوب تلك المؤشرات، ويعرض الجزء الأخير من هذا الفصل خطوات تكوين المؤشرات المركبة في شكل مختصر، على أن يتم عرض تلك الخطوات بشكل تفصيلي في الفصول التالية من الدليل.

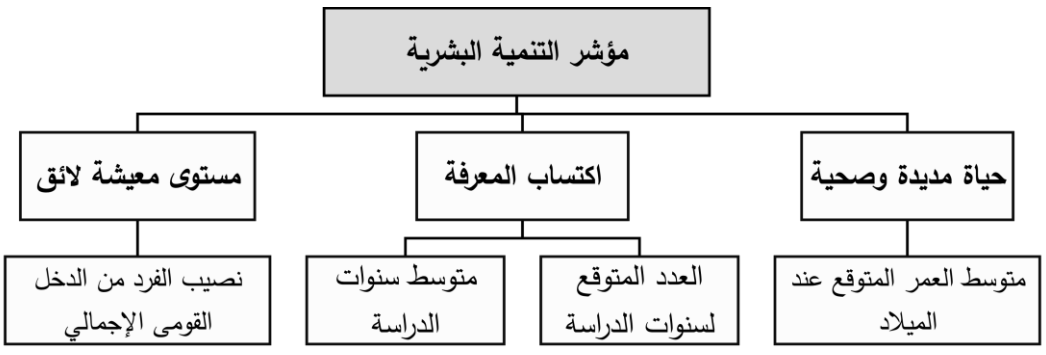
1-1 تعريف المؤشر المركب Definition of composite indicator:

يعد المؤشر المركب مقياس مجمع يضم مجموعة من المؤشرات الفرعية التي تعكس الجوانب المختلفة للظاهرة محل الدراسة، يتم تجميع تلك المؤشرات الفرعية عن طريق نموذج معين للحصول على مؤشر يعبر عن الاتجاه العام المشترك لتلك المؤشرات الفرعية.

فعلى سبيل المثال يأخذ هيكل مؤشر التنمية البشرية Human Development Index (HDI) الشكل التالي:

شكل رقم (1)

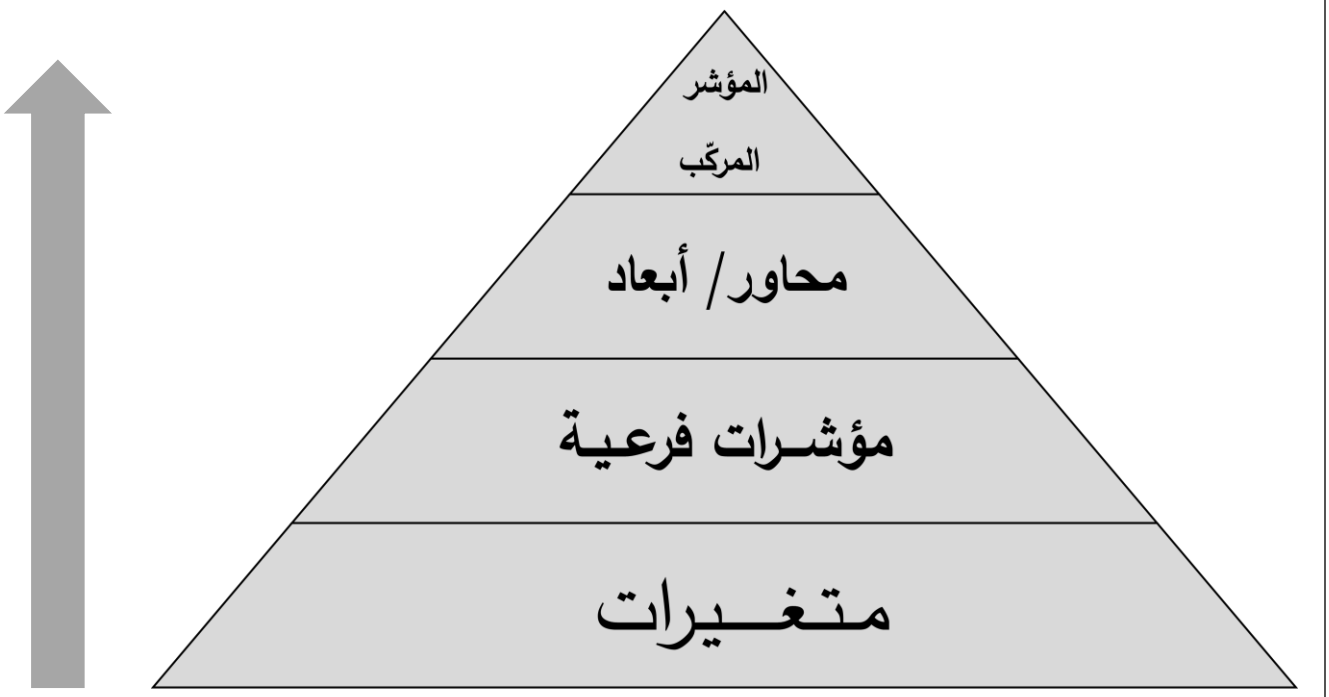
هيكل مؤشر التنمية البشرية



تُعتبر المؤشرات المركبة أداة هامة ومفيدة لاتخاذ القرارات وتقييم أداء الدول في العديد من النواحي كالاقتصادية، والاجتماعية، والتكنولوجية وغيرها؛ لذلك زاد الاهتمام بتطوير أساليب بناء المؤشرات المركبة حتى يمكن الاعتماد عليها والوثوق في نتائجها. ويوضح شكل رقم (2) الفكرة الأساسية لبناء المؤشرات المركبة كما يلي:

شكل رقم (2)

الفكرة الأساسية لبناء المؤشر المركّب



يتضح من الشكل السابق أن الفكرة العامة لبناء المؤشر المركب هي تجميع المتغيرات (البيانات الأساسية) في صورة مؤشرات فرعية، ثم تجميع هذه المؤشرات الفرعية في صورة محاور، ثم تجميع تلك المحاور في رقم واحد يعبر عن قيمة المؤشر المركب النهائي، أي التجميع يتم من أسفل لأعلي.

1-2 متى تستخدم المؤشرات المركبة؟

When to use composite indicators?

تُستخدم المؤشرات المركبة في تفسير الظواهر مُتعددة الأبعاد بدلاً من الاعتماد على العديد من المؤشرات المنفصلة الفردية. فمثلاً في حالة دراسة خصائص المسكن الملائم، فبدلاً من الاعتماد على 8 مؤشرات فرعية (مثل المادة الأساسية المصنوع منها أرضية المسكن – المادة الأساسية المصنوع منها حوائط المسكن – المادة الأساسية المصنوع منها حوائط المسكن –مصدر مياه الشرب –وسيلة الإضاءة الرئيسية وغيرها) لدراسة حالة المسكن، فيتم استخدام نموذج معين (مؤشر مركب) يعطي قيمة واحدة تعبر عن تلك الخصائص.

1-3 استخدامات المؤشرات المركبة Uses of composite indicators:

- قياس الظاهرة مُتعددة الأبعاد والتي لا يمكن قياسها بالمؤشرات الفردية.
- مقارنة المستويات المختلفة للظاهرة مُتعددة الأبعاد بين المناطق الجغرافية المختلفة وتحديد الأفضل ولفت الانتباه إلى المناطق ذات القيم الأسوأ.
- متابعة التغير الذي يحدث في الظاهرة مُتعددة الأبعاد عبر الزمن.

1-4 مزايا المؤشرات المركبة Advantages of composite indicators:

- تلخص كمية كبيرة من المعلومات مما ييسر عملية اتخاذ القرار.
- أسهل في تفسيرها من محاولة إيجاد اتجاه عام مشترك للعديد من المؤشرات الفرعية المنفصلة.
- تُسهل عملية ترتيب وتقييم مفردات الدراسة (مثل الدول، المحافظات وغيرها) وفقًا لبعض المعايير.
- تُمكن من معرفة تطور أداء الظاهرة محل الدراسة عبر الزمن.
- تساعد على جذب الاهتمام العام عن طريق عرض مبسط لأداء الظاهرة متعددة الأبعاد وتطوره عبر الزمن.
- تقلل حجم قائمة المؤشرات المستخدمة، أي تزيد كمية المعلومات التي يتم الحصول عليها باستخدام نفس العدد من المؤشرات الفرعية.

1-5 عيوب المؤشرات المركبة Disadvantages of composite indicators:

- قد تُعطي رسائل مضللة لمتخذي القرار إذا لم يتم بناؤها بالشكل الصحيح.
- يمكن أن تؤدى إلى نتائج غير جيدة إذا تم إهمال بعض المؤشرات الفرعية.
- قد تؤدى إلى نتائج غير جيدة إذا لم يتم بناء الإطار النظري بدقة.
- يصعب – أحيانًا–اختيار المؤشرات الفرعية، وتحديد الأوزان المناسبة لكلٍ منها.
- قد يؤدى الشكل المجمع للمؤشر المركب إلى اتخاذ قرارات مبسطة وسطحية بشكل كبير، إلا أنه يمكن تجنب هذا العيب عن طريق اخذ المؤشرات الفرعية في الاعتبار عند اتخاذ القرار الإجمالي.

1-6 خطوات بناء المؤشرات المركبة Steps for constructing composite indicators:

يتم بناء المؤشر المركب وفقاً للمنهجيات العالمية والتجارب الدولية من خلال الخطوات التالية:

1. بناء الإطار النظري Development a theoretical framework.
2. اختيار المؤشرات الفرعية Selecting the sub-indicators.
3. المعالجة الأولية للبيانات Preliminary data treatment.
4. التماسك الإحصائي Statistical Coherence.
5. التطبيع Normalization.
6. الأوزان الترجيحية Weights.
7. التجميع Aggregation.
8. ضبط الجودة وتحري عدم الدقة Quality control & Robustness.
9. العرض البياني Visualization.

وفيما يلي نلقي الضوء على كل خطوة من هذه الخطوات:

أولاً: بناء الإطار النظري Development a theoretical framework:

يمثل بناء الإطار النظري أولي خطوات تكوين المؤشر المركب التي تُعطي للقارئ توضيحًا وفهماً جيداً لما يُراد قياسه بواسطة المؤشر المركب، وفي هذه الخطوة يتم تعريف المفاهيم، وتحديد المجموعات الفرعية بوضوح، وسيتم عرض ذلك بالتفصيل في الفصل الثاني من هذا الدليل.

ثانياً: اختيار المؤشرات الفرعية Selecting the sub-indicators:

يمثل اختيار المؤشرات الفرعية الخطوة التالية لبناء الإطار النظري حيث يتم اختيار عدد من المؤشرات الفرعية لبناء المؤشر المركب، ويراعى اختيار المؤشرات الفرعية بعناية بحيث تكون ملائمة للدراسة، ويجب ان تتوافر بياناتها، فقد يحد عدم توافر البيانات الملائمة من قدرة المُستخدم على بناء مؤشر مركب سليم، وسيتم عرض ذلك بالتفصيل في الفصل الثاني ايضاً من هذا الدليل.

ثالثاً: المعالجة الأولية للبيانات Preliminary data treatment:

تتضمن الخطوة الثالثة من بناء المؤشر المركب التعامل مع القيم الشاذة وتقدير البيانات المفقودة، فيتم التعامل مع القيم الشاذة أو المتطرفة التي قد تتواجد بالبيانات وتؤثر على النتيجة النهائية للمؤشر المركب وذلك من خلال معالجتها بالطرق المناسبة. وغالباً ما توجد بعض البيانات المفقودة، وبالتالي لابد من تقدير هذه البيانات المفقودة من خلال أحد الأساليب الإحصائية المناسبة، وسيتم شرح ذلك بالتفصيل في الفصل الثالث من هذا الدليل.

رابعاً: التـطـبيـع Normalization:

تهتم خطوة التطبيع بتوحيد خصائص البيانات المستخدمة في بناء المؤشر المركب مثل وجود اختلاف بين وحدات قياس المؤشرات الفرعية المكونة له وكذلك اختلاف المتوسط والتباين، حيث يجب في هذه الحالة توحيد هذه الخصائص لتجنب تجميع مقاييس مختلفة الخصائص في مؤشر مركب واحد، ويتم ذلك باستخدام طرق التطبيع المختلفة مثل طريقة المعايرة (Z-score)، وطريقة إعادة القياس (Re-scaling)، وطريقة البعد عن القيمة المرجعية (Distance to a reference value)، وطريقة الرتب (Ranking) وغيرها من الطرق، وسيتم تناول هذه الطرق بالتفصيل في الفصل الرابع من هذا الدليل.

خامساً: التماسك الإحصائي Statistical Coherence:

عند بناء المؤشر المركب يجب التأكد من تحديد وتعريف الإطار النظري بدقة وأن مجموعة المؤشرات الفرعية المتاحة كافية و مناسبة لوصف الظاهرة، ويمكن أن يتم الإستناد إلى رأي الخبراء للتأكد من أن المؤشرات الفرعية ذات صلة بالظاهرة محل الدراسة بالإضافة إلى بعض الأساليب الإحصائية التي يمكن استخدامها للتأكد مما إذا كانت الأبعاد المُختلفة للظاهرة تم تحديدها جيدًا من خلال المؤشرات الفرعية المُستخدمة، وإذا لم يتحقق ذلك فإنه يجب النظر مرة أخرى في اختيار المؤشرات الفرعية، ومن أشهر الأساليب الإحصائية المستخدمة في ذلك معامل ألفا كرو نباخ (C-alpha)، وسيتم شرح ذلك بالتفصيل في الفصل الخامس من هذا الدليل.

سادساً: الأوزان الترجيحية Weights:

تتمثل بؤرة الاهتمام الأساسية عند بناء المؤشر المركب في تجميع الأبعاد المُختلفة للظاهرة محل الاهتمام في مؤشر مركب واحد يحتوي على أكبر قدر من المعلومات، مما يتطلب استخدام الأوزان الترجيحية وذلك لأنه قد تختلف الأهمية النسبية لهذه الأبعاد المختلفة، وتأتي أهمية تحديد الأوزان بدقة عند بناء المؤشر المركب حيث يعتمد عليها ترتيب الدول والحكم على الأداء العام للدولة وبالتالي فإن اختلاف الأوزان يؤدي إلى اختلاف ترتيب الدول، يوجد العديد من الطرق المستخدمة لتقدير الأوزان ونذكر منها طريقة الأوزان المتساوية (Equal weights)، وطريقة المكونات الأساسية/التحليل العاملي (Factor analysis /Principle component analysis)، وطريقة تخصيص الميزانية (Budget allocation) وغيرها من الطرق الأخرى لتحديد الأوزان والتي سيتم تناولها تفصيليًا في الفصل السادس من الدليل.

سابعاً: التجميع Aggregation:

تُعد هذه الخطوة هي الخطوة الفعلية لبناء المؤشر المركب حيث يتم تجميع الأبعاد المختلفة للظاهرة محل الاهتمام في رقم واحد فقط يعبر عن تلك الظاهرة. تتعدد طرق التجميع ونذكر منها الوسط الحسابي (Arithmetic mean)، والوسط الهندسي (Geometric Mean)، وطريقة المعايير المُتعددة غير التعويضية (Non-compensatory multi-criteria approach)، وسيتم تناول ذلك تفصيلياً في الفصل السابع من الدليل.

ثامناً: ضبط الجودة وتحري عدم الدقة Quality control & Robustness:

نظراً لأن بناء المؤشرات المركبة يتطلب إجراء العديد من الخطوات التي قد تعتمد على قرارات تحكمية وآراء تتعلق بالسياسيات العامة كما في اختيار المُؤشرات الفرعية، اختيار طريقة التطبيع، تحددي الأوزان الترجيحية واختيار طريقة التجميع، ولتفادي الحصول على نتائج مضللة أو غير سليمة يتم مقارنة النتائج التي تم الحصول عليها من خلال الطريقة المُستخدمة مع النتائج التي يمكن الحصول عليها إذا تم استخدام التوليفات الممكنة من المنهجيات الأخرى، وتتم هذه المُقارنة من خلال تطبيق أسلوبين للتحليل هما تحليل عدم التأكد وتحليل الحساسية Uncertainty analysis and Sensitivity analysis.

تاسعاً: العرض البياني Visualization:

بعد الانتهاء من جميع خطوات بناء المؤشر المركب، يتم عرض هذا المؤشر بصورة دقيقة وواضحة لمتخذي القرار وغيرهم من المستخدمين النهائيين لتمكنهم من الحكم على الظاهرة محل الدراسة، تتنوع وتتعدد طرق العرض البياني بداية من العرض الجدولى البسيط إلى الرسومات متعددة الأبعاد الأكثر تعقيداً، وسيتم عرض ذلك تفصيلياً في الفصل الثامن من الدليل.

مما سبق نستنتج أن الاهتمام بخطوات بناء المؤشر المركب أمر حتمي وضروري حيث يترتب على قيمة المؤشر المركب وضع الدول في ترتيبات معينة، وكذلك الحكم على الأداء العام للدولة، وتحديد الدول الناجحة والدول المتأخرة في نواحي متعددة، لذلك يجب أن تتمتع عملية بناء المؤشرات المركبة بالشفافية التامة.

الفصل الثاني

بناء الإطار النظري واختيار المؤشرات الفرعية

Chapter two

Framework and Indicators

يمثل بناء الإطار النظري واختيار المؤشرات الفرعية للمؤشر المركب أول خطوتين من خطوات بناء المؤشر.

يناقش هذا الفصل تفاصيل هاتين الخطوتين حيث يتكون من مبحثين، المبحث الأول يناقش أولي خطوات بناء المؤشرات المركبة وهي بناء الإطار النظري، والمبحث الثاني يعرض كيفية اختيار المؤشرات الفرعية المكونة للمؤشر المركب كما يلي:

2-1 بناء الإطار النظري Development a theoretical framework:

لتكوين مؤشر مركب، يجب في البداية بناء الإطار النظري الذي يوضح الهدف من المؤشر المركب أي ما يقيسه هذا المؤشر، كما يحدد الأبعاد التي يتكون منها المؤشر المركب أي الجوانب المختلفة للظاهرة محل الدراسة وكذلك المفاهيم والتعريفات التي توضح تلك الأبعاد، وبالتالي يُعد بناء إطار نظري سليم بمثابة نقطة البداية لبناء مؤشر مركب جيد.

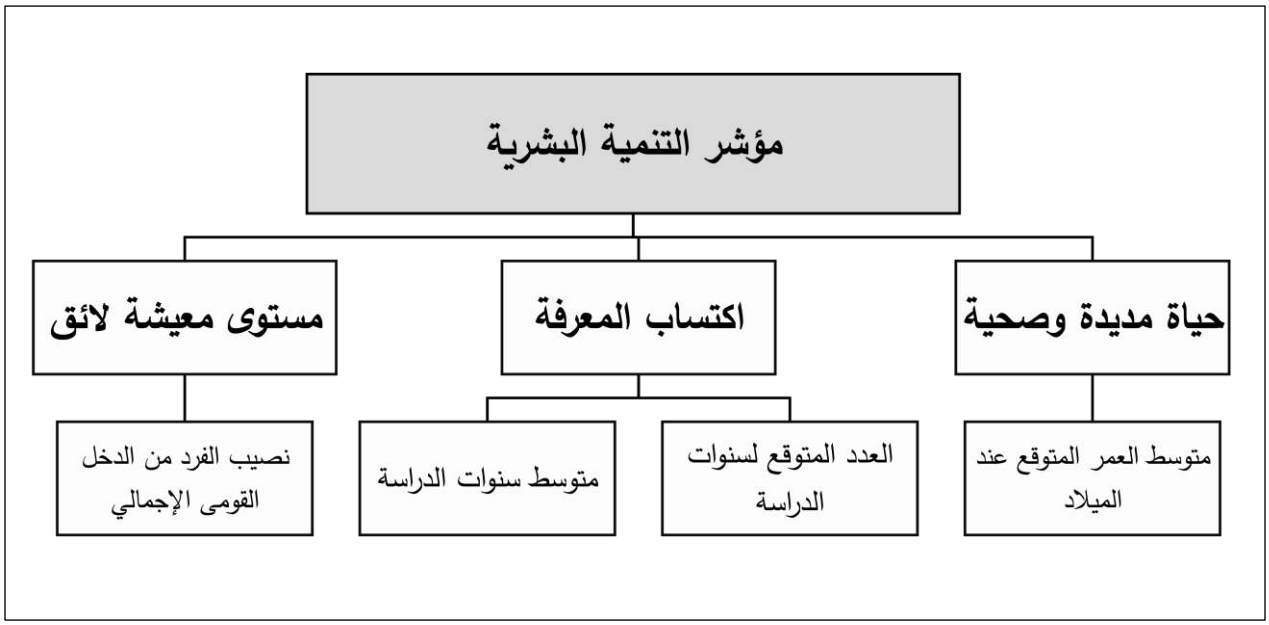
في حالة مؤشر التنمية البشرية Human Development Index (HDI) نجد أن مؤشر التنمية البشرية يهدف إلى تصنيف الدول وفقًا لقدرات الأفراد وانجازاتهم المُتحققة في ثلاثة محاور رئيسية هي:

1) الوصول لحياة طويلة وصحية.
2) سهولة الوصول إلى المعرفة.
3) تحقيق مستوى معيشة ملائم.

2-2 اختيار المؤشرات الفرعية Selecting the sub-indicators:

الخطوة التالية لبناء الإطار النظري هي اختيار المؤشرات الفرعية التي توضح الأبعاد المختلفة للظاهرة محل الدراسة، فلابد من اختيار تلك المؤشرات وكذلك المتغيرات المختلفة المكونة لها بعناية بحيث تكون ملائمة للهدف من المؤشر المركب، ويجب أن تتوافر بياناتها وكذلك التعريفات والمفاهيم التي توضح تلك المؤشرات الفرعية والمتغيرات المختلفة، فقد يحد عدم توافر البيانات والمفاهيم من قدرة المُستخدم على بناء مؤشر مركب سليم.

وبالتطبيق على مؤشر التنمية البشرية Human Development Index (HDI) السابق ذكره في شكل رقم (1) :



يتضح من هيكل مؤشر التنمية البشرية (HDI) أنه يتكون من ثلاثة محاور، كل محور يتكون من مؤشر فرعى أو أكثر كما يلي:

1) محور "**حياة مديدة وصحية**" يتكون من مؤشر فرعى واحد فقط وهو (متوسط العمر المتوقع عند الميلاد).
2) محور "**اكتساب المعرفة**" يتكون من مؤشرين فرعيين وهما (العدد المتوقع لسنوات الدراسة، ومتوسط عدد سنوات الدراسة).
3) محور "**مستوى معيشة لائق**" يتكون من مؤشر فرعى واحد فقط وهو (نصيب الفرد من الدخل القومي الإجمالي).

لمزيد من التوضيح نعرض بناء الإطار النظري واختيار المؤشرات الفرعية لمؤشر الجوع العالمي Global Hunger Index (GHI) بشيء من التفصيل وكذلك الهيكل النهائي له:

1) بناء الإطار النظري لمؤشر الجوع العالمي:

مؤشر الجوع العالمي (GHI) هو أداة مصممة لقياس الجوع وتتبعه بشكل شامل على المستويات العالمية والإقليمية والوطنية. وعادة ما يُعرف الجوع على أنه الضيق المرتبط بنقص السعرات الحرارية الكافية. ويهدف هذا المؤشر لزيادة الوعي وفهم الكفاح ضد الجوع، وتوفير وسيلة لمقارنة مستويات الجوع بين الدول والمناطق المختلفة، ولفت الانتباه إلى تلك المناطق من العالم التي ترتفع فيها مستويات الجوع والتي تحتاج إلى بذل جهود إضافية للقضاء على الجوع.

يتكون مؤشر الجوع العالمي (GHI) من ثلاثة محاور رئيسية هي:

1) الإمدادات الغذائية غير الكافية Inadequate food supply.
2) نقص تغذية الطفل Child undernutrition.
3) معدل وفيات الأطفال Child mortality.

2) اختيار المؤشرات الفرعية لمؤشر الجوع العالمي:

تم اختيار المؤشرات الفرعية التي تعبر عن المحاور المختلفة لمؤشر الجوع العالمي (GHI) وفقاً لتقرير الجوع العالمي 2020 كما يلي:

- "**الإمدادات الغذائية غير الكافية**" تم التعبير عنه من خلال مؤشر فرعي واحد فقط وهو (نقص التغذية) والذي يعبر عن نسبة السكان من الأطفال والبالغين الذين يعانون من نقص التغذية أي السعرات الحرارية التي يحصلون عليها غير كافية.

- "**نقص تغذية الطفل**" تم التعبير عنه من خلال مؤشرين فرعيين هما:

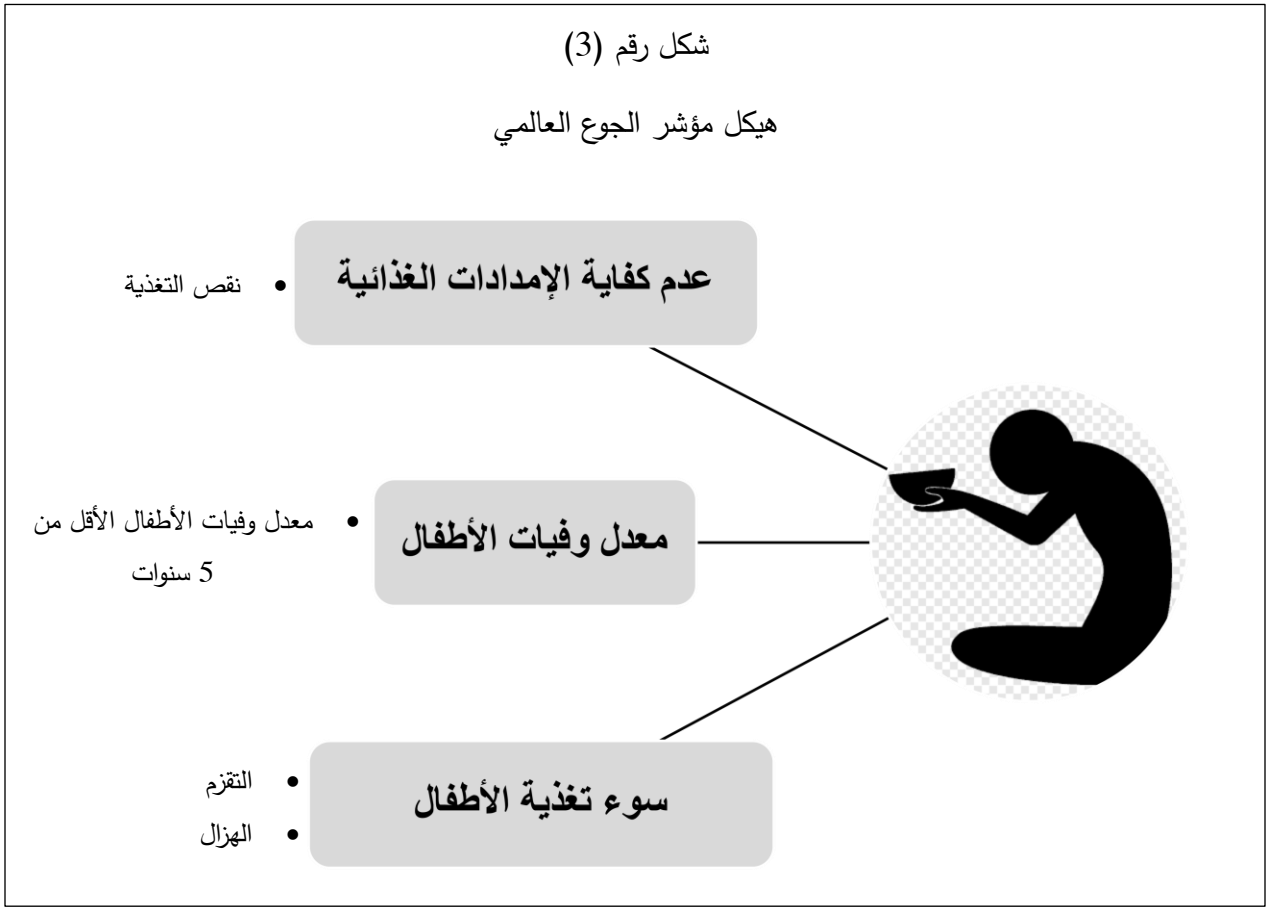
  - **الهزال (Wasting):** نسبة الأطفال دون سن الخامسة الذين يعانون من الهزال أي الذين يعانون من انخفاض الوزن بالنسبة لطولهم، مما يعكس نقص التغذية الحاد.
  - **التقزم (Stunting):** نسبة الأطفال دون سن الخامسة الذين يعانون من التقزم أي الذين يعانون من انخفاض الطول بالنسبة لأعمارهم، مما يعكس نقص التغذية المزمن.

- "**معدل وفيات الأطفال**" تم التعبير عنه من خلال مؤشر فرعي واحد فقط وهو (وفيات الأطفال) أي معدل وفيات الأطفال دون سن الخامسة حيث أن الموت هو أخطر عواقب الجوع، والأطفال هم الأكثر ضعفاً وعرضة له.

3) هيكل مؤشر الجوع العالمي Global Hunger Index (GHI) :

شكل رقم (3)

هيكل مؤشر الجوع العالمي



الفصل الثالث

المُعالجة الأولية للبيانات

Chapter three

Preliminary data treatment

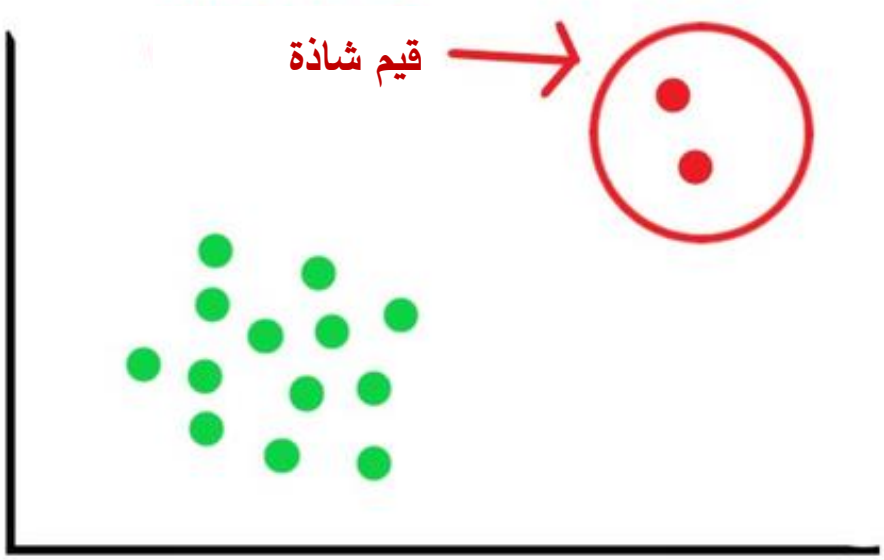
تمثل المعالجة الأولية للبيانات الخطوة الثالثة من خطوات بناء المؤشر المركب، ويستعرض هذا الفصل من الدليل كيفية التعامل مع البيانات الأساسية ومعالجة مشكلاتها قبل تطبيق أي أساليب إحصائية عليها. يعد وجود البيانات الشاذة/المتطرفة وكذلك وجود القيم المفقودة من المشكلات التي يجب معالجتها حتى نتجنب الحصول على نتائج متحيزة وأيضاً يمكن الاستفادة بأكبر قدر ممكن من البيانات المتاحة. لذلك سنتناول في ذلك الفصل من الدليل أسباب وجود القيم الشاذة وطرق اكتشافها وكذلك كيفية معالجتها، وكذلك نعرض أنواع البيانات المفقودة وأسباب وجودها، بالإضافة إلى كيفية معالجتها.

3-1 تعريف القيم الشاذة Outliers :

تتعدد وتتنوع التعريفات الخاصة بالقيم الشاذة، فنذكر منها ما يلي:

- القيمة الشاذة هي تلك القيمة التي تختلف صفاتها عن صفات أغلبية قيم البيانات وبالتالي تكون بعيدة عن تجمع أو تمركز البيانات المتشابهة.
- أو تلك القيمة التي تكون لها انحراف أكبر بكثير (سواء كانت قيمة كبيرة أو صغيرة) عن سائر القيم الأخرى في العينة.
- أو هي تلك القيمة التي تكون غير متسقة مع بقية قيم المتغير محل الدراسة.

ويوضح الشكل التالي مثالاً لموضع القيمة الشاذة في البيانات:



3-2 أسباب ظهور القيم الشاذة في البيانات:

قد تظهر القيم الشاذة في البيانات نتيجة لعدة أسباب منها:

1) أن تكون تلك القيم بيانات حقيقة في المجتمع.

2) أن تكون تلك البيانات لتوزيعات غير متماثلة أي يكون بها التواء عالٍ نحو اليمين أو نحو اليسار (التوزيعات ذات الذيل الثقيل).

3) أن تكون نتيجة لأخطاء يقع بها الباحث عند إدخال البيانات أو نتيجة إلى وجود خلل في أجهزة القياسات أو نتيجة لأخطاء في الحسابات أثناء عملية المعالجة.

3-3 طرق الكشف عن وجود القيم الشاذة في البيانات:

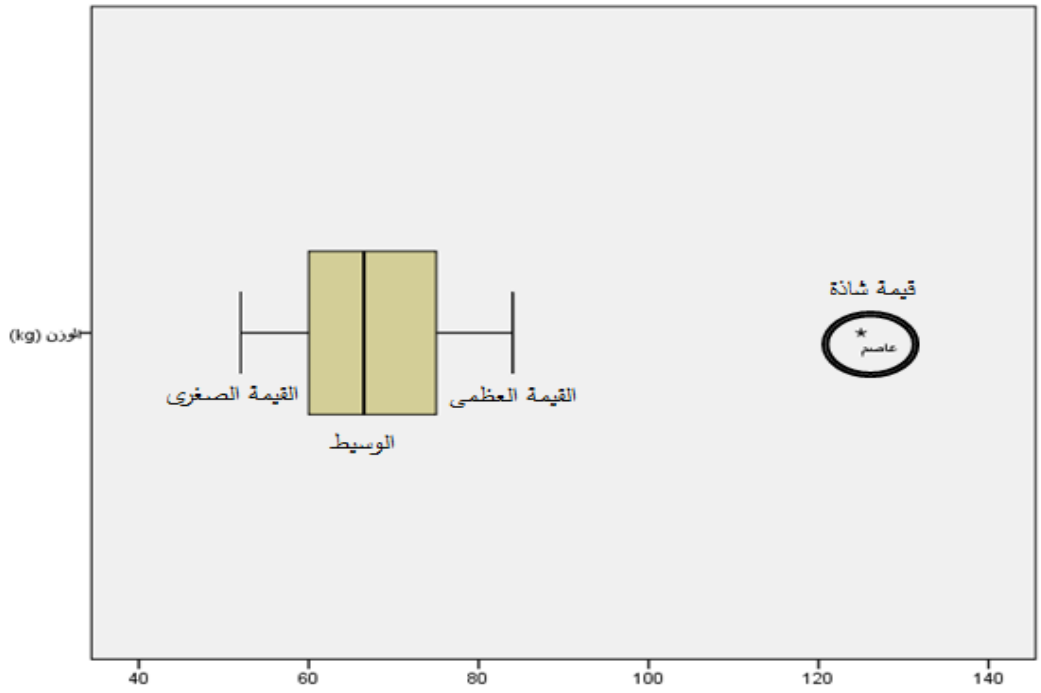
تتعدد طرق الكشف عن وجود القيم الشاذة في البيانات ونذكر منها ما يلي:

1. رسم الصندوق Box plot:

تُعد طريقة رسم الصندوق Box Plot من أبسط طرق الكشف عن وجود قيم شاذة في المتغيرات محل الدراسة حيث يتم ذلك بمجرد النظر في رسم الصندوق، **وفيما يلي بيانات عن أوزان مجموعة من 10 أفراد لتوضيح تلك الطريقة:**

	الاسم	الوزن (kg)
1	احمد	71
2	محمد	65
3	محمود	52
4	هشام	84
5	عمر	75
6	فريد	60
7	بلال	68
8	جلال	63
9	يسري	55
10	عاصم	125

عند رسم شكل الصندوق لبيانات الوزن نحصل على الشكل التالي:



يتضح من رسم الصندوق وجود قيمة شاذة عن باقي القيم وهي وزن عاصم (125 كجم)، حيث أنها تقع بعيداً عن تمركز البيانات.

2. الأساليب الإحصائية: Statistical Techniques

يمكن الكشف عن وجود القيم الشاذة في البيانات من خلال مجموعة من الأساليب الإحصائية نذكر منها:

1) الالتواء والتفرطح (Skewness and Kurtosis).

2) طريقة القيم المعيارية (Z-score).

3) طريقة توكى (Tukey's method).

1) الالتواء والتفرطح Skewness and Kurtosis:

تم تعريف الالتواء والتفرطح كما يلي:

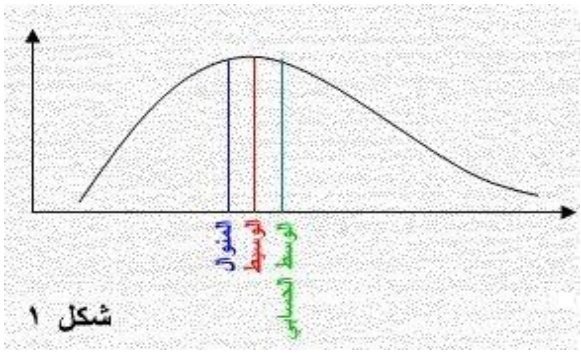
- **الالتواء Skewness:**

هو درجة عدم التماثل أو الانحراف عن التماثل، فإذا كان منحنى التوزيع له طرف على يمين مركز التوزيع أطول من الطرف الأيسر، فإن التوزيع يسمى ملتوي لليمين أو أن له التواء موجب، وإذا حدث العكس يقال أن التوزيع ملتوي لليسار أو أن له التواء سالب، والأشكال الثلاثة التالية تبين ذلك:

شكل 1:

توزيع ملتوي لليمين:

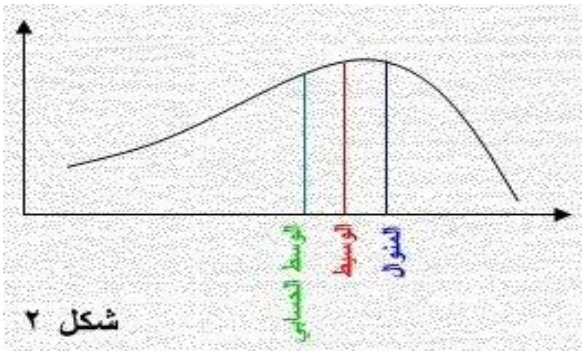
الوسط الحسابي > الوسيط > المنوال



شكل 2:

توزيع ملتوي لليسار:

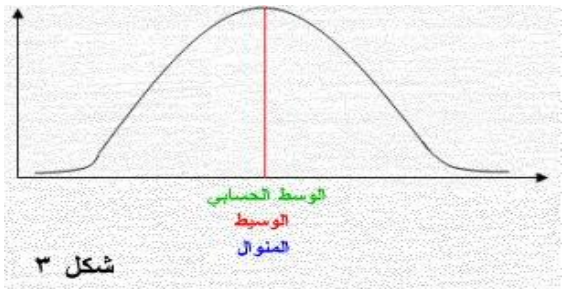
الوسط الحسابي < الوسيط < المنوال



شكل 3:

توزيع متماثل:

الوسط الحسابي = الوسيط = المنوال



هناك الكثير من الطرق لقياس الالتواء، ونذكر منها الصيغة المستخدمة في الكثير من البرامج الإحصائية مثل Excel و SPSS وهي كما يلي:

$$\text{Skewness} = \text{SK} = \frac{\text{n} * \sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^3}{(n-1) * (n-2) * s^3} \quad , \qquad i = 1,2,3, \dots, n$$

حيث أن:

$\bar{x}$: متوسط قيم المتغير/ المؤشر الفرعي.

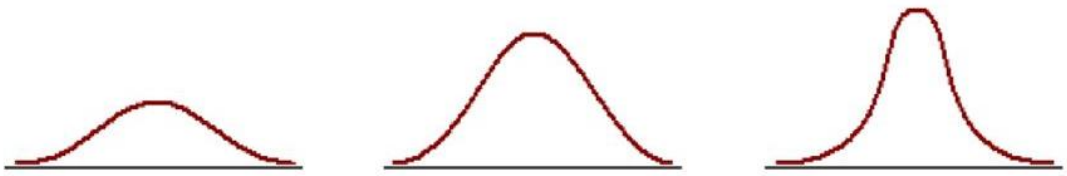
s : الانحراف المعياري للمتغير/ للمؤشر الفرعي.

n : عدد قيم المتغير/ المؤشر الفرعي.

