

## القسم الرابع التطبيع (Normalization)

من أهم الخطوات التي لا بد من إجرائها لتكوين المؤشرات المركبة هي تطبيع البيانات، حيث لا بد من القيام بهذه الخطوة قبل إجراء أى عملية تجميع، فغالباً ما تكون المؤشرات الفرعية المكونة للمؤشر المركب لها وحدات قياس مختلفة، مما يتطلب تطبيعها لتوحيد المقياس المستخدم، ويهدف هذا القسم إلى عرض طرق التطبيع المختلفة التي يمكن تطبيقها على المؤشرات الفرعية، حتى يتثنى لصانع المؤشر المركب أن يختار أكثر الطرق ملاءمة لبيانات المؤشرات الفرعية محل الاهتمام، ومن الجدير بالذكر هنا أن الطرق المختلفة للتطبيع تؤدي إلى نتائج مختلفة للمؤشر المركب، لذلك فلا بد من تنفيذ جميع اختبارات قياس الحساسية (Sensitivity) لتقييم تأثير هذه الطرق على النتائج، وفيما يلي عرض لطرق التطبيع المختلفة:

### ١.٤ إعطاء الرتب (Ranking):

تعتبر طريقة إعطاء الرتب لقيم المؤشر الفرعى من أبسط الطرق المستخدمة لتطبيع البيانات، حيث لا تتأثر هذه الطريقة بالقيم المتطرفة (Outliers)، كما أنها تسمح بتتبع أداء الدول عبر الزمن، ورتبة كل منها بين الدول الأخرى، وتتمثل هذه الطريقة باختصار فى إعطاء رتب لقيم المؤشرات الفرعية بين الدول، بحيث تعتبر قيم الرتب هي القيم الجديدة للمؤشر.

### ٢.٤ المعيارية (Standardization or Z-Score):

تقوم هذه الطريقة على إيجاد القيمة المطبوعة لكل مؤشر فرعى عن طريق طرح قيمة الوسط الحسابى من قيمة المؤشر، ثم قسمة الناتج على الانحراف المعياري لكل قيم المؤشر، فمثلاً إذا كانت  $x_{qc}^t$  هي قيمة المؤشر الفرعى q للبلد c خلال الزمن t فإنه يتم حساب الوسط الحسابى عبر الدول  $x_{qc=\bar{c}}^t$  والانحراف المعياري عبر الدول  $\sigma_{qc=\bar{c}}^t$ ، وتكون صيغة التطبيع هي:  $I_{qc}^t = \frac{x_{qc}^t - x_{qc=\bar{c}}^t}{\sigma_{qc=\bar{c}}^t}$ ، وبذلك نجد أن كل المؤشرات الفرعية المطبوعة ( $I_{qc}^t$ ) لها نفس الوسط الحسابى ونفس التشتت بين الدول، إلا أن القيمتين الفعليتين الصغرى والعليا لقيم  $I_{qc}^t$  بين الدول تعتمد على المؤشر الفرعى  $x_{qc}^t$ .

ومن الجدير بالذكر أنه في الدراسات المعتمدة على الزمن، حتى يمكن تقييم أداء الدول عبر الزمن، يتم حساب الوسط الحسابي عبر الدول  $x_{qc=\bar{c}}^t$  والانحراف المعياري عبر الدول  $\sigma_{qc=\bar{c}}^t$  لسنة المصدر والتي عادةً ما تكون نقطة البداية فيها  $t_0$ .

#### ٣.٤ إعادة القياس (Re-scaling):

تعتمد هذه الطريقة على إيجاد القيمة المطبوعة لكل مؤشر فرعى عن طريق طرح القيمة الصغرى للمؤشر من قيمة المؤشر، ثم قسمة الناتج على مدى المؤشر (الفرق بين القيمة العظمى والقيمة الصغرى) فمثلاً إذا كانت  $x_{qc}^t$  هي قيمة المؤشر الفرعى، فيتم تطبيع هذا المؤشر من خلال المعادلة التالية:  $I_{qc}^t = \frac{x_{qc}^t - \min_c(x_q^t)}{\max_c(x_q^t) - \min_c(x_q^t)}$ ، حيث أن  $\min_c(x_q^t)$  و  $\max_c(x_q^t)$  هما القيمة الصغرى والقيمة العظمى للمؤشر  $x_{qc}^t$  على الترتيب. وبذلك يكون للمؤشرات التي يتم تطبيعها  $I_{qc}$  قيمة تتراوح بين الصفر (حيث  $x_{qc}^t = \min_c(x_q^t)$ ) والواحد الصحيح (حيث  $x_{qc}^t = \max_c(x_q^t)$ ).

