

شاخص‌ها

دکتر سید محمد کاظم نائینی^۱

(قسمت دوم)

چکیده:

شاخص، معیاری است برای ارزیابی، ارزشیابی، سنجش و اندازه‌گیری متغیرهای اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی و وسیله‌ای است برای تعیین کیفیت کالاهای تولیدی و خدمات، مقایسه و درجه‌بندی اشیاء، فرایندها، بنگاه‌ها و سازمان‌های دولتی و خصوصی، رتبه‌بندی شهرها، کشورها دانشگاه‌ها و دستگاه‌های اجرایی و نظایر آن. شاخص رکن پنجم از فرایند برنامه‌ریزی است. هر برنامه که جزء لاینفک مدیریت است پنج رکن اساسی دارد (هدف، روش، وسیله، نظام و معیارهای ارزشیابی) و شاخص، رکن پنجم در هر مرحله تعیین می‌کند که به سمت هدف هستیم و یا به سمت هدر؟ در این مقاله پس از تعریف شاخص، نوع و شیوه‌های شاخص سازی مبانی نظری و ریاضی آن‌ها و نمونه‌هایی از شاخص‌های تعریف‌شده بین‌المللی مورد بحث و بررسی و نقد قرار می‌گیرد سپس به شرح شاخص‌های آماری به‌عنوان پایه و اساس شاخص سازی و معرفی شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی، آموزشی، سیاسی و فرهنگی و مبانی نظری و چگونگی محاسبه آن‌ها پرداخته می‌شود.

واژگان کلیدی: شاخص، نشانگر، آماره، پارامتر، متغیر تصادفی.

طبقه‌بندی JEL: C81, C82.

^۱. دکترای آمار زیستی، دانشیار، عضو هیئت‌علمی مؤسسه آموزش عالی رجا، kazemnaeeni@yahoo.co.uk

شاخص‌های اقتصادی

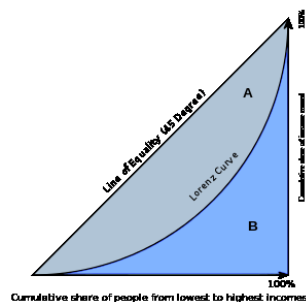
۱- شاخص توزیع عادلانه ثروت

(۱). ضریب جینی: Gini coefficient

ضریب جینی با علامت استعاری (d_{gini}) که اغلب شاخص جینی Gini index یا نسبت جینی Gini ratio نامیده می‌شود، معیاری است آماری برای نمایش توزیع عادلانه درآمد ملی بین اقشار جامعه. اگر ده درصد درآمد ناخالص ملی در اختیار ده درصد اقشار مردم و در حالت کلی a درصد درآمد ناخالص ملی در اختیار a درصد اقشار مردم باشد، توزیع ثروت بین مردم عادلانه نامیده می‌شود و این یک وضعیت مطلوب ولی نادر است.

ضریب جینی در سال ۱۹۱۲ توسط یک آمارشناس و جامعه‌شناس ایتالیایی به نام کورادو جینی (Corrado Gini) در مقاله‌ای با عنوان "Variability and Mutability" (Italian: Variabilità e mutabilità)^{[1][2]} در بحث اقتصاد وارد شد پیش از آن توزیع عادلانه ثروت در جامعه را از روی تفاوت بین دهک‌های درآمدی جامعه محاسبه می‌کردند مثلاً اگر در یک کشور دهک آخر درآمد قشر غنی و مرفه جامعه ۷ برابر دهک اول درآمدی قشر کم‌درآمد و فقیر جامعه بود، و در کشور دیگر این نسبت ۲۳ برابر بود بدیهی است که در کشور اول توزیع ثروت و درآمد کشور بین اقشار مردم، عادلانه‌تر بود. و بدین ترتیب کشورها را رتبه‌بندی می‌کردند. ولی امروز این کار را با ضریب جینی انجام می‌دهند که کمی پیچیده‌تر و دشوارتر است و فهم آن برای مردم عادی ساده نیست.

ضریب جینی به‌طور ریاضی از روی منحنی لورنز (شکل ۱) محاسبه می‌شود:



شکل ۱

اگر y درصد درآمد کشور در دست x درصد اقشار پائین جامعه و $y = x$ آنگاه توزیع ثروت عادلانه است و منحنی توزیع خط $y = x$ است که نیمساز ناحیه اول دستگاه مختصات است و دونقطه $(0, 0)$ و $(100, 100)$ را به هم وصل می‌کند.

این وضع در بدترین حالت وقتی است که صد در صد درآمد کشور در اختیار یک نفر باشد که منحنی توزیع محور x ها خط $(y = 0)$ است که دونقطه $(0, 0)$ و $(0, 100)$ را به هم وصل می‌کند. بقیه حالات نقاطی را تشکیل می‌دهند که بین این دو حالت فرین است. بین دو خط $(y = x)$ و $(y = 0)$ این نقاط منحنی لورنز را می‌سازند. (← شکل ۱)

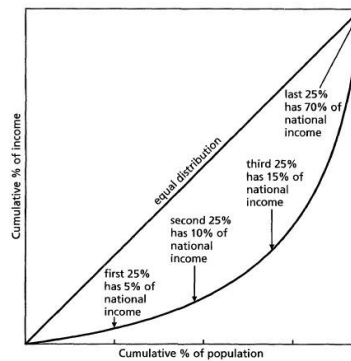
مثلاً اگر ۱۰ درصد درآمد کشور در اختیار ۳۰ درصد اقشار پائین جامعه باشد نقطه $(0/۱۰, ۰/۳۰)$ و روی منحنی لورنز است. مساحت بین منحنی لورنز و خط $y = x$ را با A نشان می‌دهیم هرچقدر A کوچک‌تر باشد توزیع ثروت در جامعه عادلانه‌تر است اگر مساحت بین منحنی لورنز با محور x ها B بنامیم نسبت:

$$\frac{A}{A+B}$$

را ضریب جینی می‌نامند که حداقل آن ۰ است وقتی که منحنی لورنز روی خط $y = x$ قرار گیرد ($A = 0$) یعنی توزیع ثروت کاملاً عادلانه و حداکثر ضریب جینی ۱ است و آن وقتی است که منحنی لورنز روی محور x ها بخوابد یعنی توزیع کاملاً ناعادلانه و $A = A + B$ در غیر این دو حالت قرین ضریب جینی $G = A / (A + B)$ عدی است بین صفر و یک هرچقدر به صفر نزدیک‌تر باشد بهتر است.