- يجب أن يحتوي المتغير / المؤشر الفرعي على 3 مفردات على الأقل حتى لا يساوي المقام صفر.

- **التفرطح Kurtosis:**

هو مقياس يقيس درجة علو أو انخفاض أي منحنى بالنسبة لمنحنى التوزيع الطبيعي وهو منحنى متماثل حول الرأس يمر بالمتوسط، فإذا كان للتوزيع قمة مرتفعة (أكبر من المنحنى الاعتدالي) يُقال إنه مدبب، وإذا كان التوزيع ذو قمة مسطحة يُقال إنه مفرطح، وإذا كانت قمة التوزيع متوسطة (ليست مدببة أو مفرطحة) يسمى متوسط التفرطح، والأشكال الثلاثة التالية تبين ذلك:



توزيع قليل التفرطح (مدبب) | التوزيع الطبيعي | توزيع كبير التفرطح (مسطح)

صفة التفرطح ليس لها علاقة بالمتوسط الحسابي للتوزيع، فقد يكون هناك أكثر من توزيع لهم نفس المتوسط الحسابي ولكن يختلف شكل المنحنى من مدبب أو مسطح.

حيث أن ارتفاع قمة التوزيع الاعتدالي تساوي 3 تقريباً، فإن التوزيع يكون مفرطحاً عندما يكون معامل التفرطح أقل من 3، ويكون التوزيع مدبباً عندما يكون معامل التفرطح أكبر من 3.

هناك الكثير من الطرق لقياس التفرطح، ونذكر منها الصيغة المستخدمة في الكثير من البرامج الإحصائية مثل Excel و SPSS وهي كما يلي:

$$\text{Kurtosis} = \text{kurt}$$

$$= \frac{\text{n} * (\text{n}+1) * \sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^4}{(n-1) * (n-2) * (n-3) * s^4} - \frac{3 * (n-1)^2}{(n-2) * (n-3)},$$

$$i = 1,2,3, \dots, n$$

حيث أن:

$\bar{x}$: متوسط قيم المتغير/ المؤشر الفرعي.

s : الانحراف المعياري للمتغير/ للمؤشر الفرعي.

n : عدد قيم المتغير/ المؤشر الفرعي.

- يجب أن يحتوي المتغير / المؤشر الفرعي على 4 مفردات على الأقل حتى لا يساوي المقام صفر.

وفقاً لتقرير مركز البحوث المشتركة Joint Research Centre (JRC) عام 2019، يحتوي التوزيع الاحتمالي على قيمة شاذة/ متطرفة إذا كانت القيمة المطلقة لمعامل الالتواء أكبر من 2 وقيمة معامل التفرطح أكبر من 3.5 كما يلي:

$$|\textbf{Skewness}| > 2 \;\&\; \boldsymbol{Kurtosis} > 3.5$$

وبالتطبيق على بيانات المثال السابق نجد قيمة معاملي الالتواء والتفرطح لأوزان الأفراد كما يلي:

	الاسم	الوزن (kg)	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^3$	$(x_i - \bar{x})^4$
1	احمد	71	71 − 71.8 = −0.8	(−0.8)^3 = − 0.51	(−0.8)^4 = 0.41
2	محمد	65	65 − 71.8 = − 6.8	(− 6.8)^3 = − 314.43	(− 6.8)^4 = 2138.14
3	محمود	52	−19.8	−7762.39	153695.36
4	هشام	84	12.2	1815.85	22153.35
5	عمر	75	3.2	32.77	104.86
6	فريد	60	−11.8	−1643.03	19387.78
7	بلال	68	−3.8	−54.87	208.51
8	جلال	63	−8.8	−681.47	5996.95
9	يسري	55	−16.8	−4741.63	79659.42
10	عاصم	125	53.2	−7762.39	8010258.46
المجموع		**718**	**0**	**137219.04**	**8293603.23**
المتوسط		**71.8**			
الانحراف المعياري		**20.93**			

$$\text{SK} = \frac{n * \sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^3}{(n-2) * (n-1) * s^3}$$

$$= \frac{10 * 137219.04}{8 * 9 * (20.93)^3}$$

$$= 2.079$$

$$\text{kurt} = \frac{n * (n+1) * \sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^4}{(n-1) * (n-2) * (n-3) * s^4} - \frac{3 * (n-1)^2}{(n-2) * (n-3)}$$

$$= \frac{10 * 11 * 8293603.23}{9 * 8 * 7 * 191805.07} - \frac{3 * (9)^2}{8 * 7}$$

$$= 5.098$$

يتضح مما سبق أن مؤشر الوزن يحتوي على قيم شاذة / متطرفة حيث أن قيمة معامل الالتواء أكبر من 2

وقيمة معامل التفرطح أكبر من 3.5

2) طريقة القيم المعيارية Z-score:

يتم تحويل جميع قيم المتغير محل الدراسة x_i الي القيم المعيارية z_i من خلال الصيغة التالية:

$$Z_i = \frac{x_i - \mu}{\sigma}$$

- إذا كان حجم العينة صغير (80 حالة أو أصغر)، تعتبر قيمة المتغير شاذة إذا كانت:

$$|Z_i| \geq 2.5$$

- إذا كان حجم العينة كبير (أكبر من 80 حالة)، تعتبر قيمة المتغير شاذة إذا كانت:

$$|Z_i| \geq 3$$

وذلك وفقاً لتقرير مركز البحوث المشتركة Joint Research Centre (JRC) عام 2019 والذي يعرض الخطوة الثالثة من خطوات تركيب المؤشرات المركبة وهي المعالجة الاولية للبيانات (اكتشاف ومعالجة القيم الشاذة).

وبالتطبيق على بيانات المثال السابق نجد القيم المعيارية لأوزان الأفراد موضحه كما يلي:

	الاسم	الوزن (kg)	القيم المعيارية (Z_i)
1	احمد	71	−0.04
2	محمد	65	−0.32
3	محمود	52	−0.95
4	هشام	84	0.58
5	عمر	75	0.15
6	فريد	60	−0.56
7	بلال	68	−0.18
8	جلال	63	−0.42
9	يسري	55	−0.80
10	عاصم	125	2.54
المتوسط		**72.80**	**0**
الانحراف المعياري		**20.93**	**1**

يتضح مما سبق وجود قيمة شاذة عن باقي القيم وهي وزن عاصم (125 كجم)، حيث أن القيمة المعيارية لها أكبر من 2.5

خصائص القيم المعيارية:

- الوسط الحسابي = صفر.
- التباين = الواحد الصحيح.

مميزات القيم المعيارية:

- سهولة الاستخدام.
- إمكانية تجميع المتغيرات ذات وحدات القياس المختلفة كما في حالة المؤشرات المركبة.
- إمكانية المقارنة بين المتغيرات المختلفة بطريقة موضوعية، وفيما يلي مثال لدرجة الطالب في اختبارين مختلفين لتوضيح تلك الميزة:

	اختبار الأداء البدني x_1	مادة الإحصاء x_2
درجة الطالب	500	25
المتوسط	450	20
الانحراف المعياري	60	12
القيمة الصغرى	0	0
القيمة العظمى	600	40

القيمة المعيارية لدرجة الطالب في اختبار الأداء البدني هي:

$$Z_1 = \frac{x_1 - \mu}{\sigma} = \frac{500 - 450}{60} = 0.83$$

القيمة المعيارية لدرجة الطالب في اختبار مادة الإحصاء هي:

$$Z_2 = \frac{x_2 - \mu}{\sigma} = \frac{25 - 20}{12} = 0.42$$

عيوب القيم المعيارية:

- احتمالية فقدان بعض المعلومات عن طبيعة المتغير محل الدراسة نتيجة الاعتماد على قيم جديدة (القيم المعيارية).

3) طريقة توكى Tukey's method:

تعتبر هذه الطريقة من أسهل الطرق المستخدمة في اكتشاف القيم الشاذة في البيانات حيث يتم ترتيب قيم المتغيرات تصاعدياً ثم ايجاد ما يلي:

1) قيمة الرُبيع الأول Q_1 وهي القيمة التي يقل عنها ربع القيم، أي يقل عنها 25% من القيم.

2) قيمة الرُبيع الثالث Q_3 وهي القيمة التي يقل عنها ثلاث أرباع القيم، أي يقل عنها 75% من القيم.

3) قيمة المدي الرُبيعي I_Q = الرُبيع الثالث – الرُبيع الأول.

$$I_Q = Q_3 - Q_1$$

تعتبر قيمة المتغير شاذة إذا كانت:

- ✓ أقل من الحد الأدنى $Q_1 - 1.5(Q_3 - Q_1)$

أو

- ✓ أكبر من الحد الأقصى $Q_3 + 1.5(Q_3 - Q_1)$

وبالتطبيق على بيانات مثال أوزان الأفراد الموضحة سابقاً نجد أن:

	الاسم	الوزن (kg)
1	احمد	71
2	محمد	65
3	محمود	52
4	هشام	84
5	عمر	75
6	فريد	60
7	بلال	68
8	جلال	63
9	يسري	55
10	**عاصم**	**125**
المتوسط		**71.80**
الانحراف المعياري		**20.93**
الرُبيع الأول		**58.75**
الرُبيع الثالث		**77.25**

- $Q_1 - 1.5\ (Q_3 - Q_1) = 58.75 - 1.5*(77.25 - 58.75) = 31$ (الحد الأدنى)
- $Q_3 + 1.5(Q_3 - Q_1) = 77.25 + 1.5*(77.25 - 58.75) = 105$ (الحد الأقصى)

يتضح مما سبق وجود قيمة شاذة عن باقي القيم وهي وزن عاصم (125 كجم)، حيث إن الوزن 125 كجم أكبر من الحد الأقصى لطريقة توكى وهو 105.

4-3 طرق معالجة القيم الشاذة: Outlier treatment

تتنوع طرق معالجة القيم الشاذة، فنذكر منها ما يلي:

1) طريقة Winsorization:

من أبسط طرق معالجة القيم الشاذة حيث أنه يتم تعديل القيم الشاذة لتكون قريبة من باقي قيم المتغير محل الدراسة، فيتم التعويض عنها بأقرب –سواء أعلى أو أقل حسب كون القيمة الشاذة هي القيمة العظمى أم الصغرى في البيانات–قيمة لها في مدى القيم.

2) طريقة الحذف / الاستبعاد Trimming:

يتم استبعاد أو حذف القيم الشاذة من العينة نهائيا.

وبتطبيق طرق معالجة القيم الشاذة السابقة على مثال الأوزان السابق نجد ما يلي:

	الاسم	الوزن (kg)	*Winsorization*	طريقة الحذف / الاستبعاد
1	احمد	71	71	71
2	محمد	65	65	65
3	محمود	52	52	52
4	هشام	84	**84**	84
5	عمر	75	75	75
6	فريد	60	60	60
7	بلال	68	68	68
8	جلال	63	63	63
9	يسري	55	55	55
10	عاصم	**125**	**84**	

يتضح مما سبق أنه تم التعويض عن القيمة الشاذة (وزن عاصم = 125 كجم) ب **84** وذلك عند استخدام طريقة ***Winsorization*** حيث أن وزن عاصم هو القيمة العظمى في البيانات وبالتالي يتم التعويض عنها بأعلى قيمة غير شاذة، ولكن عند استخدام طريقة الحذف / الاستبعاد فأنه يتم حذف القيمة نهائيا من البيانات.

مثال أخر لتوضيح طريقة اكتشاف القيم الشاذة وكيفية معالجتها:

	اكتشاف القيم الشاذة			معالجة القيم الشاذة	
	X	القيم المعيارية (Zi)		Winsorization	طريقة الحذف / الاستبعاد
1	17	0.58		17	17
2	5.9	-0.53		5.9	5.9
3	7.2	-0.40		7.2	7.2
4	4.6	-0.65		4.6	4.6
5	18.2	0.70		18.2	18.2
6	9.9	-0.13		9.9	9.9
7	19.2	0.80		19.2	19.2
8	7.7	-0.35		7.7	7.7
9	7.7	-0.35		7.7	7.7
10	7	-0.42		7	7
11	1.7	-0.94		1.7	1.7
12	6.5	-0.47		6.5	6.5
13	40.6	2.92		19.2	
14	3.4	-0.77		3.4	3.4
المتوسط	11.19	0		9.66	8.92
الانحراف المعياري	10.06	1		6.09	5.66
الرُبيع الأول	5.58			5.58	5.25
الرُبيع الثالث	17.30			17.30	13.45
الالتواء	2.15				
التفرطح	5.38				

- **تطبيق طرق الكشف عن وجود القيم الشاذة في المؤشر الفرعى X:**

1) الالتواء والتفرطح: Skewness and Kurtosis

بما أن قيمة معامل الالتواء 2.15 وهي أكبر من 2، وقيمة معامل التفرطح 5.38 وهي أكبر من 3.5، فإن المؤشر X يحتوي على قيم شاذة.

2) الطريقة المعيارية Z-score:

بما أن حجم العينة =14 أي أنه حجم عينة صغير، فإن قيمة المتغير تعتبر قيمة شاذة إذا كانت:

$$|Z_i| \geq 2.5$$

وبالرجوع للمثال السابق نجد أن المشاهدة رقم 13 والتي قيمتها 40.6 تعتبر قيمة شاذة حيث أن القيمة المعيارية لها Z_I = 2.92 وهي أكبر من الحد المسموح به والذي يساوى 2.5

3) طريقة توكى Tukey's method:

تعتبر قيمة المتغير شاذة إذا كانت:

- أقل من الحد الأدنى $Q_1-1.5(Q_3- Q_1)$ **أو**
- أكبر من الحد الأقصى $Q_3+1.5(Q_3- Q_1)$.

وبالرجوع للمثال السابق نجد أن:

- الحد الأدنى هو

$$Q_1 - 1.5\,(Q_3 - Q_1) = 5.58 - 1.5*(17.30 - 5.58) = -12.01$$

- الحد الأقصى هو

$$Q_3 + 1.5(Q_3 - Q_1) = 17.30 + 1.5*(17.30 - 5.58) = 34.88$$

يتضح مما سبق وجود قيمة شاذة عن باقي القيم وهي المشاهدة رقم 13 والتي قيمتها 40.6 حيث أنها أكبر من الحد الأقصى لطريقة توكى وهو 34.88

- **تطبيق طرق معالجة القيم الشاذة في المؤشر الفرعى X:**

بناءً على الطرق السابقة تعتبر المشاهدة رقم 13 والتي قيمتها 40.6 قيمة شاذة ويجب معالجتها ويتم ذلك بأحدي الطرق الاتية:

1) طريقة Winsorization:

المشاهدة رقم 13 هي القيمة العظمى (Max) في البيانات وبالتالي يتم التعويض عنها بأعلى قيمة غير شاذة في البيانات وهي المشاهدة رقم 7 والتي قيمتها 19.2

2) طريقة الحذف / الاستبعاد Trimming:

يتم حذف المشاهدة رقم 13 من العينة نهائيا.

3-5 أنواع البيانات المفقودة Types of missing data:

يعتبر وجود القيم المفقودة مشكلة شائعة في عالم البيانات ويمكن أن يكون لها تأثير كبير على النتائج المستخلصة من البيانات، تنشأ مشكلة القيم المفقودة نتيجة لعدة أسباب أبرزها:

1. عدم انطباق السؤال على المجيب.
2. عدم تسجيل قيمة البيانات للمفردة اثناء الملاحظة.
3. بعض المصادر تختار عدم الإفصاح عن البيانات وإخفائها.

قبل البدء في عرض طرق معالجة وتقدير البيانات المفقودة، لابد من ذكر أنواع البيانات المفقودة، حيث يمكن تقسيمها (بناءً على سبب فقد القيمة) إلى الأنواع الأتية:

1) بيانات مفقودة بطريقة عشوائية تماماً Missing Completely At Random (MCAR):

تصنف البيانات المفقودة على أنها مفقودة بطريقة عشوائية تماماً إذا كانت لا تعتمد على المتغير محل الدراسة – الذي يحتوي على القيم المفقودة – ولا على أي متغير أخر في البيانات، ومن أمثلتها:

- فقد الاستمارة في البريد.
- تلف عينة دم في المختبر.
- تغيب شخص عن الاختبار بسبب حادث سير.
- تخطي شخص سؤال في الاستمارة عن غير قصد.

إذا كانت البيانات مفقودة بطريقة عشوائية تمامًا، يمكن استخدام أي طريقة من طرق معالجة القيم المفقودة والتي سيتم عرضها في المبحث القادم من هذا الفصل.

2) بيانات مفقودة بطريقة عشوائية Missing At Random (MAR):

تعتبر البيانات مفقودة بطريقة عشوائية إذا كانت لا تعتمد على المتغير محل الدراسة – الذي يحتوي على القيم المفقودة – ولكن تعتمد على متغيرات اخري في قاعدة البيانات، ومن أمثلتها:

- الاشخاص الأقل تعليماً يميلون لعدم ذكر دخولهم، إذن قيم الدخل المفقودة لا تعتمد على متغير الدخل نفسه ولكن تعتمد على متغير التعليم.
- النساء يميلون لعدم ذكر أوزانهن عكس الرجال، إذن قيم الوزن المفقودة لا تعتمد على متغير الوزن نفسه ولكن تعتمد على متغير النوع.
- الذكور أقل احتمالاً لإكمال استبيان حول شدة الاكتئاب من الإناث، إذن القيم المفقودة في بقية أسئلة الاستبيان تعتمد على كون الفرد ذكر أم أنثي أي على متغير النوع.
- حالة عدم انطباق السؤال على المجيب، فمثلاً إذا كانت إجابة سؤال معين ب (نعم / لا) فهذا يتبعه عدم الإجابة عن سؤال آخر بالاستمارة، ولتوضيح هذه الحالة نعرض جزء من استمارة بحث القوي العاملة الذي يقوم به الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء كمثال:

خصائص المتعطلين للأفراد خلال أسبوع البحث (الأفراد 6 سنوات فأكثر)

301	302	303	304	305
ما نوع تعطلك؟ 1-سبق له العمل 2-لم يسبق له العمل **(انتقل الي س304)**	ما هى أخر مهنة زاولتها قبل التعطل؟	ما هو أخر نشاط إقتصادى زاولته قبل التعطل؟	ما هى مدة تعطلك الأخيرة المتصلة بالشهور؟	ما السبب الرئيسى للتعطل من وجهة نظرك؟ 1- في انتظار بدء عمل متفق عليه 2- في مرحلة التجهيز لمشروع فردي 3- عدم وجود عمل إطلاقا 4- عدم وجود عمل يناسب المؤهل 5- عدم وجود عمل يناسب المهنة 6- عدم وجود عمل بالأجر المناسب 7- عدم وجود عمل في المكان المناسب 8- عائد من الخـارج 9- أخـــــري

يوضح المثال السابق خصائص الأفراد المتعطلين خلال أسبوع البحث، ففي السؤال رقم 301 يتم سؤال المبحوث عن نوع التعطل الذي يمر به حالياً، فإذا أجاب برقم (1) أي سبق له العمل، فيجب عليه الإجابة على الأسئلة 302 و303 و304 و305، ولكن إذا أجاب برقم (2) أي لم يسبق له العمل، فلا يجيب المبحوث على الأسئلة 302 و303 ولكن ينتقل مباشرة إلى السؤال رقم 304 لأنه لم يسبق له العمل.

مثال أخر على حالة عدم انطباق السؤال على المجيب، نعرض الجزء التالي من استبيان مسح الإدمان والذي اجراه الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء:

س1	س2	س3
هل انت مدخن؟	كم عدد السجائر التي تدخنها في اليوم؟	هل تتعاطي المخدرات؟
(1) نعم (2) لا **انتقل الي س3**		(1) نعم (2) لا

إذا أجاب المبحوث عن س1 برقم (1) أي "نعم"، فيجب عليه الإجابة على س2 والذي يختص بعدد السجائر التي يدخنها في اليوم ثم ينتقل للإجابة على س3، ولكن إذا أجاب برقم (2) أي "لا" فينتقل بمباشرة الى س3.

3) بيانات مفقودة بطريقة غير عشوائية (Missing Not At Random (MNAR:

تصنف البيانات المفقودة على أنها مفقودة بطريقة غير عشوائية إذا كانت تعتمد على المتغير –محل الدراسة –الذي يحتوي على القيم المفقودة، ومن أمثلتها:

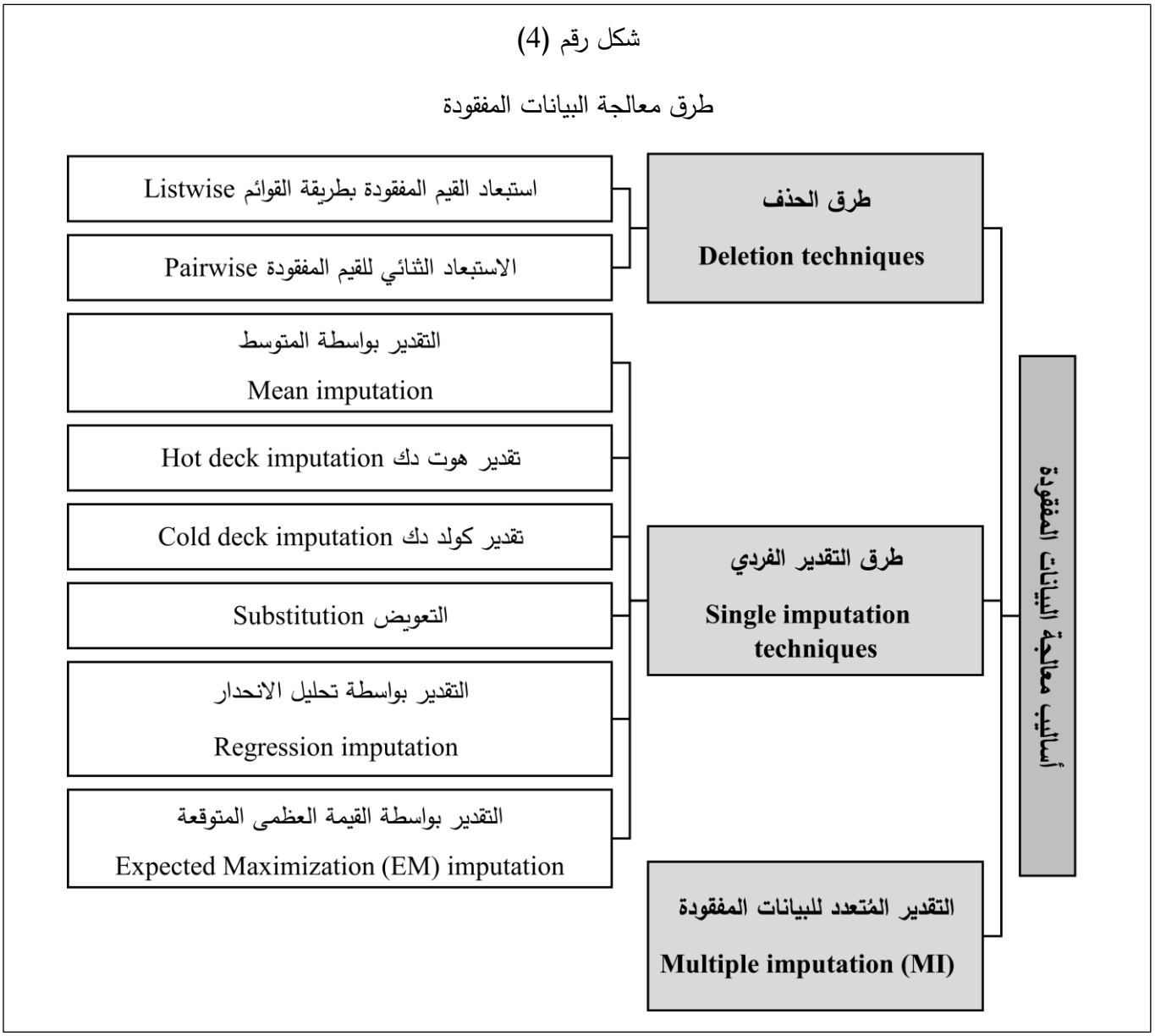
- الافراد ذوات الدخل المرتفع يميلون لعدم ذكر دخولهم، إذن القيم المفقودة في متغير الدخل تعتمد على المتغير نفسه.
- الأفراد المصابون بالاكتئاب الشديد هم أكثر عرضة لرفض إكمال استبيان حول شدة الاكتئاب، إذن القيم المفقودة في بقية أسئلة الاستبيان تعتمد على كون الفرد مصاب بالاكتئاب الشديد أم لا.

3-6 طرق معالجة البيانات المفقودة Imputation of missing data:

قبل البدء في تكوين المُؤشرات الفرعية ومن ثمَّ المُؤشر المركب لابد من تحديد أسلوب للتعامل مع البيانات المفقودة حيث تتعدد أساليب معالجة البيانات المفقودة كما في شكل رقم (4) الآتي:

شكل رقم (4)

طرق معالجة البيانات المفقودة



وفيما يلي سنتناول عرضاً تفصيليًا لبعض طرق معالجة البيانات المفقودة:

1) استبعاد القيم المفقودة بطريقة القوائم Listwise Exclusion:

تعتمد هذه الطريقة على حذف المشاهدة – التي تحتوي على قيمة مفقودة لأحد المتغيرات على الأقل – نهائياً من التحليل، لذلك تسمى تحليل الحالة الكاملة (Complete case analysis) حيث تعتمد على حذف الحالات غير الكاملة من التحليل.

يوضح المثال التالي حذف المفردة بطريقة Listwise:

X5	X4	X3	X2	X1	
.	74	82	38	64	1
81	71	.	46	72	2
92	64	27	47	83	3
62	77	52	24	91	4

بعد تطبيق طريقة Listwise:

X5	X4	X3	X2	X1	
92	64	27	47	83	3
62	77	52	24	91	4

تتميز هذه الطريقة بأنها تؤدي الي تقديرات غير متحيزة فقط إذا كانت البيانات مفقودة بطريقة عشوائية تماماً (MCAR). ولكن يُعاب عليها أنه يتم استبعاد جزء كبير من العينة الأصلية لذلك الأخطاء المعيارية سوف تكون أكثر في العينة غير الكاملة – بعد حذف المشاهدات التي بها قيم مفقودة لبعض المتغيرات –نظراً لاستخدام معلومات اقل.

2) الاستبعاد الثنائي للقيم المفقودة Pairwise Exclusion:

تستخدم هذه الطريقة عندما تكون البيانات مفقودة بطريقة عشوائية تماماً (MCAR). تعتمد هذه الطريقة على حذف المشاهدة – التي تحتوي على قيم مفقودة للمتغير الذي سيتم استخدامه– نهائياً من التحليل، لذلك تسمى تحليل الحالة المتاحة (available case analysis)، وإذا تم إدخال أكثر من متغير بالتحليل فيتم حذف المفردة التي تحتوي على قيم مفقودة بناء على العلاقة بين المتغيرات، حيث يتم تحديد العلاقة بين المتغيرات بالاعتماد على مصفوفة الارتباطات.

يوضح المثال التالي حذف المفردة بطريقة pairwise:

X5	X4	X3	X2	X1	
.	74	82	38	64	1
81	71	.	46	72	2
92	64	27	.	83	3
62	77	52	24	91	4

بافتراض أن المتغير X3 هو المتغير المستخدم في التحليل فيتم حذف الحالة رقم 2 لأنها تحتوي على قيم مفقودة لهذا المتغير كما يلي:

X5	X4	X3	X2	X1	
.	74	82	38	64	1
92	64	27	.	83	3
62	77	52	24	91	4

تتميز هذه الطريقة بالاحتفاظ بقدر أكبر من الحالات/ المفردات عن استخدام طريقة القوائم ولكن يُعاب عليها أن حجم العينة يختلف في كل تحليل احصائي وبالتالي اخطاء قياس مختلفة.

3) التقدير باستخدام المتوسط Mean imputation:

يتم التعويض عن القيم المفقودة بالمتغير X عن طريق حساب متوسط القيم المُتاحة لنفس المُتغير، ويوضح الجدول رقم (3) مثال لتقدير المفردة باستخدام المتوسط:

X5	X4	X3	X2	X1	
.	74	82	.	64	1
81	71	.	46	72	2
92	64	27	47	83	3
62	77	52	24	91	4
78.33	**71.50**	**53.67**	**39**	**77.5**	المتوسط

بعد تطبيق طريقة المتوسط:

X5	X4	X3	X2	X1	
78.33	74	82	**39**	64	1
81	71	**53.67**	46	72	2
92	64	27	47	83	3
62	77	52	24	91	4
78.33	**71.50**	**53.67**	**39**	**77.5**	المتوسط

تميز هذه الطريقة بسهولتها والاحتفاظ بنفس حجم العينة ولكن يُعاب عليها أنها تؤدي إلى تقديرات مُتحيزة للتباين وبالتالي للأخطاء المعيارية وفترات الثقة.

4) تقدير هوت دك Hot deck imputation:

- يتم تقدير البيانات المفقودة ببيانات أخرى مسحوبة من وحدات /مفردات متشابهة من نفس قاعدة البيانات المستخدمة حالياً. فعلى سبيل المثال، القيم المفقودة لمتغير الدخل لبعض الأفراد، يمكن التعويض عنها بقيم الدخل لأفراد لهم نفس الخصائص مثل: النوع، العمر، الوظيفة، محل الإقامة.

- تتميز هذه الطريقة بأنها تحافظ على حجم العينة حيث أنه لا يتم حذف المشاهدات التي بها قيم مفقودة لبعض المتغيرات ولكن من عيوبها يصعب استخدامها إذا كانت البيانات المفقودة كثيرة.

5) تقدير كولد دك Cold deck imputation:

- هذه الطريقة مماثلة لطريقة هوت دك ولكنها تعتمد على استبدال القيمة المفقودة بقيمة أخرى من نفس مصدر البيان ولكن من إصدار سابق.

- تتميز هذه الطريقة أيضاً بأنها تحافظ على حجم العينة ولكن يُعاب عليها أنها تتسبب في زيادة التباين بين القيم المقدرة.

6) التعويض Substitution:

- تعتمد هذه الطريقة على استبدال الوحدات غير المستجيبة بوحدات لم يتم اختيارها في العينة، على سبيل المثال، إذا تعذر الاتصال بأحد الأسر، فسيتم اختيار أسرة لم يتم اختيارها سابقًا في نفس الكتلة السكنية.

- تتميز هذه الطريقة بسهولتها.

الفصل الرابع

التطبيع

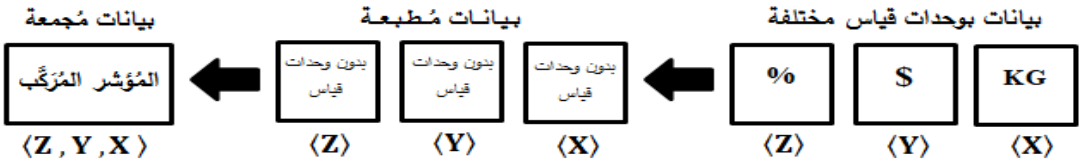
Chapter four

Normalization

يُعد التطبيع من أهم خطوات تكوين المُؤشر المركب، فلابد منها قبل إجراء أي عملية تجميع، فغالبا ما تكون المؤشرات الفرعية المكونة للمؤشر المركب لها خصائص مختلفة مثل اختلاف وحدات القياس.

يهدف التطبيع إلي:

1- التخلص من أثر اختلاف وحدات القياس للمُتغيرات المُختلفة كما يلي:

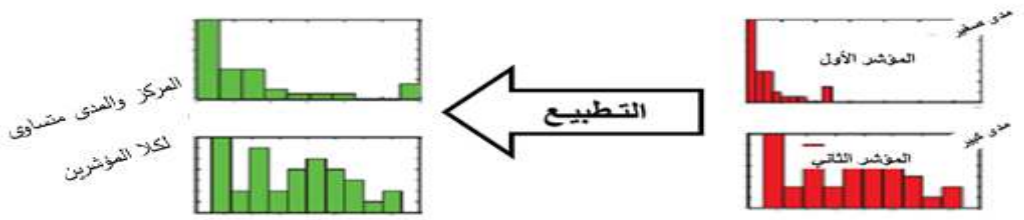


فمثلاً في حالة تركيب مؤشر التنمية البشرية، فإنه يتكون من المؤشرات الأولية التالية:

- توقع الحياة عند الميلاد (مقاساً بعدد السنين).
- الدخل القومي الإجمالي للفرد (مقاساً بالمائة دولار).

وبالتالي كان لابد من التخلص من وحدات القياس لتركيب مؤشر التنمية البشرية.

2- التخلص من أثر اختلاف مركز وتشتت المتغيرات كما هو مُوضح فيما يلي:



أهم طرق التطبيع: Normalization methods

تتعدد طرق التطبيع ونذكر منها ما يلي:

1) طريقة المعايرة Standardization (Z-score) method .

2) طريقة إعادة القياس Re-scaling (Min-Max) method.

3) طريقة البعد عن القيمة المرجعية Distance from the reference value.

4) طريقة الرتب Ranking method.

وفيما يلي سنلقى الضوء على كل نوع من الطرق الأربعة للتطبيع بشيء من التفصيل:

4-1 طريقة المعايرة Standardization (Z-score) method:

تعتبر طريقة المعايرة من أكثر الطرق استخداماً حيث أنها توحد الخصائص الإحصائية للمؤشرات الفرعية بمتوسط حسابي صفر وانحراف معياري مساوٍ للواحد الصحيح. يتم حساب القيم المعيارية من خلال استخدام الصيغة التالية:

قيمة المؤشر الفرعي المُطبعة (I) =

(قيمة المؤشر الفرعي (x) – قيمة الوسط الحسابي للمؤشر الفرعي$(\overline{x})$) / قيمة الانحراف المعياري للمؤشر الفرعي(s).

$$I = \frac{x - \overline{x}}{s}$$

حيث أن:

x : قيمة المؤشر الفرعي.

$\overline{x}$: الوسط الحسابي للمؤشر الفرعي.

s : الانحراف المعياري للمؤشر الفرعي.

خصائص المؤشرات الفرعية المُطبعة بهذه الطريقة:

1) الوسط الحسابي للقيم المعيارية = صفر.

2) تباين القيم المعيارية = الواحد الصحيح

3) ليس من الضروري أن يكون لها نفس المدي (الفرق بين أكبر قيمة وأصغر قيمة في البيانات).

4) لا يُفضل استخدامها في حالة وجود القيم الشاذة.

مثال على تطبيق طريقة المعايرة:

	المؤشرات الفرعية قبل التطبيع		الطريقة المعيارية Z-score method	
	X1	X2	Z1	Z2
1	10	10.2	-0.05	0.55
2	12	11.7	1.21	1.46
3	11.4	9.4	0.83	0.06
4	9.5	9.3	-0.37	0.00
5	10.8	11.9	0.46	1.58
6	9.4	8.4	-0.43	-0.55
7	8.1	7.9	-1.25	-0.85
8	11.6	9.6	0.96	0.18
9	10.9	7.2	0.52	-1.28
10	7.1	7.4	-1.88	-1.16
الوسط الحسابي	**10.08**	**9.30**	**0**	**0**
التباين	**2.50**	**2.69**	**1**	**1**
القيمة الصغرى	**7.1**	**7.2**	**-1.88**	**-1.28**
القيمة العظمي	**12**	**11.9**	**1.21**	**1.58**

يتضح مما سبق أن المؤشرات الفرعية المُطبعة **"Z1"** و **"Z2"** لها نفس الوسط الحسابي (= صفر) كما لها نفس التباين (= الواحد الصحيح)، كما يتضح أن القيم المعيارية للمؤشرات **"Z1"** و **"Z2" ليس** لها نفس المدى أي الفرق بين أكبر قيمة وأصغر قيمة حيث أن:

- ✓ مدى المؤشر **"Z1"** هو **R1 = 1.21 – (-1.88) = 3.09.**
- ✓ مدى المؤشر **"Z2"** هو **R2 = 1.58 – (-1.28) =2.86.**

4-2 طريقة إعادة القياس Re-scaling (Min-Max) method:

تعتبر هذه الطريقة من أكثر الطرق المستخدمة في حساب القيم المُطبعة للمؤشرات الفرعية وذلك من خلال الصيغة التالية:

قيمة المؤشر الفرعي المُطبعة (I) =

(قيمة المؤشر الفرعي (x) – القيمة الصغرى للمؤشر الفرعي($Min(x)$) / (القيمة العظمي للمؤشر الفرعي($Max(x)$ – القيمة الصغرى للمؤشر الفرعي($Min(x)$).

$$I = \frac{x - Min(x)}{Max(x) - Min(x)}$$

حيث أن:

x : قيمة المؤشر الفرعي.

$Min(x)$: القيمة الصغرى للمؤشر الفرعي.

$Max(x)$: القيمة العظمى للمؤشر الفرعي

خصائص المؤشرات الفرعية المُطبعة بهذه الطريقة:

1) لها نفس المدى حيث أن أصغر قيمة (= صفر) وأكبر قيمة (= الواحد الصحيح) وبالتالي المدى هو [0 , 1] أو [0 , 100] وذلك عند ضرب قيم المؤشر في 100.

2) ليس لها نفس التباين.

3) تتأثر بوجود القيم الشاذة.

مثال على تطبيق طريقة إعادة القياس:

	المؤشرات الفرعية قبل التطبيع		إعادة القياس Min-Max	
	X1	**X2**	**I1**	**I2**
1	10	10.2	0.59	0.64
2	12	11.7	1	0.96
3	11.4	9.4	0.88	0.47
4	9.5	9.3	0.49	0.45
5	10.8	11.9	0.76	1
6	9.4	8.4	0.47	0.26
7	8.1	7.9	0.20	0.15
8	11.6	9.6	0.92	0.51
9	10.9	7.2	0.78	0.00
10	7.1	7.4	0.00	0.04
الوسط الحسابي	**10.08**	**9.30**	**0.61**	**0.45**
التباين	**2.50**	**2.69**	**0.10**	**0.12**
القيمة الصغرى	**7.1**	**7.2**	**0**	**0**
القيمة العظمى	**12**	**11.9**	**1**	**1**

يتضح من المثال السابق أن المؤشرات الفرعية المُطبعة **"I1"** و **"I2"** لها نفس المدى أي الفرق بين أكبر قيمة أصغر قيمة وهو **(R = 1 – 0 = 1)**، كما يتضح عدم تساوى المتوسط والتباين لكلاً منهما.

3-4 طريقة البعد عن القيمة المرجعية Distance from the reference value:

تعتمد هذه الطريقة على إيجاد قيمة المؤشر الفرعي المُطبعة من خلال الصيغة التالية:

قيمة المؤشر الفرعي المُطبعة (I) = قيمة المؤشر الفرعي (x) / القيمة المرجعية (c).

$$I = \frac{x}{c}$$

يمكن أن تكون القيمة المرجعية:

- القيمة العظمي للمؤشر الفرعي.
- القيمة الصغرى للمؤشر الفرعي.
- متوسط قيم المؤشر الفرعي.
- قيمة افتراضية (هدف يُراد الوصول اليه).

هناك طريقة أخري تتمثل في اعتبار قيمة المؤشر الفرعي عند نقطة زمنية معينة هي القيمة المرجعية كما يلي:

قيمة المؤشر الفرعي المُطبعة (I) = قيمة المؤشر الفرعي (x) / قيمة المؤشر الفرعي عند نقطة زمنية معينة (x_t).

$$I = \frac{x}{x_t}$$

خصائص المؤشرات الفرعية المُطبعة بهذه الطريقة:

1) ليس لها نفس المدي (الفرق بين أكبر قيمة وأصغر قيمة في البيانات).
2) ليس لها نفس التباين.
3) تتأثر بوجود القيم الشاذة.

مثال لكيفية تطبيق طريقة البعد عن القيمة المرجعية:

1) في حالة أن تكون القيمة المرجعية هي **القيمة العظمي** للمؤشر الفرعي:

	المؤشرات الفرعية قبل التطبيع		البعد عن القيمة المرجعية Distance from the reference value	
	X1	X2	D1	D2
1	10	10.2	0.83	0.86
2	12	11.7	1.00	0.98
3	11.4	9.4	0.95	0.79
4	9.5	9.3	0.79	0.78
5	10.8	11.9	0.90	1.00
6	9.4	8.4	0.78	0.71
7	8.1	7.9	0.68	0.66
8	11.6	9.6	0.97	0.81
9	10.9	7.2	0.91	0.61
10	7.1	7.4	0.59	0.62
المتوسط	**10.08**	**9.30**	**0.84**	**0.78**
التباين	**2.50**	**2.69**	**0.017**	**0.019**
القيمة الصغرى	**7.1**	**7.2**	**0.59**	**0.61**
القيمة العظمي	**12**	**11.9**	**1**	**1**

يتضح من المثال السابق أن المؤشرات الفرعية المُطبعة **"D1"** و **"D2"** ليس لها نفس المدى أي الفرق بين أكبر قيمة وأصغر قيمة حيث أن مدى **"D1"** هو **(R1 = 1 – 0.59 = 0.41)** ومدى**"D2"** هو **(R2 = 1 – 0.61 =0.39)**، كما يتضح عدم تساوى المتوسط والتباين لكلاً منهما.