تستخدم أحياناً الصيغة الآتية  $I_{qc}^t = \frac{x_{qc}^t - \min_c(x_q^{t_0})}{\max_c(x_q^{t_0}) - \min_c(x_q^{t_0})}$  فى الدراسات المعتمدة على الزمن، وهذا يعنى أنه إذا كانت  $x_{qc}^t > \max_c(x_q^{t_0})$  فإن المؤشر الذى يتم تطبيعه  $y_{qc}^t$  سوف يكون أكبر من الواحد الصحيح.

يوجد أيضاً صيغة أخرى يمكن من خلالها إعادة القياس، حيث يتم تحويل كل مؤشر  $x_{qc}^t$  إلى الشكل التالى  $I_{qc}^t = \frac{x_{qc}^t - \min_{t \in T} \min_c(x_q^t)}{\max_{t \in T} \max_c(x_q^t) - \min_{t \in T} \min_c(x_q^t)}$ ، حيث  $T$  هي الفترة الزمنية التى يتم دراسة المؤشر خلالها، والهدف من هذه الصيغة أنه يتم حساب الحد الأدنى والحد الأعلى لكل مؤشر بين الدول والزمن معاً للأخذ فى الحسبان التطور فى المؤشرات عبر الزمن، ونلاحظ تراوح قيم المؤشر المطبع بين الصفر والواحد، ولكن مع ذلك نجد أن هذه التحويلة ليست ثابتة، حيث أنه عندما تتوافر بيانات لنقطة زمنية جديدة فهذا يشير فى مضمونه إلى وجوب تعديل فترة التحليل  $T$ ، والذى ربما يؤثر بالتبعية على الحد الأدنى والحد الأعلى لبعض المؤشرات الفرعية، وبالتالي يؤثر على قيم  $I_{qc}^t$ ، وحتى يتم الحفاظ على التشابه بين البيانات الموجودة والبيانات الجديدة لا بد من إعادة حساب المؤشر المركب باستخدام فترة التحليل الجديدة  $T$ .

#### ٤.٤ البعد عن النقطة المرجعية (Distance to a reference):

تقوم فكرة هذه الطريقة على اختيار دولة مرجعية، ثم تنسب قيمة المؤشر الفرعى لبقية الدول إلى قيمة المؤشر الفرعى لهذه الدولة المرجعية، ويتم اختيار الدولة المرجعية بحيث تكون دولة متوسطة average country أو دولة زعيمة group leader أو دولة معيارية خارجية external benchmarking، بحيث تكون صيغة التطبيق هي:  $I_{qc}^t = \frac{x_{qc}^t}{x_{qc=\bar{c}}^{t_0}}$ ، حيث  $x_{qc}^t$  هي قيمة المؤشر الفرعى و  $x_{qc=\bar{c}}^{t_0}$  هي قيمة المؤشر الفرعى للدولة المرجعية عند نقطة البداية  $t_0$ . ونلاحظ أنه باستخدام المقام  $x_{qc=\bar{c}}^{t_0}$ ، فإن هذه التحويلة تأخذ في الحسبان تطور المؤشرات عبر الزمن، بينما على البديل يمكن استخدام المقام  $x_{qc=\bar{c}}^t$  باستخدام الوقت الحالى t.