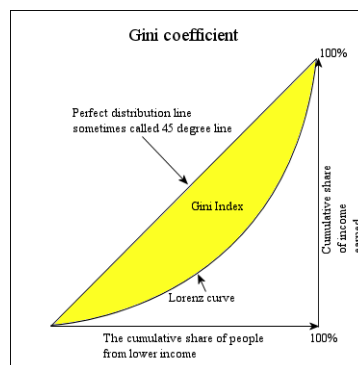
(۲). خم لورنز *lorenz curve*

در سال ۱۸۹۷ « ویلفرد پارتو » اقتصاددان ایتالیایی (۱۸۴۸-۱۹۲۳) برای توزیع درآمد بین اقشار جامعه فرمولی ارائه داد که نشان می‌داد: توزیع درآمد همواره ناهموار است. او درآمد فردی را روی محور افقی و درآمد جمعیت را بر روی محور عمودی برد و نشان داد که تعداد اندکی از مردم دارای درآمد زیاد و اکثر افراد جامعه دارای درآمد اندک هستند، نمودار زیر بیانگر این واقعیت اقتصادی است.



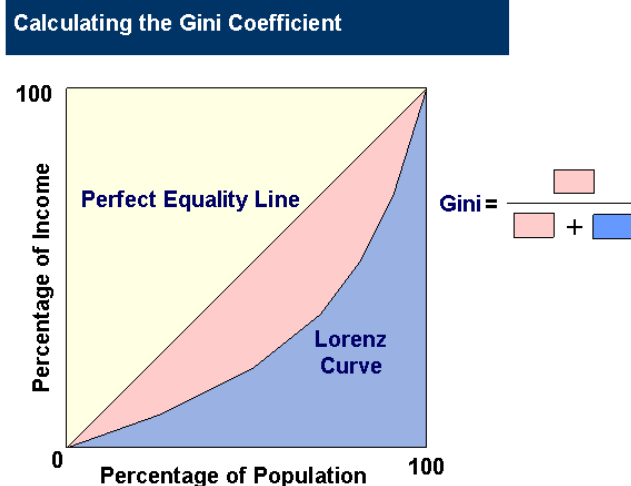
وی یک اصل در اقتصاد اجتماعی بیان کرد، که دلیلی برای رد آن وجود نداشت و آن این بود که: (حدود ۸۰ درصد نتایج به دست آمده از مسائل اقتصادی و اجتماعی از ۲۰ درصد علل ناشی می شود). به عبارت دیگر اگرچه برای مسائل موجود، در زمینه های مختلف علل بسیار زیادی وجود دارد ولی تعداد کمی از این علل حائز اهمیت است. آنچه پارتو روی این نکته توجه کرد، این بود که: اگر در یک پیشامد، یک، دو یا سه عامل اصلی را در نظر بگیرید، اکثریت عامل ها را نیز مورد توجه قرار داده اید،

نمودار فوق در سال ۱۸۹۷ به نمودار « پارتو » شهرت یافت اما در سال ۱۹۰۷ نظریه مشابهی به صورت نموداری توسط لورنز (اقتصاددان آمریکایی) ارائه شد. که بیشتر قابل فهم بود. وی به نقاط پارتو یک منحنی مقعر به شکل بالا برازش داد به نام منحنی لورنز که نشان می داد بیشترین سهم درآمد یا ثروت توسط افراد بسیار کمی از مردم نگهداری می شود، بعدها در زمینه کیفیت توزیع در سال ۱۹۵۴ دکتر ژوزف جوران روش نموداری لورنز را به عنوان فرمولی برای تقسیم بندی مسائل کیفی به مشکلات اساسی محدود و مشکلات جزئی بسیار و همچنین توزیع ثروت بین افراد جامعه به کار گرفت و این روش را تجزیه و تحلیل پارتو نامید.



بعدها ضریب جینی بر اساس منحنی لورنز تعریف شد.

(۳). محاسبه ضریب جینی از روی منحنی لورنز



در یک محاسبه تقریبی اگر $A + B = 0.5$ آنگاه $G = 2A$ یا $G = 1 - 2B$ اگر منحنی لورنز با تابع $Y = L(X)$ تعریف شده باشد مقدار B را می توان با انتگرال گیری از این تابع به دست آورد:

$$B = \int_0^1 L(X) dX.$$

در بعضی از موارد این انتگرال را برای مقادیر مختلف x محاسبه کرده و در جداولی مثل جدول های آماری ثبت کرده اند که در موارد لزوم به آنها مراجعه می کنند.

- برای جمعیت یکنواخت با مقادیر $Y_i, i = 1 \dots, n$ غیر نزولی $(y_i \leq y_{i+1})$

$$G = \frac{1}{n} \left(n + 1 - 2 \left(\frac{\sum_{i=1}^n (n + 1 - i) y_i}{\sum_{i=1}^n y_i} \right) \right)$$

که در شکل ساده به صورت زیر محاسبه می شود:

$$G = \frac{2 \sum_{i=1}^n i y_i}{n \sum_{i=1}^n y_i} - \frac{n + 1}{n}$$

در توزیع احتمال گسسته با تابع چگالی $f(y)$ که در آن $Y_i, i = 1, \dots, n$ و $(y_i \leq y_{i+1})$

$$G = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n f(y_i)(S_{i-1} + S_i)}{S_n}$$

که در آن

$$S_0 = 0 \quad S_i = \sum_{j=1}^i f(y_j) y_j$$

و این فرمول در وضع حدی $n \rightarrow \infty$ نیز کاربرد دارد. برای توزیع احتمال پیوسته با تابع
تجمعی $F(y)$ با میانگین μ (صفر برای تمام مقادیر منفی y)

$$G = 1 - \frac{1}{\mu} \int_0^{\infty} (1 - F(y))^2 dy = \frac{1}{\mu} \int_0^{\infty} F(y)(1 - F(y)) dy$$

این فرمول وقتی کاربرد دارد که بعضی مقادیر منفی بوده و دامنه انتگرال از منهای بی نهایت تا
بعلاوه بی نهایت باشد.

بنابراین ضریب جینی به نصف میانگین اختلافات y ها ارتباط دارد برای یک نمونه تصادفی S
و مقادیر

$Y_i, i = 1, \dots, n$ و $(y_i \leq y_{i+1})$

$$G(S) = \frac{1}{n-1} \left(n + 1 - 2 \left(\frac{\sum_{i=1}^n (n+1-i)y_i}{\sum_{i=1}^n y_i} \right) \right)$$

با این فرمول ضریب جینی را برای نمونه تصادفی S برآورد می کنند ولی این برآورد نااریب
نیست.