2) في حالة أن تكون القيمة المرجعية هي **القيمة الصغرى** للمؤشر الفرعي:

	المؤشرات الفرعية قبل التطبيع		البعد عن القيمة المرجعية Distance from the reference value	
	X1	X2	D1	D2
1	10	10.2	1.41	1.42
2	12	11.7	1.69	1.63
3	11.4	9.4	1.61	1.31
4	9.5	9.3	1.34	1.29
5	10.8	11.9	1.52	1.65
6	9.4	8.4	1.32	1.17
7	8.1	7.9	1.14	1.10
8	11.6	9.6	1.63	1.33
9	10.9	7.2	1.54	1.00
10	7.1	7.4	1.00	1.03
المتوسط	**10.08**	**9.30**	**1.42**	**1.29**
التباين	**2.50**	**2.69**	**0.050**	**0.052**
القيمة الصغرى	**7.1**	**7.2**	**1**	**1**
القيمة العظمى	**12**	**11.9**	**1.69**	**1.65**

يتضح من المثال السابق أن المؤشرات الفرعية المُطبعة **"D1"** و **"D2"** ليس لها نفس المدى أي الفرق بين أكبر قيمة وأصغر قيمة حيث أن مدى **"D1"** هو **(R1 = 1.69 – 1 = 0.69)** ومدى**"D2"** هو **(R2 = 1.65 – 1 =0.65)**، كما يتضح عدم تساوى المتوسط والتباين لكلاً منهما.

3) في حالة أن تكون القيمة المرجعية هي **متوسط قيم المؤشر الفرعي:**

	المؤشرات الفرعية قبل التطبيع		البعد عن القيمة المرجعية Distance from the reference value	
	X1	X2	D1	D2
1	10	10.2	0.99	1.10
2	12	11.7	1.19	1.26
3	11.4	9.4	1.13	1.01
4	9.5	9.3	0.94	1.00
5	10.8	11.9	1.07	1.28
6	9.4	8.4	0.93	0.90
7	8.1	7.9	0.80	0.85
8	11.6	9.6	1.15	1.03
9	10.9	7.2	1.08	0.77
10	7.1	7.4	0.70	0.80
المتوسط	**10.08**	**9.30**	**1**	**1**
التباين	**2.50**	**2.69**	**0.70**	**0.77**
القيمة الصغرى	**7.1**	**7.2**	**1.19**	**1.28**
القيمة العظمى	**12**	**11.9**	**0.025**	**0.031**

يتضح من المثال السابق أن المؤشرات الفرعية المُطبعة **"D1"** و **"D2"** ليس لها نفس المدى أي الفرق بين أكبر قيمة وأصغر قيمة حيث أن مدى **"D1"** هو **(R1 = 1.19 – 0.70 = 0.49)** ومدى**"D2"** هو **(R2 = 1.28 – 0.77 =0.51)**، كما يتضح تساوى المتوسط وعدم تساوى التباين لكلاً منهما.

4-4 طريقة إعطاء الرتب Ranking method:

تعتمد هذه الطريقة على ترتيب الوحدات وفقاً للمؤشر محل الاهتمام، فيتم اعتبار أن قيم المؤشرات لها مستوى ترتيبي، ويتم تطبيع البيانات عن طريق إعطاء رُتب لقيم المؤشرات بحيث أن أكبر قيمة للمؤشر الفرعي تأخذ القيمة 1.

خصائص المؤشرات الفرعية المُطبعة بهذه الطريقة:

1) لها نفس المدى $[1\ ,n]$ حيث أن n هو عدد المشاهدات/مفردات الدراسة.
2) لها نفس المتوسط.
3) لها نفس التباين.
4) لا تتأثر بوجود القيم الشاذة.

رغم بساطة ووضوح هذه الطريقة إلا أنها تعتمد على الرتب وليس القيم الفعلية للمؤشر مما يقلل من كفاءتها.

مثال على تطبيق طريقة إعطاء الرتب:

	المؤشرات الفرعية قبل التطبيع		الرتب Ranking	
	X1	X2	K1	K2
1	10	10.2	6	3
2	12	11.7	1	2
3	11.4	9.4	3	5
4	9.5	9.3	7	6
5	10.8	11.9	5	1
6	9.4	8.4	8	7
7	8.1	7.9	9	8
8	11.6	9.6	2	4
9	10.9	7.2	4	10
10	7.1	7.4	10	9
المتوسط	**10.08**	**9.30**	**5.50**	**5.50**
التباين	**2.50**	**2.69**	**9.167**	**9.167**
القيمة الصغرى	**7.1**	**7.2**	**1**	**1**
القيمة العظمي	**12**	**11.9**	**10**	**10**

يتضح من المثال السابق أن المؤشرات الفرعية المُطبعة **"K1"** و **"K2"** لها نفس المدى أي الفرق بين أكبر قيمة وأصغر قيمة وهو **(R = 10 – 1 = 9)**، كما يتضح تساوى المتوسط والتباين لكلاً منهما.

الفصل الخامس

التماسك الإحصائي

Chapter five

Statistical Coherence

عند بناء المؤشر المركب يجب التأكد من أن الإطار النظري له مُحدد ومُعرف جيدًا وأن مجموعة المؤشرات الفرعية المتاحة كافية ومناسبة لوصف الظاهرة. ويمكن الاستناد إلى رأي الخبراء للتأكد من صلة المؤشرات الفرعية بالظاهرة محل الدراسة بالإضافة إلى بعض الأساليب الإحصائية التي يمكن استخدامها للتأكد مما إذا كانت الأبعاد المُختلفة للظاهرة تم قياسها جيدًا من خلال المؤشرات الفرعية المُستخدمة، وإذا لم يتحقق ذلك فإنه يجب النظر مرة أخرى في اختيار المؤشرات الفرعية.

سنتناول فيما يلي عرضًا توضيحيًا عن كيفية استخدام الأساليب المختلفة للتأكد من الاتساق الداخلي لهيكل بناء المؤشر المركب:

- **يُقصد بالاتساق الداخلي:** مدى صدق وثبات المؤشرات الأولية المكونة لمؤشر فرعي ما أو المؤشرات الفرعية المكونة للمؤشر المركب.
- **يُقصد بالصدق:** أن المؤشر يقيس ما وُضع لقياسه.
- **يُقصد بالثبات:** استقرار المؤشر وعدم تناقضه مع نفسه وبالتالي إذا أُعيد تطبيقه على نفس المجتمع وبنفس حجم العينة فإن النتائج ستكون متقاربة للنتائج التي حصلنا عليها من العينة الأولي.

5-1 معامل ألفا كرو نباخ (Cronbach Coefficient Alpha (C-alpha:

يعتبر معامل ألفا كرو نباخ (Cronbach Coefficient Alpha (C-alpha من الأساليب الإحصائية المُستخدمة لهذا الغرض حيث يُستخدم ألفا كرو نباخ (C-alpha) للحكم على اتساق الهيكل المُقترح للمؤشر المركب حيث يعتبر أكثر الطرق الشائعة المُستخدمة في قياس **الاتساق الداخلي** للمؤشرات الفرعية المكونة للمؤشر المركب ، فهو ليس اختبار إحصائي ولكنه معامل يعتمد على الارتباطات بين المؤشرات الفرعية، فإذا كانت المؤشرات الفرعية مُستقلة عن بعضها البعض فإن معامل ألفا كرو نباخ يساوى صفر، وإذا كانت المؤشرات الفرعية متسقة (مرتبطة) بشكل تام أي لا يوجد استقلال بينها فإنه يساوى **الواحد الصحيح** وبالتالي تتراوح قيمته بين الصفر (أي لا يوجد اتساق بين المؤشرات الفرعية) والواحد الصحيح (أي يوجد اتساق كامل بين المؤشرات الفرعية). كلما زاد الارتباط بين المؤشرات الفرعية، كلما زادت قيمة معامل ألفا كرو نباخ واقتربت قيمته من الواحد الصحيح. ولكن القيمة المرتفعة لمعامل ألفا لا تدل دائماً على زيادة الارتباط ولكن قد يكون ذلك بسبب زيادة عدد المؤشرات الفرعية والعكس صحيح.

يمكن حساب قيمة معامل الثبات ألفا كرو نباخ باستخدام الصيغة التالية:

$$\alpha = \frac{K}{K-1}\left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{K} V_i}{V_t}\right) \quad , i= 1, 2, \ldots, P$$

حيث إن:

α: معامل ألفا كرونباخ. ، V_i : تباين المؤشر الفرعي رقم i

K: عدد المؤشرات الفرعية. ، V_t : تباين مجموع قيم المؤشرات الفرعية للمفردة الواحدة

يمكن حساب قيمة **معامل الصدق** من خلال أخذ الجذر التربيعي لمعامل الثبات ألفا كرونباخ.

2-5 مثال توضيحي لحساب معامل ألفا كرونباخ (C-alpha) Cronbach Coefficient Alpha:

إذا كان لدينا مؤشر مركب يتكون من 5 مؤشرات فرعية لعشرة دول، كما في الجدول التالي:

مجموع قيم جميع المؤشرات للدولة	X5	X4	X3	X2	X1	
35	9	8	6	8	4	**1**
16	2	4	6	2	2	**2**
20	5	1	4	5	5	**3**
33	4	9	7	4	9	**4**
30	7	6	3	6	8	**5**
15	0	3	6	3	3	**6**
28	6	5	8	4	5	**7**
23	7	2	3	5	6	**8**
10	5	0	4	1	0	**9**
11	1	7	2	0	1	**10**
82.77	**8.27**	**9.17**	**3.88**	**5.73**	**8.46**	**التباين**

فإن قيمة معامل ألفا كرونباخ Cronbach Coefficient Alpha (C-alpha) هي:

$$\alpha = \frac{K}{K-1}\left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{K} V_i}{V_t}\right) \quad , \text{i= 5}$$

$$= \frac{5}{5-1}\left(1 - \frac{8.46 + 5.73 + 3.88 + 9.17 + 8.27}{82.77}\right)$$

$$= \frac{5}{4}\left(1 - \frac{35.51}{82.77}\right) = \mathbf{0.714}$$

- مما سبق نجد أن قيمة معامل ألفا كرو نباخ هي 0.714، وبالتالي يُمكن القول بثبات عناصر المؤشر المركب بدرجة عالية.

- بحساب **معامل الصدق** عن طريق أخذ جذر معامل ألفا كرو نباخ نجد أنه = 0.84 مما يدل على صدق المؤشرات الفرعية أي أن المؤشرات الفرعية المُستخدمة تحقق الهدف المُراد تحقيقه من المؤشر المركب بنسبة 84%.

يوضح الجدول التالي حالة الاتساق الداخلي عند قيم معامل ألفا كرو نباخ المختلفة:

جدول رقم (1) قيم معامل ألفا كرو نباخ	
قيمة معامل ألفا كرو نباخ	الاتساق الداخلي
$0.5 > \alpha$	غير مقبول
$0.5 \leq \alpha < 0.6$	سيئ / ضعيف
$0.6 \leq \alpha < 0.7$	مقبول
$0.7 \leq \alpha < 0.8$	جيد
$0.8 \leq \alpha < 0.9$	جيد جدا
$0.9 \leq \alpha$	ممتاز

يُمكن أيضاً التحقق من مدى اتساق مؤشر (متغير) معين مع باقي المؤشرات (المتغيرات) عن طريق حساب معامل ألفا كرونباخ عند حذف كل مؤشر فرعي على حدة وذلك إذا كانت قيمة المعامل منخفضة ويُراد زيادتها، حيث يوضح ذلك مدى تحسن معامل الثبات عند حذف كل مؤشر فرعي. فالزيادة في قيمة المعامل بعد حذف أحد المؤشرات يشير إلى عدم اتساق هذا المؤشر مع المؤشرات الأخرى في قياس الظاهرة وبالتالي يجب حذفه أما إذا زادت قيمة معامل ألفا كرونباخ بعد حذف أحد المؤشرات فإن هذا يدل على اتساق ذلك المؤشر مع بقية المؤشرات الأخرى لذلك يجب الإبقاء عليه.

بالتطبيق على بيانات المثال السابق نجد أن:

المؤشر الفرعي المحذوف	قيمة معامل ألفا كرو نباخ إذا حُذف المؤشر	معامل الصدق
X1	0.59	0.77
X2	0.56	0.75
X3	0.74	0.86
X4	0.72	0.85
X5	0.67	0.82

نستنتج مما سبق أن:

نلاحظ من المثال السابق أن قيمة معامل ألفا كرونباخ هي 0.65، وعند حذف المؤشر X1 يؤدى هذا الي انخفاض قيمة المعامل الي 0.59 أي أن المؤشر X1 متسق مع باقي المؤشرات الفرعية الأخرى وكذلك الحال بالنسبة للمؤشرات X2 وX5، ولكن عند حذف المؤشر X3 فإنه يؤدى إلى زيادة قيمة معامل ألفا كرونباخ الى 0.74 مما يدل على أن هذا المؤشر غير متسق مع باقي المؤشرات الفرعية وأنه يفضل حذفه لارتفاع درجة اتساق المؤشرات بدونه وكذلك الحال بالنسبة للمؤشر X4 فعند حذفه يؤدى ايضاً الى زيادة معامل الاتساق بين المؤشرات الفرعية.

الفصل السادس

الأوزان

Chapter six

Weighting

خطوة تحديد الأوزان للمكونات الفرعية المكونة للمؤشر المركب هي الخطوة التالية لتطبيع البيانات (Normalization). قد تختلف الأهمية النسبية لكل مكون (مؤشر) عن الأخر في تكوين المؤشر المركب لذلك تأتي أهمية تحديد الأوزان الترجيحية للحصول على مؤشر مُركب له قدرة على تمثيل الأهمية النسبية للأبعاد المختلفة للظاهرة.

طرق تحديد الأوزان الترجيحية للمؤشرات الفرعية:

تختلف طرق تحديد الأوزان، فلا توجد طريقة مُثلى لتحديدها وإنما يعتمد ذلك على نوع البيانات أو الآراء الموضوعية أو الشخصية لصانعي المؤشر المركب. فالطريقة التي يتم بها تحديد الأوزان الترجيحية للمؤشرات الفرعية تؤثر على القيمة النهائية للمؤشر المركب. وفيما يلي بعض طرق تحديد الأوزان:

1) الأوزان المتساوية Equal weights.
2) تحليل المكونات الأساسية /التحليل العاملي Factor Analysis/Principle Component Analysis .
3) تخصيص الميزانية Budget allocation.
4) استطلاعات الرأي العام Public polls.

6-1 الأوزان المتساوية Equal weights: (الطريقة الأكثر شيوعًا في الاستخدام)

عند تكوين المؤشر المركب الذي يعبر عن ظاهرة ما، قد لا يكون هناك دليلاً أو معلومات كافية على أهمية نسبية لمحور من أبعاد الظاهرة دون الأبعاد الأخرى أو في حالة عدم الإجماع على وسيلة مثالية لتقدير الأوزان، فيتم استخدام طريقة الأوزان المتساوية (EW) حيث يتم إعطاء نفس الوزن لكل مؤشر من المؤشرات الفرعية المكونة للمؤشر المركب.

ومن أمثلة المؤشرات العالمية التي استخدمت الأوزان المتساوية:

شكل رقم (5)

هيكل مؤشر المهارات الأوربية

ولبيان تأثير اختيار الأوزان على مساهمة المؤشرات الفرعية في المؤشر المركب نأخذ المثال التالي حيث يتم

استخدام الأوزان المتساوية وغير المتساوية لتركيب مؤشر المهارات الأوربية:

أولاً –في حالة الأوزان المتساوية:

المؤشرات الفرعية	الأوزان "w_i"	معامل ارتباط بيرسون "r"	معامل التحديد "R^2"
تنمية المهارات	0.33	0.80	0.64
تفعيل المهارات	0.33	0.81	0.66
مطابقة المهارات	0.33	0.64	0.41

ثانياً –في حالة الأوزان المُعدلة (غير المتساوية):

المؤشرات الفرعية	الأوزان "w_i"	معامل ارتباط بيرسون "r"	معامل التحديد "R^2"
تنمية المهارات	0.30	0.77	0.59
تفعيل المهارات	0.30	0.76	0.58
مطابقة المهارات	0.40	0.71	0.50

معامل التحديد "R^2": نسبة مساهمة المؤشر الفرعي في المؤشر المركب.

نلاحظ من الجداول السابقة أن طريقة الأوزان غير المتساوية (المختلفة) تؤدى الي مساهمة أكثر توازنا

للمؤشرات الفرعية في المؤشر المركب من طريقة الأوزان المتساوية.

2-6 تحليل المكونات الأساسية /التحليل العاملي:

Principle Component Analysis / Factor Analysis (PC/FA)

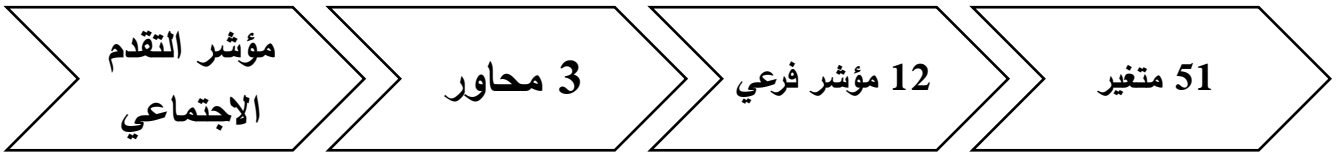
يُعد التحليل العاملي (Factor Analysis) أحد الأساليب الإحصائية المُستخدمة في تحليل البيانات متعددة المتغيرات. ويعتمد التحليل العاملي على فكرة تقليل حجم البيانات data reduction، فبدلاً من التعامل مع عدد كبير من المتغيرات يتم تجميع المؤشرات الفرعية المرتبطة مع بعضها البعض لتكوين عامل واحد (مؤشر مركب) به أكبر قدر من المعلومات المُشتركة بين هذه المُتغيرات المرتبطة وذلك من خلال طريقة المكونات الأساسية (Principle Component Analysis).

يتم استخلاص الأوزان النسبية الخاصة بالمؤشرات الفرعية باستخدام التحليل العاملي (FA)كما يلي:

1) اختبار وجود ارتباط بين المؤشرات الفرعية، فإذا وُجد ارتباط ضعيف بين المؤشرات الفرعية فذلك يُقلل من احتمال اشتراكهم في عامل واحد.
2) تحديد العوامل التي تشرح وتفسر أكبر قدر ممكن من التباين بين المؤشرات الفرعية بحيث يكون عدد العوامل أقل من عدد المؤشرات الفرعية لان الهدف من التحليل العاملي هو تقليل حجم البيانات ويتم ذلك باستخدام طريقة المكونات الرئيسية ويجب الأخذ في الاعتبار أنه لن يتم أخذ جميع العوامل وإنما فقط العوامل التي تساهم في تفسير أكبر قدر ممكن (تقريباً أكثر من 70%) من التباين الكلي في البيانات الأصلية.
3) الحصول على الأوزان النسبية من خلال معاملات العوامل المعيارية (Standardized).

$$PC = w_1X_1 + w_2X_2 + \cdots + w_nX_n$$

ولتوضيح كيفية تحديد الأوزان بطريقة التحليل العاملي نستخدم مؤشر التقدم الاجتماعي Social Progress Index:



بأخذ أحد المؤشرات الفرعية المكونة لمؤشر التقدم الاجتماعي Social Progress Index والذي يتكون من 4 متغيرات نجد أن:

- **جدول التباين الكلي المفسر Total variance explained:**

المعاملات components	الجذور الكامنة Eigenvalues	التباين المفسر Variance (%)	التباين الكلي المفسر Cumulative Variance (%)
PC1	**2.28**	57.11	57.11
PC2	0.87	21.81	78.92
PC3	0.51	12.80	91.71
PC4	0.33	8.29	100

سيتم أخذ العامل الأول حيث أنه يفسر أعلي نسبة من التباين فهو يفسر 57.11% من التباين الكلي.

- **جدول مصفوفة المكونات Component Matrix:**

يعرض هذا الجدول المعاملات Loadings الخاصة بكل متغير على كل عامل من العوامل وهو ما يمثل درجة ارتباط المتغير بكل عامل من العوامل.

PC4	PC3	PC2	PC1	
-0.45	-0.11	-0.12	0.88	**X1**
0.32	-0.44	-0.13	0.83	**X2**
0.16	-0.26	-0.26	0.78	**X3**
0.03	0.08	0.88	0.47	**X4**

$$\boldsymbol{PC_1 = 0.88\,X_1 + 0.83X_2 + 0.78X_3 + 0.47X_4} \;\; , \sum_{i=1}^{n} \boldsymbol{w_i} \neq \mathbf{1}$$

يتضح من المعادلة السابقة أن مجموع الأوزان لا يساوى الواحد الصحيح، وبالتالي يجب معايرة الأوزان لتصبح مساوية للواحد الصحيح وذلك من خلال قسمة كل تحميل (درجة ارتباط) على مجموع التحميلات للمكون الواحد كما يلي:

$\mathbf{PC1}_{norm} = \boldsymbol{weights}$	PC1	
= 0.88 / 2.96 = 0.30	0.88	**X1**
= 0.83 / 2.96 = 0.28	0.83	**X2**
0.26	0.78	**X3**
0.16	0.47	**X4**
1	**2.96**	**المجموع**

$$\mathbf{PC1}_{norm} = 0.30\,\boldsymbol{X_1} + 0.28\boldsymbol{X_2} + 0.26\boldsymbol{X_3} + 0.16\boldsymbol{X_4} \;\; , \sum_{i=1}^{n} \boldsymbol{w_i} = \mathbf{1}$$

ولمزيد من التوضيح نأخذ مثال أخر وهو مؤشر المهارات الأوروبية European Skills Index:

يتكون مؤشر المهارات الأوروبية من ثلاثة ابعاد رئيسية هي:

1. تنمية المهارات Skills development.
2. تنشيط المهارات Skills activation.
3. مطابقة المهارات Skills matching.

أولاً: جدول التباين الكلي المفسر Total variance explained:

المعاملات components	الجذور الكامنة Eigenvalues	التباين المفسر Variance (%)	التباين الكلي المفسر Cumulative Variance (%)
PC1	**1.75**	58	58
PC2	0.88	29	88
PC3	0.37	12	100

سيتم أخذ العامل الأول حيث أنه يفسر أعلي نسبة من التباين فهو يفسر 58% من التباين الكلي.

ثانياً: جدول مصفوفة المكونات Component Matrix:

يعرض هذا الجدول التحميلات الخاصة بكل متغير على كل عامل من العوامل وهو ما نسميه درجة ارتباط المتغير بكل عامل من العوامل.

PC3	PC2	PC1	
-0.44	-0.16	0.88	**X1**
0.41	-0.36	0.84	**X2**
0.09	0.85	0.51	**X3**

$$\boldsymbol{PC_1 = 0.88\, X_1 + 0.84 X_2 + 0.51 X_3 \ , \sum_{i=1}^{n} w_i \neq 1}$$

يتم معايرة الأوزان لتساوى الواحد الصحيح كما يلي:

$\mathbf{PC1}_{norm} = weights$	PC1	
= 0.88 / 2.23 = 0.39	0.88	**X1**
= 0.84 / 2.23 = 0.38	0.84	**X2**
0.23	0.51	**X3**
1	**2.23**	**المجموع**

$$\mathbf{PC1}_{norm} = 0.39\, X_1 + 0.38 X_2 + 0.23 X_3 \ , \sum_{i=1}^{n} w_i = 1$$

وعند مقارنة هذه الطريقة بطريقة الأوزان المتساوية وطريقة الاوزان غير المتساوية (المُعدلة) نجد أن:

أ. طريقة الأوزان المتساوية:

المؤشرات الفرعية	الأوزان "w_i"	معامل ارتباط بيرسون "r"	معامل التحديد "R^2"
تنمية المهارات	0.33	0.80	0.64
تنشيط المهارات	0.33	0.81	0.66
مطابقة المهارات	0.33	0.64	0.41

ب. طريقة الأوزان غير المتساوية (المُعدلة):

المؤشرات الفرعية	الأوزان "w_i"	معامل ارتباط بيرسون "r"	معامل التحديد "R^2"
تنمية المهارات	0.30	0.77	0.59
تنشيط المهارات	0.30	0.76	0.58
مطابقة المهارات	0.40	0.71	0.50

ج. طريقة المكونات الاساسية:

المؤشرات الفرعية	الأوزان "w_i"	معامل ارتباط بيرسون "r"	معامل التحديد "R^2"
تنمية المهارات	0.40	0.84	0.70
تنشيط المهارات	0.37	0.87	0.75
مطابقة المهارات	0.23	0.52	0.27

نلاحظ من الجداول السابقة أن طريقة الأوزان غير المتساوية تؤدى الي مساهمة أكثر توازنا للمؤشرات الفرعية في هذا المؤشر من طريقتي الأوزان المتساوية والمكونات الأساسية.

ومن أمثلة المؤشرات العالمية التي اعتمدت على هذه الطريقة:

- مؤشر السوق الداخلي Internal Market Index.
- مؤشر مناخ الأعمال Business Climate Indicator.

3-6 تخصيص الميزانية Budget allocation:

يُقصد بالميزانية هنا مجموعة من النقاط (عددهم = N) يتم توزيعها على المؤشرات الفرعية المكونة للمؤشر المركب الذي يعبر عن ظاهرة ما وذلك بالاستعانة بمجموعة من الخبراء الذين لديهم معرفة ودراية بالظاهرة وأبعادها والأهمية النسبية لكل مؤشر من المؤشرات الفرعية التي تعكس هذه الأبعاد، ويتم توزيع النقط بحيث أن المؤشر الفرعي الذي له أهمية نسبية أكبر يخصص له أكبر عدد من النقاط.

يتم الحصول على الأوزان النسبية بطريقة تخصيص الميزانية كما يلي:

1) اختيار الخبراء لتقييم المؤشرات الفرعية المكونة للمؤشر المركب.
2) تخصيص عدد N من النقاط لكل خبير والتي يتم توزيعها على المؤشرات الفرعية.
3) حساب الأوزان النسبية للمؤشرات الفرعية كمتوسط للنقاط التي حددها الخبراء لكل مؤشر وقد تستخدم طريقة إحصائية أكثر تعقيداً مثل طريقة بوتستراب Bootstrap.

ولتوضيح كيفية تحديد الأوزان بهذه الطريقة نذكر مؤشر مراقب المدن الثقافية والإبداعية، 2019:

The Cultural and Creative Cities Monitor, 2019 (C3 Index).

والذي يتكون من 3 أبعاد رئيسية هي:

1) الحيوية الثقافية Cultural vibrancy.
2) الاقتصاد الإبداعي Creative economy.
3) التمكين البيئي Enabling environment.

تم اختيار عدد 17 خبير مقسمين على ثلاث مجموعات وتخصيص عدد N=100 نقطة لكل مجموعة وتوزيعها على المؤشرات الفرعية ثم حساب الأوزان النسبية لتلك المؤشرات كما يلي:

	المجموعة 1	المجموعة 2	المجموعة 3	المتوسط	الأوزان
الحيوية الثقافية	40	50	40	43.3=3/ (40+50+40)	**40**
الاقتصاد الابداعي	40	30	35	35	**40**
التمكين البيئي	20	20	25	21.7	**20**
المجموع	**100**	**100**	**100**		**100**

تتميز هذه الطريقة بأنها تعتمد على ترجيح رأي الخبراء فلا مجال للتلاعب التقني، وأيضًا من المحتمل أن تؤدي آراء الخبراء إلى زيادة شرعية المؤشر المركب.

ولكن يُعاب على هذه الطريقة أنها:

- يمكن أن تعكس الأوزان ظروفًا محلية محددة وذلك لاختلاف الأهمية النسبية لأبعاد المُؤشر المركب من دولة لأخرى وبالتالي سيختلف توزيع النقاط على المؤشرات الفرعية من دولة لأخرى.
- تخصيص ميزانية معينة على عدد كبير جدًا من المؤشرات يمكن أن يؤدي إلى مزيد من التشتت وعدم التناسق بين أراء الخبراء وبالتالي من المحتمل أن ينتج عن هذه الطريقة عدم تناسق إذا كان عدد المؤشرات أكبر من 10.

6-4 استطلاعات الرأي العام Public polls:

في هذه الطريقة ينعكس تقييم المجتمع على أوزان المؤشرات الفرعية فعند بناء المؤشر المركب الذي يعبر عن ظاهرة ما يتم الاستعانة برأي العامة وليس رأي الخبراء-كما في طريقة تخصيص الميزانية -في تحديد الأهمية النسبية لأبعاد الظاهرة محل الاهتمام. كما الحال مع تقييمات الخبراء، يمكن تطبيق طريقة تخصيص الميزانية أيضًا في استطلاعات الرأي العام. ولكن من الصعب مطالبة العامة بتوزيع مئة نقطة على المؤشرات الفرعية المكونة للمؤشر المركب.

تتميز هذه الطريقة بأنها تتناول القضايا التي تهم الشأن العام، كما أنها تسمح لجميع الفئات المجتمعية بالتعبير عن تفضيلاتهم، والتوصل إلى توافق في الآراء فيما يخص إجراءات السياسة العامة **ولكن يُعاب عليها** أنها تعتمد على مفهوم" الاهتمام" عند الرأي العام، فالاهتمام قد لا يعكس الأهمية، كما يمكن أن تحدث تناقضات عند التعامل مع عدد كبير من المؤشرات. **من أمثلة المؤشرات العالمية** التي اعتمدت على هذه الطريقة هو مؤشر القلق بشأن المشاكل البيئية Concern about environmental problems Index.

الفصل السابع

التجميع

Chapter seven

Aggregation

تُعد هذه الخطوة أهم خطوات المؤشر المركب حيث يتم فيها الحساب الفعلي للمؤشر المركب أي تجميع الأبعاد المختلفة للظاهرة محل الاهتمام في رقم واحد فقط يعبر عن تلك الظاهرة.

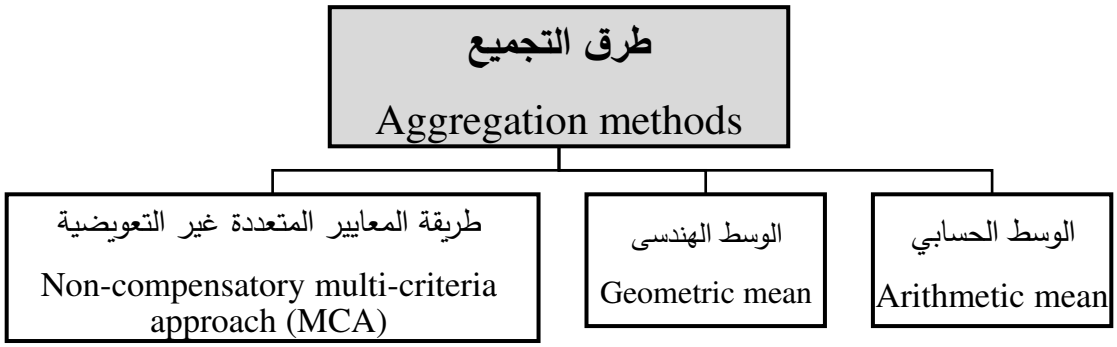
تتعدد وتتنوع طرق التجميع المستخدمة في بناء المؤشرات المركبة ونذكر منها ما يلي:

1) الوسط الحسابي Arithmetic Mean.
2) الوسط الهندسي Geometric Mean.
3) طريقة المعايير المتعددة غير التعويضية Non-compensatory multi-criteria approach (MCA).

والشكل التالى يلخص طرق التجميع:

شكل رقم (6)

طــرق التجمـــــيع



7−1 الوسط الحسابي Arithmetic Mean:

تعتبر هذه الطريقة أبسط طرق التجميع وأكثرها استخداماً وانتشاراً، حيث أنه يتم حساب قيمة المُؤشر المركب من خلال جمع حاصل ضرب القيم المُطبعة للمؤشرات الفرعية في أوزانها كما يلي:

$$\mathrm{CI} = \sum_{i-1}^{n} w_i\, x_i \quad , \sum_{i} w_i = 1 \quad and \quad 0 \le w_i \le 1$$

حيث أن:

CI: قيمة المؤشر المركب.

w_i: الوزن النسبي للمؤشر الفرعي i.

x_i: القيمة المُطبعة للمؤشر الفرعي i.

n: عدد المؤشرات الفرعية.

في حالة الأوزان متساوية يكون المُؤشر المركب هو الوسط الحسابي للمؤشرات الفرعية كما يلي:

$$\mathrm{CI} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_n}{n} = \bar{X}$$

وفيما يلي مؤشر سيادة القانون Rule of Law Index (RLI) كمثال على طريقة الوسط الحسابي:

يُعد مؤشر سيادة القانون المحاولة الأولى لقياس سيادة القانون بشكل منهجي وشامل حيث يقيس هذا المؤشر مدي الالتزام بسيادة القانون في 128 دولة وسلطة قضائية في جميع أنحاء العالم حيث تُحد سيادة القانون من الفساد، وتحارب الفقر والمرض، وتحمى الناس من الظلم، كما أنها أساس العدالة والسلام ودعامة التنمية في المجتمعات. يتم الاعتماد على الأوزان المتساوية للمؤشرات الفرعية الثمانية عند حساب قيمة مؤشر سيادة القانون، وفيما يلي حساب قيمة المؤشر لمصر عام 2017-2018:

	المؤشـــر	**مصـــر**
1	القيود على صلاحيات الحكومة	0.33
2	غياب الفساد	0.40
3	انفتاح الحكومة	0.25
4	الحقوق الأساسية	0.30
5	النظام والأمن	0.51
6	التنظيم الإجباري	0.31
7	العدالة المدنية	0.38
8	العدالة الجنائية	0.42
قيمة المؤشر المركب		= (0.33 + 0.40 + 0.25 + 0.30 +0.51 + 0.31 + 0.38 + 0.42) / 8 = **0.36**

ومن الجدير بالذكر أنه:

على الرغم من انتشار طريقة التجميع باستخدام الوسط الحسابي إلا انها تتضمن التعويض الكامل بين المؤشرات الفرعية، فإذا كان هناك مؤشرات فرعية ذات قيم ضعيفة يتم التعويض عن هذا الضعف من خلال المؤشرات الفرعية ذات القيم المرتفعة، وفيما يلي مثال لتوضيح ذلك الضعف:

إذا كان المؤشر المركب CI يتكون من ثلاثة مؤشرات فرعية وبافتراض تساوى الأوزان النسبية نجد أن:

		المـؤشـر			
		X1	X2	X3	قيمة المؤشر المركب
الدولة	Y1	10	8.6	1.4	(10 + 8.6 + 1.4) / 3 = **6.7**
	Y2	8.1	7.2	5.2	(8.1 + 7.2 + 5.2) / 3 = **6.8**

نلاحظ مما سبق تساوي المؤشر المركب تقريباً لكلا الدولتين على الرغم من اختلاف وضعهما في كل مؤشر فرعي.

2-7 الوسط الهندسي Geometric Mean:

يعتبر الوسط الهندسي من أشهر طرق التجميع أيضاً، حيث أنه حاصل ضرب المؤشرات الفرعية الموزونة كما يلي:

$$\mathrm{CI} = \prod_{i=1}^{n} x_i{}^{w_i} = x_1{}^{w_1} * x_2{}^{w_2} * \dots\dots * x_n{}^{w_n}$$

عندما تكون الأوزان متساوية يكون الوسط الهندسي على الشكل التالي:

$$\mathrm{CI} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^{n} x_i} = \sqrt[n]{x_1 * x_2 * \dots * x_n}$$

لتوضيح طريقة الوسط الهندسي نأخذ مؤشر إدارة المخاطر (INFORM) Index for Risk Management كمثال:

يُستخدم مؤشر إدارة المخاطر (INFORM) لقياس مخاطر الأزمات والكوارث الإنسانية للمساعدة في منعها وتخفيفها والاستعداد لها على نحو أفضل، كما إنه يحدد أين يمكن أن تحدث أزمات تتطلب مساعدة دولية وكيفية التصدي لها.

يتم الاعتماد على الأوزان المتساوية للأبعاد الثلاثة عند حساب قيمة مؤشر إدارة المخاطر، وفيما يلي حساب قيمة المؤشر لمصر عام 2018:

	المؤشـــــر	مصـــر
1	الخطر والتعرض	6.3
2	القابلية للتأثر	3.3
3	عدم القدرة على التكيف	4.5
قيمة المؤشر المركب		$= \sqrt[3]{6.3 * 3.3 * 4.5} =$ **4.5**

نظرًا لقابلية التعويض الكامل بين المتغيرات في حالة الوسط الحسابي، فإنه يتم استخدام الوسط الهندسي حيث أنه لا يتبع مبدأ التعويض الكامل بين المؤشرات الفرعية، ولكنه يتضمن تعويض جزئي بين المؤشرات الفرعية كما سيتضح من المثال التالي:

وبالتطبيق على بيانات المؤشر المركب CI الذي يتكون من ثلاثة مؤشرات فرعية وبافتراض تساوى الأوزان النسبية نجد أن:

الدولة		المـؤشـر			
		X1	X2	X3	قيمة المؤشر المركب
	Y1	10	8.6	1.4	$\sqrt[3]{10 * 8.6 * 1.4} = 4.9$
	Y2	8.1	7.2	5.2	$\sqrt[3]{8.1 * 7.2 * 5.2} = 6.7$

نلاحظ مما سبق وجود اختلافات في ظروف الدولتين والتي لم تتضح باستخدام الوسط الحسابي حيث أن قيمة المؤشر المركب للدولة Y1 هي **6.7** وذلك باستخدام الوسط الحسابي مقابل **4.9** عند استخدام الوسط الهندسي، لذلك الدول التي لديها مؤشرات فرعية منخفضة القيمة تفضل استخدام الوسط الحسابي عن الوسط الهندسي.

ومن الجدير بالذكر أنه يوجد طرق تجميع غير تعويضية أخري مثل طريقة المعايير المتعددة غير التعويضية Non-compensatory multi-criteria approach (MCA) ولكن لن نتطرق لشرحها بالتفيصيل في هذا الدليل.

الفصل الثامن

العرض البياني

Chapter eight

Visualization

تُعد هذه الخطوة من أهم خطوات بناء المؤشر المركب حيث إنها الخطوة التي تبرز خلاصة جميع مراحل بناء المؤشر لذلك يجب أن يعطي العرض البياني رسائل واضحة ودقيقة لمتخذي القرار وغيرهم من المستخدمين النهائيين بسرعة وبدقة لتمكنهم من الحكم على الظاهرة محل الدراسة. كما أنه بعد حساب المؤشر المركب يمكن إضافة متغير جديد للدراسة ففي هذه الحالة ينصب الاهتمام على معرفة تأثير هذا المتغير على باقي متغيرات الدراسة وبالتالي يتم عرض المؤشر المركب الجديد لمعرفة مدى التغير الذي طرأ عليه بعد إضافة المتغير الجديد.

تتنوع وتتعدد طرق العرض البياني بداية من العرض الجدولى البسيط إلى الرسومات متعددة الأبعاد الأكثر تعقيدًا وفيما يلي عرض لبعض طرق العرض البياني للمؤشرات المركبة:

8-1 الشكل الجدولى Tabular form:

من أبسط طرق العرض البياني حيث يتم تمثيل قيم المؤشر المركب في صورة جدول، أو يتم تمثيل الترتيب أو كليهما وعادة ما يتم الترتيب في شكل تنازلي. بينما تعد الجداول نهجًا شاملاً لعرض النتائج، فقد لا تكون جذابة بصريًا. ومع ذلك، يمكن تكييفها لعرض المعلومات المستهدفة.

يعرض الجدول التالي ترتيب أعلى عشرة دول في مؤشر النمو التنافسي Growth competitiveness index لعام 2019 وكذلك ترتيب تلك الدول عام 2018:

جدول رقم (2)

ترتيب أعلى عشرة دول في مؤشر النمو التنافسي في عامي 2018 ، 2019

الدولة	رتب النمو التنافسي عام 2019	رتب النمو التنافسي عام 2018
سنغافورة	1	2
الولايات المتحدة الأمريكية	2	1
هونغ كونغ	3	7
هولندا	4	6
سويسرا	5	4
اليابان	6	5
المانيا	7	3
السويد	8	9
المملكة المتحدة	9	8
الدنمارك	10	10

المصدر: المنتدى الاقتصادي العالمي World Economic Forum(WEF) .