كذلك يوجد أسلوب آخر يمكن استخدامه فى هذه الطريقة وهو يتمثل فى اعتبار الدولة نفسها هي الدولة المرجعية، ويتم حساب المسافة بالنسبة للنقطة الزمنية الابتدائية كالتالى:  $I_{qc}^t = \frac{x_{qc}^t}{x_{qc}^{t_0}}$ . ومن الجدير بالذكر هنا أن هناك طريقة بديلة من الممكن استخدامها للتحويل إلى التوزيع الطبيعي تتمثل فى المعادلة التالية:  $y_{qc}^t = \frac{x_{qc}^t - x_{qc=\bar{c}}^{t_0}}{x_{qc=\bar{c}}^{t_0}}$ ، ومثل هذه الطريقة تُعتبر فى جوهرها مماثلة للطريقة السابقة، فبدلاً من أن يكون المركز هو الواحد الصحيح، يعتبر المركز هو الصفر.

#### ٤.٥ المؤشرات فوق أو تحت الوسط الحسابى (Indicators above or below the mean):

تعتمد هذه الطريقة على عمل تحويلة تختص بدراسة المؤشرات الموجودة أعلى أو أدنى حدّ معين - يتم اختياره عشوائياً - حول الوسط الحسابى كالتالى:

$$w = x_{qc}^t / x_{qc=\bar{c}}^{t_0} \quad \text{حيث} \quad I_{qc}^t = \begin{cases} 1 & \text{if } w > (1+p) \\ 0 & \text{if } (1-p) \leq w \leq (1+p) \\ -1 & \text{if } w < (1-p) \end{cases}$$

وبذلك نجد أن هذه التحويلة تبنى منطقة محايدة حول الوسط الحسابى، حيث إنه إذا زادت قيمة المؤشر  $x_{qc}^t$  أو قلت عن الوسط الحسابى  $x_{qc=\bar{c}}^{t_0}$  بحد معين، فهذا يشير إلى أن المقياس  $w = x_{qc}^t / x_{qc=\bar{c}}^{t_0}$  سوف يزيد أو يقل عن الواحد بمقدار p، ويكون المؤشر الجديد فى هذه الحالة مساوى للصفر. بينما يأخذ هذا المؤشر الجديد القيمة -١ إذا انخفضت قيمة المؤشر  $x_{qc}^t$  عن الوسط الحسابى

بأكثر من الحد المطلوب، كما يأخذ هذا المؤشر الجديد القيمة ١ إذا زادت قيمة المؤشر  $x_{qc}^t$  عن الوسط الحسابي  $x_{qc=\bar{c}}^{t_0}$  بأكثر من الحد المطلوب. ومن الجدير بالذكر أنه يمكن خلق عدد أكبر من المناطق المحايدة على بعد مسافات مختلفة من الوسط الحسابي.

وبالنسبة للدراسات المعتمدة على الزمن، فلتقييم أداء الدولة عبر الزمن يتم حساب المتوسط عبر الدول  $x_{qc=\bar{c}}^{t_0}$  لسنة مرجعية (عادة ما تكون النقطة الزمنية الابتدائية  $t_0$ ).

#### ٦.٤ طرق المؤشرات الدورية (Methods for cyclical indicators):

تستخدم هذه الطريقة عندما تكون المؤشرات في شكل سلاسل زمنية، حيث يتم عمل التحويلة عن طريق طرح الوسط الحسابي خلال الزمن  $E_t(x_{qc}^t)$ ، ثم القسمة على متوسط القيم المطلقة للاختلافات

$$I_{qc}^t = \frac{x_{qc}^t - E_t(x_{qc}^t)}{E_t(|x_{qc}^t - E_t(x_{qc}^t)|)}$$

حول هذا الوسط الحسابي كالتالي:

#### ٧.٤ نسبة الاختلافات السنوية خلال السنوات المتتالية (Percentage of annual differences over consecutive years):

في هذه الطريقة يتم تحويل كل مؤشر باستخدام الصيغة التالية:  $I_{qc}^t = \frac{x_{qc}^t - x_{qc}^{t-1}}{x_{qc}^t}$ ، وبذلك يكون المؤشر المحول ذا بُعد أقل (dimension-less)، نتيجة لقلّة عدد المشاهدات المستخدمة.