$G(S)$ در شکل ساده به صورت زیر است:

$$G(S) = 1 - \frac{2}{n-1} \left(n - \frac{\sum_{i=1}^n i y_i}{\sum_{i=1}^n y_i} \right)$$

برای بعضی از توابع محاسبه ضریب جینی به روش بالا ساده می شود مثلاً وقتی تابع توزیع لگ
نرمال lognormal distribution با انحراف معیار σ باشد آنگاه $G = \text{erf}(\sigma/2)$ که در آن
 erf تابع خطا است error function در مواردی که تابع لورنز تعریف نشده باشد فقط مقادیر

در فواصل معین با نقطه مشخص باشد، ضریب جینی را به‌طور تقریبی از طریق درونیابی interpolating محاسبه می‌کنیم:

اگر (X_k, Y_k) نقاطی از منحنی لورنز باشد که در آن اندیس گذاری به ترتیب باشد، یعنی $(X_k - X_{k-1}) > 0$ ، به‌طوری‌که

- X_k نسبت تجمعی جمعیت کشور برای $k = 0, \dots, n$ با $X_0 = 0, X_n = 1$ باشد،
- Y_k نسبت تجمعی درآمد کشور برای $k = 0, \dots, n$ با $Y_0 = 0, Y_n = 1$ باشد و
- Y_k به‌طور غیر نزولی اندیکس شده باشد $(Y_k > Y_{k-1})$

سطح زیر منحنی لورنز تقریباً برابر مجموع مساحت دوزنقه‌هایی که در زیر منحنی بین نقاط فوق ساخته می‌شود و

$$G_1 = 1 - \sum_{k=1}^n (X_k - X_{k-1})(Y_k + Y_{k-1})$$

در سال ۲۰۰۰ یک استاد اقتصاد آمریکا با ریز کردن متغیرهای x و y (نسبت تجمعی جمعیت و نسبت تجمعی درآمد) و محاسبات کامپیوتری رابطه‌ای تجربی بین مساحت سطح زیر منحنی لورنز A و توزیع نرمال را پیدا کرد.

$$k = A + N(0, s^2/y_k)$$

که راه‌حلی است برای محاسبه تقریبی ضریب جینی.

دو تن اقتصاددان بنام جاسو ژویلرمینا در سال ۱۹۷۹ و آرگوس دیتون در سال ۱۹۹۷ مستقلاً فرمول زیر را برای محاسبه تقریبی ضریب جینی ساختند که در نوع خود قابل توجه است.

$$G = \frac{N+1}{N-1} - \frac{2}{N(N-1)\mu} (\sum_{i=1}^n P_i X_i)$$

که در آن μ میانگین درآمد جمعیت و P_i رتبه درآمدی فرد i ام با درآمد X است.

بدین ترتیب ثروتمندترین هر مرتبه از جمعیت فقیرترین فرد از جمعیت مرتبه بعد است.

(۴). ضریب جینی برای چند نوع توزیع درآمدی

ضریب جینی	تابع توزیع درآمد
0.0	$y = 1$ for all x
0.143	$y = x^{1/3}$
0.200	$y = x^{1/2}$
0.273	$y = x + b$ ($b = 10\%$ of max income)
0.302	$y = x + b$ ($b = 5\%$ of max income)
0.333	$y = x$
0.500	$y = x^2$
0.600	$y = x^3$
$p/(p + 2)$	$y = x^p, p > 0$

(۵). چند فرمول برای محاسبه ضریب جینی

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |x_i - x_j|}{2n^2 \bar{x}}$$

$$G = \frac{2}{n^2 \bar{x}} \sum_{i=1}^n i(x_i - \bar{x})$$

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n (2i - n - 1)x_i}{n \sum_{i=1}^n x_i}$$

$$G_b = 1 - \sum_{i=0}^{n-1} (Y_{i+1} + Y_i)(X_{i+1} - X_i)$$

(۶). منابع

References

1. Jump up ^ Gini, C. (1912). "Italian: Variabilità e mutabilità" 'Variability and Mutability', C. Cuppini, Bologna, 156 pages. Reprinted in Memorie di metodologica statistica (Ed. Pizetti E, Salvemini, T). Rome: Libreria Eredi Virgilio Veschi (1955).
2. Jump up ^ Gini, C. (1909). "Concentration and dependency ratios" (in Italian). English translation in Rivista di Politica Economica, 87 (1997), 769–789.
3. Jump up ^ "Current Population Survey (CPS) – Definitions and Explanations". US Census Bureau.
4. Jump up ^ Note: Gini coefficient becomes 1, only in a large population where one person has all the income. In the special case of just two people, where one

has no income and the other has all the income, the Gini coefficient is 0.5. For 5 people set, where 4 have no income and the fifth has all the income, the Gini coefficient is 0.8. See: FAO, United Nations – Inequality Analysis, The Gini Index Module (PDF format), fao.org.

5. Jump up ^ Gini, C. (1936). "On the Measure of Concentration with Special Reference to Income and Statistics", Colorado College Publication, General Series No. 208, 73–79.
6. ^ Jump up to: ^{a b c d} "Income distribution – Inequality: Income distribution – Inequality – Country tables". OECD. 2012.^[dead link]
7. Jump up ^ "South Africa Snapshot, Q4 2013". KPMG. 2013.
8. Jump up ^ "Gini Coefficient". United Nations Development Program. 2012.
9. ^ Jump up to: ^{a b c d} Evan Hillebrand (June 2009). "Poverty, Growth, and Inequality over the Next 50 Years" (PDF). FAO, United Nations – Economic and Social Development Department.
10. ^ Jump up to: ^{a b c} "The Real Wealth of Nations: Pathways to Human Development, 2010". United Nations Development Program. 2011. pp. 72–74. ISBN 9780230284456.

(۷). نابرابری درآمد و شاخص‌های آن در آمریکا

در آمریکا شاخص جینی، نشان‌دهنده کاهش نابرابری درآمد خانوارها از ۱۹۴۷م (۱۳۲۶) تا ۱۹۶۸م (۱۳۴۷) بود. از سال ۱۹۶۸ نیز تاکنون بهبود نسبی نداشته است. از ۱۹۶۸ تا ۱۹۹۲ نابرابری به ۱۶/۱ درصد؛ رسید و به نظر می‌رسد کماکان رو به افزایش است. اداره سرشماری آمریکا، از اواخر سال ۱۹۴۰م (۱۳۱۹) در حال بررسی ماهیت توزیع درآمد در آمریکا است. نخستین داده‌های آماری نابرابری درآمد برای خانوارها در ضمیمه‌ی سالانه‌ی جمعیت شناختی «پیمایش جمعیت جاری» منتشر می‌شود. شاخص جینی، نشان‌دهنده‌ی کاهش نابرابری درآمد خانوارها از ۱۹۴۷م (۱۳۲۶) تا ۱۹۶۸م (۱۳۴۷) بود. با دو مورد استثنا، ضریب جینی بین سال‌های ۱۹۴۷م (۱۳۲۶) و ۱۹۶۸م (۱۳۴۷) کاهش یافته است. در طول این مدت، ضریب جینی برای خانوارها کاهشی معادل ۷/۵ درصد ($\pm 2/1$) را در نابرابری درآمد نشان داد. از سال ۱۹۶۸، این روند معکوس شد؛ و نابرابری درآمد برای خانوارها، بین سال‌های ۱۹۶۸ و ۱۹۹۸م (۱۳۷۷) افزایش یافت. ضریب جینی برای کل دوره‌ی زمانی ۱۹۹۸–۱۹۴۷ نشان‌دهنده‌ی افزایش نابرابری درآمد خانوارهای آمریکایی است. پژوهشگران در مرکز آمار آمریکا، افزون بر محاسبه‌ی ضریب جینی، از دو شاخص دیگر برای تعیین سطح نابرابری‌ها نیز استفاده می‌کنند: شاخص پی. ۹۰/۱۰، و شاخص پی. ۹۵/۲۰. در جدول زیر ارقام مربوط به این شاخص‌ها برای سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۹ نشان داده شده است.