يتضح من الجدول السابق أن هناك بعض الدول تحسن ترتيبها في عام 2019 عن عام 2018 مثل دولة سنغافورة، هونغ كونغ، وهولندا. بينما تراجع ترتيب دول أخري مثل الولايات المتحدة الأمريكية، سويسرا، اليابان، وغيرها. كما أن ترتيب دولة الدنمارك ظل المركز العاشر في العامين.

كما يعرض الجدول التالي قيم مؤشر القدرة الإحصائية Statistical Capacity Index (SCI) لبعض الدول خلال عامي 2016 ، 2017:

جدول رقم (3)

قيم مؤشر القدرة الإحصائية لبعض الدول خلال عامي 2016 ، 2017

الدولة	قيم مؤشر القدرة الإحصائية عام 2016	قيم مؤشر القدرة الإحصائية عام 2017
بيرو	93.3	90.0
تشيلي	95.6	93.3
مولدافيا	95.6	92.2
المكسيك	98.9	93.3
مصر	87.8	83.3
الأرجواي	88.9	85.6
الصومال	20.0	23.3

المصدر: البنك الدولي. World Bank

يتضح من الجدول السابق أن قيمة مؤشر القدرة الإحصائية لمعظم الدول قلت خلال عام 2017 أي أنه قل الاهتمام بالجانب الإحصائي في كثير من الدول خلال عام 2017.

يمكن عرض قيم أبعاد المؤشر المركب في جدول كما في مؤشر إدارة المخاطر (INFORM) Index for Risk Management حيث يتكون من ثلاثة أبعاد هي:

- **الخطر والتعرض:** الأحداث التي يمكن أن تحدث أو تتعرض لها الدول.
- **القابلية للتأثر:** قابلية الدول للتأثر بالأحداث والأزمات.
- **عدم القدرة على التكيف:** نقص الموارد المتاحة التي يمكن أن تخفف من أثر الأزمات.

جدول رقم (4)

قيم أبعاد مؤشر إدارة المخاطر لبعض الدول عام 2020

الدولة	المخاطر والتعرض	القابلية للتأثر	عدم القدرة على التكيف	مؤشر إدارة المخاطر
الصومال	8.9	9.1	8.8	8.9
العراق	8.6	5.9	6.8	7
مصر	7.5	3.9	4.6	5.1
اسرائيل	4.6	2	2.1	2.7
الصين	6.9	3.1	3.6	4.3
سنغافورة	0.5	0.3	1.1	0.5

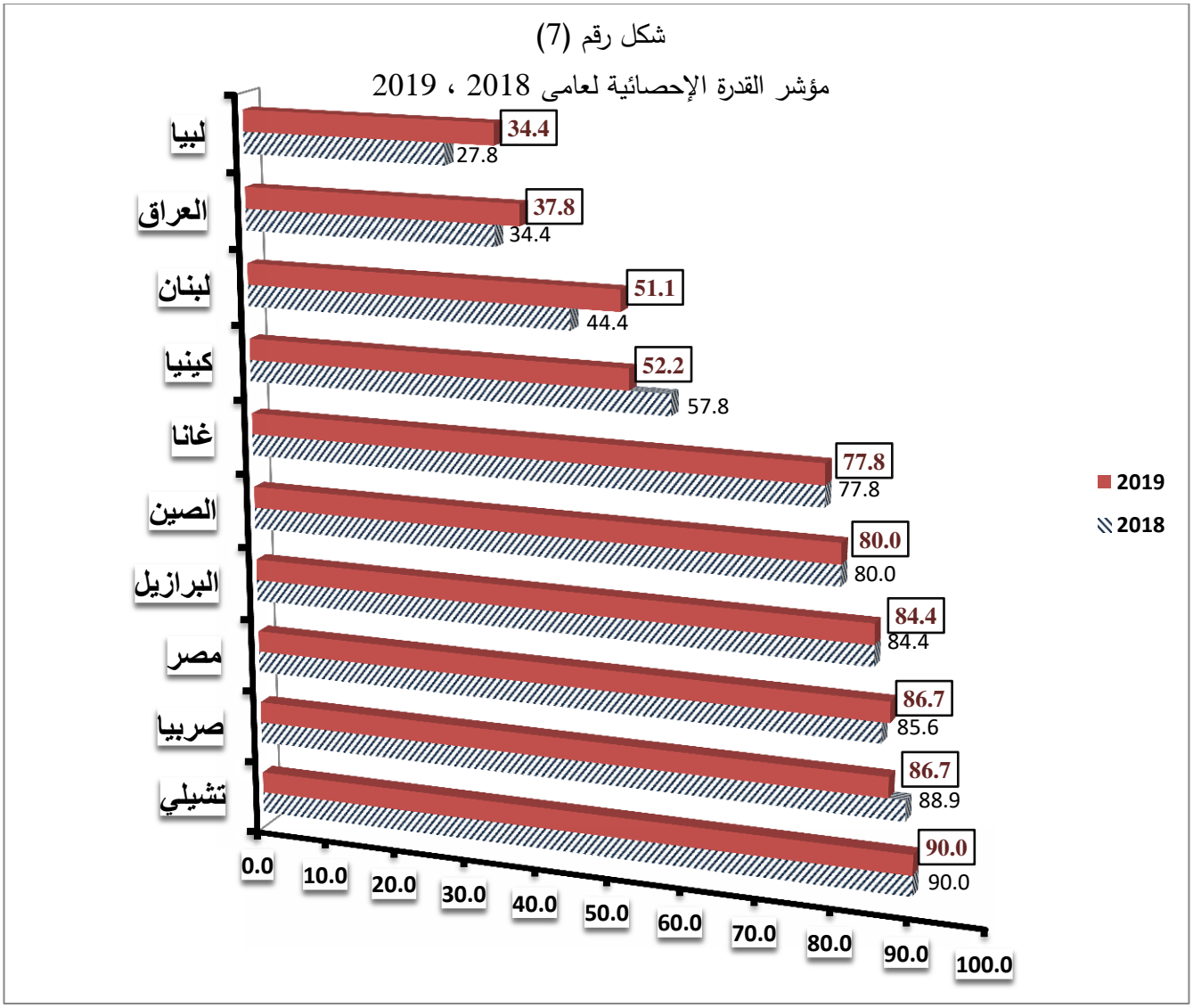
المصدر: مركز البحوث المشتركة The Joint Research Centre (JRC).

2-8 شكل الأعـمــدة البيانية Bar chart:

تتمثل هذه الطريقة في عرض قيم المؤشر المركب لكل دولة في صورة أعمدة. ويوضح الشكل التالي قيمة مؤشر القدرة الإحصائية Statistical Capacity Index (SCI) لعدد من الدول المختلفة وفقًا لعامي 2018 ، 2019:

شكل رقم (7)

مؤشر القدرة الإحصائية لعامى 2018 ، 2019



يتضح من الشكل السابق عدم تغير قيمة مؤشر القدرة الإحصائية عام 2019 في أغلب الدول عن عام 2018.

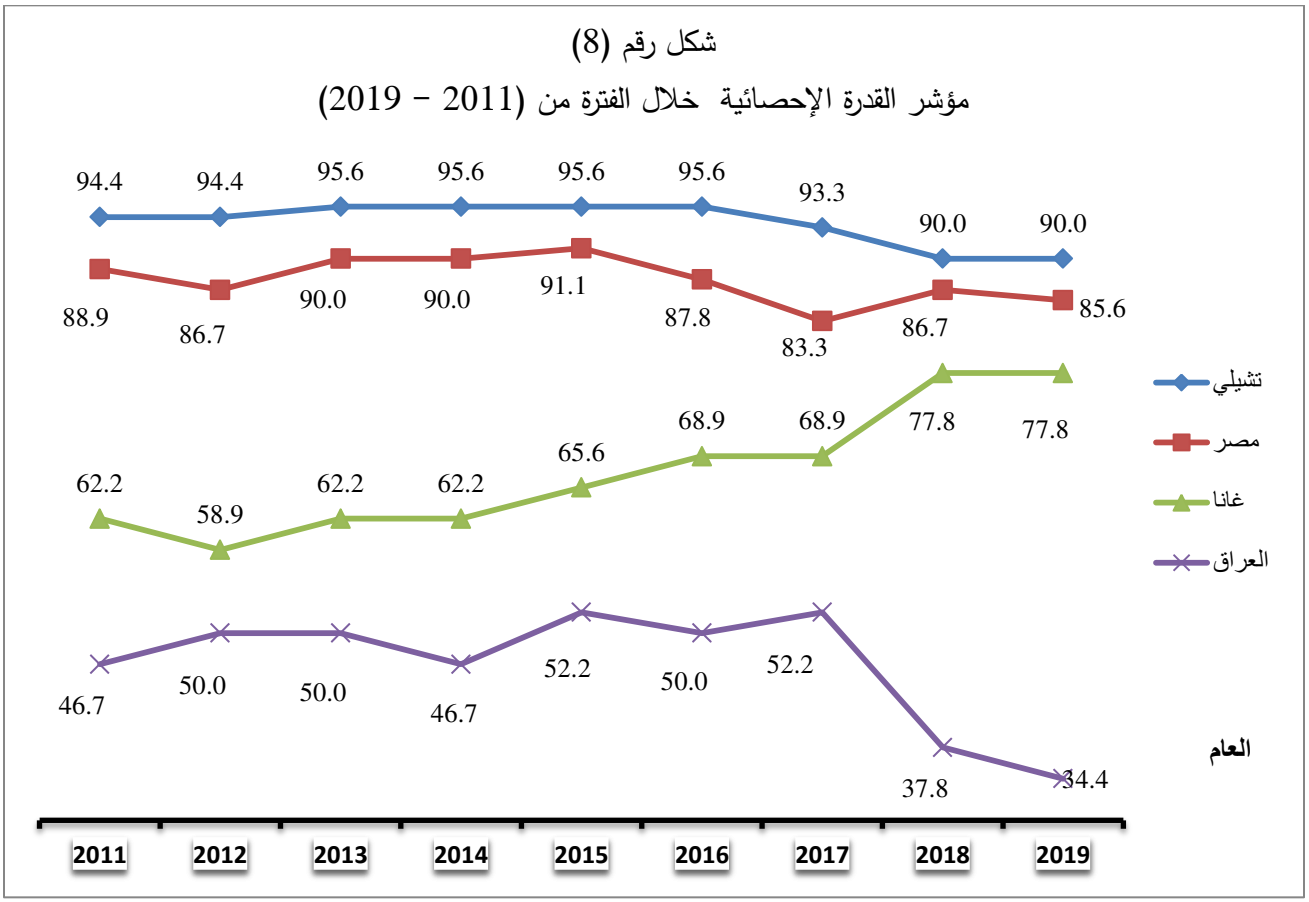
3-8 شكل الخط الزمني Line chart:

يُستخدم هذا الشكل لدراسة حالة الظاهرة عبر الزمن وعادة ما يتم عرض عدد من الخطوط في نفس الشكل – حيث إن كل خط يمثل دولة مختلفة –وذلك للسماح بالمقارنة بين أداء الدول المختلفة خلال فترة زمنية معينة.

يعبر الشكل التالي عن مجموعة من الخطوط الزمنية لأربعة دول، حيث يُمثل كل خط زمني دولة منفردة.

شكل رقم (8)

مؤشر القدرة الإحصائية خلال الفترة من (2011 – 2019)

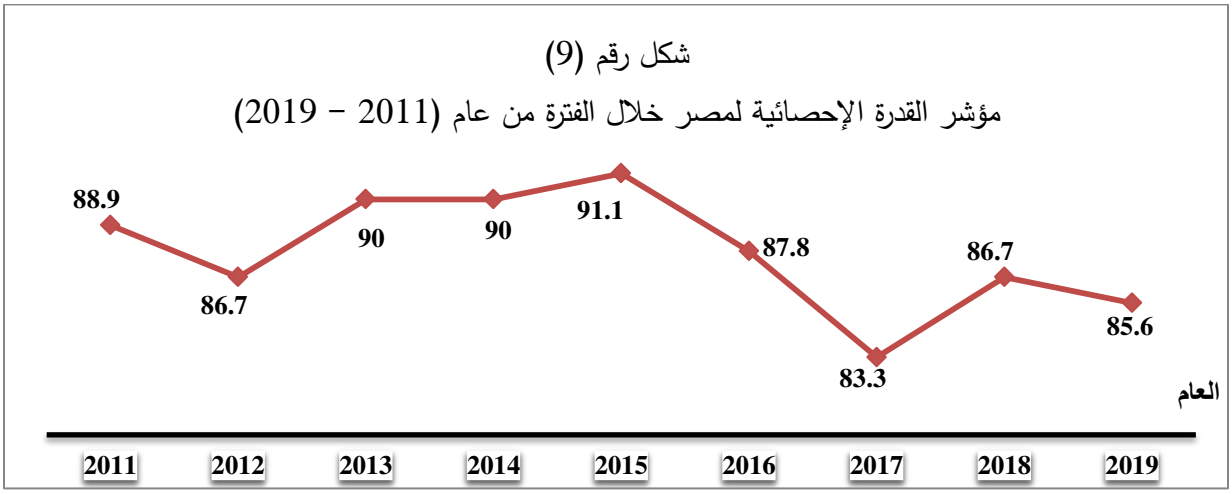


يتضح من الشكل السابق تقارب قيمة مؤشر القدرة الإحصائية لكلا من دولتي تشيلي ومصر خلال الفترة من (2011 – 2019) وارتفاع قيمهم عن قيم كلا من غانا والعراق، كما يتضح من الشكل أيضا ثبات قيمة المؤشر في دولة غانا خلال عامي 2018 ، 2019 بينما انخفضت قيمته في دولة العراق خلال هذين العامين عن قيمته في الاعوام السابقة مما يدل على تراجع الاهتمام بالجانب الإحصائي في دولة العراق.

كما أنه يمكن دراسة أداء الدولة الواحدة خلال فترة زمنية معينة كما يوضح الشكل التالي:

شكل رقم (9)

مؤشر القدرة الإحصائية لمصر خلال الفترة من عام (2011 – 2019)

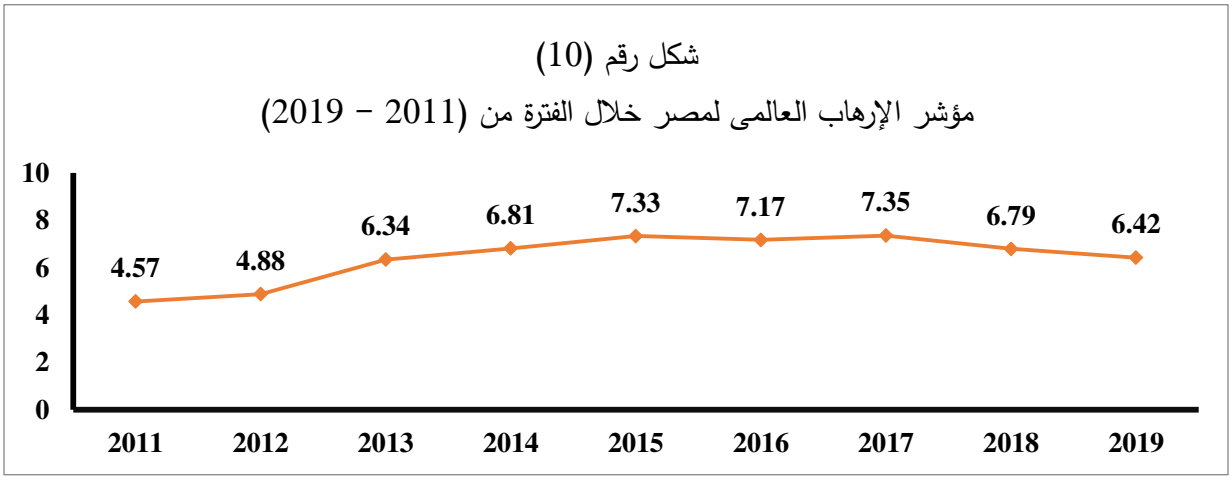


يتضح من الشكل السابق انخفاض قيمة مؤشر القدرة الإحصائية عام 2012 ثم ارتفاعها وثباتها خلال عامي 2013 ، 2014 كما يتضح تباين القيمة بين الانخفاض والارتفاع حتى عام 2019.

وفيما يلي قيم مؤشر الإرهاب العالمي Global Terrorism Index (GTI) لمصر خلال الفترة من(2011 – 2019) :

شكل رقم (10)

مؤشر الإرهاب العالمى لمصر خلال الفترة من (2011 – 2019)

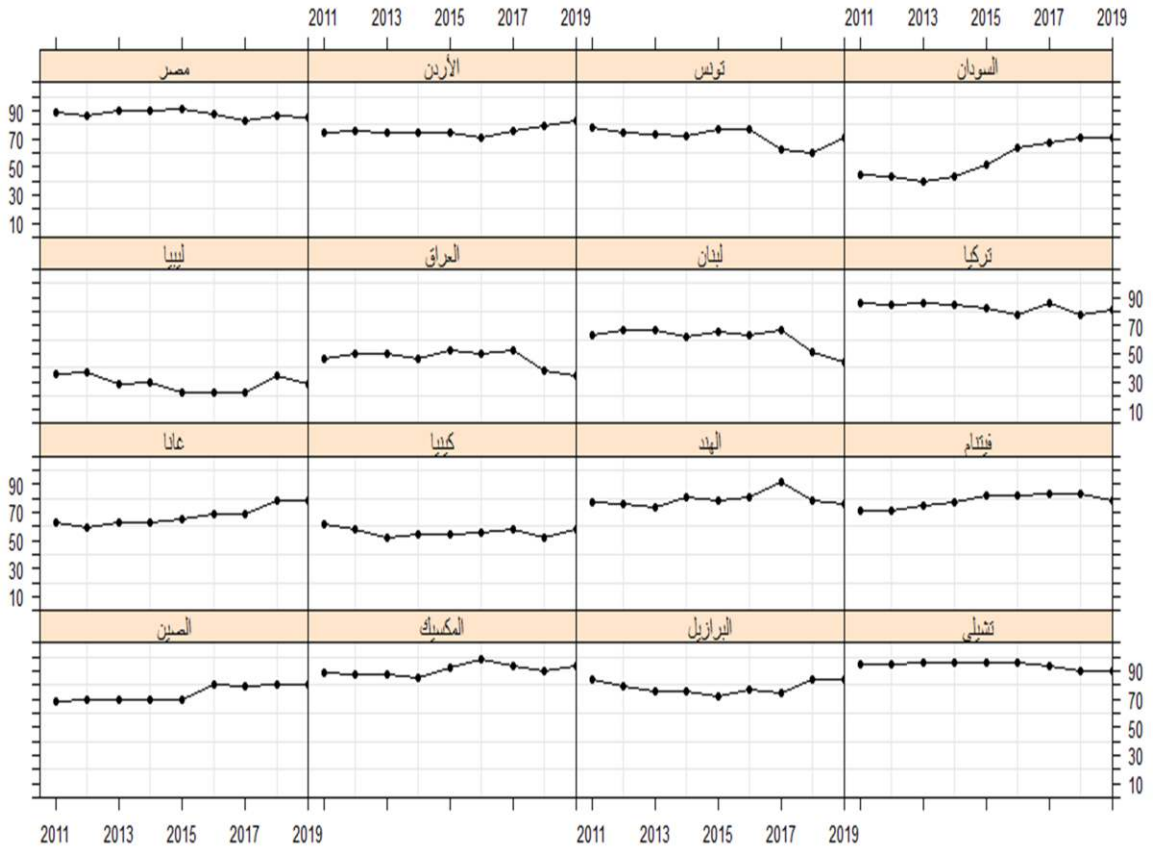


يتضح من الشكل السابق ارتفاع قيمة مؤشر الإرهاب العالمي لمصر منذ عام 2011 حيث وصلت أعلي قيمة له خلال عام 2017 ، ثم انخفضت قيمة المؤشر خلال عامى 2018 ، 2019.

وفيما يلي مؤشر القدرة الإحصائية Statistical Capacity Index (SCI) لعدد من الدول خلال الفترة (2011–2019) :

شكل رقم (11)

قيم مؤشر القدرة الإحصائية لعدد من الدول خلال الفترة (2011 – 2019)

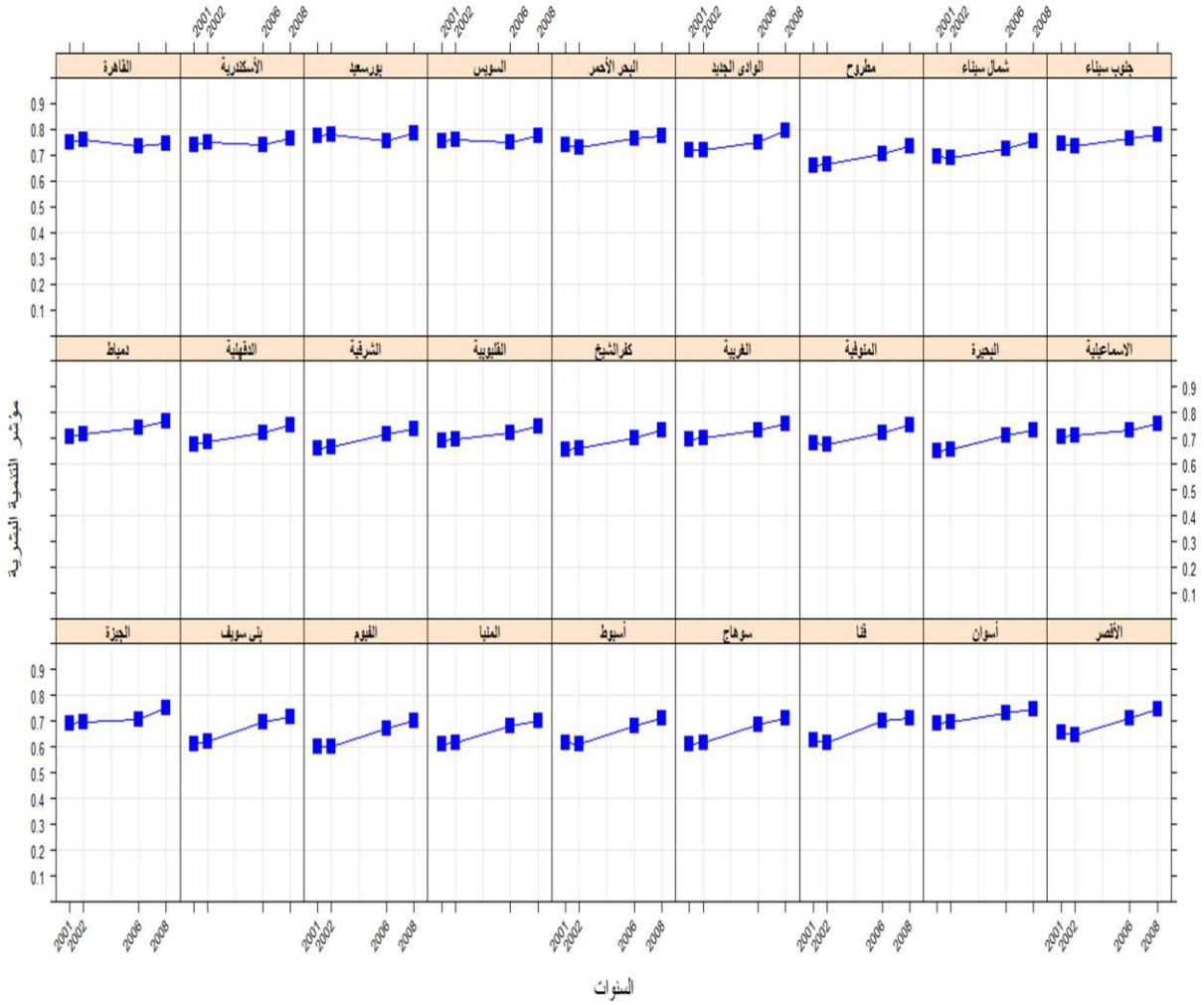


يتضح من الرسم السابق أن قيمة مؤشر القدرة الإحصائية تتراوح بين الانخفاض والارتفاع خلال الفترة (2011–2019) في عدد من الدول مثل (مصر، والأردن، وتركيا). كما يتضح انخفاض قيمة المؤشر في السنوات الأخيرة لعدد من الدول منها (ليبيا، والعراق، ولبنان)، وارتفاعه في دول أخري مثل (تونس، والسودان، والبرازيل).

يمكن أيضاً مقارنة تطور أداء المحافظات المختلفة خلال فترة زمنية معينة كما في الشكل التالي:

شكل رقم (12)

قيم مؤشر التنمية البشرية لمحافظات مصر خلال الفترة (2001 – 2008)



يتضح من الشكل السابق ارتفاع قيمة مؤشر التنمية البشرية في جميع المحافظات المصرية عام 2008 عن الأعوام السابقة.

4-8 المخطط النسيجي Radar chart:

يقارن المخطط النسيجي قيم ثلاثة أو أكثر من المتغيرات / المؤشرات الفرعية ويكون مفيدًا عندما لا يمكنك مقارنة المتغيرات بشكل مباشر ويكون رائعًا بشكل خاص لعرض تحليل الأداء أو بيانات المسوح، والتي تتضمن مقارنة خصائص متعددة كما يُعرف المخطط النسيجي أيضًا باسم مخطط الويب أو مخطط العنكبوت نظرًا لشكله.

استُخدمت هذه الطريقة لعرض وضع كل دولة في مؤشر المهارات الأوروبية European Skills Index والذي يتكون من ثلاثة أبعاد هي:

1) تنمية المهارات Skills development.
2) تنشيط المهارات Skills activation.
3) تجانس المهارات Skills matching.

وفيما يلي عرض لوضع دولة فنلندا في مؤشر المهارات الأوروبية عام 2018:

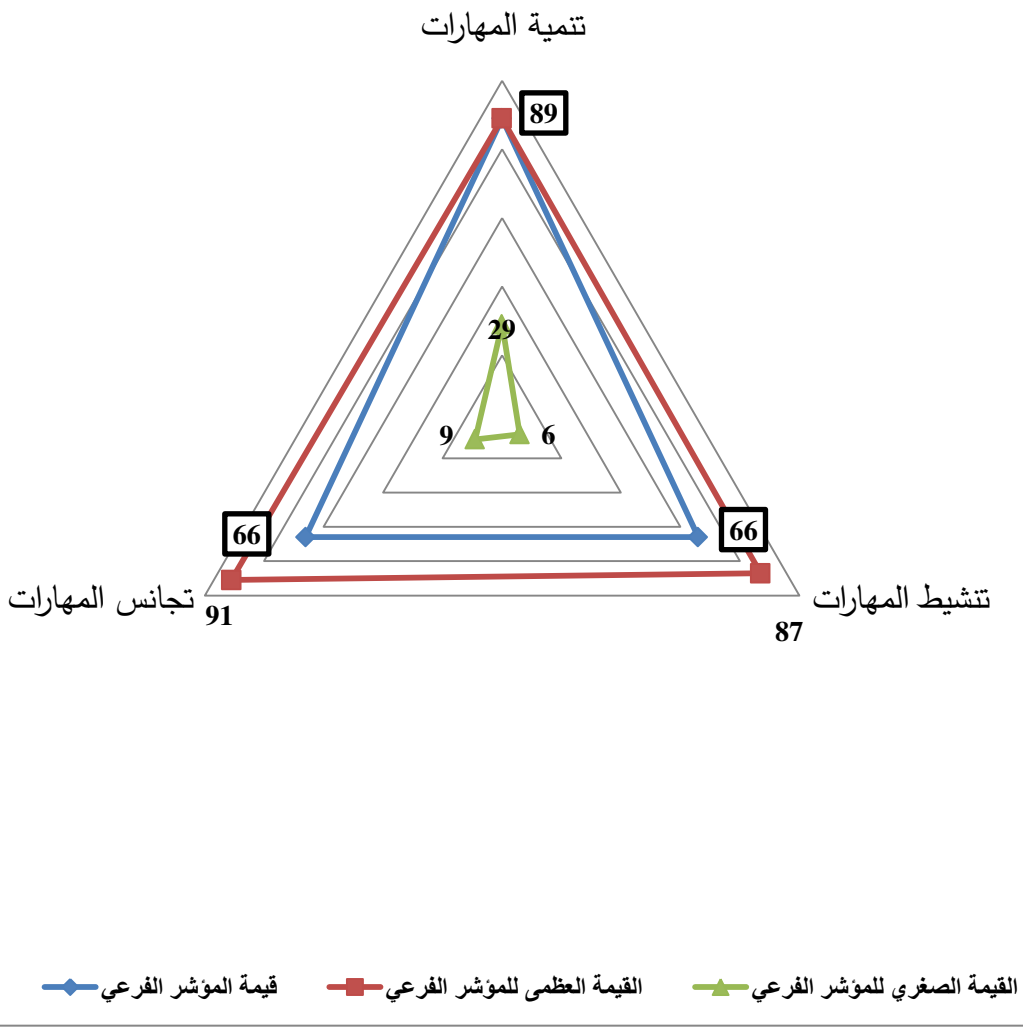
جدول رقم (5)

عرض وضع دولة فنلندا في مؤشر المهارات الأوروبية عام 2018

فنلندا	قيمة المؤشر الفرعي	القيمة العظمى للمؤشر الفرعي	القيمة الصغرى للمؤشر الفرعي
تنمية المهارات	89	89	29
تنشيط المهارات	66	87	6
تجانس المهارات	66	91	9

شكل رقم (13)

مؤشر المهارات الأوروبية لدولة فنلندا عام 2018



يتضح من الشكل السابق تقارب قيم المؤشرات الفرعية لدولة فنلندا من القيم العظمى للمؤشرات الفرعية مما يدل على تقدم دولة فنلندا.

الفصل التاسع

بناء المؤشرات المركبة باستخدام حزمة البرامج SPSS

Chapter nine

Creating composite indicators using the SPSS software package

يعرض هذا الفصل كيفية تكوين المؤشر المركب من خلال استعراض تطبيق الخطوات الأساسية لتكوين المؤشرات المركبة باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS، وذلك بالتطبيق على بيانات مؤشر الإنجاز التكنولوجي Technology Achievement Index (TAI) والذي أصدره Desai et al عام 2000 وتم تطويره بواسطة برنامج الأمم المتحدة الإنمائي United Nations Development Program (UNDP) عام 2001 بداية من توضيح الإطار النظري وهيكل مؤشر الإنجاز التكنولوجي وصولاً للعرض البياني لقيم المؤشر، وفيما يلي عرض توضيحي لهيكل مؤشر الإنجاز التكنولوجي وكذلك خطوات تطبيقه على حزمة البرامج SPPS.

9-1 الإطار النظري لمؤشر الإنجاز التكنولوجي:

يتكون مؤشر الإنجاز التكنولوجي من 4 محاور رئيسية، كل محور يتكون من مؤشرين فرعيين كما يلي:

1) **ابتكار التكنولوجيا Creation of technology:**

- عدد براءات الاختراع الممنوحة للفرد والتي تعكس المستوى الحالي للأنشطة المبتكرة.
- رسوم الترخيص للفرد والتي تعكس مخزون الابتكارات الناجحة التي لا تزال مفيدة وبالتالي لها قيمة سوقية.

2) **انتشار الابتكارات الحديثة Diffusion of recent innovations:**

- انتشار الإنترنت.
- صادرات منتجات التكنولوجيا العالية والمتوسطة كنسبة من جميع الصادرات.

3) **انتشار الابتكارات القديمة Diffusion of old innovations:**

- التليفونات.
- الكهرباء.

4) **المهارات البشرية Human skills:**

- متوسط عدد سنوات الدراسة.
- نسبة الالتحاق الإجمالية لطلاب التعليم العالي في مجالات العلوم والرياضيات والهندسة.

9-2 المعالجة الاولية لبيانات مؤشر الإنجاز التكنولوجي:

يتم معالجة البيانات من خلال معالجة القيم الشاذة وكذلك معالجة البيانات المفقودة – إن وجدوا –كما يلي:

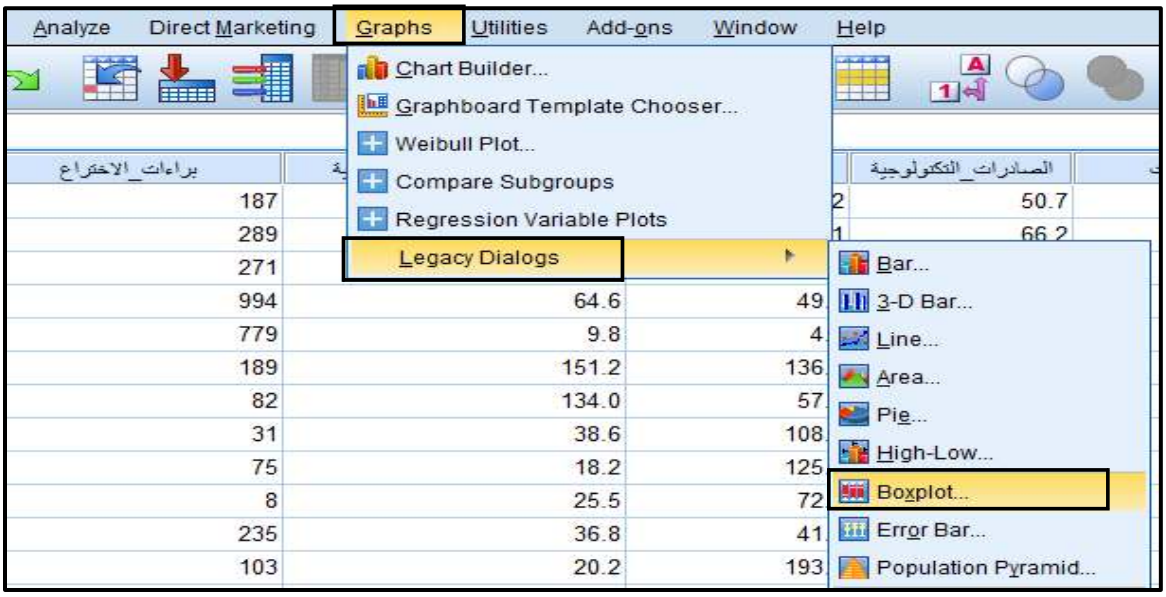
أولاً – الكشف عن وجود القيم الشاذة لمؤشر الإنجاز التكنولوجي:

يجب التأكد أولاً من وجود أو عدم وجود القيم الشاذة وذلك من باستخدام إحدى الطرق التالية:

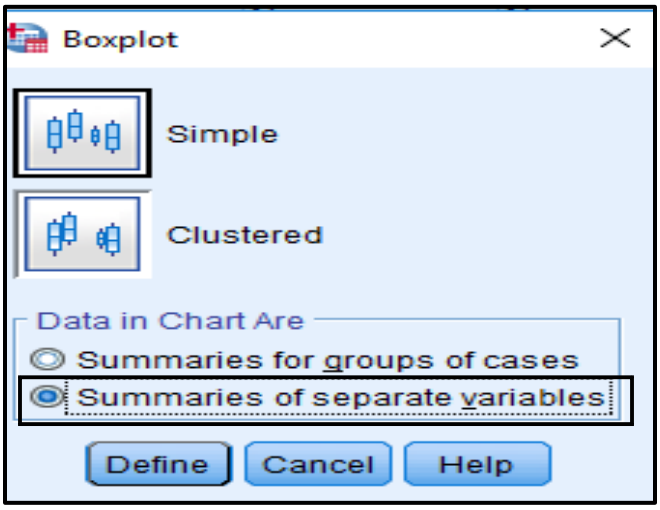
1) رسم الصندوق Box plot:

تتلخص خطوات رسم الصندوق باستخدام SPSS فيما يلي:

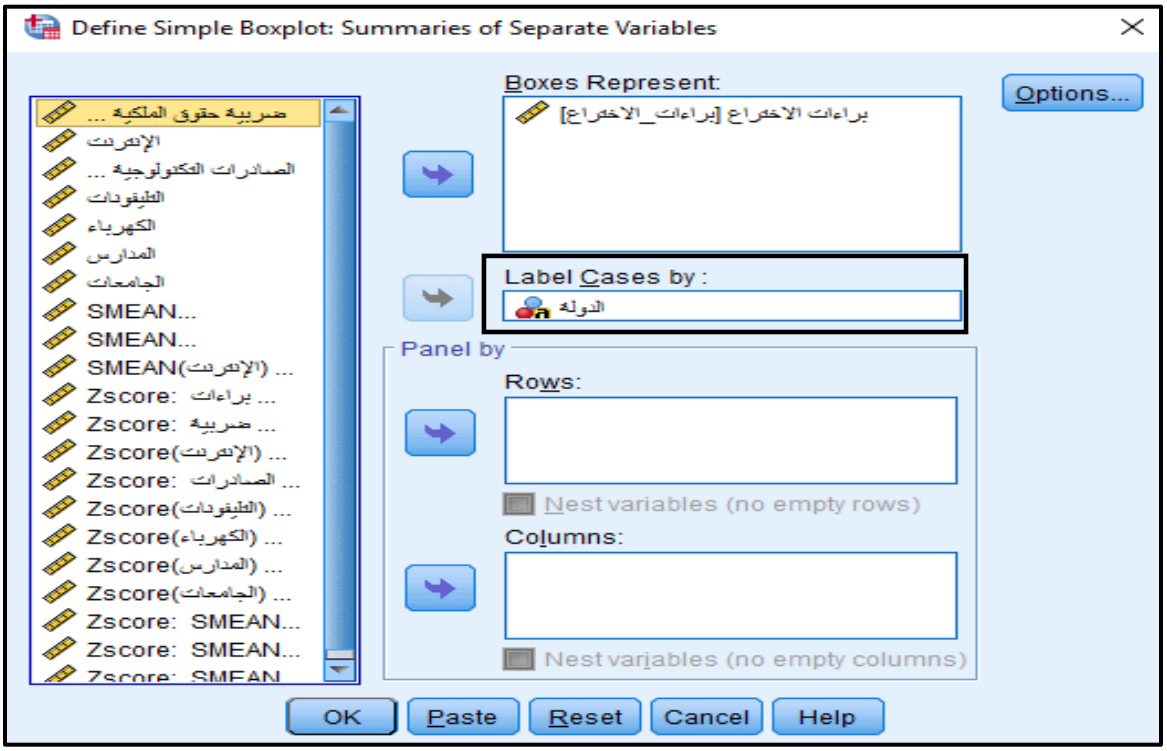
1. أنقر على Graphs ثم Legacy Dialogs ثم Boxplot كما يلي:



2. أنقر على Simple ثم Summaries of separate Variable ثم Define.



3. اختر المؤشر الفرعي المُراد اكتشاف وجود قيم شاذة به، ثم أنقر على ⇒ ليتم نقل المؤشر إلي خانة Boxes Represent، ثم اختر المتغير التعريفي للبيانات وهنا هو متغير الدولة وضعه في خانة Label Cases by، ثم أنقر على OK كما في الصندوق الحواري التالي:



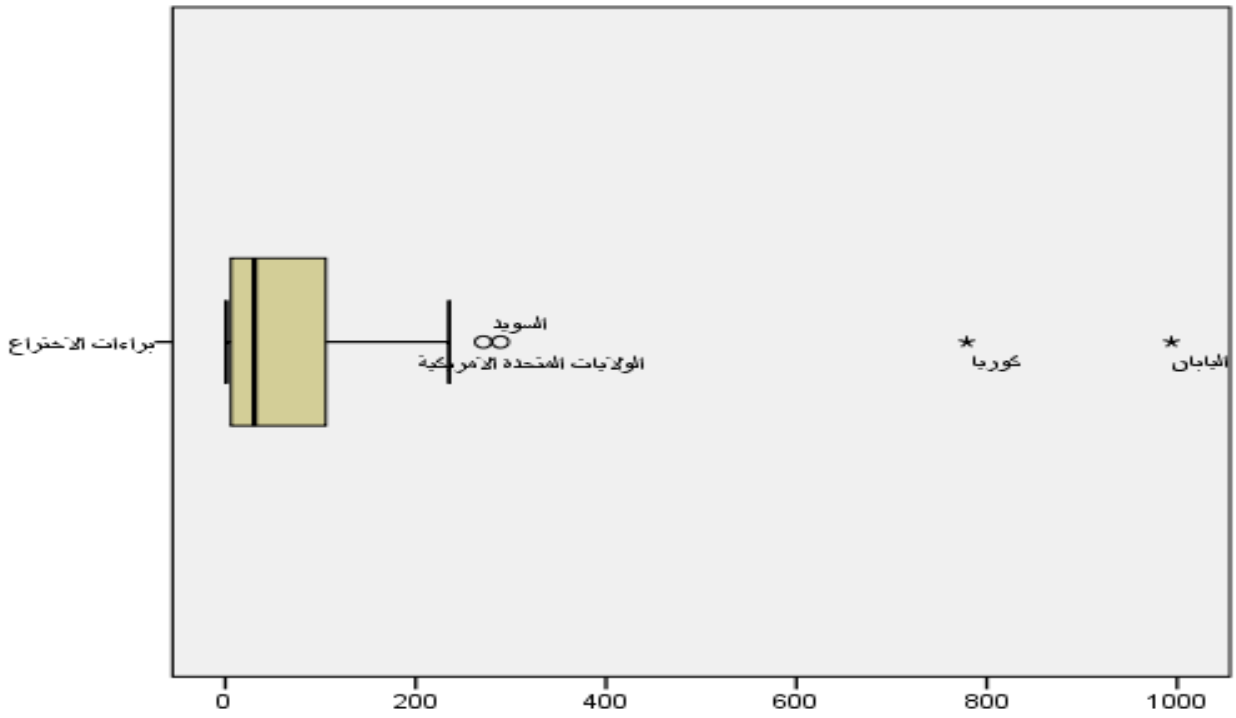
4. في ملف النتائج Output، يتم الحصول على ما يلي:

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
براءات الاختراع	40	55.6%	32	44.4%	72	100.0%

يتضح من الجدول السابق أن إجمالي عدد القيم هو 72 قيمة، منهم 32 قيمة مفقودة، وبالتالي يتبقي 40 قيمة فقط فيتم اكتشاف ما إذا كانت تلك القيم تتضمن قيم شاذة أم لا.

كما نحصل على شكل الصندوق التالي:

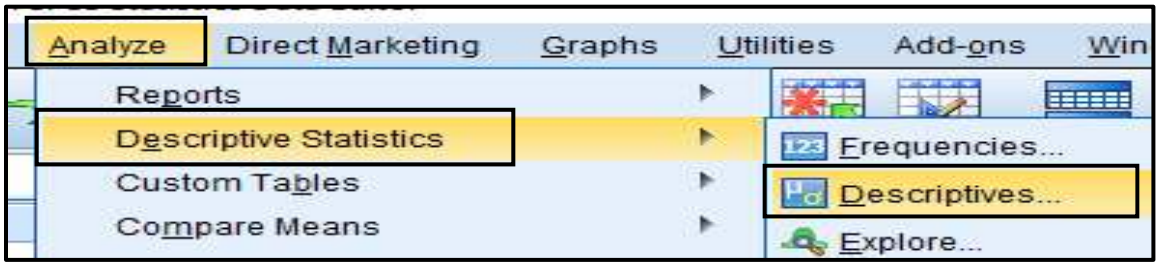


يتضح من شكل الصندوق السابق، وجود 4 قيم شاذة وهي قيم المؤشر الفرعي براءات الاختراع لدول الولايات المتحدة الامريكية، والسويد، وكوريا، واليابان.

2) طريقة القيم المعيارية Z-score:

فيما يلي تطبيق طريقة القيم المعيارية لاكتشاف وجود القيم الشاذة باستخدام SPSS:

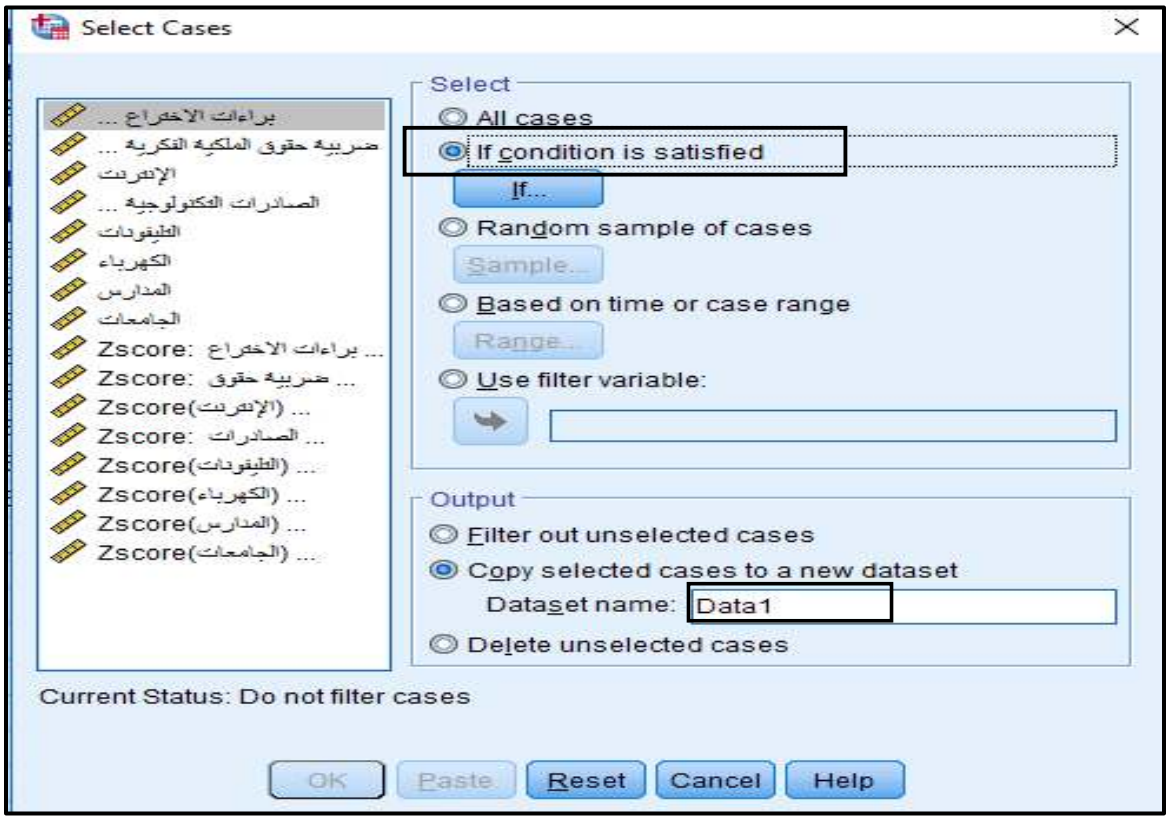
1. أنقر على Analyze ثم Descriptive Statistics ثم Descriptives كما يلي:



2. اختر المؤشرات الفرعية، ثم أنقر على ⇒ ليتم نقل المؤشرات إلي خانة المتغيرات Variable(s) ثم أنقر على Save standardized values as variables لحفظ القيم المعيارية كمتغيرات جديدة ثم أنقر على OK كما في الصندوق الحواري التالي:

3. في ملف البيانات Data View، سيظهر متغيرات جديدة تحتوى على القيم الجديدة المعيارية.

4. أنقر على Data ثم Select Cases سيظهر الصندوق الحواري التالي:



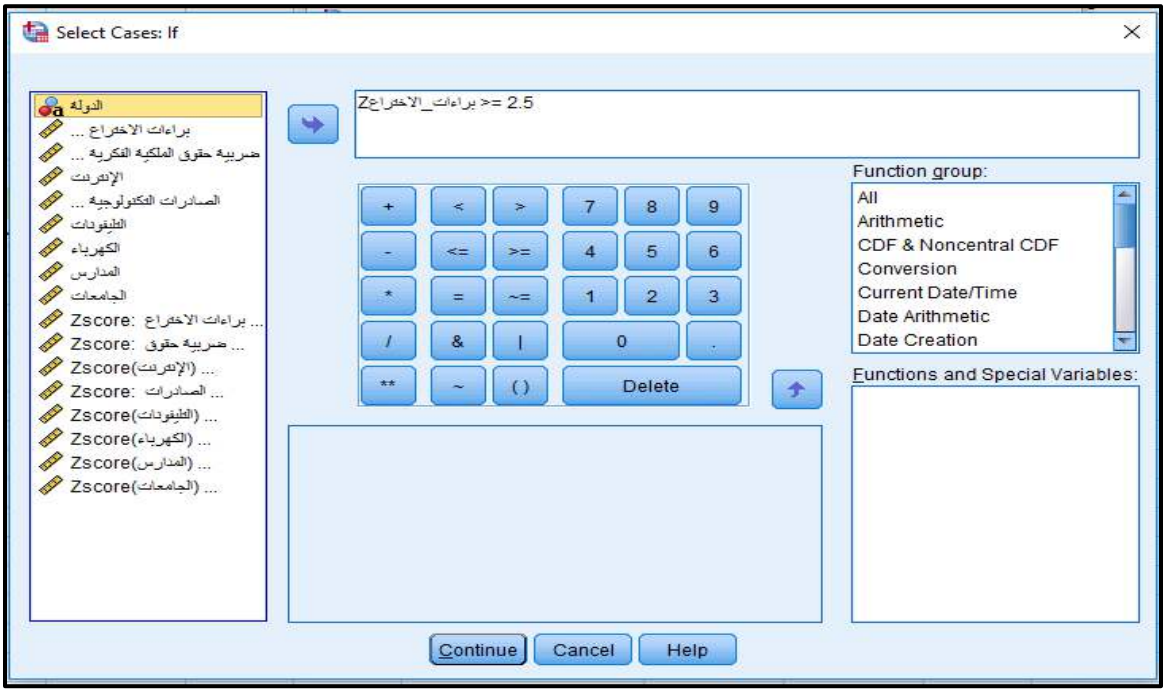
5. أختر If condition is satisfied وذلك لكتابة الكود الخاص باكتشاف القيم الشاذة.

6. أختر Copy selected cases to a new dataset وذلك لنقل القيم التي سيتم تحديدها الي ملف بيانات جديد للحفاظ على البيانات الأصلية، ثم أكتب الاسم الجديد للبيانات في خانة Dataset name، ثم أنقر على If.

7. إذا كان حجم العينة صغير (80 حالة أو أصغر)، تعتبر قيمة المتغير شاذة إذا كانت:

$$|Z_i| \geq 2.5$$

لذلك يتم كتابة الكود الخاص بالمتغير الجديد الذي يأخذ رمز Z حيث أنه يعبر عن كون المتغير تم تحويل قيمه إلى قيم معيارية كما يلي:



- ✓ في ملف البيانات الجديد Data 1، سيظهر القيم الشاذة فقط للمؤشر الفرعي براءات الاختراع، فنجد اكتشاف وجود **قيمتين شاذتين** فقط لهذا المؤشر.
- ✓ ويتم ذلك لباقي المؤشرات الفرعية المكونة للمؤشر المركب لاكتشاف وجود قيم شاذة بهم أم لا.

نلاحظ مما سبق أن عدد القيم الشاذة يختلف باختلاف الطريقة المستخدمة، فعند استخدم رسم الصندوق Box plot فإن هناك 4 قيم شاذة في المؤشر الفرعي براءات الاختراع، ولكن عند استخدام طريقة القيم المعيارية Z-score فنجد قيمتين شاذتين فقط .

ثانياً – معالجة القيم الشاذة لمؤشر الإنجاز التكنولوجي:

نظراً لوجود قيم شاذة في بعض المؤشرات الفرعية لمؤشر الإنجاز التكنولوجي فيجب معالجة هذه القيم باستخدام إحدى الطرق التالية:

1) طريقة Winsorization:

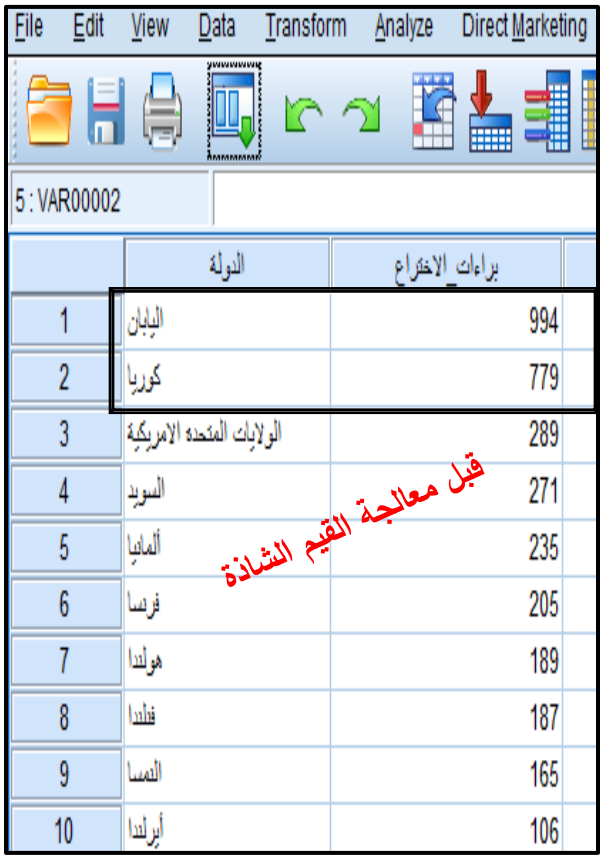
تطبيق طريقة Winsorization لمعالجة القيم الشاذة باستخدام SPSS:

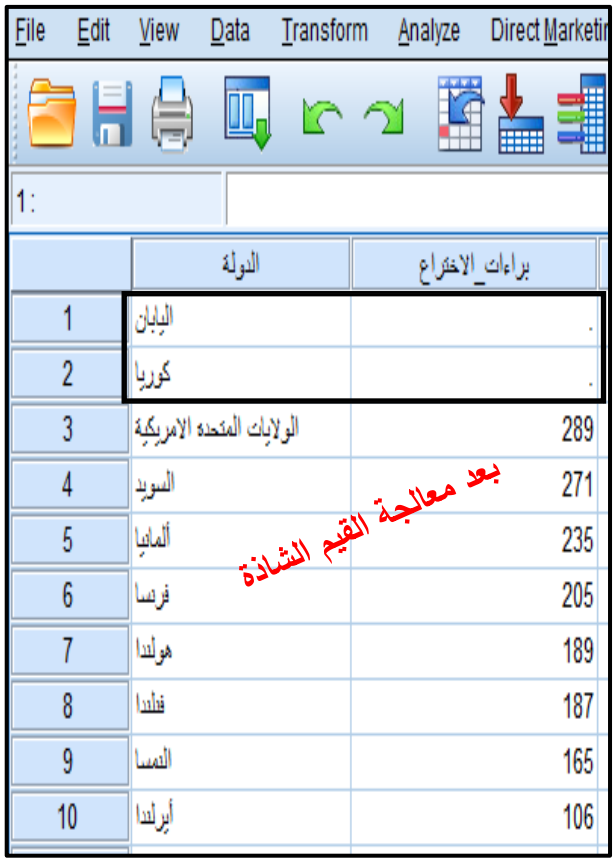
- قم بترتيب قيم المؤشر الفرعي المُراد معالجة القيم الشاذة به تنازلياً، ثم عوض عن القيم الشاذة في هذا المؤشر بالقيمة التالية لتلك القيم الشاذة كما يلي:

وفقاً لطريقة القيم المعيارية Z-score، فإنه يوجد قيمتين شاذتين لمؤشر براءات الاختراع، وبالتالي تم التعويض عن تلك القيمتين بثالث أكبر قيمة في المؤشر وهي 289.

2) طريقة الحذف / الاستبعاد Trimming:

يتم تطبيق طريقة الحذف لمعالجة القيم الشاذة باستخدام SPSS من خلال حذف القيم الشاذة من المؤشر نهائياً كما يلي:



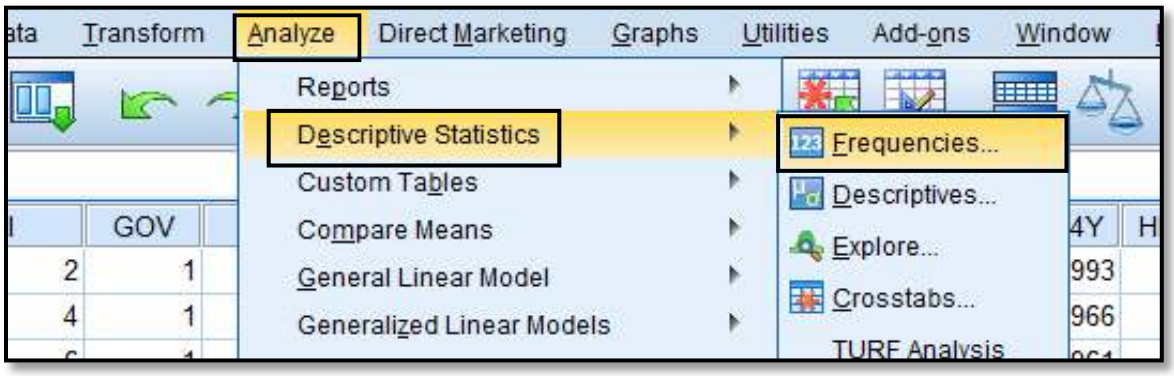


وفقاً لطريقة القيم المعيارية Z-score، فإنه يوجد قيمتين شاذتين لمؤشر براءات الاختراع، وبالتالي تم حذف تلك القيم نهائياً من المؤشر، أي يتم اعتبارهم قيم مفقودة يجب معالجتهم.

ثالثاً – الكشف عن وجود القيم المفقودة لمؤشر الإنجاز التكنولوجي:

قبل البدء في معالجة البيانات المفقودة يجب أولاً الكشف عن وجودها، فيمكن أن تكون بيانات مفقودة فعلاً في العينة أو قيم شاذة تم معالجتها بطريقة الحذف Trimming ويتم اكتشاف وجود قيم مفقودة في البيانات من خلال اتباع الخطوات التالية:

1. أنقر على Analyze ثم Descriptive Statistics ثم Frequencies كما يلي:



2. اختر المؤشرات الفرعية المُراد التأكد من وجود أو عدم وجود بيانات مفقودة بها، ثم أنقر على ⇒ ليتم نقل المؤشرات إلي خانة المتغيرات Variable(s)، ثم أنقر على OK كما يلي:

3. في ملف النتائج Output، يتم الحصول على ما يلي:

Statistics

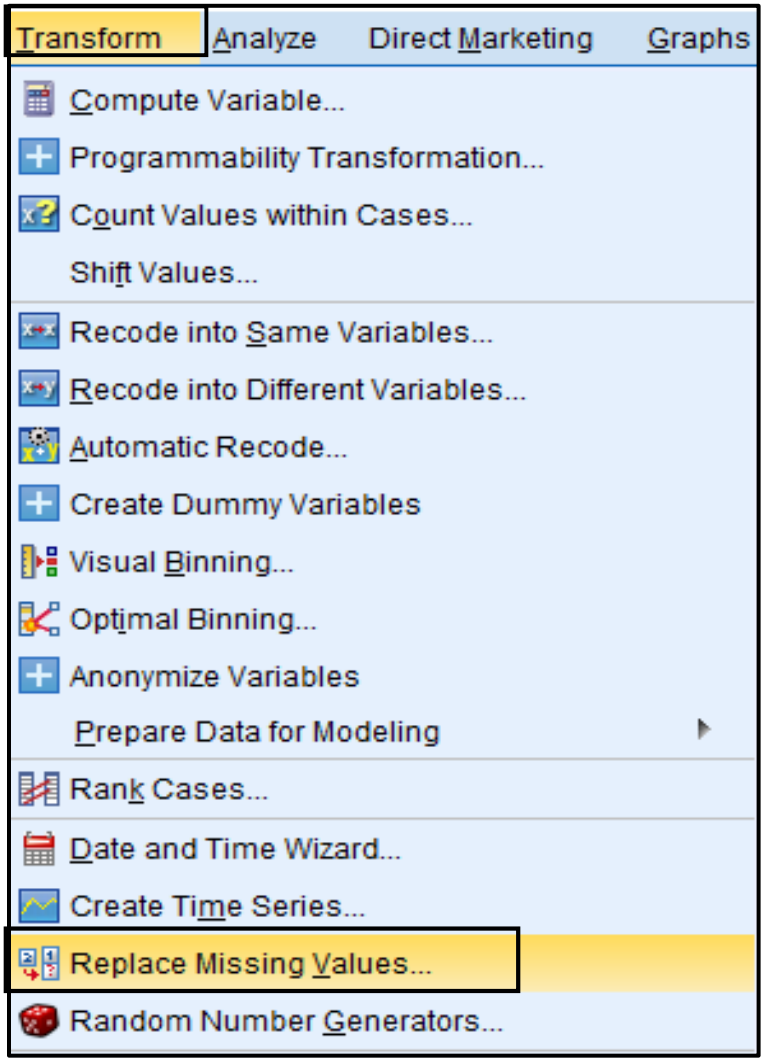
		براءات الاختراع	ضريبة حقوق الملكية الفكرية	الإنترنت	الصادرات التكنولوجية	التليفونات	الكهرباء	المدارس	الجامعات
N	Valid	40	44	63	72	72	72	72	72
	Missing	**34**	**30**	**12**	0	**1**	0	0	**3**

يتضح من جدول Statistics أن مؤشر براءات الاختراع يحتوي على 34 قيمة مفقودة، ومؤشر ضريبة حقوق الملكية الفكرية يحتوي على 30 قيمة مفقودة، ومؤشر الإنترنت يحتوي على 12 قيمة مفقودة، ومؤشر التليفونات يحتوي على قيمة واحدة فقط مفقودة، بينما مؤشر الجامعات يحتوي على 3 قيم مفقودة، وذلك بعد معالجة القيم الشاذة.

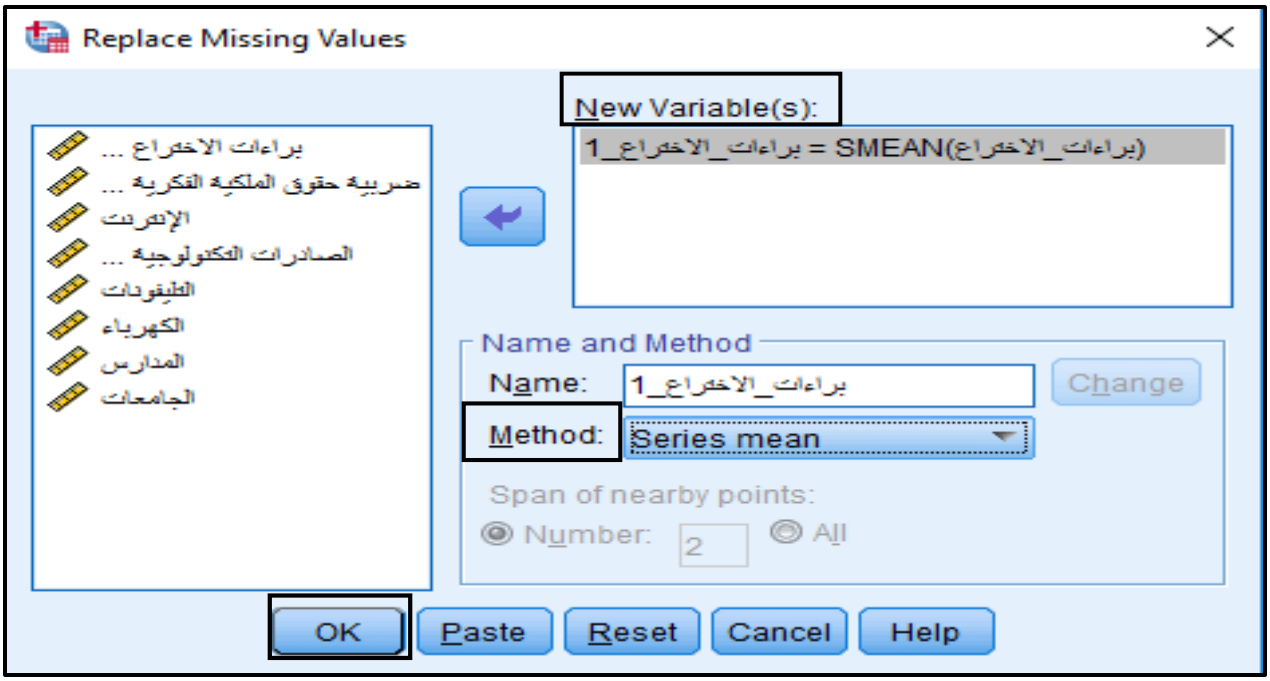
رابعاً- معالجة القيم المفقودة لمؤشر الإنجاز التكنولوجي:

يمكن معالجة القيم المفقودة بعدد من الطرق نذكر أشهر الطرق واكثرها استخداماً وهي طريقة التقدير باستخدام المتوسط Mean imputation حيث تعتمد هذه الطريقة على التعويض عن القيم المفقودة في المؤشر الفرعي بقيمة المتوسط كما يلي:

1. أنقر على Transform ثم Replace Missing Value كما يلي:



2. اختر المؤشر الفرعي المُراد تقدير البيانات المفقودة به، ثم أنقر على ⇒ ليتم نقل المؤشر إلي خانة المتغيرات الجديدة New Variable(s)، نلاحظ أن التعويض باستخدام المتوسط يتم اختياره تلقائياً من قَبل البرنامج كما هو واضح عند Method، ثم أنقر على OK كما في الصندوق الحواري التالي:



✓ في ملف النتائج Output، يتم الحصول على ما يلي:

Result Variables

	Result Variable	N of Replaced Missing Values	Case Number of Non-Missing Values		N of Valid Cases	Creating Function
			First	Last		
1	1_براءات_الاختراع	**34**	1	72	72	SMEAN(ا براءات_الاختراع)

يتضح من جدول Result Variables أن عدد القيم المفقودة في مؤشر براءات الاختراع هي 34 قيمة وأنه تم التعويض عن تلك القيم المفقودة وأصبح عدد القيم هو 72 قيمة بدون أي قيم مفقودة.

✓ وهكذا لباقي المؤشرات الفرعية التي تحتوي على قيم مفقودة.

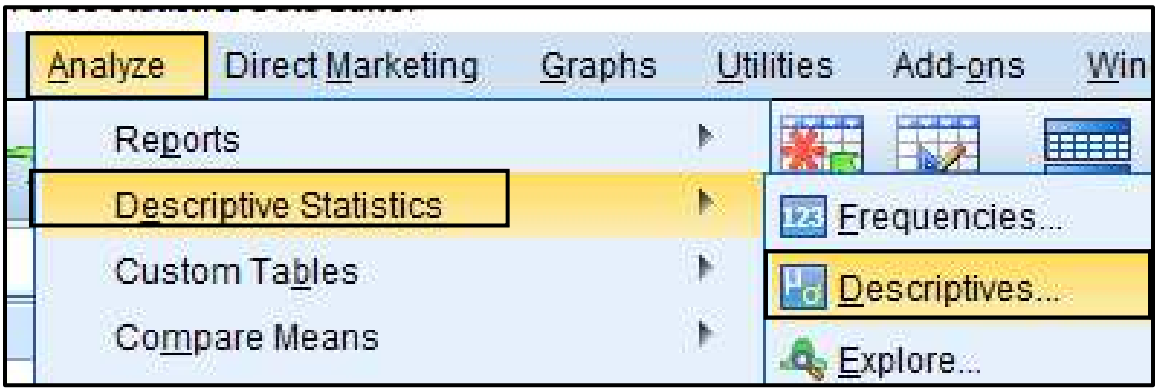
3-9 تطبيع المؤشرات الفرعية المكونة لمؤشر الإنجاز التكنولوجي:

يتناول هذا الجزء تطبيق بعض طرق التطبيع باستخدام حزمة البرامج SPSS. بداية من تطبيق طريقة المعايرة ثم تطبيق طريقة إعادة القياس وأخيراً تطبيق طريقة البعد عن القيمة المرجعية كما يلي:

1) طريقة المعايرة Standardization (Z-score) method:

يتم تطبيق طريقة المعايرة على SPSS من خلال اتباع الخطوات التالية:

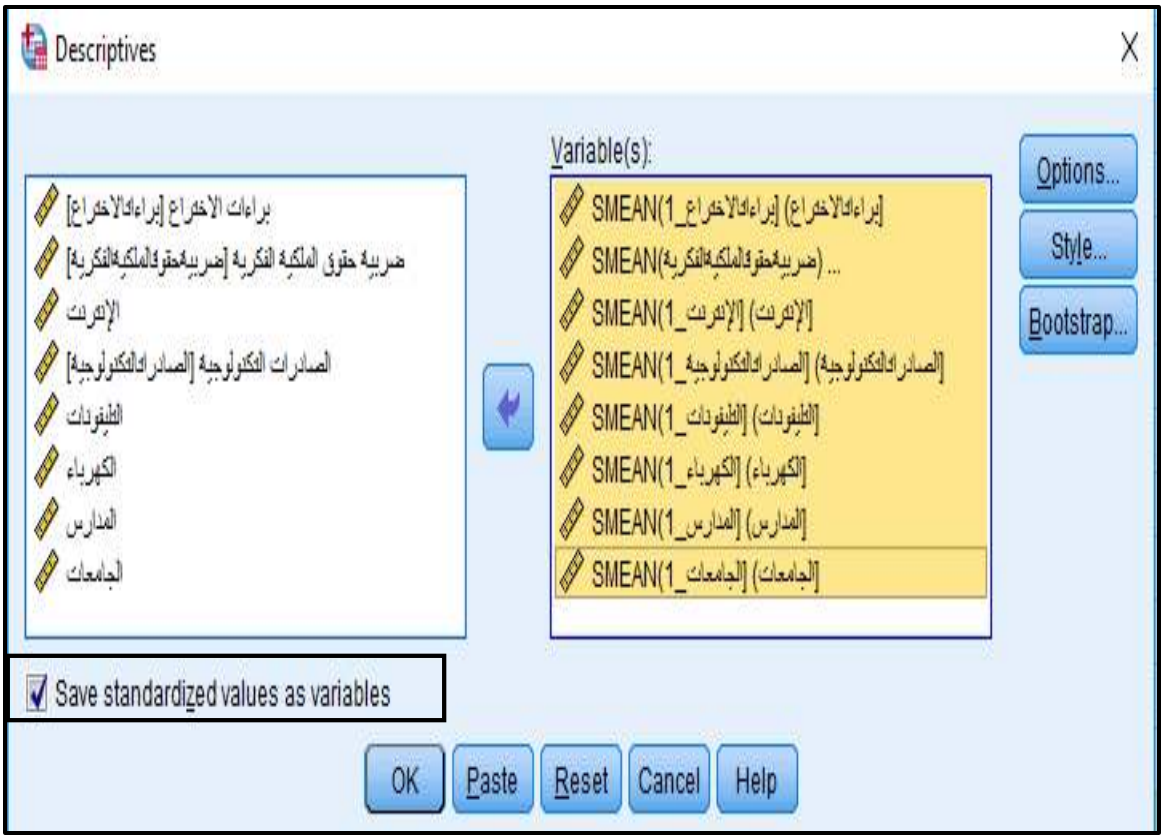
1. أنقر على Analyze ثم Descriptive Statistics ثم Descriptives كما يلي:



2. اختر المؤشرات الفرعية، ثم أنقر على ⇒ ليتم نقل المؤشرات إلي خانة المتغيرات Variable(s).

3. أنقر على Save standardized values as variables لحفظ القيم المعيارية كمتغيرات جديدة

ثم أنقر على OK كما في الصندوق الحواري التالي:



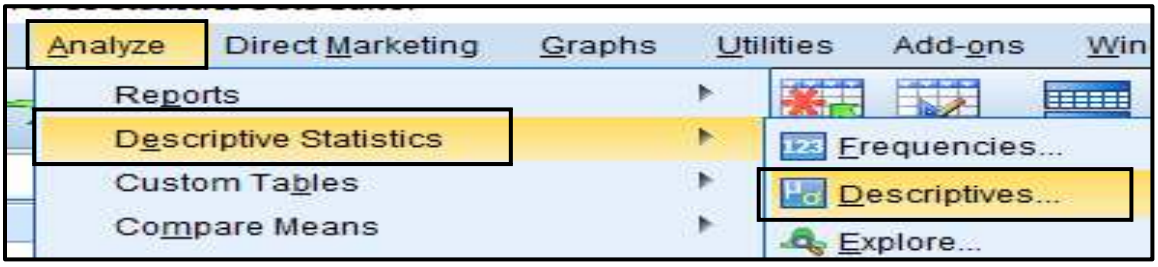
- ✓ في ملف البيانات Data View، سيظهر متغيرات جديدة تحتوى على القيم الجديدة المُطبعة، تلك المتغيرات تأخذ رمز $\boldsymbol{Z}$ حيث أنه يعبر عن كون المتغير تم تحويل قيمه إلى قيم معيارية.

- ✓ **ملاحظة:** هذه الخطوات هي نفس خطوات حساب Z عند اختبار وجود قيم شاذة أم لا.

2) طريقة إعادة القياس Re-scaling (Min-Max) method:

يتم تطبيق طريقة إعادة القياس على SPSS من خلال اتباع الخطوات التالية:

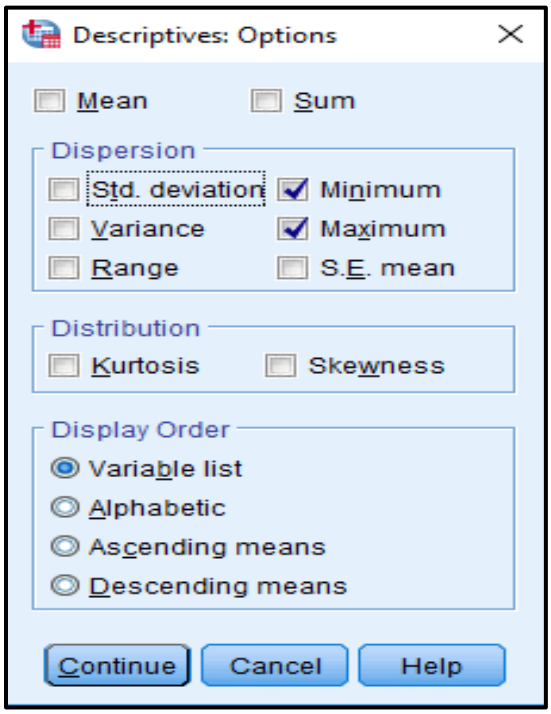
1. أنقر على Analyze ثم Descriptive Statistics ثم Descriptives كما يلي:



2. اختر المؤشرات الفرعية، ثم أنقر على ⇒ ليتم نقل المؤشرات إلي خانة المتغيرات Variable(s).

3. أنقر على Options، ثم اختر Minimum و Maximum، ثم Continue، ثم أنقر على OK

كما في الصندوق الحواري التالي:

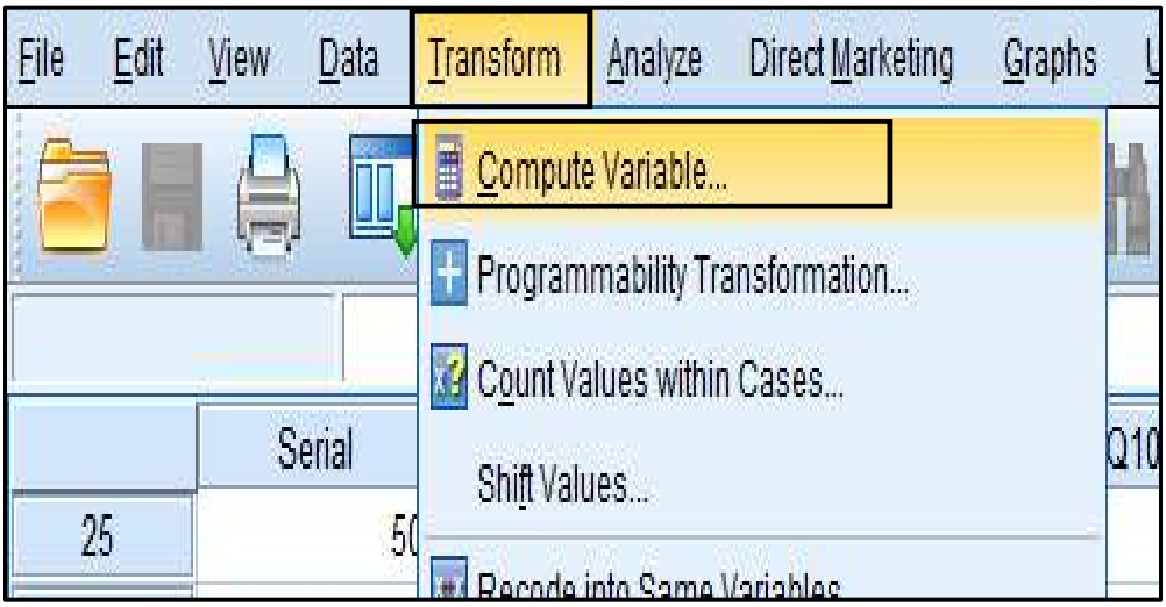


4. في ملف النتائج Output، يتم الحصول على أكبر وأصغر قيمة للمؤشرات الفرعية كما يلي:

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum
SMEAN(براءات الاختراع)	72	1	289
SMEAN(ضريبة حقوق الملكية الفكرية)	72	.1	134.0
SMEAN(الإنترنت)	72	.1	146.7
SMEAN(الصادرات التكنولوجية)	72	.4	80.8
SMEAN(التليفونات)	72	.70	3.12
SMEAN(الكهرباء)	72	1.67	4.39
SMEAN(المدارس)	72	1.1	12.0
SMEAN(الجامعات)	72	.2	23.2
Valid N (listwise)	72		

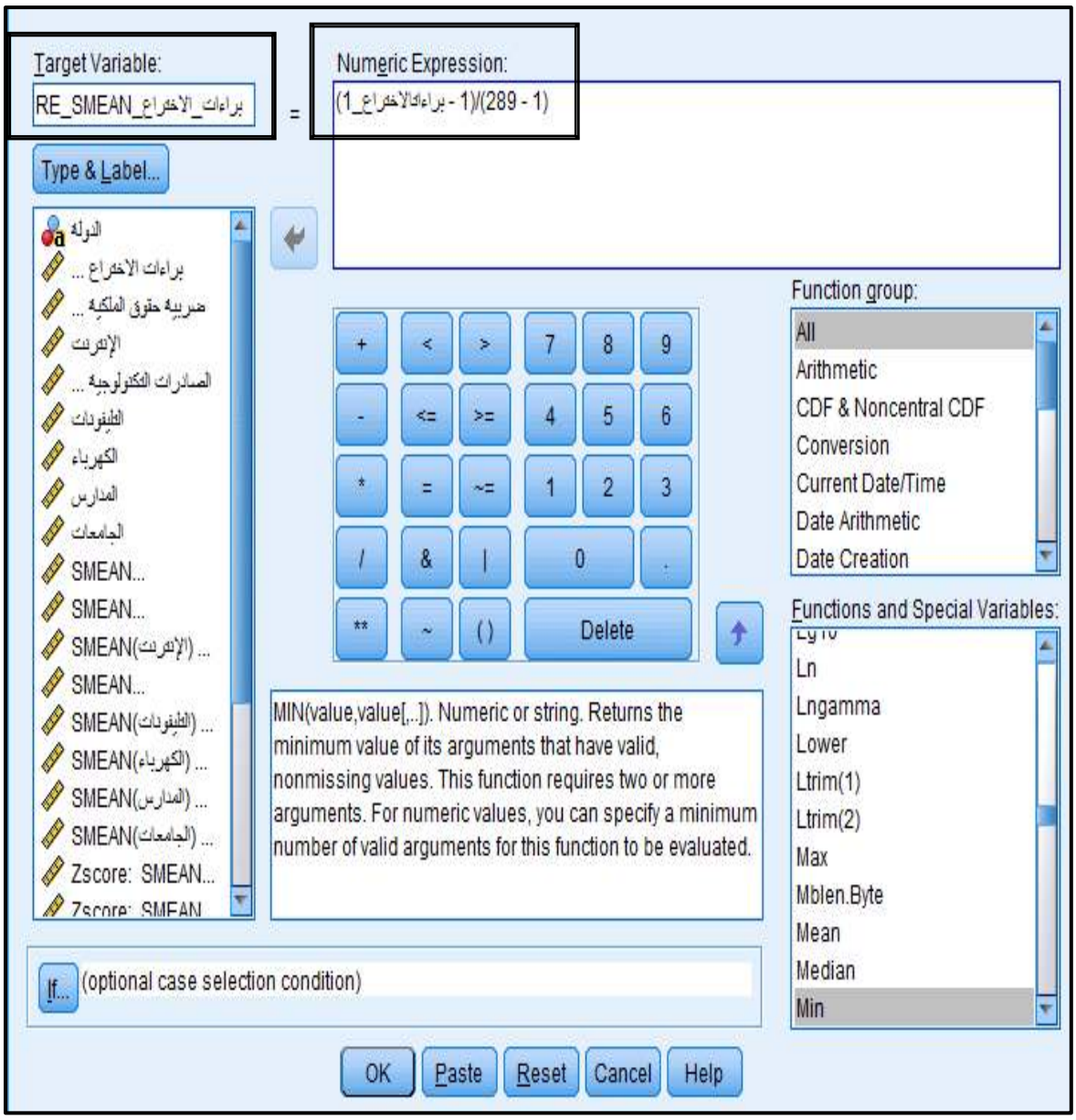
5. أنقر على Transform ثم Compute Variable كما يلي:



6. في خانة Target Variable أكتب الاسم الجديد للمؤشر الفرعي المُراد تطبيعه.