ضریب جینی در ۲۰۰۹ معادل ۰/۴۶۸ بود، و در مقایسه با ضریب مشابه برای سال ۱۹۹۸ (۰/۴۵۶) افزایش یافته است.

شاخص $P_{90/10}$ نسبت درآمد نود درصد خانوارها به درآمد ده درصد خانوارهای بالایی است؛ و شاخص $P_{95/20}$ نسبت مشابهی برای درآمد نودوپنج درصد خانوارها در مقایسه با درآمد بیست درصد خانوارها است. در ضمن، تفاوت‌های آشکاری در میزان نابرابری درآمدها در مناطق جغرافیایی مختلف امریکا مشاهده می‌شود.

اداره سرشماری امریکا (مرکز ملی آمار)، تعریف رسمی از «طبقه متوسط» ارائه نکرده است، اما شاخص‌هایی را برای توزیع درآمد و سنجش نابرابری درآمد معرفی کرده است. این اداره معمولاً از دو شاخص متداول نابرابری درآمد استفاده می‌کند:

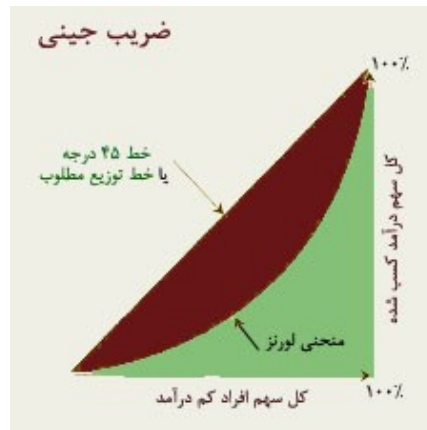
۱- درصد سهم درآمد دریافت شده توسط افراد (یا واحدهای دیگر دریافت‌کننده درآمد مانند خانوارها)،

۲- شاخص جینی (شاخص تمرکز درآمد).

به‌طورکلی، روند بلندمدت نشان‌دهنده‌ی افزایش نابرابری درآمد بوده است. از سال ۱۹۶۹م (۱۳۴۷)، سهم درآمد پایین‌ترین قشر خانوارها از ۴/۱ درصد به ۳/۶ درصد در ۱۹۹۷م (۱۳۷۵) کاهش یافت. در مقایسه، سهم درآمد بالاترین قشر از ۴۳ درصد به ۴۹/۴ درصد افزایش یافت. به‌طور آشکارتری، سهم درآمد گروه ۵٪ بالایی خانوارها از ۱۶/۶ درصد به ۲۱/۷ درصد افزایش یافت.

شاخص‌های نابرابری درآمد خانوارها در امریکا، دوره‌ی ۲۰۰۵-۲۰۰۹

سال	ضریب جینی	$P_{90/10}$	$P_{95/20}$
۲۰۰۹	۰/۴۶۸	۴۵۲/۱۱	۷۱۴/۸
۲۰۰۸	۰/۴۶۶	۳۸۰/۱۱	۶۰۳/۶
۲۰۰۷	۰/۴۶۳	۱۱۱/۱۱	۵۴۲/۸
۲۰۰۶	۰/۴۷۰	۰۶۵/۱۱	۴۲۵/۸
۲۰۰۵	۰/۴۶۹	۱۹۸/۱۱	۴۰۶/۸



نمودار ۱-۳ ضریب جینی و منحنی لورنز

اداره‌ی سرشماری آمریکا، بیش از نیم‌قرن است که آمار نابرابری درآمد را بین کشورها جمع‌آوری می‌کند که شاید علل آن را دریابد. اما هنوز به‌طور کامل علل این مشکل شناخته‌نشده است. یک منبع بسیار مفید برای داده‌های نابرابری درآمدی، «سرشماری جمعیت کنونی» است. از سال ۱۹۴۷، این اداره با بکار بردن ضریب جینی (که بانام شاخص تمرکز درآمد هم شناخته می‌شود)، در حال اندازه‌گیری نابرابری درآمد خانوارها بوده است. به‌طور خلاصه:

ضریب جینی در سال ۱۹۱۲ از سوی ریاضی‌دان ایتالیایی کورادو جینی معرفی شد، و شاخصی برای اندازه‌گیری میزان نابرابری در درآمد و یا ثروت است. این شاخص برای تعیین میزان نابرابری در توزیع درآمد در بین مردم یک کشور، و یا واحدهای بزرگ‌تر جغرافیایی و سیاسی به کار می‌رود. این ضریب دارای ارزشی بین صفر (در شرایطی که همه افراد درآمد یکسان داشته باشند)، و یک (اگر یک فرد همه درآمد کشور و یا واحد بزرگ‌تر را دریافت کند، و سایر افراد هیچ درآمدی نداشته باشند)، است. در بسیاری موارد، از ضریب جینی بدون توضیحی در مورد درصدهای به‌کاربرده شده برای محاسبه آن یاد می‌شود. همانند سایر ضرایب نابرابری، ضریب جینی تحت تأثیر روش محاسبه آن قرار می‌گیرد. به‌طور مثال، ۱۰۰ در صد جمعیت یک کشور را می‌توانیم به پنج گروه ۲۰ درصدی (بیست یک)، و یا به بیست

گروه ۵ درصدی تقسیم کنیم. ضریب جینی محاسبه شده در مورد اول، به طور معمول از ضریب جینی مورد دوم کمتر خواهد بود.