7. في خانة Numeric Expression أكتب الصيغة التالية :

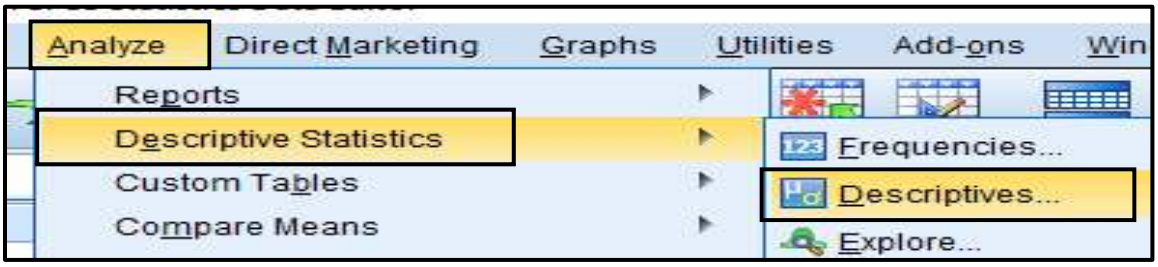
$$(x - \min(x))/(\max(x) - \min(x))$$



8. في ملف البيانات Data View، سيظهر متغيرات جديدة تحتوى على القيم الجديدة المُطبعة.

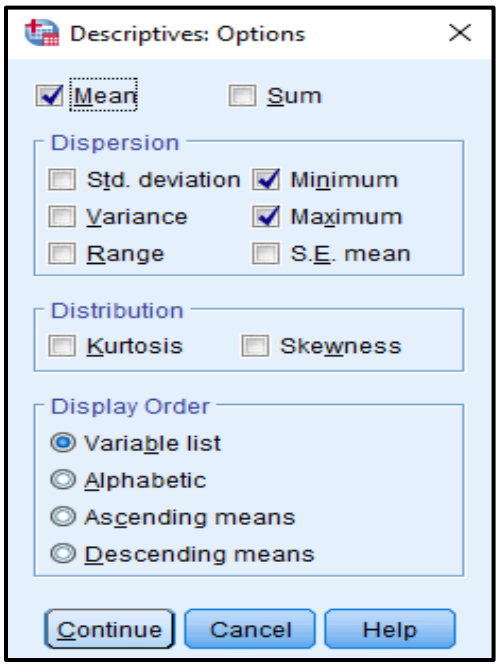
3) طريقة البعد عن القيمة المرجعية Distance from a reference value:

1) أنقر على Analyze ثم Descriptive Statistics ثم Descriptives كما يلي:



2) اختر المؤشرات الفرعية، ثم أنقر على ⇒ ليتم نقل المؤشرات إلي خانة المتغيرات Variable(s).

3) أنقر على Options، ثم اختر Minimum ، Maximum ، Mean، ثم Continue، ثم أنقر على OK كما في الصندوق الحواري التالي:

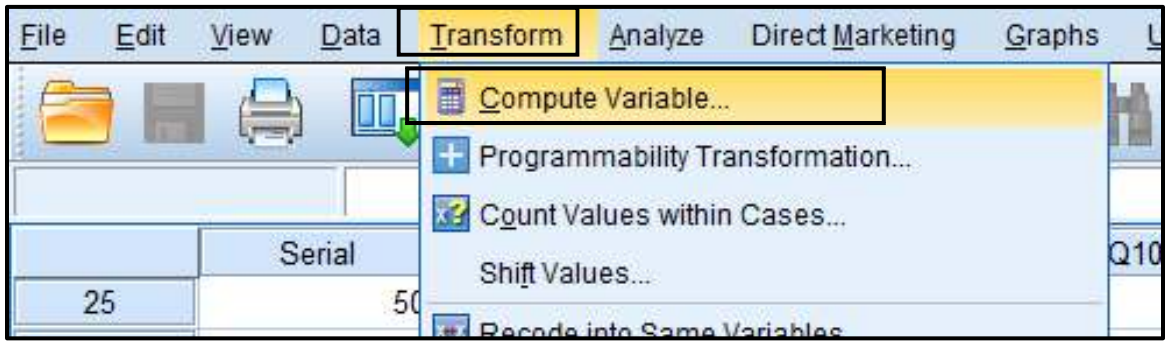


4) في ملف النتائج Output، يتم الحصول على أكبر وأصغر قيمة وكذلك المتوسط للمؤشرات الفرعية كما يلي:

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean
SMEAN(براءات الاختراع)	72	1	289	68.340
SMEAN(ضريبة حقوق الملكية الفكرية)	72	.1	134.0	23.395
SMEAN(الإنترنت)	72	.1	146.7	24.362
SMEAN(الصادرات التكنولوجية)	72	.4	80.8	30.051
SMEAN(التليفونات)	72	.70	3.12	2.356
SMEAN(الكهرباء)	72	1.67	4.39	3.201
SMEAN(المدارس)	72	1.1	12.0	7.210
SMEAN(الجامعات)	72	.2	23.2	7.326
Valid N (listwise)	72			

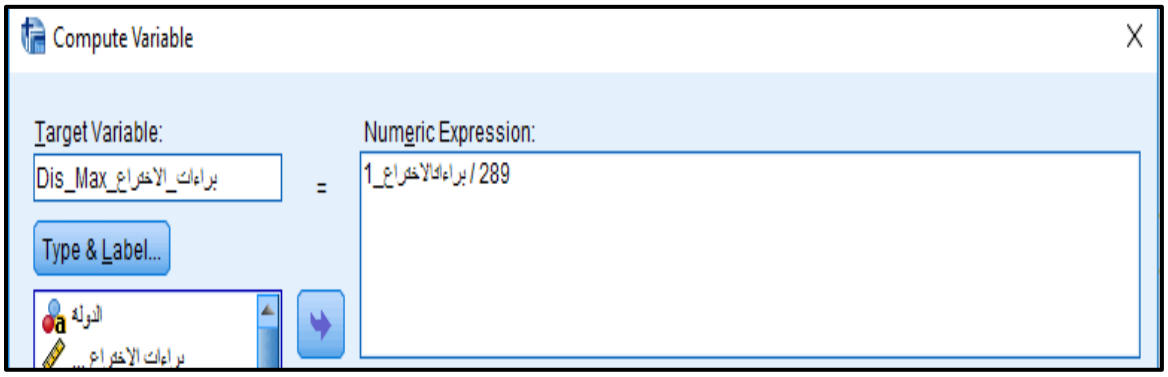
5) أنقر على Transform ثم Compute Variable كمي يلي:



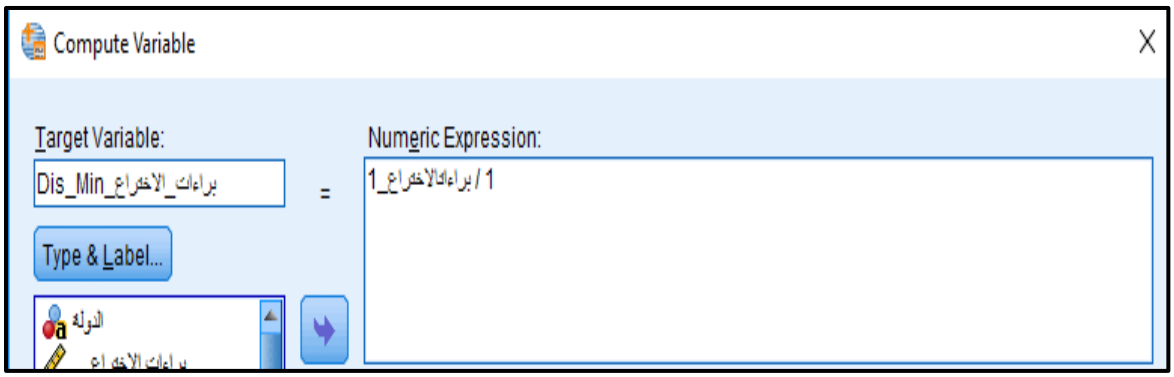
9. في خانة Target Variable أكتب الاسم الجديد للمؤشر الفرعي المُراد تطبيعه.

10. في خانة Numeric Expression أكتب الصيغة التالية : x / c حيث أن القيمة المرجعية c يمكن أن تكون:

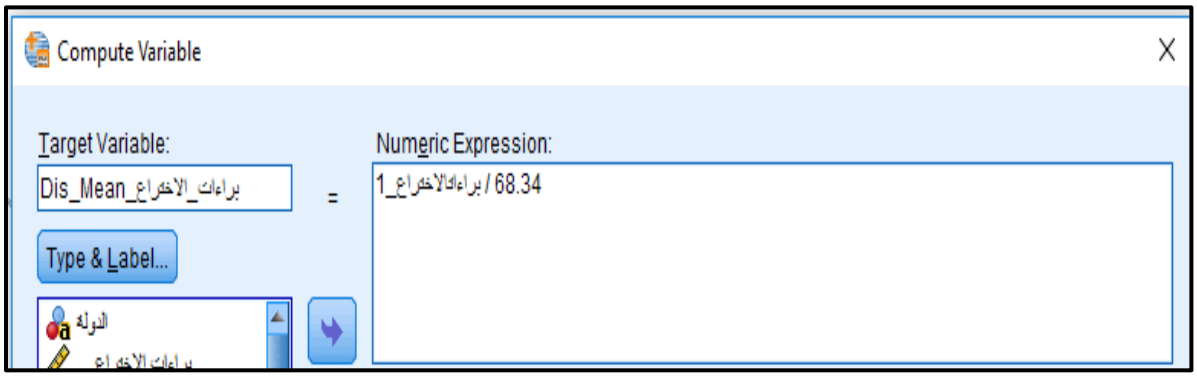
- القيمة العظمي للمؤشر الفرعي Maximum.



- القيمة الصغرى للمؤشر الفرعي Minimum.



- متوسط قيم المؤشر الفرعي Mean.

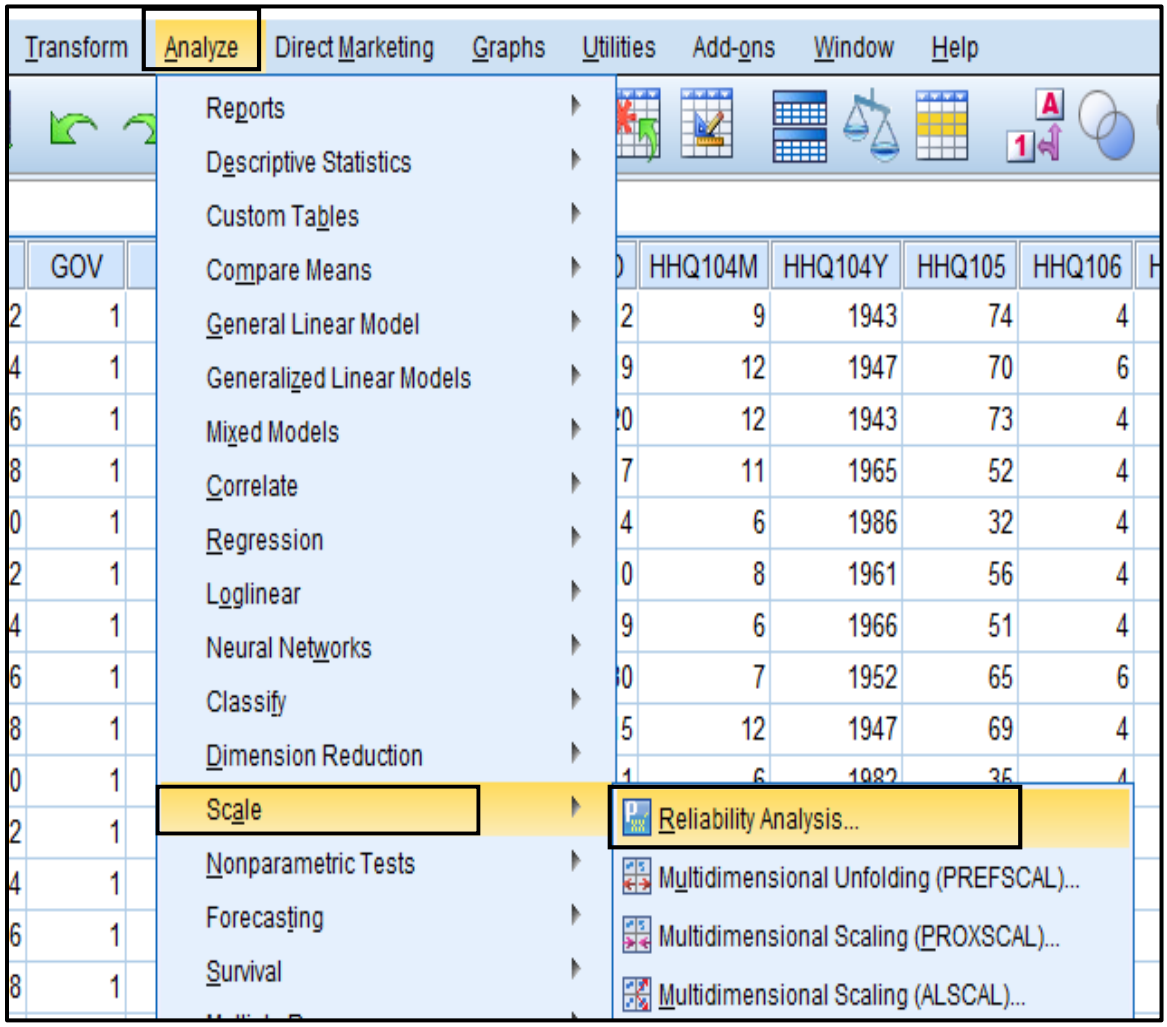


✓ في ملف البيانات Data View، سيظهر متغيرات جديدة تحتوى على القيم الجديدة المُطبعة.

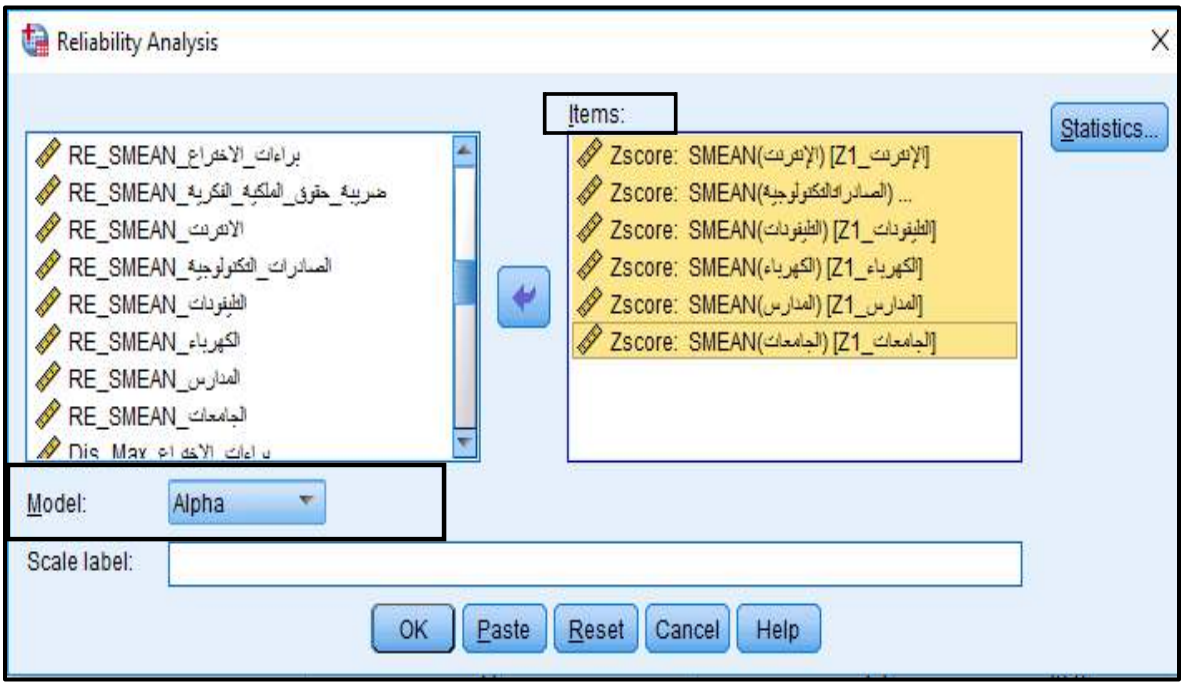
4-9 التماسك الإحصائي لمؤشر الإنجاز التكنولوجي: (معامل ألفا كرونباخ)

وفيما يلي عرض لكيفية إجراء معامل ألفا كرونباخ باستخدام حزمة البرامج SPSS:

1. أنقر على Analyze ثم Scale ثم Reliability Analysis كما يلي:



2. اختر المؤشرات الفرعية، ثم أنقر على ⇒ ليتم نقل المؤشرات إلي خانة العناصر Items كما يلي:



3. نلاحظ من الصندوق السابق أن معامل ألفا كرونباخ يتم اختياره تلقائياً من قَبل البرنامج كما هو واضح عند Model.

✓ في ملف النتائج Output، يتم الحصول على ما يلي:

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.881	8

يتضح من الجدول السابق أن قيمة معامل ألفا كرونباخ Cronbach's Alpha هي 0.881 وهي قيمة مقبولة وجيدة أي أن المؤشرات الفرعية المكونة متسقة وملائمة لتوضيح المفهوم مُتعدد الأبعاد لمؤشر الإنجاز التكنولوجي.

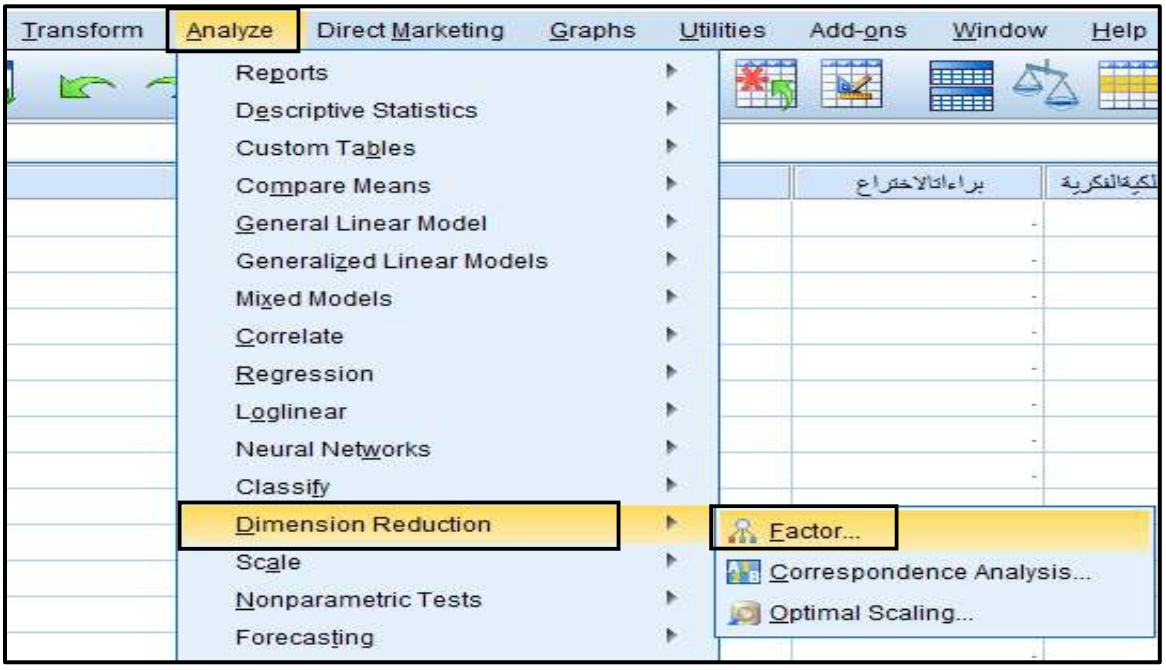
– يمكن تجربة قيمة معامل ألفا كرونباخ عند استخدام الطرق المختلفة الأخرى للتطبيع.

5-9 تحديد أوزان مؤشر الإنجاز التكنولوجي:

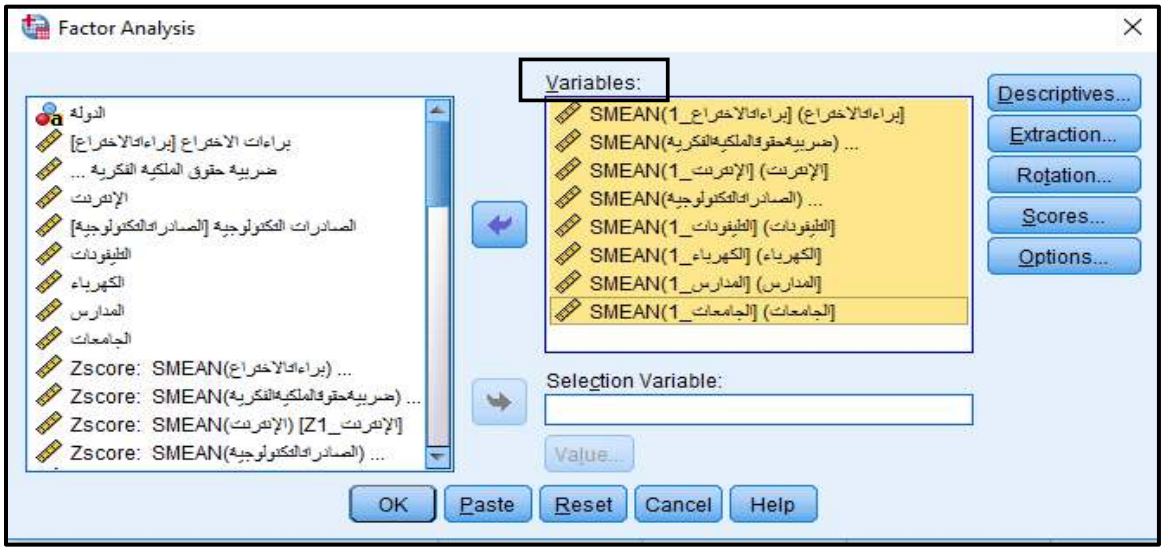
تتعدد طرق تحديد الأوزان فمنها الأوزان المتساوية Equal weights، ومنها ما يعتمد على آراء الخبراء مثل طريقة تخصيص الميزانية Budget allocation، ومنها ما يعتمد على رأي العامة مثل استطلاعات الرأي العام Public polls، ولكن هنا سنتناول كيفية تحديد الأوزان باستخدام أحد النماذج الإحصائية المتمثلة في إجراء التحليل العاملي Factor Analysis أو المكونات الرئيسية Principle component.

قبل البدء في إجراء خطوات التحليل العاملي باستخدام حزمة البرامج SPSS، يجب الأخذ في الاعتبار أن التحليل العاملي يقوم بتطبيع المؤشرات من تلقاء نفسه قبل إدخالها في التحليل، وبالتالي عند استخدام التحليل العاملي ليس هناك حاجة لتطبيع المؤشرات الفرعية في خطوة سابقة منفصلة، وفيما يلي كيفية إجراء التحليل العاملي باستخدام SPSS:

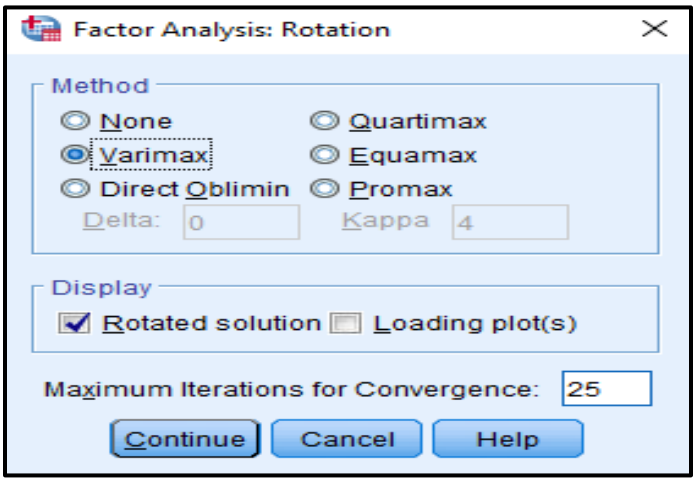
1. أنقر على Analyze ثم Dimension reduction ثم Factor كما يلي:



2. اختر المؤشرات الفرعية غير المطبعة، ثم أنقر على ⇒ ليتم نقل المؤشرات إلي خانة المتغيرات Variables كما يلي:



3. من Rotation اختر Varimax ، واختر Rotated solution كما يلي:



الهدف من التدوير Rotation هو:

1) محاولة توزيع التباينات بشكل متقارب أو متساوي بين العوامل.

2) التفسير المنطقي للعوامل.

3) تجميع المؤشرات المتشابهة في عامل واحد.

يشمل ملف النتائج Output المكونات التالية:

أولاً –جدول التباين الكلي المفسر Total variance explained:

يوضح هذا الجدول أنه لن يتم أخذ جميع العوامل وإنما فقط العوامل التي لها جذور كامنة (eigenvalues) قيمتها أكبر من الواحد الصحيح **أو** العوامل التي تساهم في تفسير أكثر من 70% من التباين الكلي في البيانات الأصلية.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	**4.562**	**57.029**	**57.029**	**4.562**	**57.029**	**57.029**	**4.036**	**50.445**	**50.445**
2	**1.231**	**15.392**	**72.420**	**1.231**	**15.392**	**72.420**	**1.758**	**21.975**	**72.420**
3	.738	9.224	81.644						
4	.494	6.180	87.824						
5	.459	5.741	93.565						
6	.301	3.767	97.332						
7	.156	1.946	99.278						
8	.058	.722	100.000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

يتضح من الجدول السابق، أنه سيتم أخذ أول عاملين فقط حيث أن جذورهما الكامنة أكبر من الواحد الصحيح، والعاملين معاً يفسران تقريبا 72% من التباين الكلي في البيانات.

ثانياً –جدول مصفوفة المكونات بعد التدوير Component Matrix:

يعرض هذا الجدول المعاملات Loadings الخاصة بكل متغير على كل عامل من العوامل وهو ما يمثل درجة ارتباط المتغير بكل عامل من العوامل.

Rotated Component Matrix

	Component	
	1	2
SMEAN(براءات الاختراع)	.143	.858
SMEAN(ضريبة حقوق الملكية الفكرية)	.131	.802
SMEAN(الإنترنت)	.485	.462
SMEAN(الصادرات التكنولوجية)	.714	.181
SMEAN(التليفونات)	.946	.118
SMEAN(الكهرباء)	.933	.181
SMEAN(المدارس)	.877	.240
SMEAN(الجامعات)	.847	.169

يتضح من الجدول السابق أن معظم المؤشرات الفرعية محملة على العامل الأول أي أكثر ارتباطاً بالعامل الأول عن العامل الثاني المحمل عليه مؤشرين فقط من الثمان مؤشرات فرعية، وبالتالي سيتم أخذ العامل الأول فقط لاستخراج الأوزان الخاصة بكل مؤشر فرعي كما يلي:

$$PC_1 = 0.143 \text{ براءات الاختراع} + 0.131 \text{ ضريبة حقوق الملكية الفكرية} + 0.485 \text{ الإنترنت}$$

$$+ 0.933 \text{ الكهرباء} + 0.946 \text{ التليفونات} + 0.714 \text{ الصادرات التكنولوجية} +$$

$$+ 0.877 \text{ المدارس} + 0.847 \text{ الجامعات} \quad , \sum_{i=1}^{n} w_i \neq 1$$

يتضح من المعادلة السابقة أن مجموع التحميلات لا يساوى الواحد الصحيح، وبالتالي يجب معايرة تلك التحميلات لتصبح مساوية للواحد الصحيح وبالتالي تكون هي الأوزان الخاصة بالمؤشرات الفرعية وذلك من خلال قسمة كل تحميل (درجة ارتباط) على مجموع التحميلات للمكون الواحد كما يلي:

	PC_1	$PC1_{norm} = weights$
SMEAN(براءات الاختراع)	.143	.143 / 5.076 = 0.03
SMEAN(ضريبة حقوق الملكية الفكرية)	.131	.131 / 5.076 = 0.03
SMEAN(الإنترنت)	.485	.485 / 5.076 = 0.10
SMEAN(الصادرات التكنولوجية)	.714	0.14
SMEAN(التليفونات)	.946	0.19
SMEAN(الكهرباء)	.933	0.18
SMEAN(المدارس)	.877	0.17
SMEAN(الجامعات)	.847	0.16
المجموع	**5.076**	**1**

$$PC_1 = 0.03 \text{ براءات الاختراع} + 0.03 \text{ ضريبة حقوق الملكية الفكرية} + 0.10 \text{ الإنترنت}$$
$$+ 0.14 \text{ الصادرات التكنولوجية} + 0.19 \text{ التليفونات} + 0.18 \text{ الكهرباء}$$
$$+ 0.17 \text{ المدارس} + 0.16 \text{ الجامعات} \quad , \sum_{i=1}^{n} w_i = 1$$

يتضح من المعادلة السابقة أن مجموع الأوزان يساوى الواحد الصحيح، وبالتالي يمكن استخدامها في تكوين مؤشر الإنجاز التكنولوجي.

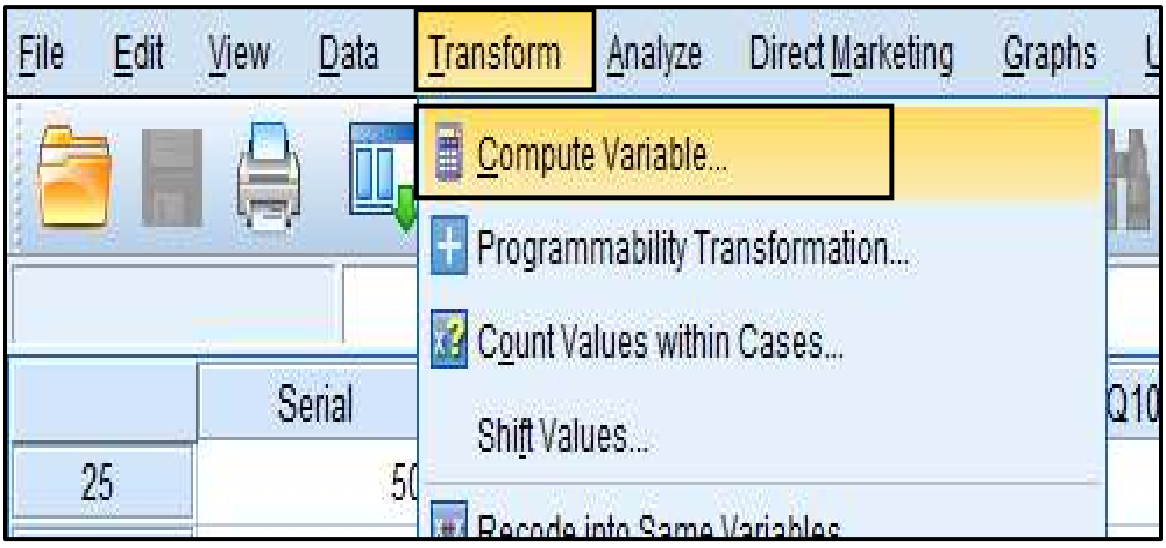
6-9 تجميع مؤشر الإنجاز التكنولوجي:

تُعد هذه الخطوة أهم خطوات تكوين المؤشر المركب حيث يتم فيها الحساب الفعلي للمؤشر المركب أي تجميع المؤشرات الفرعية المختلفة في رقم واحد فقط يعبر عن الظاهرة مُتعددة الأبعاد، ونستعرض فيما يلي خطوات حساب مؤشر الإنجاز التكنولوجي باستخدام SPSS. بداية نعرض خطوات تطبيق الوسط الحسابي ثم ننتقل لعرض خطوات تطبيق الوسط الهندسي:

1) الوسط الحسابي Arithmetic Mean:

يتم تطبيق طريقة الوسط الحسابي من خلال اتباع الخطوات التالية:

1. أنقر على Transform ثم Compute Variable كما يلي:

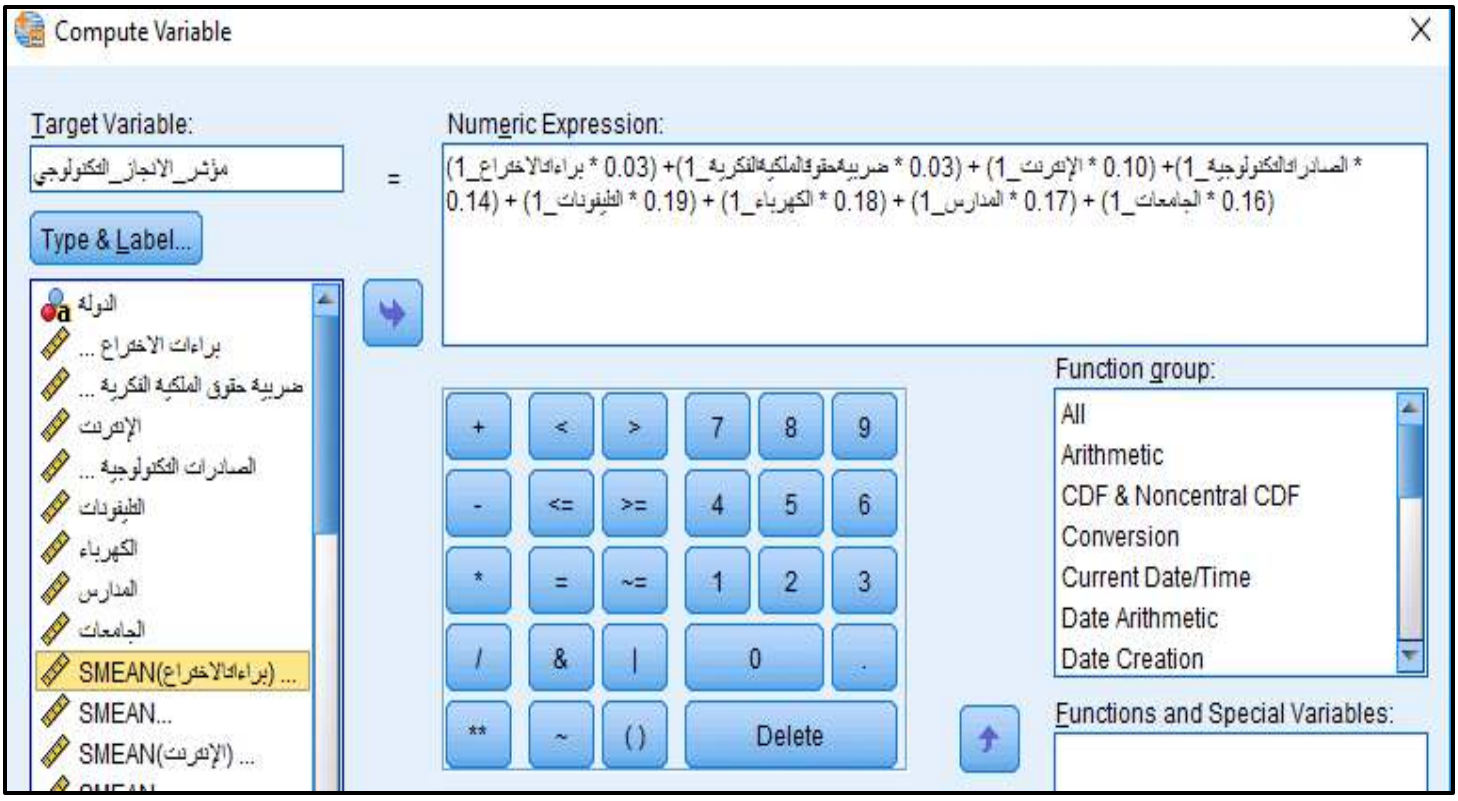


في حالة تحديد الأوزان باستخدام التحليل العاملي:

يتم استخدام المؤشرات الفرعية غير المُطبعة أي التي تمت عليها المعالجة الأولية فقط حيث أن التحليل العاملي يقوم تلقائياً بتطبيع المؤشرات.

2. في خانة Target Variable أكتب اسم المؤشر المركب.
3. في خانة Numeric Expression أكتب الصيغة التالية :

مؤشر الإنجاز التكنولوجي = **0.03** براءات الاختراع + **0.03** ضريبة حقوق الملكية الفكرية +
0.14 الصادرات التكنولوجية + **0.19** التليفونات + **0.18** الكهرباء +
0.10 الإنترنت + **0.16** الجامعات
0.17 المدارس +



4. في ملف البيانات Data View، سيظهر متغير جديد يحتوي على قيم المؤشر المركب النهائي.

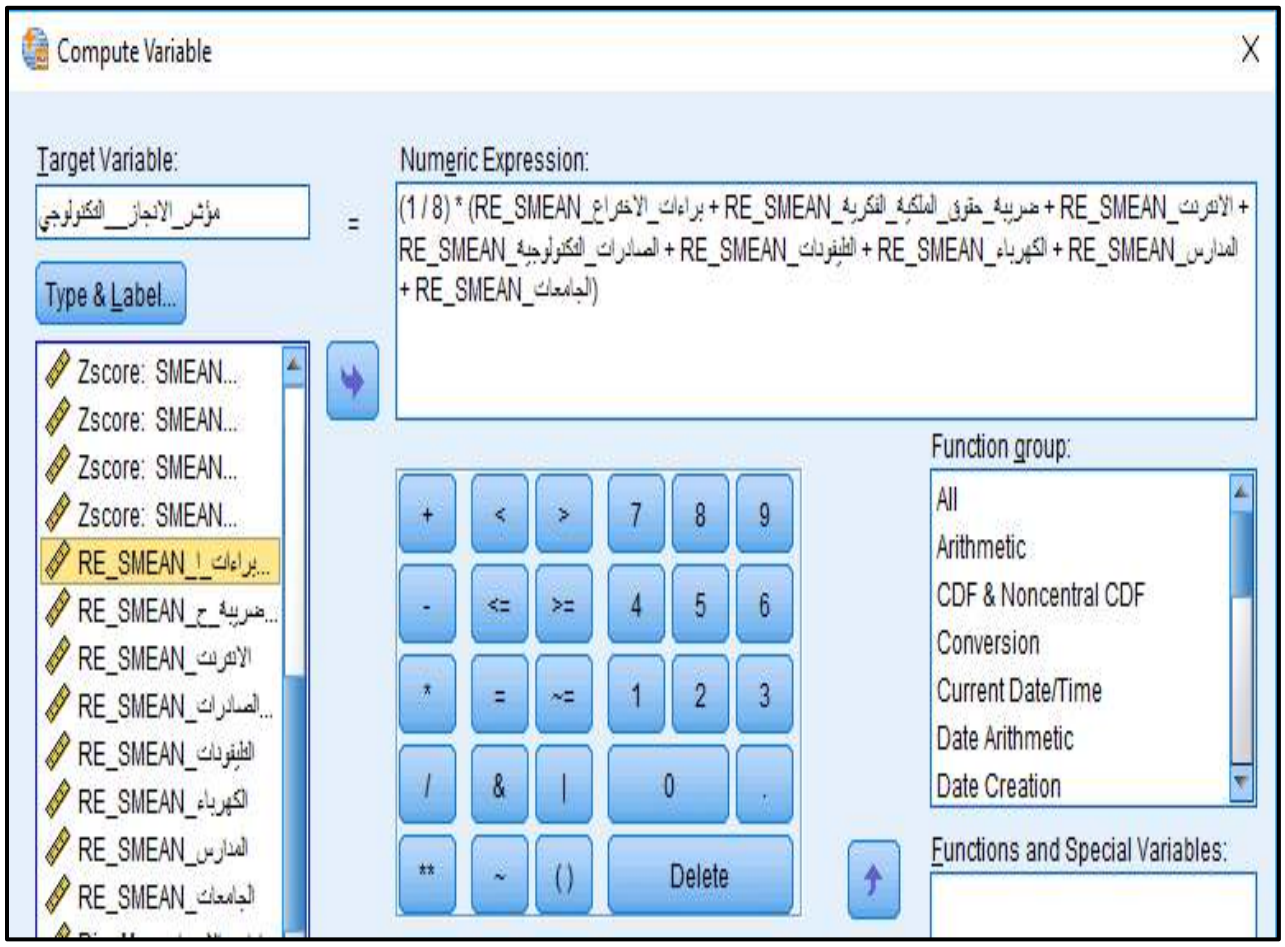
في حالة الأوزان المتساوية:

عندما تكون الأوزان متساوية يتم استخدام المؤشرات الفرعية المُطبعة، ويكون المؤشر المركب هو متوسط المؤشرات الفرعية كما يلي:

مؤشر الإنجاز التكنولوجي

$$= \frac{1}{8}(\text{الإنترنت} + \text{ضريبة حقوق الملكية الفكرية} + \text{براءات الاختراع})$$

$$+ (\text{الجامعات} + \text{المدارس} + \text{الكهرباء} + \text{التليفونات} + \text{الصادرات التكنولوجية}$$

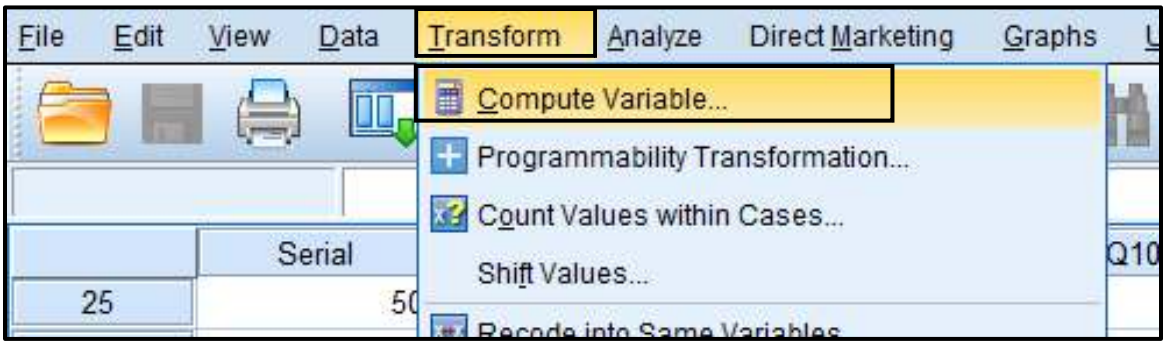


✓ في ملف البيانات Data View، سيظهر متغير جديد يحتوي على قيم المؤشر المركب النهائي.