(۸). ضریب جینی در ایران

چند سالی است در ایران در بحث‌های مربوط به عدالت اجتماعی و توزیع ثروت و درآمد ملی بین مردم اسم ضریب جینی شنیده می‌شود. ضریب جینی عددی است بین صفر و یک (یا صفر و صد) به صورت (درصد) که در آن صفر به معنی توزیع کاملاً برابر درآمد یا ثروت بین اقشار مختلف کشور و یک به معنای نابرابری مطلق در توزیع آن است. ضریب جینی فقط از برابری یا نابرابری عددی توزیع درآمد صحبت می‌کند و ربطی به عدالت به معنای فلسفی آن ندارد. فقط بود یا نبود برابری توزیع را بیان می‌کند و به علت آن کار ندارد. اما به نظر می‌رسد برداشت درستی از این مفهوم صورت نمی‌گیرد. در منحنی لورنز دیدیم که خط چهل و پنج درجه مقدار تجمعی ثروت در شرایط توزیع کاملاً برابر را نشان می‌دهد. در این شرایط مثلاً سی درصد اول جمعیت کشور سی درصد ثروت جامعه را خواهند داشت و پنجاه درصد بعدی پنجاه درصد را و... در مقابل منحنی لورنز نشان‌گر توزیع واقعی ثروت در یک جامعه است. بدیهی است که این منحنی از خط ۴۵ درجه فاصله دارد و این فاصله نشان می‌دهد که افراد بیشتری از درآمد کمتری برخوردارند. یعنی اگر افراد را برحسب ثروتشان در جمعیت مرتب کنیم مثلاً بیست درصد پایین جمعیت ممکن است ده درصد ثروت را در اختیار داشته باشند و یا پنجاه درصد اول جامعه، سی درصد کل ثروت جامعه را در اختیاردارند. ضریب جینی در واقع نسبت تفاوت مساحت زیر خط چهل و پنج درجه و زیر منحنی لورنز به کل مساحت مثلث را اندازه می‌گیرد.

گاهی در رسانه‌ها انتشار اخباری در مورد نوسانات ضریب جینی در دولت‌ها و مقایسه آن با عملکرد دولت‌های گذشته، به بحث‌هایی صورت می‌گیرد که نیاز به تفسیر دارد. و دقت در این اخبار نشان می‌دهد که تفاسیر بعضاً نادرست از یک شاخص اقتصادی چگونه ممکن است گاه به نتایج گمراه‌کننده منجر شود. به این خبر توجه کنید؛

«بر اساس تازه‌ترین آمار رسمی بانک مرکزی، شاخص ضریب جینی در ایران در سال ۸۴ برابر ۰.۴۰۲۳، سال ۸۵ برابر ۰.۴۰۰۴ و سال ۸۶ برابر ۰.۴۰۴۵ بوده است که با این حساب متوسط ضریب جینی در سه سال دولت نهم برابر ۰.۴۰۲۴ بود. و طبق آمارهای رسمی بانک مرکزی، شاخص ضریب جینی در ایران در سال ۸۱ برابر ۰.۴۱۹۱، سال ۸۲ برابر ۰.۴۱۵۶ و سال ۸۳ برابر ۰.۳۹۹۶ بوده است که با این حساب متوسط ضریب جینی در سه سال آخر دولت هشتم ۰.۴۱۱۴ با مقایسه این دو عدد ثابت می‌شود که، ضریب جینی در دولت نهم کاهش دودرصدی داشته است در بررسی مشابه نتیجه می‌شود که دولت هفتم و هشتم در کسب بالاترین ضریب جینی نیز رکورددار است و طی سه دولت سازندگی، اصلاحات و دولت نهم، بدترین وضعیت توزیع درآمد و بالاترین « شکاف طبقاتی » در سال ۸۱ اتفاق افتاده است».

مطالب بالا نقل شده، در یک روزنامه کثیرالانتشار در زمان تبلیغات انتخاباتی یکی از دوره‌های ریاست جمهوری مصداق بارز از شکنجه اعداد^۱ محسوب می‌شود. چراکه آنچه برای "عملکرد" دولت‌ها در رابطه با تفسیر ضریب جینی در نظر گرفته می‌شود، میزان تغییرات کاهشی یا افزایش این ضریب در دوران دولت‌های موردبررسی است و نه میانگین آن. اساساً، کاربرد شاخص‌های مرکزی برای مقایسه و تفسیر عملکردی ضریب جینی یا هر سری کاهشی یا افزایشی دیگر در دوره‌های متفاوت قابل دفاع نیست. دلیل این کار نیز بسیار ساده است و آن اینکه نقطه پایان هر دوره نقطه آغاز دوره گذشته است و دوره‌ها از یک مبدأ مساوی آغاز نمی‌شوند که با میانگین‌گیری بتوان وضعیت عملکرد دولت‌ها را نسبت به آن نقطه سنجید. به‌عنوان مثال، فرض کنید دولتی نرخ بی‌سوادی در کشور را از ۹۹ درصد به ۵۰ درصد کاهش دهد. حال فرض کنید دولت دوم که پس از دولت اول روی کار آمده است، این نرخ را از ۵۰ در صد به ۴۹ در صد کاهش دهد. سؤال: عملکرد کدام دولت بهتر بوده است؟ مشخص است که اگر تغییرات را مدنظر قرار دهیم، دولت اول موفق‌تر بوده است چراکه بی‌سوادی را تقریباً

^۱. طنز معروفی با این مضمون در ادبیات آماری وجود دارد که: « اعداد را آن‌قدر شکنجه کن (Torturing the data) تا به هر آنچه می‌خواهی اعتراف کنند». داده‌ها را هنگامی شکنجه می‌کنند که روش‌های متعارف تحلیل اعداد به نتایج موردپسند نمی‌رسند و به‌ناچار از فرمول‌های نابجا و تفسیر غلط استفاده می‌کنند. تا اعداد به آنچه مطلوب آن‌ها است پاسخ دهند.

به اندازه نصف مقدار اولیه کاهش داده است. این عملکرد در مقایسه با دولت دوم که تغییرات کاهشی بی سوادى در آن ناچیز بوده به وضوح دیده مى شود. اما فرض کنید یک تحلیلگر بخواهد با میانگین گیری، داده ها نتیجه گیری کند. نتیجه مى گیرد که میانگین نرخ بی سوادى را در دوره دولت اول ۷۴.۵ و در دوره دوم ۴۹.۵ محاسبه مى کند و به همین دلیل، دولت دوم را موفق تر مى داند! در بالا گفته شد که، ضریب جینی عددی است بین صفر و یک که صفر به معنی توزیع کاملاً برابر و یک به معنای نابرابری توزیع به طور کامل است. این یعنی اینکه هرچه قدر ضریب جینی پایین تر باشد، نابرابری کمتر است. حال اگر بخواهیم عملکرد یک دولت را با توجه به این ضریب بسنجیم، دولتی که بتواند ضریب جینی را بیشتر کاهش دهد، موفق تر بوده است.

به این اعداد توجه کنید:

سال	ریاست جمهوری	سال	ضریب جینی
اول	نخست وزیرى آقای موسوى	(۱۳۶۱)	۰.۴۴۱۰
آخر	نخست وزیرى آقای موسوى	(۱۳۶۷)	۰.۴۰۴۳
اول	ریاست جمهوری آقای هاشمى	(۱۳۶۹)	۰.۳۹۶۹
آخر	ریاست جمهوری آقای هاشمى	(۱۳۷۵)	۰.۳۹۱۰
سال اول	ریاست جمهوری آقای خاتمى	(۱۳۷۷)	۰.۳۹۶۵
آخر	ریاست جمهوری آقای خاتمى	(۱۳۸۳)	۰.۳۹۹۶
اول	ریاست جمهوری آقای احمدى نژاد	(۱۳۸۵)	۰.۴۰۰۴
آخرین آمار	ریاست جمهوری آقای احمدى نژاد	(۱۳۸۶)	۰.۴۰۴۵

آنچه قابل توجه است این است، دولت نهم با همه موفقیت هایی که داشت در کاهش شکاف طبقاتی آن گونه که باید موفق نبود.

به دلیل نقص اطلاعاتی و محاسباتی که معمولاً در بخش های اجتماعی و اقتصادی وجود دارد معمولاً اعلام ضریب جینی کمتر با دقت همراه است. دلیل دیگر، فقدان آمارهای پایه ای آن مانند حجم ثروت و در مقابل حجم درآمد واقعی افراد است. بدون داشتن رشد درآمد سرانه کشور، محاسبه ضریب جینی کار ساده ای نیست.

با این حال مرکز آمار ایران که آخرین وضعیت ضریب جینی در کشور را با استناد به اطلاعات اولیه طرح آمارگیری هزینه و درآمد هر سال محاسبه و منتشر می‌کند، و این ارقام را منطقی و قابل اتکا می‌داند.

جدول وضعیت ضریب جینی در ۱۱ سال اخیر		
سال	مناطق شهری	مناطق روستایی
۱۳۷۶	۴۲۰/۰	۳۹۹/۰
۱۳۷۷	۴۱۴/۰	۴۱۸/۰
۱۳۷۸	۴۱۲/۰	۴۱۷/۰
۱۳۷۹	۴۱۷/۰	۴۰۶/۰
۱۳۸۰	۴۱۶/۰	۴۰۰/۰
۱۳۸۱	۴۱۸/۰	۳۹۲/۰
۱۳۸۲	۴۰۷/۰	۳۸۳/۰
۱۳۸۳	۴۰۷/۰	۳۹۵/۰
۱۳۸۴	۴۰۶/۰	۳۸۹/۰
۱۳۸۵	۴۱۶/۰	۴۰۷/۰
۱۳۸۶	۴۱۲/۰	۳۹۲/۰

بر این اساس ضریب جینی مناطق شهری کشور در سال ۱۳۸۶ برابر با ۰/۴۱۲، در سال ۱۳۸۵ برابر با ۰/۴۱۶ و در سال ۱۳۸۴ برابر با ۰/۴۰۶ بود. در حالی که از سال ۱۳۷۶ تاکنون ضریب جینی مناطق شهری کشور هیچ‌گاه به زیر ۰/۴ نرسیده است. ضریب جینی در سال ۱۳۸۷ به ۰/۳۹۳ رسید.

ضریب جینی مناطق روستایی نیز در سال ۱۳۸۷ با کاهش مواجه شده و از ۰/۳۹۳ در سال ۱۳۸۶ به ۰/۳۸۲ در سال ۱۳۸۷ رسیده است که نشانه بهبود توزیع درآمد در مناطق روستایی کشور است. ضریب جینی ۰/۳۸۲ در سال ۱۳۸۷ پایین‌ترین ضریب جینی از سال ۱۳۷۶ تاکنون محسوب می‌شود. و این بدین معنی است که در سال ۱۳۸۷ نسبت به سال‌های قبل عادلانه‌ترین توزیع درآمد در کشور صورت گرفته و شکاف طبقاتی کاهش یافته است.

باید توجه داشت که: ضریب جینی تنها شاخص توزیع عادلانه درآمد کشور نیست و اساساً شاخص کاملی هم نیست. شاخص‌های دیگری نیز وجود دارد که برای ارزیابی توزیع عادلانه درآمدها مورد استفاده قرار می‌گیرند، مانند:

نسبت درآمد دهک آخر به دهک اول (سهم ۱۰ درصد ثروتمندترین افراد جامعه به ۱۰ درصد فقیرترین افراد جامعه) سهم ۱۰ درصد ثروتمندترین به ۱۰ درصد فقیرترین، از جمله شاخص‌های

سنجش توزیع درآمد است و بیانگر نسبت هزینه دهک دهم (ثروتمندترین) به دهک اول (فقرترین) است.

سهم ۱۰ درصد ثروتمندترین به ۱۰ درصد فقیرترین جامعه در مناطق شهری کشور ایران در سال ۱۳۸۷ به ۱۳/۴ درصد و در مناطق روستایی به ۱۲/۳ درصد کاهش پیدا کرده است. از سال ۱۳۷۶ تا سال ۱۳۸۶ سهم ۱۰ درصد ثروتمندترین به ۱۰ درصد فقیرترین جامعه در مناطق شهری کشور همواره بالای ۱۵ برابر بوده که در سال ۱۳۸۷ با بهبودی قابل توجه به ۱۳/۴ برابر کاهش پیدا کرده است. در مناطق روستایی نیز کاهش سهم ۱۰ درصد ثروتمندترین به ۱۰ درصد فقیرترین جامعه در سال ۱۳۸۷ به ۱۲/۳ برابر از سال ۱۳۷۶ تاکنون بی سابقه بوده است. این ارقام نشان می دهد: بالاترین رکورد نابرابری توزیع درآمد در جامعه و شدیدترین شکاف طبقاتی در کشور از دهه ۶۰ تاکنون، در سال ۱۳۶۲ رخ داده است.

بنا بر اعلام بانک مرکزی، از سال ۱۳۶۱ تا سال ۱۳۸۶ بالاترین رکورد ضریب جینی به ترتیب در سال های ۶۲، ۶۱، ۸۱، ۸۲، ۶۸ و ۷۴ رخ داده است. ضریب جینی در سال ۱۳۶۲ به ۰/۴۵۴ افزایش یافت که بالاترین رکورد نابرابری توزیع درآمد تاکنون است.

شایان ذکر است که: در بین کشورهای دنیا کشورهای اسکانندیناوی معمولاً به پایین بودن ضریب جینی معروف اند و این رقم برای آن ها زیر بیست درصد است. در مقابل کشورهای آمریکای لاتین و آفریقا که یک اقلیت فوق العاده ثروتمند و قشر کثیری از فقرا را دارند ضریب جینی های بالاتر از شصت درصد دارند. وضع ایران چیزی بین این دو سر طیف و نزدیک به آمریکا و هند است.