2) الوسط الهندسي Geometric Mean:

يتم تطبيق طريقة الوسط الهندسي من خلال اتباع الخطوات التالية:

1. أنقر على Transform ثم Compute Variable كما يلي:



في حالة تحديد الأوزان باستخدام التحليل العاملي:

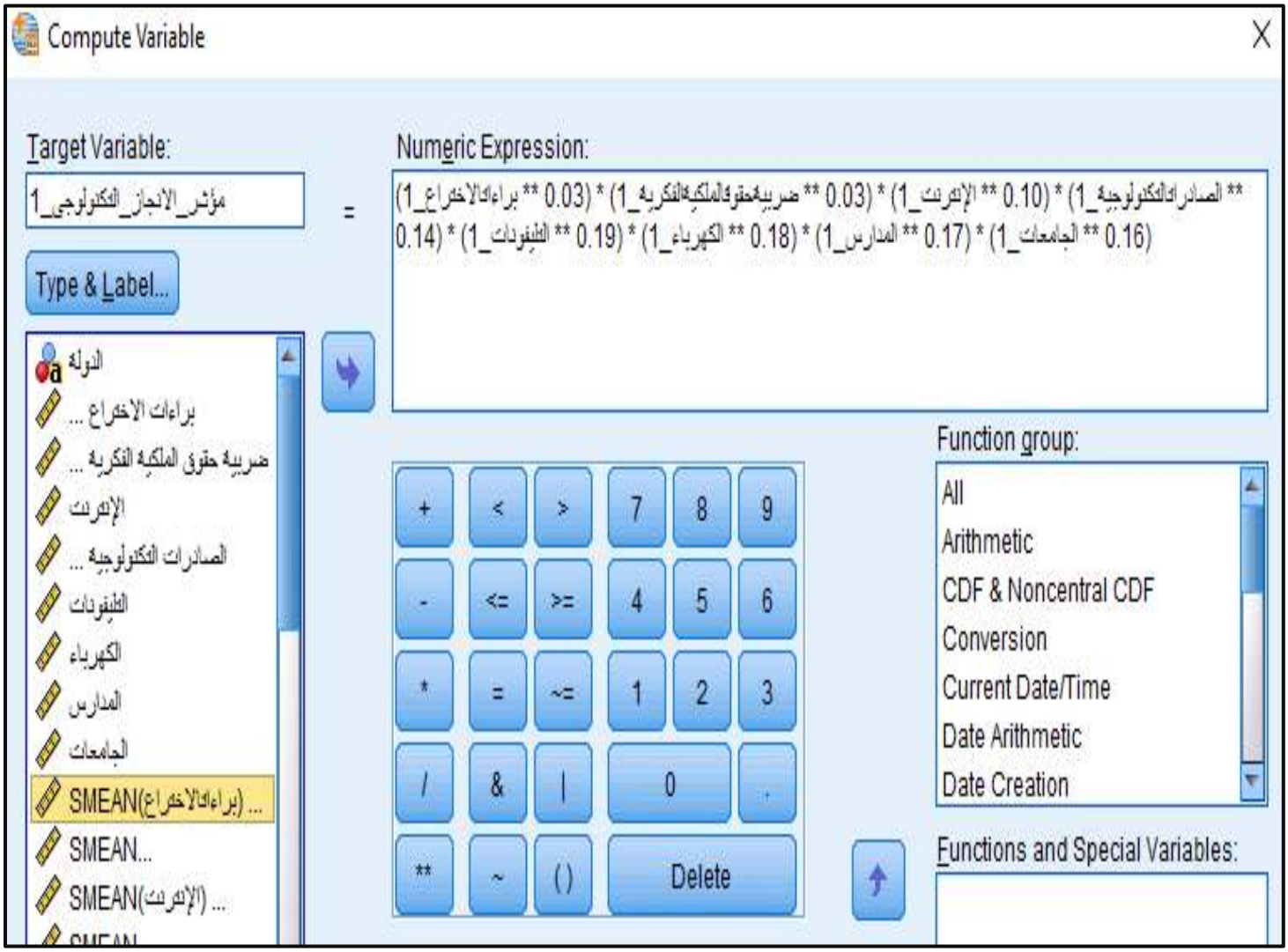
يتم استخدام المؤشرات الفرعية غير المُطبعة أي التي تمت عليها المعالجة الأولية فقط حيث أن التحليل العاملي يقوم تلقائياً بتطبيع المؤشرات.

2. في خانة Target Variable أكتب اسم المؤشر المركب.
3. في خانة Numeric Expression أكتب الصيغة التالية :

مؤشر الإنجاز التكنولوجي = براءات الاختراع ^0.03 * ضريبة حقوق الملكية الفكرية ^0.03 *

الإنترنت ^0.10 * الصادرات التكنولوجية ^ 0.14 * التليفونات ^0.19 * الكهرباء ^0.18 *

المدارس ^0.17 * الجامعات ^0.16



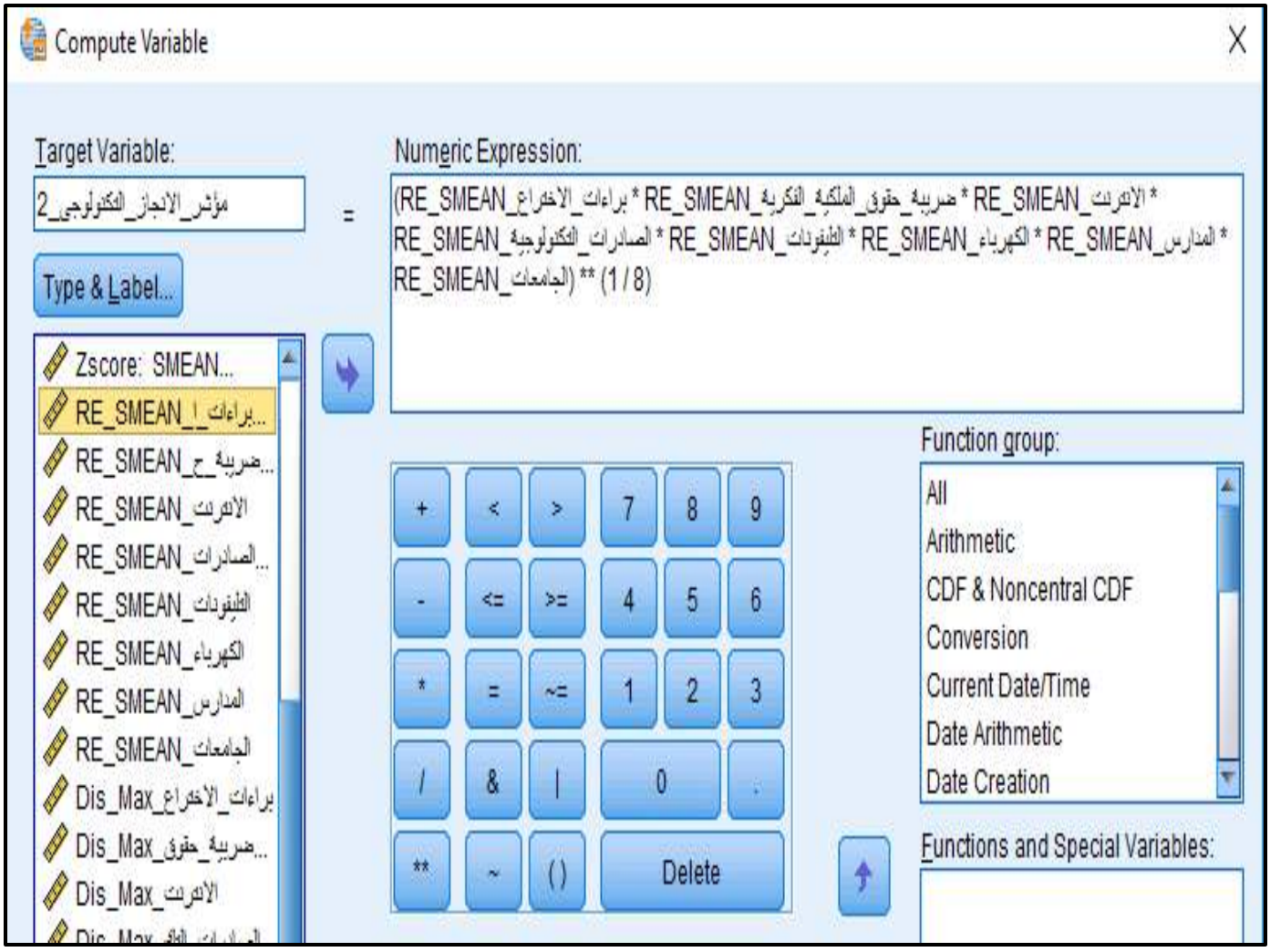
4. في ملف البيانات Data View، سيظهر متغير جديد يحتوي على قيم المؤشر المركب النهائي.

في حالة الأوزان المتساوية:

عندما تكون الأوزان متساوية يتم استخدام المؤشرات الفرعية المُطبعة، ويكون الوسط الهندسي على الشكل التالي:

مؤشر الإنجاز التكنولوجي =

$$\left(\begin{matrix}\text{الإنترنت} * \text{ضريبة حقوق الملكية الفكرية} * \text{براءات الاختراع} \\ * \text{الجامعات} * \text{المدارس} * \text{الكهرباء} * \text{التليفونات} * \text{الصادرات التكنولوجية}\end{matrix}\right)^{\frac{1}{8}}$$



- ✓ في ملف البيانات Data View، سيظهر متغير جديد يحتوي على قيم المؤشر المركب النهائي.

9-7 العرض البياني لمؤشر الإنجاز التكنولوجي:

تتمثل أهمية خطوة العرض البياني للمؤشر في أنها تبرز خلاصة جميع مراحل بناء المؤشر. تتنوع وتتعدد طرق العرض البياني بداية من العرض الجدولى البسيط إلى الرسومات متعددة الأبعاد الأكثر تعقيدًا وفيما يلي عرض لبعض طرق العرض البياني للمؤشرات المركبة:

1) الشكل الجدولى Tabular form:

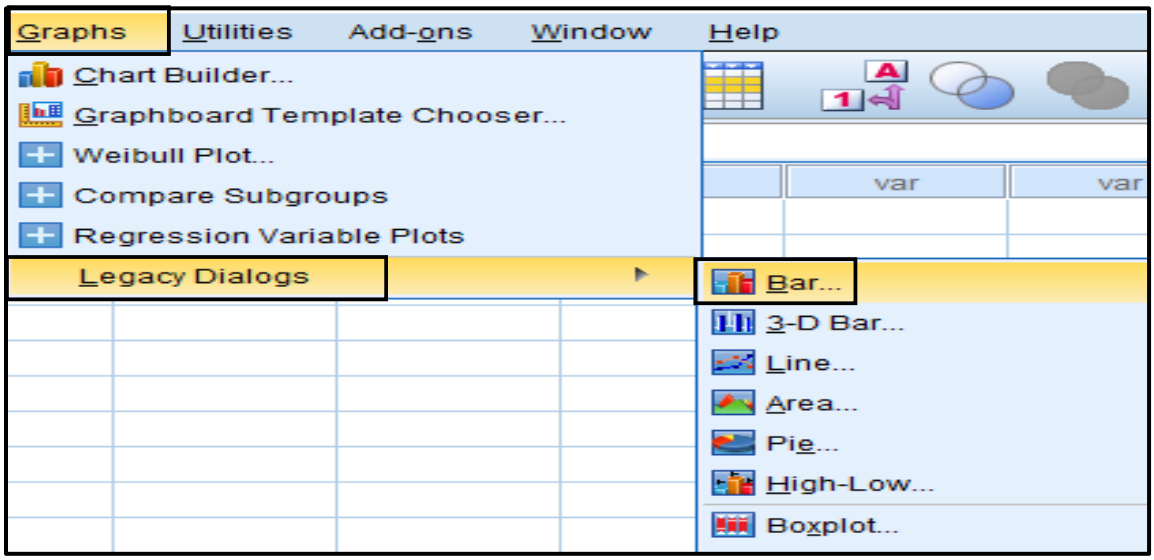
من أبسط طرق العرض البياني حيث يتم تمثيل قيم المؤشر المركب في صورة جدول، أو يتم تمثيل ترتيب الدول أو كليهما وعادة ما يتم الترتيب في شكل تنازلي، وفيما يلي ترتيب وقيم أعلي عشرة دول في مؤشر الإنجاز التكنولوجي:

الترتيب	الدولة	قيمة مؤشر الإنجاز التكنولوجي
1	الولايات المتحدة الامريكية	0.8
2	السويد	0.78
3	المملكة المتحدة	0.69
4	فنلندا	0.67
5	ألمانيا	0.66
6	هولندا	0.66
7	كندا	0.64
8	أيرلندا	0.64
9	اليابان	0.63
10	نيوزيلندا	0.61

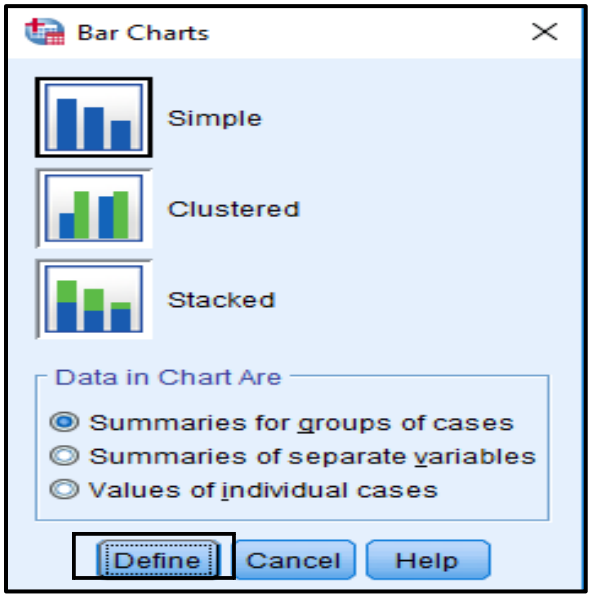
2) شكل الأعمدة البيانية Bar chart:

تتمثل هذه الطريقة في عرض قيم المؤشر المركب لكل دولة في صورة عمود كما يلي:

1. أنقر على Graphs ثم Legacy Dialogs ثم Bar كما يلي:

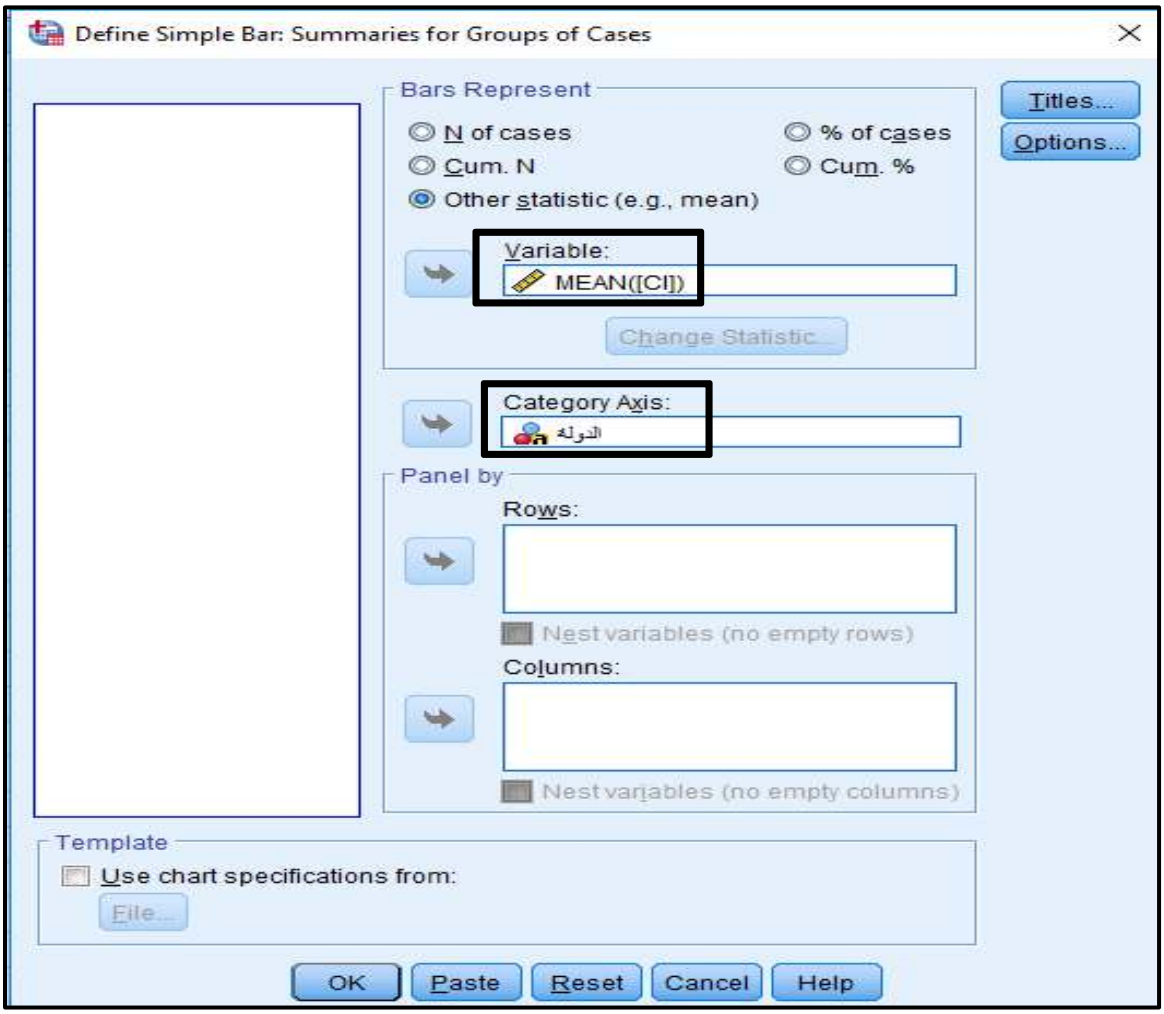


2. سيظهر المربع الحواري التالي، أنقر على Define.

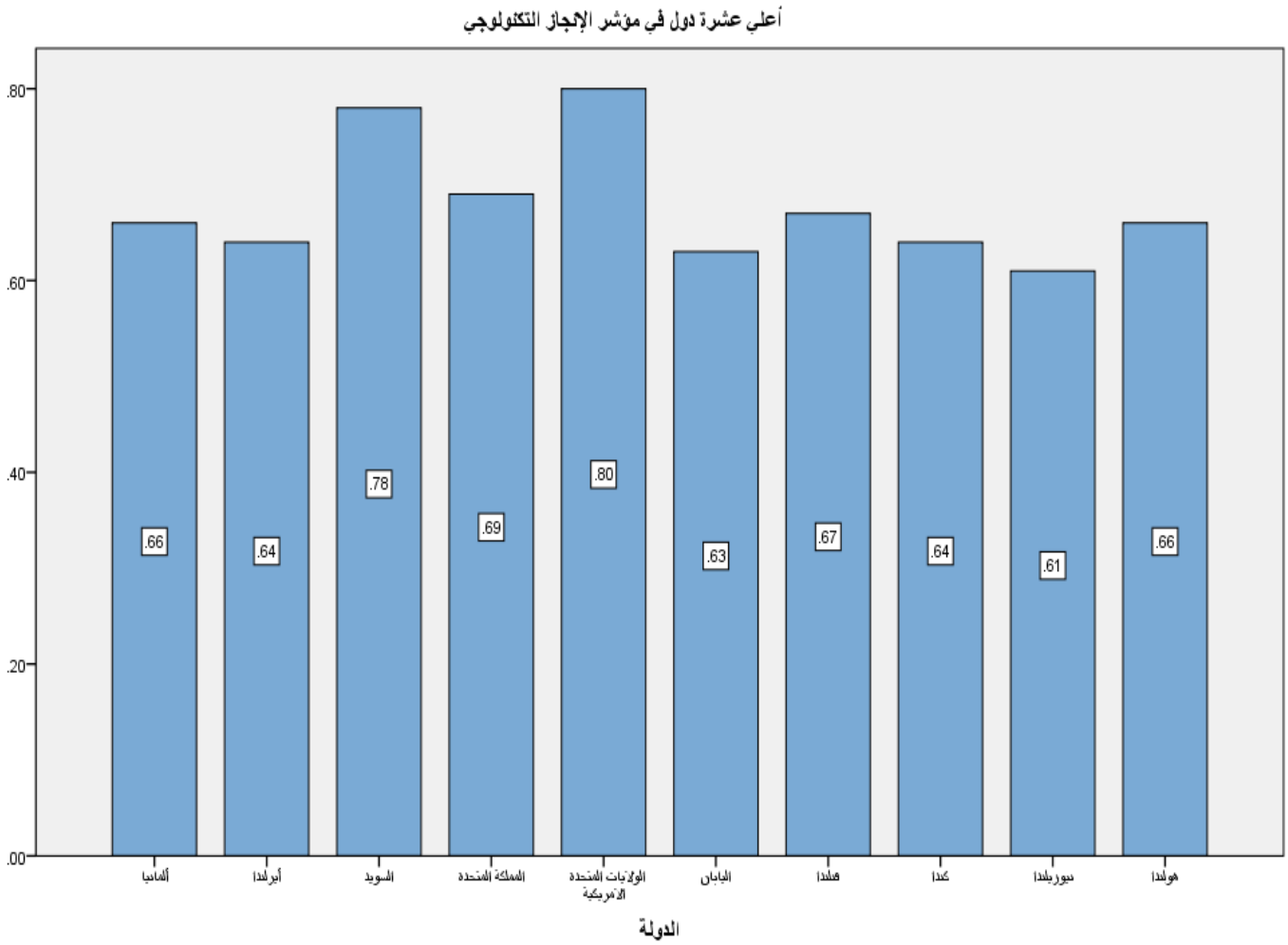


3. عند خانة Bars Represent، أختر Other statistic، ثم أختر المؤشر المركب المُراد رسم قيمه.

4. عند خانة Category Axis، أختر متغير الدولة ليتم وضع اسم الدول المختلفة على الرسم.



✓ في ملف النتائج Output، يتم الحصول على ما يلي:



هناك المزيد من طرق العرض البياني مثل شكل الخط الزمني Line chart والمخطط النسيجي Radar char وغيرها من الطرق ولكن لن نتطرق ليهم في هذا الفصل من الدليل.

الفصل العاشر

المؤشرات المركبة بين النظرية والتطبيق

Chapter ten

Composite indicators between theory and practice

يتكون هذا الفصل من مبحثين، يناقش المبحث الأول المنهجية الخاصة ببناء عدد 100 مؤشر مركب عالمي، ويعرض المبحث الثاني عدداً من أهم المؤشرات المركبة العالمية وذلك من خلال توضيح الهدف من المؤشر والمجموعات الفرعية التي يتكون منها، بالإضافة إلى أساليب (التطبيع، ووضع الأوزان، والتجميع) المُستخدمة في تركيب المؤشر المركب، وأخيراً يتم عرض وضع مصر في كل مؤشر.

10-1 المنهجية الخاصة ببناء عدد 100 مؤشر مركب عالمي:

يناقش هذا المبحث المنهجية الخاصة ببناء عدد من المؤشرات المركبة العالمية بالنسبة لنوع المؤشر وذلك من حيث:

1. طرق التطبيع.
2. أساليب اختيار الأوزان.
3. طرق التجميع.

1) طرق التطبيع المُستخدمة وفقاً لنوع المؤشر:

عند دراسة طرق التطبيع في 100 مؤشر مركب عالمي وجد أن أكثر الطرق المستخدمة هي طريقة إعادة القياس (Min-Max) يليها طريقة المعايرة (Z-score) كما هو موضح في جدول رقم (6) التالي:

جدول رقم (6)
طرق التطبيع المُستخدمة وفقاً لنوع المؤشر

		طرق التطبيع					
		المعايرة Z-score	إعادة القياس Min-Max	البعد عن النقطة المرجعية Distance from the reference value	الرتب Ranking	مقاييس فئوية Categorical scale	**الإجمالي**
نوع المؤشر	**بيئي Environment**	2	3	0	0	0	**5**
	اجتماعي Society	3	19	0	0	2	**24**
	اقتصادي Economy	8	22	2	0	0	**32**
	سياسي Politics	1	10	0	1	0	**12**
	تكنولوجي Technology	0	5	2	1	0	**8**
	معلوماتي Information	0	4	0	0	0	**4**
	ابتكاري Innovation	0	4	0	1	0	**5**
	عولمي Globalization	0	9	0	0	1	**10**
	الإجمالي	**14**	**76**	**4**	**3**	**3**	**100**

2) طرق الأوزان المُستخدمة وفقاً لنوع المؤشر:

عند دراسة طرق الأوزان في 100 مؤشر مركب عالمي وجد أن أكثر الطرق استخداماً هي طريقة الأوزان المتساوية (Equal weights) يليها تخصيص الميزانية (Budget allocation) كما هو موضح في جدول رقم (7) التالي:

جدول رقم (7)

طرق الأوزان المُستخدمة وفقاً لنوع المؤشر

		طرق الأوزان					
		الأوزان المتساوية EW	المكونات الرئيسية/ التحليل العاملي PC/FA	تخصيص الميزانية BA	الانحدار Reg.	الرأي العام PP	**الإجمالي**
نوع المؤشر	**بيئي Environment**	4	0	1	0	0	**5**
	اجتماعي Society	14	1	9	0	0	**24**
	اقتصادي Economy	24	0	5	2	1	**32**
	سياسي Politics	9	0	2	1	0	**12**
	تكنولوجي Technology	5	0	3	0	0	**8**
	معلوماتي Information	2	0	2	0	0	**4**
	ابتكاري Innovation	4	0	0	1	0	**5**
	عولمي Globalization	5	0	5	0	0	**10**
	الإجمالي	**67**	**1**	**27**	**4**	**1**	**100**

3) طرق التجميع المُستخدمة وفقاً لنوع المؤشر:

عند دراسة طرق التجميع في 100 مؤشر مركب عالمي وجد أن أكثرها استخداماً هي الوسط الحسابي (Arithmetic Mean) يليها الوسط الهندسي (Geometric Mean) كما هو موضح في جدول رقم (8) التالي:

جدول رقم (8)

طرق التجميع المُستخدمة وفقاً لنوع المؤشر

نوع المؤشر		طرق التجميع			
		الوسط الحسابي Arithmetic Mean	الوسط الهندسي Geometric Mean	طريقة المعايير المتعددة غير التعويضية (MCA)	**الإجمالي**
	بيئي Environment	4	1	0	**5**
	اجتماعي Society	21	3	0	**24**
	اقتصادي Economy	27	5	0	**32**
	سياسي Politics	11	0	1	**12**
	تكنولوجي Technology	8	0	0	**8**
	معلوماتي Information	3	1	0	**4**
	ابتكاري Innovation	5	0	0	**5**
	عولمي Globalization	10	0	0	**10**
	الإجمالي	**89**	**10**	**1**	**100**

10-2 بعض المؤشرات المركبة العالمية:

وفيما يلي بعض المؤشرات المركبة العالمية التي سيتم عرضها بشيء من التفصيل:

1) مؤشر التنمية البشرية Human Development Index (HDI).

2) مؤشر القدرة الإحصائية Statistical Capacity Index (SCI).

3) مؤشر الجوع العالمي Global Hunger Index (GHI).

4) مؤشر الفجوة النوعية العالمي Global Gender Gap Index (GGGI).

5) مؤشر الحرية الاقتصادية Index of Economic Freedom.

6) مؤشر المعرفة العالمي Global Knowledge Index (GKI).

7) مؤشر إدارة المخاطر Index for Risk Management (INFORM).

8) مؤشر سيادة القانون Rule of Law Index (RLI).

9) مؤشر الابتكار العالمي Global Innovation Index (GII).

10) مؤشر الازدهار لمعهد ليجاتوم Legatum Prosperity Index (LPI).

مؤشر التنمية البشرية

Human Development Index (HDI)

يعبر مؤشر التنمية البشرية عن مستوى رفاهية الشعوب في العالم وذلك بغرض تنمية الدول وتحسين أوضاع المواطنين فيها. يقيس المؤشر متوسط الإنجازات المُحققة في دولة ما في ثلاثة محاور أساسية للتنمية وهي:

1) حياة مديدة وصحية Long and healthy life.

2) المعرفة Knowledge .

3) مستوى معيشة لائق A decent standard of living.

جهة الإصدار

برنامج الأمم المتحدة الإنمائي

United Nations Development Programme (UNDP)

الدورية

يُصدر هذا المؤشر سنوياً منذ عام 1990

التطبيع

طريقة إعادة القياس

Re-scaling (Min-Max) method

الأوزان

طريقة الأوزان المتساوية

Equal weights

التجميع

طريقة الوسط الهندسي

Geometric Mean

هيكل مؤشر التنمية البشرية Human Development Index (HDI):

يتكون مؤشر التنمية البشرية من ثلاثة محاور، كل محور يتكون من مؤشر فرعى أو أكثر كما يلي:

تتراوح قيمة مؤشر التنمية البشرية Human Development Index (HDI) بين 1 (أفضل قيمة) وصفر (أقل قيمة) لعدد 189 دولة، حيث كانت أعلى دولة هي النرويج بقيمة 0.957 نقطة، **وتحتل مصر المرتبة 116 بقيمة 0.707 نقطة**، بينما كانت أقل دولة هي النيجر بقيمة 0.394 نقطة وذلك وفقاً لتقرير التنمية البشرية عام 2020.

لمزيد من التفاصيل حول مؤشر التنمية البشرية يمكن الرجوع للروابط التالية:

http://hdr.undp.org/en/content/latest-human-development-index-ranking

http://hdr.undp.org/en/global-reports

https://www.coursehero.com/file/100015863/hdr2020-technical-notespdf/

مؤشر القدرة الإحصائية

Statistical Capacity Index (SCI)

القدرة الإحصائية هي قدرة الدولة على جمع وتحليل ونشر بيانات عالية الجودة حول سكانها واقتصادها، وبالتالي يهدف هذا المؤشر إلى قياس قدرة الدول على تلبية احتياجات المستخدمين بإحصاءات رسمية ذات جودة ودقة وكفاءة عالية، أيضاً بالتكلفة المناسبة للمستخدمين وذلك من خلال ثلاثة محاور رئيسية هى:

1) المنهجية Methodology.

2) الدورية Knowledge .

3) مصدر البيانات A decent standard of living.

جهة الإصدار

البنك الدولي

World Bank

الدورية

يُصدر هذا المؤشر سنوياً منذ عام

2004

التطبيع

طريقة إعادة القياس

Re-scaling (Min-Max) method

الأوزان

طريقة الأوزان المتساوية

Equal weights

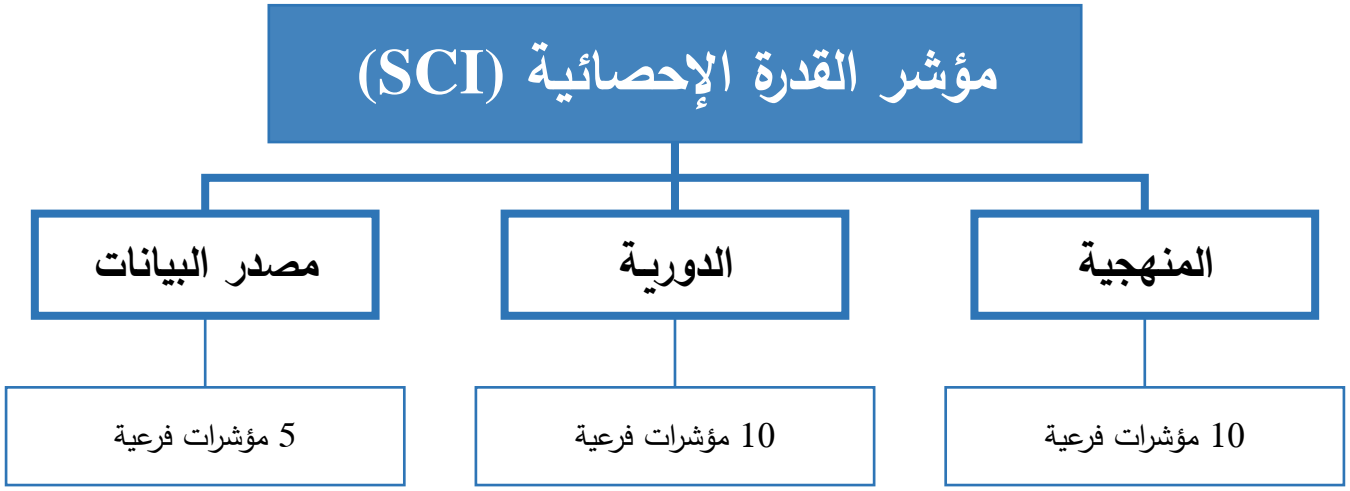
التجميع

طريقة الوسط الحسابي

Arithmetic Mean

هيكل مؤشر القدرة الإحصائية Statistical Capacity Index (SCI):

يتكون مؤشر القدرة الإحصائية من 25 مؤشر فرعى مقسمين على ثلاثة محاور كما يلي:



تتراوح قيمة مؤشر القدرة الإحصائية Statistical Capacity Index (SCI) بين 100 (أعلى قيمة) وصفر (أقل قيمة) لعدد 154 دولة، حيث كانت أعلى دولة هي أرمينيا بقيمة 94.4 نقطة، **وتحتل مصر المرتبة 15 بقيمة 82.2 نقطة**، بينما كانت أقل دولة هي سوريا بقيمة 22.2 نقطة وذلك وفقاً لمؤشر القدرة الإحصائية عام 2020.

لمزيد من التفاصيل حول مؤشر القدرة الإحصائية يمكن الرجوع للروابط التالية:

https://datatopics.worldbank.org/statisticalcapacity/

databank.worldbank.org/source/statistical-capacity-indicators#

مؤشر الجوع العالمي

Global Hunger Index (GHI)

هو أداة مصممة لقياس الجوع وتتبعه بشكل شامل على المستويات العالمية والإقليمية والوطنية. تم تصميم مؤشر الجوع العالمي لزيادة الوعي وفهم الكفاح ضد الجوع، وتوفير وسيلة لمقارنة مستويات الجوع بين الدول والمناطق المختلفة، ولفت الانتباه إلى تلك المناطق من العالم التي ترتفع فيها مستويات الجوع والتي تحتاج إلى بذل جهود إضافية للقضاء على الجوع وذلك من خلال ثلاثة محاور رئيسية هي:

1) عدم كفاية الإمدادات الغذائية Inadequate food supply.
2) سوء تغذية الأطفال Child undernutrition.
3) معدل وفيات الأطفال Child mortality.

جهة الإصدار

المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية

International Food Policy Research Institute (IFPRI)

الدورية

يُصدر هذا المؤشر سنوياً منذ عام 2006

التطبيع

طريقة البعد عن القيمة المرجعية

Distance from the reference value

الأوزان

طريقة الأوزان المتساوية

Equal weights

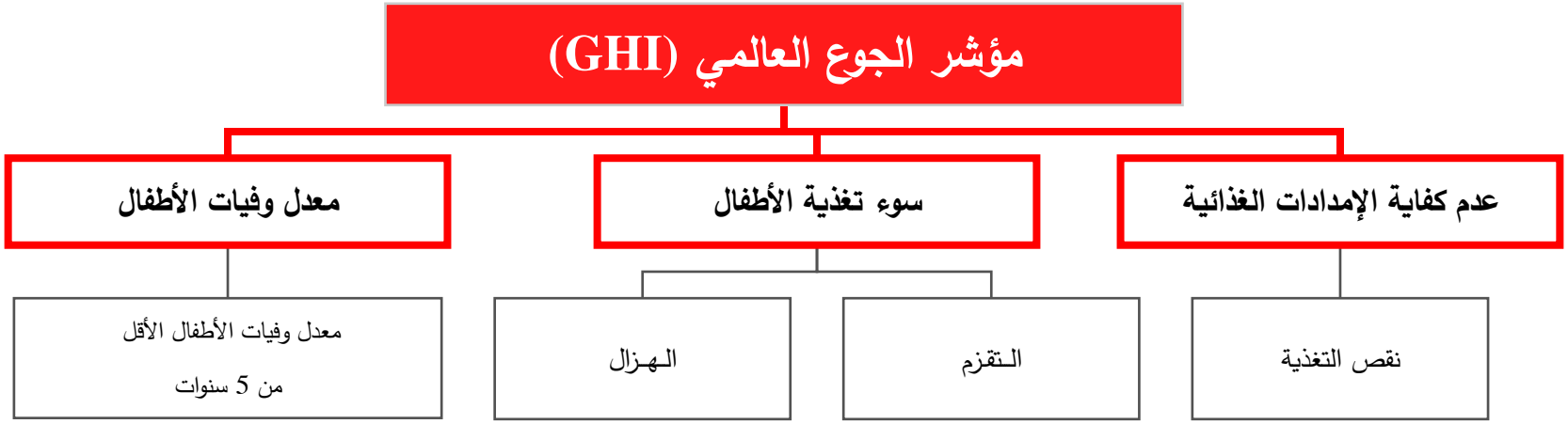
التجميع

طريقة الوسط الحسابي

Arithmetic Mean

هيكل مؤشر الجوع العالمي Global Hunger Index (GHI):

يتكون مؤشر الجوع العالمى من ثلاثة محاور، كل محور يتكون من مؤشر فرعى أو أكثركما يلي:



تتراوح قيمة مؤشر الجوع العالمي Global Hunger Index (GHI) بين صفر أى أفضل درجة ممكنة (لا جوع) و100 هي الأسوأ (أعلى درجة ممكنة من المجاعات) لعدد 107 دولة، لم يتم تخصيص رتب فردية للدول الـ 17 الأولي التي حصلت على قيمة أقل من 5 نقطة، بل تم تصنيفها مجتمعة في الفئة من 1 إلى 17حيث أن الاختلافات بين قيمهم ضئيلة، **وتحتل مصر المرتبة 54 بقيمة 11.9 نقطة**، بينما كانت أسوا دولة هي تشاد بقيمة 44.7 نقطة وذلك وفقاً لمؤشر الجوع العالمى عام 2020.

لمزيد من التفاصيل حول مؤشر الجوع العالمي يمكن الرجوع للرابط التالي:

https://www.globalhungerindex.org/results.html

مؤشر فجوة النوع العالمية

Global Gender Gap Index (GGGI)

يصنف مؤشر فجوة النوع العالمية الدول وفقاً للفجوات بين الجنسين في المعايير الاقتصادية والتعليمية والصحية والسياسية حيث أنه يُقيم الدول بناءً على نجاحها في تقسيم الموارد والفرص المتاحة للسكان بين الذكور والإناث بغض النظر عن المستويات الإجمالية لهذه الموارد والفرص وذلك من خلال أربعة محاور أساسية هي:

1) المشاركة الأقتصادية والفرص Economic Participation and Opportunity.
2) التحصيل العلمي Educational Attainment.
3) الصحة والبقاء على قيد الحياة Health and Survival.
4) التمكين السياسي Political Empowerment.