یکی از موضوعاتی که در گزارش توسعه انسانی سال ۲۰۰۵ سازمان ملل متحد (UN) بر اساس گزارش ها دولت های عضو مورد بررسی قرار گرفت، مقایسه نابرابری در درآمد و مصرف در میان جوامع و کشورهای مختلف جهان بود. بر اساس این گزارش، در کشور نروژ که رتبه نخست شاخص توسعه انسانی (HDI) را به خود اختصاص داده بود، سهم ۱۰ درصد فقیرترین افراد از کل درآمد کشور معادل ۳/۹ درصد و سهم ۱۰ درصد ثروتمندترین افراد جامعه از کل درآمد کشور معادل ۲۳/۴ درصد بود. یعنی، درآمد ده درصد ثروتمندترین شهروندان نروژی، ۶/۱ برابر ده درصد فقیرترین افراد این کشور بود. ولی بر اساس تحقیقات UN، ده درصد فقیرترین افراد جامعه ایران تنها ۲ درصد از درآمد یا مصرف کل کشور را به خود اختصاص

می‌دهند. در مقابل، ۳۳/۷ درصد از درآمد و مصرف کل کشورمان متعلق به ۱۰ درصد ثروتمندترین شهروندان ایرانی است. بنابراین ده درصد ثروتمندترین افراد جامعه ایران ۱۷/۲ برابر ده درصد فقیرترین افراد جامعه، درآمد و مصرف دارند (و این در حالی است که آقای سید محمد خاتمی در ابتدای دور دوم ریاست جمهوری خود در نطق اقتصادی و تلویزیونی خود در ۱۳۸۱ این نسبت را ۲۳/۵ اعلام کرد و گفت دهک آخر درآمد کشور ۲۳/۵ برابر دهک اول است و این یک بیماری اقتصادی است. چون در هیچ جای جهان این نسبت از ۷ تجاوز نمی‌کند). این در حالی است که در پاکستان با رتبه ۱۳۵ شاخص توسعه انسانی، ده درصد ثروتمندترین افراد ۷/۶ برابر ده درصد فقیرترین افراد، درآمد دارند. بدتر آنکه در برزیل که رتبه ۶۳ شاخص توسعه انسانی UN را به خود اختصاص داده است، تنها ۰/۷ درصد از درآمد کل این کشور به ۱۰ درصد فقیرترین افراد آن تعلق دارد. در مقابل، سهم ده درصد ثروتمندترین برزیلی‌ها حدود ۴۶/۹ درصد از کل درآمد کشورشان است. بدین ترتیب، ده درصد ثروتمندترین برزیلی‌ها ۶۸ برابر ده درصد فقیرترین آن‌ها، درآمد و مصرف دارند.

منبع: روزنامه جام جم، شماره ۲۶۱۴ به تاریخ ۱۳۸۸/۴/۳۱، صفحه ۴ (اقتصاد)

(۹). بیماری هلندی یک بیماری اقتصادی

توزیع درآمد به‌طور مساوی لزوماً عادلانه نیست. خداوند هم نعمت‌های خود را بین مخلوقات به‌طور مساوی تقسیم نکرده است و ولی تقسیم آن نرمال است. هرکسی قدی دارد و قد‌ها همه باهم مساوی نیست، هرکسی وزنی دارد و وزن‌ها هیچ‌کدام یکی نیست ولی توزیع آن‌ها نرمال است حتی انگشتان یک‌دست باهم برابر نیستند. و این کارایی دست را افزایش داده است. در توزیع درآمد هم اگر تساوی را موردتوجه قرار دهیم دچار بیماری اقتصادی می‌شویم که نمونه آن بیماری هلندی است.

این بیماری از نتایج اقدامات اقتصادی دولت هلند در دهه ۷۰ میلادی است. در این زمان در اثر افزایش شدید قیمت نفت و گاز در دریای شمال، دولت با افزایش بیش‌ازحد درآمد نفتی مواجه شد. درصدد درآمد که خدمات عمومی کشور را افزایش دهد و رفاه زندگی بهتر را برای مردم فراهم کند. لذا مخارج دولت را افزایش داد به دنبال افزایش مخارج، تقاضا نیز افزایش یافت و در نتیجه افزایش تقاضا در کل اقتصاد کشور قیمت‌ها بالا رفت و در اثر افزایش قیمت‌ها تورم پدید آمد. در اثر تورم صادرات کشور کاهش. در نتیجه واردات افزایش

یافت. آنگاه در تراز پرداخت‌های خارجی دولت کسری پدید آمد. تولید داخلی دچار رکود شد و بیکاری گسترش یافت نرخ بیکاری بعلاوه نرخ تورم زنگ فلاکت کشور را به صدا درآورد. این وضعیت را « بیماری هلندی » در اقتصاد گویند.

(۱۰). سایر شاخص‌های سنجش نابرابری اقتصادی:

شاخص‌های علمی دیگری نیز برای سنجش نابرابری‌های اقتصادی در سطح جامعه وجود دارند که در شرایط خاص مورد استفاده قرار می‌گیرند که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از شاخص آتکینسن، شاخص دی ال، و تفاوت بین چارک‌ها، پنچک‌ها، دهک‌ها و صدک‌ها و خارج‌قسمت دهک آخر به دهک اول متداول‌ترین آن‌ها است. شکل زیر این تفاوت را در پنچک‌ها نشان می‌دهد:



(۱۱). محاسبه ضریب جینی از روی تفاوت دهک‌ها

شاخص جینی را معمولاً به صورت درصد بیان می‌کنند. عدد صفر نشان‌دهنده‌ی برابری کامل (انطباق منحنی لورنز با خط ۴۵ درجه) است و بالا رفتن این عدد به معنای نابرابری بیشتر است. برای محاسبه‌ی صحیح، لازم است که ارزش هیچ کالایی منفی نباشد. و اگر شاخص جینی برای توصیف اختلاف درآمد خانوارها است، هیچ خانواری نباید درآمد منفی داشته باشد. در یک فرمول ساده، شاخص جینی را تقریباً معادل نصف میانگین تفاوت نسبی درآمد اقشار مختلف جامعه محاسبه می‌کنند. میانگین تفاوت‌ها یعنی میانگین فاصله‌های درآمدی جفت‌های مختلف از مقادیر یک مجموعه. در این مورد میانگین تفاوت برابر می‌شود با میانگین اختلاف درآمدی که دو خانوار تصادفی از یک جامعه با یکدیگر دارند. میانگین تفاوت نسبی، یعنی مقدار میانگین تفاوت‌ها تقسیم بر میانگین کل مقادیر.

اگر دهک‌های درآمدی جمعیت یک کشور را حساب کنیم و میانگین هر دهک را تعیین کرده و میانگین بگیریم و این میانگین را بر میانگین کل تقسیم کرده نصف کنیم شاخص جینی به دست می‌آید.