جهة الإصدار

المنتدى الاقتصادي العالمي

World Economic Forum

الدورية

يُصدر هذا المؤشر سنوياً منذ عام

2006

التطبيع

طريقة المعايرة

Standardization (Z-score) method

الأوزان

طريقة الأوزان المتساوية

Equal weights

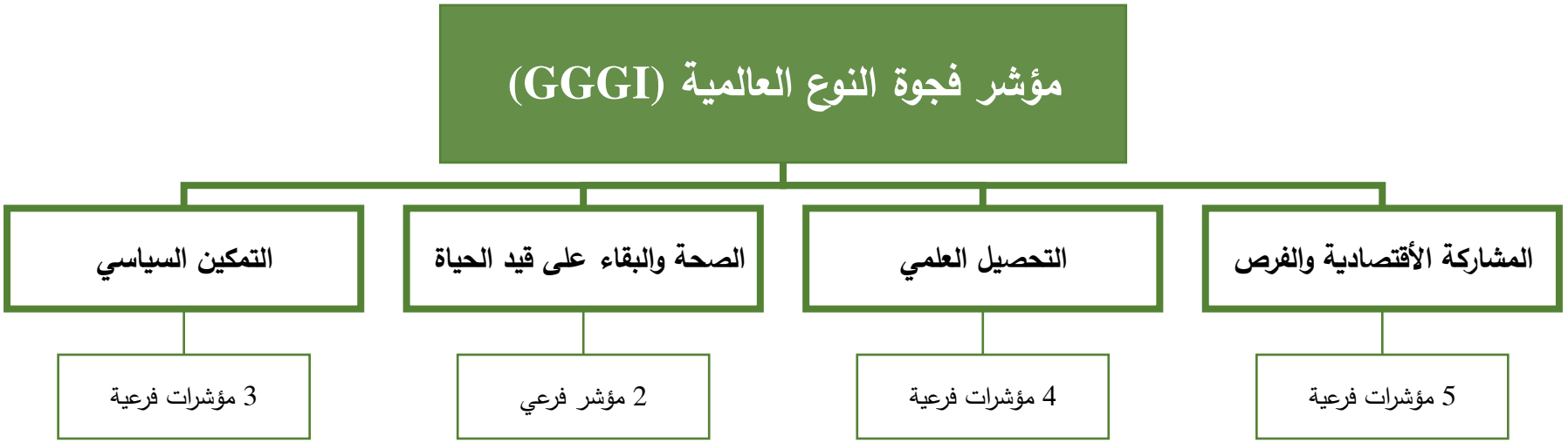
التجميع

طريقة الوسط الحسابي

Arithmetic Mean

هيكل مؤشر فجوة النوع العالمية Global Gender Gap Index (GGGI):

يتكون مؤشر فجوة النوع العالمية من 14 مؤشر فرعى مقسمين على أربعة محاور كما يلي:



تتراوح قيمة مؤشر الفجوة النوعية العالمي Global Gender Gap Index (GGGI) بين الواحد الصحيح أى أفضل درجة ممكنة (المساواة التامة بين الجنسين) وصفر هي الأسوأ (عدم المساواة بين الجنسين) لعدد 153 دولة، حيث كانت أعلى دولة هي أيسلندا بقيمة 0.877 نقطة، **وتحتل مصر المرتبة 134 بقيمة 0.629 نقطة**، بينما كانت أقل دولة هي اليمن بقيمة 0.494 نقطة وذلك وفقاً لتقرير فجوة النوع العالمية عام 2020.

لمزيد من التفاصيل حول مؤشر الفجوة النوعية العالمي يمكن الرجوع للرابط التالي:

http://www3.weforum.org/docs/WEF_GGGR_2020.pdf

مؤشر الحرية الاقتصادية

Index of Economic Freedom

الحرية الاقتصادية هي عنصر حاسم في رفاهية الإنسان ومصدراً حيوياً في الحفاظ على مجتمع مدني حر، وبالتالي يركز مؤشر الحرية الاقتصادية على أربعة محاور أساسية من البيئة الاقتصادية التي تمارس الحكومات عادةً السيطرة على السياسة فيها، وهذه المحاور هى :

1) سيادة القانون Rule of Law.
2) حجم الحكومة Government Size.
3) الكفاءة التنظيمية Regulatory Efficiency.
4) فتح الأسواق Open Markets.

جهة الإصدار

مؤسّسة هيريتيج

The Heritage Foundation

الدورية

يُصدر هذا المؤشر سنوياً منذ عام

1995

التطبيع

طريقة إعادة القياس

Re-scaling (Min-Max) method

الأوزان

طريقة الأوزان المتساوية

Equal weights

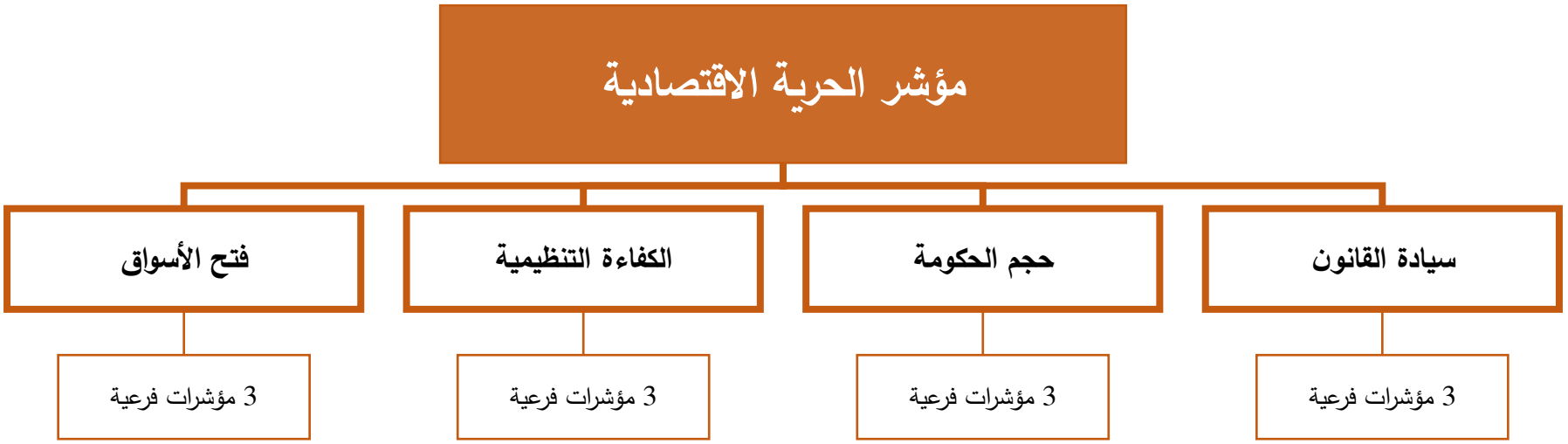
التجميع

طريقة الوسط الحسابي

Arithmetic Mean

هيكل مؤشر الحرية الاقتصادية Index of Economic Freedom:

يتكون مؤشر الحرية الاقتصادية من أربعة محاور، كل محور يتكون من 3 مؤشرات فرعية كما يلي:



تتراوح قيمة مؤشر الحرية الاقتصادية Index of Economic Freedom بين 100 أي أفضل درجة، وصفر أي أقل درجة لعدد 180 دولة، حيث كانت أعلى دولة هي سنغافورة بقيمة 89.4 نقطة، **وتحتل مصر المرتبة 142 بقيمة 54 نقطة**، بينما كانت أقل دولة هي كوريا الشمالية بقيمة 4.2 نقطة وذلك وفقاً لتقرير الحرية الاقتصادية عام 2020.

لمزيد من التفاصيل حول مؤشر الحرية الاقتصادية يمكن الرجوع للرابط التالي:

https://www.heritage.org/index/ranking

مؤشر المعرفة العالمي

Global Knowledge Index (GKI)

يهدف مؤشر المعرفة العالمي الي تقديم فهم منهجي للمعرفة من خلال تقسيم المفهوم الي مكوناته الأساسية، ومن ثم التعرف على طبيعة الأبعاد المتعددة لأنظمة المعرفة في جميع السياقات والتطبيقات المتعلقة بالنواحي الاقتصادية والاجتماعية. وهذا يسمح باستكشاف سياسات المعرفة في القطاعات المختلفة بشكل أكثر وضوحًا وفائدة. كما أنه يتيح إيجاد مزيد من الروابط بين التنمية والمعرفة بالاستناد الى العلم والأدلة وذلك من خلال سبعة محاور أساسية هي:

1) التعليم قبل الجامعى Pre-University Education.
2) التعليم العالي Higher Education.
3) الاقتصاد Economy.
4) البيئات التمكينية General Enabling Environment.
5) التعليم التقني والتدريب المهني
Technical and vocational Education and training.
6) البحث والتطوير والابتكار
Research, Development, and Innovation.
7) تكنولوجيا المعلومات والاتصالات
Information And Communications Technology.

جهة الإصدار

مؤسّسة محمد بن راشد آل مكتوم
للمعرفة وبرنامج الأمم المتحدة
الإنمائي

الدورية

يُصدر هذا المؤشر سنوياً منذ عام
2017

التطبيع

طريقة إعادة القياس
Re-scaling (Min-Max) method

الأوزان

طريقة تخصيص الميزانية
Budget allocation method

التجميع

طريقة الوسط الحسابي
Arithmetic Mean

هيكل مؤشر المعرفة العالمي Global Knowledge Index (GKI):

يتكون مؤشر المعرفة العالمي من سبعة محاور رئيسية بإجمالي 132 مؤشر فرعي كما يلي:

تتراوح قيمة مؤشر المعرفة العالمي Global Knowledge Index (GKI) بين 100 أي أفضل درجة، وصفر أي أقل درجة لعدد 138 دولة، حيث كانت أعلى دولة هي سويسرا بقيمة 73.6 نقطة، **وتحتل مصر المرتبة 72 بقيمة 45 نقطة**، بينما كانت أقل دولة هي تشاد بقيمة 21.5 نقطة وذلك وفقاً لتقرير المعرفة العالمي عام 2020.

لمزيد من التفاصيل حول مؤشر المعرفة العالمي يمكن الرجوع للرابط التالي:

https://knowledge4all.com/ar/HeatMap

مؤشر إدارة المخاطر

Index for Risk Management (INFORM)

يُستخدم مؤشر إدارة المخاطر لقياس مخاطر الأزمات والكوارث الإنسانية وذلك للمساعدة في منعها وتخفيفها والاستعداد لها على نحو أفضل، كما إنه يحدد أين يمكن أن تحدث أزمات تتطلب مساعدة دولية وكيفية التصدي لها. يتكون مؤشر إدارة المخاطر من ثلاثة محاور رئيسية هى:

1) الخطر والتعرض Hazard & Exposure.
2) القابلية للتأثر Vulnerability.
3) عدم القدرة على التكيف Lack of Coping Capacity.

جهة الإصدار

مركز البحوث المشتركة

The Joint Research Centre (JRC)

الدورية

يُصدر هذا المؤشر سنوياً منذ عام 2014

التطبيع

طريقة إعادة القياس

Re-scaling (Min-Max) method

الأوزان

طريقة الأوزان المتساوية

Equal weights

التجميع

طريقة الوسط الهندسي

Geometric Mean

هيكل مؤشر إدارة المخاطر Index for Risk Management (INFORM):

يتكون مؤشر إدارة المخاطر من ثلاثة محاور، كل محور يتكون من مؤشرين فرعيين، كل مؤشر فرعي يتكون من عدد من المتغيرات بإجمالي 21 متغير كما يلي:

تتراوح قيمة مؤشر إدارة المخاطر Index for Risk Management (INFORM) بين 10 أي أعلى درجة مخاطرة، وصفر أي أقل درجة مخاطرة لعدد 191 دولة، حيث كانت أعلى دولة هي الصومال بقيمة 8.9 نقطة، **وتحتل مصر المرتبة 52 بقيمة 5.1 نقطة**، بينما أقل دولة كانت سنغافورة بقيمة 0.5 نقطة وذلك وفقاً لتقرير إدارة المخاطر عام 2020.

لمزيد من التفاصيل حول مؤشر إدارة المخاطر يمكن الرجوع للرابط التالي:

https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/inform-index/INFORM-Risk

مؤشر سيادة القانون

Rule of Law Index (RLI)

تُحد سيادة القانون من الفساد، وتحارب الفقر والمرض، وتحمى الناس من الظلم، كما أنها أساس العدالة والسلام ودعامة التنمية في المجتمعات لذلك فإن مؤشر سيادة القانون هو المحاولة الأولى لقياس سيادة القانون بشكل منهجي وشامل حيث يقيس هذا المؤشر مدي الالتزام بسيادة القانون في العديد من الدول في جميع أنحاء العالم وذلك من خلال ثمانية محاور رئيسية هي:

1) القيود على صلاحيات الحكومة Constraints on Government Powers.
2) غياب الفساد Absence of Corruption.
3) انفتاح الحكومة Open Government.
4) الحقوق الأساسية Fundamental Rights.
5) النظام والأمن Order and Security.
6) التنظيم الإجباري Regulatory Enforcement.
7) العدالة المدنية Civil Justice.
8) العدالة الجنائية Criminal Justice.

جهة الإصدار

مشروع العدالة الاجتماعية

World Justice Project

الدورية

يُصدر هذا المؤشر سنوياً منذ عام

2008

التطبيع

طريقة إعادة القياس

Re-scaling (Min-Max) method

الأوزان

طريقة الأوزان المتساوية

Equal weights

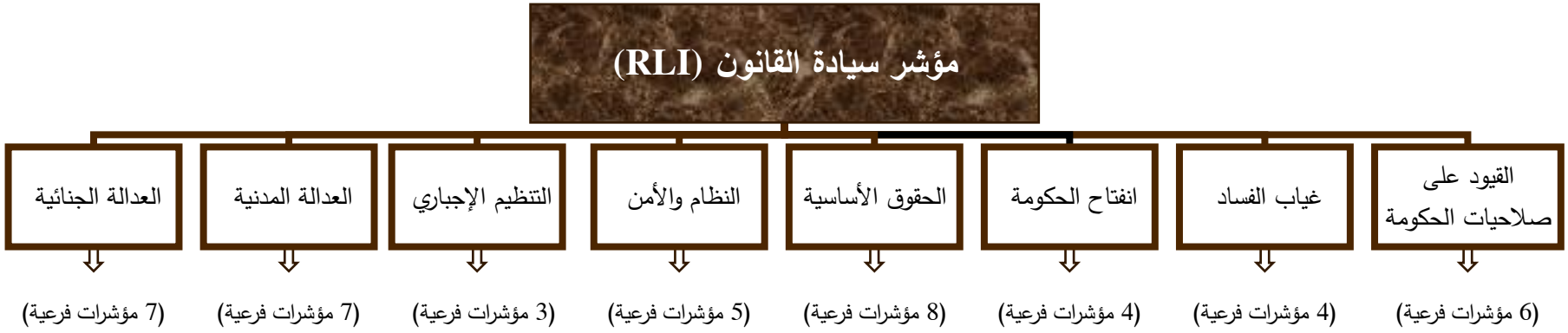
التجميع

طريقة الوسط الحسابي

Arithmetic Mean

هيكل مؤشر سيادة القانون Rule of Law Index (RLI):

يتكون مؤشر سيادة القانون من 44 مؤشر فرعي مقسمين عل ثمانية محاور رئيسية كما يلي:



تتراوح قيمة مؤشر سيادة القانون Rule of Law Index (RLI) بين 1 أي أقوى التزام بسيادة القانون، وصفر أي أقل التزام بسيادة القانون لعدد 128 دولة، حيث كانت أعلى دولة هي الدنمارك بقيمة 0.90 نقطة، **وتحتل مصر المرتبة 125 بقيمة 0.36 نقطة**، بينما كانت أقلٍ دولة هي فنزويلا بقيمة 0.27 نقطة وذلك وفقاً لتقرير سيادة القانون عام 2020.

لمزيد من التفاصيل حول مؤشر سيادة القانون يمكن الرجوع للرابط التالي:

https://worldjusticeproject.org/our-work/publications/rule-law-index-reports

مؤشر الابتكار العالمي

Global Innovation Index (GII)

يعتبر الابتكار أمر هام لقيادة التقدم الاقتصادي والقدرة التنافسية لكل من الاقتصادات المتقدمة والنامية، وتضع حكومات كثيرة الابتكار في قلب استراتيجيات نموها، ويركز مؤشر الابتكار العالمي على تمويل الابتكارات. ويتطرق إلى سُبل تمويل الابتكار، وكيفية تشجيع ريادة الأعمال القائمة على الابتكار والنمو الاقتصادي. كما يُناقش تأثير الفجوة بين الدول في تمويل الابتكار على أدائها، ومدى مساهمة آليات التمويل في البيئة الشاملة للابتكار، والحوافز الحكومية لقطاع ريادة الأعمال، وتمويل العلوم والملكية الفكرية كأحد أصول الابتكار وذلك من خلال 7 محاور هي:

1) المؤسسات Institutions.
2) البحث ورأس المال البشري Human capital and research.
3) البنية التحتية Infrastructure.
4) تطور السوق Market Sophistication.
5) تطور بيئة العمل Business sophistication.
6) مخرجات المعرفة والتكنولوجيا Knowledge and technology outputs.
7) مخرجات إبداعية Creative outputs .

جهة الإصدار

The World Intellectual Property Organization (WIPO), Cornell University, and INSEAD

الدورية

يُصدر هذا المؤشر سنوياً منذ عام 2007

التطبيع

طريقة إعادة القياس

Re-scaling (Min-Max) method

الأوزان

طريقة الأوزان المتساوية

Equal weights

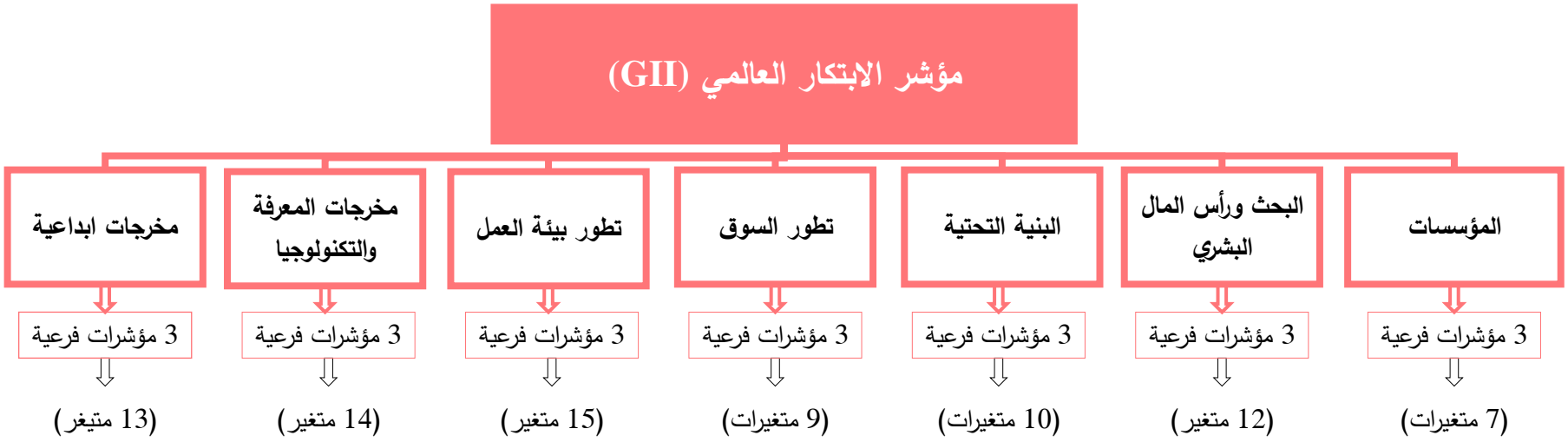
التجميع

طريقة الوسط الحسابي

Arithmetic Mean

هيكل مؤشر الابتكار العالمي Global Innovation Index (GII):

يتكون مؤشر الابتكار العالمي من 7 محاور، كل محور يتكون من 3 مؤشرات فرعية، كل مؤشر فرعي يحتوي على عدد من المتغيرات بإجمالي **80** متغير لكل المؤشرات الفرعية كما يلي:



تتراوح قيمة مؤشر الابتكار العالمي Global Innovation Index (GII) بين 100 (أعلى قيمة) وصفر (أقل قيمة) لعدد 131 دولة، حيث كانت أعلى دولة هي سويسرا بقيمة 66.08 نقطة، **وتحتل مصر المرتبة 96 بقيمة 24.23 نقطة**، بينما كانت أقل دولة هي اليمن بقيمة 13.56 نقطة وذلك وفقاً لتقرير الابتكار العالمي عام 2020.

لمزيد من التفاصيل حول مؤشر الابتكار العالمي يمكن الرجوع للرابط التالي:

https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2020.pdf

مؤشر الازدهار لمعهد ليجاتوم

Legatum Prosperity Index (LPI)

يهدف هذا المؤشر الى توضيح كيفية تحرك الدول نحو الرخاء وذلك من خلال تحديد المسارات التي تقود من الفقر إلى الازدهار، يسعى مؤشر الازدهار إلى إعادة تعريف الطريقة التي نقيس بها النجاح الوطني مما يجعله مقياساً رسمياً للتقدم البشري، حيث يقدم رؤية فريدة حول كيفية تكوين الرخاء والتغيير في جميع أنحاء العالم وذلك من خلال 3 محاور أساسية هي:

1) المجتمعات الشاملة Inclusive Societies.

2) الاقتصاديات المفتوحة Open Economies.

3) الأشخاص المتمكنون Empowered People.

جهة الإصدار

معهد ليجاتوم

Legatum Institute

الدورية

يُصدر هذا المؤشر سنوياً منذ عام

2007

التطبيع

طريقة البعد عن القيمة المرجعية

Distance from the reference value

الأوزان

طريقة الأوزان المتساوية

Equal weights

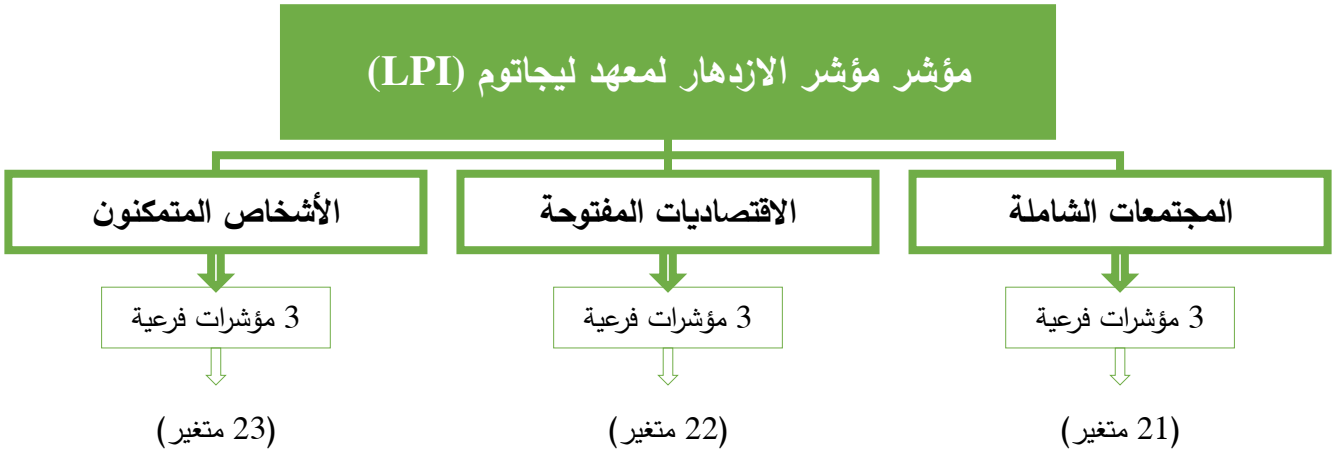
التجميع

طريقة الوسط الحسابي

Arithemetic Mean

هيكل مؤشر الازدهار لمعهد ليجاتوم Legatum Prosperity Index (LPI):

يتكون مؤشر الازدهار من 3 محاور، كل محور يتكون من 4 مؤشرات فرعية، كل مؤشر فرعي يتكون من عدد من المتغيرات بإجمالي 66 متغير كما يلي:



تتراوح قيمة مؤشر الازدهار لمعهد ليجاتوم Legatum Prosperity Index (LPI) بين 100 أي أعلى درجة ازدهار، وصفر أي أقل درجة للازدهار لعدد 167 دولة، حيث كانت أعلى دولة هي الدنمارك بقيمة 84.37 نقطة، **وتحتل مصر المرتبة 121 بقيمة 47.98 نقطة**، بينما كانت أقل دولة هي جنوب السودان بقيمة 27.89 نقطة وذلك وفقاً لتقرير مؤشر الازدهار عام 2020.

لمزيد من التفاصيل حول مؤشر الازدهار لمعهد ليجاتوم يمكن الرجوع للرابط التالي:

https://www.prosperity.com/

الخلاصة

Conclusion

يهدف هذا الدليل إلي تقديم الباحثين إلي منهجية بناء المؤشرات المركبة التي تساعد في قياس الظواهر متعددة الأبعاد والتي لا يمكن قياسها باستخدام مؤشر فردي واحد. يتم بناء المؤشرات المركبة من خلال تطبيق مجموعة من الخطوات التي توضح كيفية بناء مؤشر مركب جيد.

تتمثل خطوات بناء المؤشر المركب في ثمان خطوات أساسية هى: (1) بناء الإطار النظري، (2) اختيار المؤشرات الفرعية، (3) المعالجة الأولية للبيانات، (4) التطبيع، (5) التماسك الإحصائي، (6) الأوزان، (7) التجميع، (8) العرض البياني.

تم تطبيق هذه الخطوات باستخدام حزمة البرامج SPSS. كما تم عرض المنهجية المستخدمة في بناء 100 مؤشر مركب عالمي وأيضاً عرض الخطوات التفصيلية المستخدمة في بناء عشرة من أهم المؤشرات المركبة العالمية. ويوضح هذا الدليل أنه بالرغم من وجود خطوات رئيسية لبناء المؤشرات المركبة إلا أن تفاصيل تطبيق هذه الخطوات قد تختلف من مؤشر لأخر.

ملحق: بيانات مؤشر الإنجاز التكنولوجي

	الدولة	براءات الاختراع	ضريبة حقوق الملكية الفكرية	الإنترنت	الصادرات التكنولوجية	التليفونات	الكهرباء	المدارس	الجامعات
1	فنلندا	187	125.6	200.2	50.7	3.08	4.15	10	27.4
2	الولايات المتحدة الامريكية	289	130	179.1	66.2	3	4.07	12	13.9
3	السويد	271	156.6	125.8	59.7	3.1	4.14	11.4	15.3
4	اليابان	994	64.6	49	80.8	3	3.86	9.5	10
5	كوريا	779	9.8	4.8	66.7	2.97	3.65	10.8	23.2
6	هولندا	189	151.2	136	50.9	3.02	3.77	9.4	9.5
7	المملكة المتحدة	82	134	57.4	61.9	3.02	3.73	9.4	14.9
8	كندا	31	38.6	108	48.7	2.94	4.18	11.6	14.2
9	استراليا	75	18.2	125.9	16.2	2.94	3.94	10.9	25.3

	الدولة	براءات الاختراع	ضريبة حقوق الملكية الفكرية	الإنترنت	الصادرات التكنولوجية	التليفونات	الكهرباء	المدارس	الجامعات
10	**سنغافورة**	8	25.5	72.3	74.9	2.95	3.83	7.1	24.2
11	**ألمانيا**	235	36.8	41.2	64.2	2.94	3.75	10.2	14.4
12	**النرويج**	103	20.2	193.6	19	3.12	4.39	11.9	11.2
13	**أيرلندا**	106	110.3	48.6	53.6	2.97	3.68	9.4	12.3
14	**بلجيكا**	72	73.9	58.9	47.6	2.91	3.86	9.3	13.6
15	**نيوزيلندا**	103	13	146.7	15.4	2.86	3.91	11.7	13.1
16	**النمسا**	165	14.8	84.2	50.3	2.99	3.79	8.4	13.6
17	**فرنسا**	205	33.6	36.4	58.9	2.97	3.8	7.9	12.6
18	**إسرائيل**	74	43.6	43.2	45	2.96	3.74	9.6	11
19	**إسبانيا**	42	8.6	21	53.4	2.86	3.62	7.3	15.6
20	**إيطاليا**	13	9.8	30.4	51	3	3.65	7.2	13
21	**التشيك**	28	4.2	25	51.7	2.75	3.68	9.5	8.2
22	**المجر**	26	6.2	21.6	63.5	2.73	3.46	9.1	7.7

	الدولة	براءات الاختراع	ضريبة حقوق الملكية الفكرية	الإنترنت	الصادرات التكنولوجية	التليفونات	الكهرباء	المدارس	الجامعات
23	سلوفينيا	105	4	20.3	49.5	2.84	3.71	7.1	10.6
24	هونغ كونغ	6		33.6	33.3	3.08	3.72	9.4	9.8
25	سلوفاكيا	24	2.7	10.2	48.7	2.68	3.59	9.3	9.5
26	اليونان			16.4	17.9	2.96	3.57	8.7	17.2
27	البرتغال	6	2.7	17.7	40.7	2.95	3.53	5.9	12
28	بلغاريا	23		3.7	30	2.6	3.5	9.5	10.3
29	بولندا	30	0.6	11.4	36.2	2.56	3.39	9.8	6.6
30	ماليزيا			2.4	67.4	2.53	3.41	6.8	3.3
31	كورواتيا	9		6.7	41.7	2.63	3.39	6.3	10.6
32	المكسيك	1	0.4	9.2	66.3	2.28	3.18	7.2	5
33	قبرص			16.9	23	2.87	3.54	9.2	4
34	الأرجنتين	8	0.5	8.7	19	2.51	3.28	8.8	12
35	رومانيا	71	0.2	2.7	25.3	2.36	3.21	9.5	7.2

	الدولة	براءات الاختراع	ضريبة حقوق الملكية الفكرية	الإنترنت	الصادرات التكنولوجية	التليفونات	الكهرباء	المدارس	الجامعات
36	كوستاريكا		0.3	4.1	52.6	2.38	3.16	6.1	5.7
37	شيلي		6.6	6.2	6.1	2.55	3.32	7.6	13.2
38	أوروجواى	2		19.6	13.3	2.56	3.25	7.6	7.3
39	جنوب أفريقيا		1.7	8.4	30.2	2.43	3.58	6.1	3.4
40	تايلاند	1	0.3	1.6	48.9	2.09	3.13	6.5	4.6
41	ترينيداد وتوباغو			7.7	14.2	2.39	3.54	7.8	3.3
42	بنما			1.9	5.1	2.4	3.08	8.6	8.5
43	البرازيل	2	0.8	7.2	32.9	2.38	3.25	4.9	3.4
44	الفلبين		0.1	0.4	32.8	1.89	2.56	8.2	5.2
45	الصين	1	0.1	0.1	39	2.08	2.87	6.4	3.2
46	بوليفيا	1	0.2	0.3	26	2.05	2.61	5.6	7.7
47	كولومبيا	1	0.2	1.9	13.7	2.37	2.94	5.3	5.2
48	بيرو		0.2	0.7	2.9	2.03	2.81	7.6	7.5

	الدولة	براءات الاختراع	ضريبة حقوق الملكية الفكرية	الإنترنت	الصادرات التكنولوجية	التليفونات	الكهرباء	المدارس	الجامعات
49	جامايكا		2.4	0.4	1.5	2.41	3.35	5.3	1.6
50	إيران	1			2	2.12	3.13	5.3	6.5
51	تونس		1.1		19.7	1.98	2.92	5	3.8
52	باراجواى		35.3	0.5	2	2.14	2.88	6.2	2.2
53	إكوادور			0.3	3.2	2.09	2.8	6.4	6
54	سلفادور		0.2	0.3	19.2	2.14	2.75	5.2	3.6
55	جمهورية الدومينيكان			1.7	5.7	2.17	2.8	4.9	5.7
56	سوريا				1.2	2.01	2.92	5.8	4.6
57	مصر		0.7	0.1	8.8	1.89	2.94	5.5	2.9
58	الجزائر				1	1.73	2.75	5.4	6
59	زيمبابوي			0.5	12	1.56	2.95	5.4	1.6
60	أندونيسيا			0.2	17.9	1.6	2.51	5	3.1
61	هندوراس				8.2	1.76	2.65	4.8	3

	الدولة	براءات الاختراع	ضريبة حقوق الملكية الفكرية	الإنترنت	الصادرات التكنولوجية	التليفونات	الكهرباء	المدارس	الجامعات
62	سريلانكا			0.2	5.2	1.69	2.39	6.9	1.4
63	الهند	1		0.1	16.6	1.45	2.58	5.1	1.7
64	نيكاراجوا			0.4	3.6	1.59	2.45	4.6	3.8
65	باكستان			0.1	7.9	1.38	2.53	3.9	1.4
66	السنغال			0.2	28.5	1.43	2.05	2.6	0.5
67	غانا				4.1	1.08	2.46	3.9	0.4
68	كينيا			0.2	7.2	10.4	2.11	4.2	0.3
69	نيبال			0.1	1.9	1.08	1.67	2.4	0.7
70	تنزانيا				6.7	0.78	1.73	2.7	0.2
71	السودان				0.4	0.95	1.67	2.1	0.7
72	موزامبيق				12.2	0.7	1.73	1.1	0.2

قائمة المراجع

List of references

المراجع العربية:

1) أ.د. أنيس إسماعيل كنجو. (الطبعة الأولي، 2000). الإحصاء والاحتمال. مكتبة العبيكان.

2) أحمد عبد السميع طبيّه. (الطبعة الأولي، 2008). مبادئ الإحصاء. دار البداية.

3) د. بلقاسم العباس. (العدد الخامس والسبعون، 2008). المؤشرات المركبة لقياس تنافسية الدول. المعهد العربي للتخطيط بالكويت.

4) د. بلقاسم العباس. (العدد الخامس والسبعون، 2008). المؤشرات المركبة لقياس تنافسية الدول. المعهد العربي للتخطيط بالكويت.

5) د.ثروت محمد عبد المنعم. (الطبعة الثالثة، 2011). مدخل حديث للإحصاء والاحتمالات. مكتبة العبيكان.

6) د.عبد الرحمن بن محمد سليمان أبو عمَّه، و د.محمود محمد إبراهيم، و د. أنور أحمد عبد الله هندي. (الطبعة الثانية، 1995). الإحصاء التطبيقي. مطابع جامعة الملك سعود.

7) غيث البحر و د. معن التنجي. (2014). التحليل الإحصائي للاستبيانات باستخدام برنامج IBM SPSS Statistics. مركز سبر للدراسات الإحصائية والسياسات العامة.

8) مركز الإحصاء. (دليل رقم 10). دليل مبادئ التحليل الإحصائي، أدلة المنهجية والجودة. أبو ظبي.

9) المكتب الإقليمي للدول العربية التابع لبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي، ومؤسسة محمد بن راشد آل مكتوم للمعرفة. (2020). مؤشر المعرفة العالمي. شركة دار الغرير للطباعة والنشر.

المراجع الانجليزية:

1) CEDEFOP .(2018) .European skills index .Luxembourg: Publications Office of the European Union.
2) Cornell University, I. a. (2020). Global Innovation Index. Ithaca, Fontainebleau, and Geneva: Cornell University, INSEAD, and the World Intellectual Property.
3) Foundation, H. (2020). Index of Economic Freedom. Washington, U.S.A: The Heritage Foundation.
4) IEP. (2011-2019). TRADING ECONOMICS. Retrieved NOV 25, 2021, from Egypt Terrorism Index: https://tradingeconomics.com/egypt/terrorism-index.
5) IFPRI. (2020). Global Hunger Index. A Peer-Reviewed Publication.
6) JRC. (2018). Index for Risk Management INFORM Concept and Methodology Report. Italy: Joint Research Centre.
7) JRC. (2020). Index for Risk Management INFORM Concept and Methodology Report. Italy: Joint Research Centre.
8) JRC-COIN. (2017-15th). Step 3: Missing Data. Ispra, Italy: Annual Training on Composite Indicators & Scoreboards.
9) JRC-COIN. (2017-15th). Step 3: The identification and treatment of outliers. Ispra, Italy: Annual Training on Composite Indicators & Scoreboards.

10) JRC-COIN. (2017-15th). Step 5: Weighting methods (I) Principal Component Analysis. Ispra, Italy: JRC Annual Training on Composite Indicators & Scoreboards.

11) JRC-COIN. (2017-15th). Step 6: Aggregation rules. Ispra, Italy: JRC Annual Training on Composite Indicators & Scoreboards.

12) JRC-COIN. (2017-15th). Step 7: Statistical coherence (II) PCA, Exploratory Factor Analysis, Cronbach alpha. Ispra, Italy: JRC Annual Training on Composite Indicators & Scoreboards.

13) JRC-COIN. (2018-16th). Step 1 & 2 Frameworks and Indicators. Ispra, Italy: Annual Training on Composite Indicators & Scoreboards.

14) JRC-COIN. (2018-16th). Step 4: Normalization for Composite Indicators. Ispra, Italy: JRC Annual Training on Composite Indicators & Scoreboards.

15) JRC-COIN. (2018-16th). Step 5: Weighting methods (I). Ispra, Italy: JRC Annual Training on Composite Indicators & Scoreboards.

16) JRC-COIN. (2018-16th). Step 6: Aggregation rules. Ispra, Italy: Annual Training on Composite Indicators & Scoreboards.

17) JRC-COIN. (2018-16th). Step 6: Weighting methods (II) Budget allocation, Analytic Hierarchy Process. Ispra, Italy: JRC Annual Training on Composite Indicators & Scoreboards.

18) JRC-COIN. (2018-16th). Step 7: Statistical coherence (II) Principal Component Analysis and Reliability Analysis. Ispra, Italy: JRC Annual Training on Composite Indicators & Scoreboards.

19) JRC-COIN. (2019-17th). Principal Component Analysis and Reliability Analysis. Ispra, Italy: JRC Annual Training on Composite Indicators & Scoreboards.

20) JRC-COIN. (2019-17th). Step 3: The identification and treatment of outliers. Ispra, Italy: Annual Training on Composite Indicators & Scoreboards.

21) JRC-COIN. (2019-17th). Step 5: Weighting methods Budget allocation, Analytic Hierarchy Process. Ispra, Italy: JRC Annual Training on Composite Indicators & Scoreboards.

22) JRC-COIN. (2019-17th). Step 6: Aggregation. Ispra, Italy: JRC Annual Training on Composite Indicators & Scoreboards.

23) JRC-COIN. (2021-18th). Step 10- Visualisation. Annual training on Composite Indicators and Scoreboards.

24) JRC-COIN. (2021-18th). Step 1-Conceptual framework. Annual training on Composite Indicators and Scoreboards.

25) JRC-COIN. (2021-18th). Step 2- Selection of Indicators. Annual training on Composite Indicators and Scoreboards.

26) JRC-COIN. (2021-18th). Step 3- Data treatment. Annual training on Composite Indicators and Scoreboards.

27) JRC-COIN. (2021-18th). Step 4- Normalization. Annual training on Composite Indicators and Scoreboards.

28) JRC-COIN. (2021-18th). Step 5- Weighting methods. Annual training on Composite Indicators and Scoreboards.

29) JRC-COIN. (2021-18th). Step 6- Aggregation. Annual training on Composite Indicators and Scoreboards.

30) JRC-COIN. (2021-18th). Step 7- Statistical coherence. Annual training on Composite Indicators and Scoreboards.

31) JRC-OECD. (2008). Handbook on Constructing Composite Indicators: methodology and user guide. Paris: OECD.

32) LIF. (2020). Legatum Prosperity Index. Legatum Institute Foundation.

33) MEGHNADDESAI, S.-P. C. (2002). Measuring the Technology Achievement of Nations and the Capacity to Participate in the Network Age*. Journal of Human Development, 1-28.

34) Programme, M. B. (2020). Global Knowledge Index. United Nations Plaza, NEW YORK, NY10017, USA and MBRF, Dubai World Trade Center, DUBAI, 214444, UAE.

35) UNDP. (2020). Human Development Report. United Nations Development Programme (UNDP).

36) UNDP. (2020). Human Development Report: Technical notes. United Nations Development Programme (UNDP).

37) WB. (2011-2019). THE WORLD BANK. Retrieved NOV 25, 2021, from Data Bank: Statistical Capacity Indicators: https://databank.worldbank.org/source/statistical-capacity-indicators#

38) WB. (2020). THE WORLD BANK. Retrieved DEC 9, 2021, from Data Bank: Statistical Capacity Indicators: https://databank.worldbank.org/source/statistical-capacity-indicators#

39) WEF. (2018).The Global Competitiveness Report. Cologny/Geneva, Switzerland: World Economic Forum.

40) WEF. (2019).The Global Competitiveness Report. Cologny/Geneva, Switzerland: World Economic Forum.

41) WEF. (2020). Global Gender Gap Report. Cologny/Geneva, Switzerland: World Economic Forum.