مثال: فرض کنید درآمد ناخالص ملی بر اساس واحد معین A محاسبه و بین افراد جامعه از ۲ تا ۹۶ به مقیاس A توزیع شده باشد. می‌خواهیم ببینیم آیا این توزیع عادلانه است یا خیر. یک‌راه ساده این است که دهک‌های توزیع را تعیین کنیم (دهک اول D1 مقداری از متغیر است که اندازه ده درصد افراد از آن کمتر (یا مساوی) و اندازه ۹۰ درصد افراد از آن بیشتر است و دهک نهم D9 مقداری از متغیر است که ۹۰ درصد افراد اندازه‌شان از آن کمتر (یا مساوی) و ده درصد افراد اندازه‌شان از آن بیشتر است) و به‌طور کلی فرمول محاسبه چندک‌ها به‌صورت زیر است:

$$Q_{\alpha} = x_i + \frac{\alpha N - F_{c_{i-1}}}{F_i} . h$$

برای محاسبه دهک اول بجای α در صورت کسر ۰/۱ و برای دهک نهم بجای α عدد ۰/۹ را قرار می‌دهیم (برای محاسبه میانه بجای α عدد ۰/۵ و برای محاسبه چارک اول عدد ۰/۲۵ را قرار می‌دهیم)

در محاسبه دهک‌ها ابتدا داده‌ها را دسته‌بندی کرده جدول توزیع تجمعی آن را رسم می‌کنیم در مقایسه N/10، N/20، N/30، ...، N/90 با فراوانی تجمعی Fc جایگاه دهک‌ها را در طبقات تعیین کرده اندازه آن‌ها را محاسبه می‌کنیم:

اگر بین دو عدد $a=2$ و $b=96$ در مثال بالا برای دهک‌های D1، D2، D3، ...، D9 به ترتیب اعداد زیر حاصل شود:

$a=2 \quad 8 \quad 16 \quad 26 \quad 38 \quad 46 \quad 50 \quad 62 \quad 76 \quad 84 \quad 96=b$
تفاوت‌ها در دو دهک مجاور:

6 8 10 12 8 14 12 14 8 12

میانگین دهک‌ها:

5 12 21 32 42 48 56 69 80 90

میانگین تفاوت‌ها: ۱۰/۴

میانگین توزیع: ۴۵/۵

$$G = \frac{1}{2} \frac{10.4}{45.5} = 0.1142857 \text{ ضریب جینی:}$$

(۱۲). شاخص رابین هود

شاخص رابین هود یک شاخص اقتصادی برای مشخص کردن میزان نابرابری توزیع ثروت در یک جامعه است. از دیدگاه نظری این شاخص یکی از ساده‌ترین شاخص‌های دانش اقتصادسنجی (اکونومتری) است. این شاخص نشان می‌دهد که برای اینکه در یک جامعه برابری درآمدی داشته باشیم چه میزان پول باید از اغنیا گرفته شود و به فقرا داده شود. درواقع این شاخص شکاف بین فقیر و غنی را در یک جامعه نشان می‌دهد.

این شاخص فاصله‌ی بین حد مطلوب توزیع درآمد و وضعیت فعلی است. هر چه فاصله‌ی بین فقیر و غنی بیشتر باشد این شاخص بزرگ‌تر است ضریب جینی این فاصله تعیین می‌کند.

(۱۳). شاخص اتکینسون

Atkinson index

شاخص اتکینسون که به اندازه اتکینسون یا اندازه نابرابری اتکینسون نیز شهرت دارد، یکی دیگر از شاخص‌های نمایشگر اندازه نابرابری توزیع درآمد ملی بین مردم است این شاخص شبیه ضریب جینی نابرابری توزیع ثروت در جامعه را تعیین می‌کند. که توسط آنتونی بارنس اتکینسون Anthony Barnes Atkinson ارائه شده است.

تعریف: شاخص اتکینسون به صورت زیر تعریف می‌شود

$$A_{\varepsilon}(y_1, \dots, y_N) = \begin{cases} 1 - \frac{1}{\mu} \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i^{1-\varepsilon} \right)^{1/(1-\varepsilon)} & \text{for } \varepsilon \in [0, 1) \cup (1, +\infty) \\ 1 - \frac{1}{\mu} \left(\prod_{i=1}^N y_i \right)^{1/N} & \text{for } \varepsilon = 1, \end{cases}$$

که در آن y_i درآمدهای مختلف از بخش‌های i و $i = 1, 2, \dots, N$ و μ میانگین این درآمدها است.

اتکینسون برای محاسبه شاخص خود از مفهوم آنتروپی روی شاخص نرمالایز شده دی ایل normalized Theil index^[2] استفاده کرد. وی برای این کار فقط از Theil index I_1 در فرمول آنتروپی عمومی با $\varepsilon = 1$ استفاده کرد که در آن شاخص اتکینسن از تابع $1 - e^{-T}$ محاسبه می‌شود.

شاخص اتکینسون بر اساس اصول زیر محاسبه می‌شود:

۱- شاخص اتکینسن نسبت به پارامترهای خود مقارن است. یعنی به ازای هر σ :

$$A_{\varepsilon}(y_1, \dots, y_N) = A_{\varepsilon}(y_{\sigma(1)}, \dots, y_{\sigma(N)})$$

۲- شاخص آتکینسون همواره غیر منفی است و تنها وقتی صفر می شود که توزیع درآمد بین همه افراد جامعه برابر باشد یعنی رابطه $A_{\varepsilon}(y_1, \dots, y_N) = 0$ فقط و فقط وقتی برقرار

است که به ازای جميع مقادیر $i, \mu, y_i = \mu$

۳- اصل انتقال در شاخص آتکینسن صدق می کند. یعنی اگر مبدل $\Delta > 0$ برآمده از درآمدهای جزئی y_i افراد باشد.

برای دیگر افراد با درآمد y_j داریم: $y_i - \Delta > y_j + \Delta$ بنابراین نابرابری توزیع افزایش نمی یابد
۴- در شاخص اتکینسون اصل جای گزینی جمعیت های مختلف حتی جایگزینی جمعیت های غیرانسانی مانند جمعیت حیوانات، جمعیت درختان جنگلی و یا جمعیت حشرات نیز صادق است یعنی جمعیت جدیدی را در فرمول بجای جمعیت تحت مطالعه قرار دهیم نابرابری توزیع در شاخص به شکل قبلی باقی می ماند.

$$A_{\varepsilon}(\{y_1, \dots, y_N\}, \dots, \{y_1, \dots, y_N\}) = A_{\varepsilon}(y_1, \dots, y_N)$$

۵- شاخص اتکینسون مستقل از میانگین داده ها است و تابع اصل همگنی درآمدها است یعنی اگر همه داده ها را در یک عدد مثبت ضرب کنیم نابرابری توزیع به قوت خود باقی می ماند.

به ازای هر مقدار از $k > 0$ آنگاه: $A_{\varepsilon}(y_1, \dots, y_N) = A_{\varepsilon}(ky_1, \dots, ky_N)$

۶- شاخص اتکینسون خود جزئی از کل است درعین حال می تواند مجموع نابرابری های اقتصادی زیرمجموعه هایی از جمعیت باشد.

$$A_{\varepsilon}(y_{gi} : g = 1, \dots, G, i = 1, \dots, N_g) = \sum_{g=1}^G w_g A_{\varepsilon}(y_{g1}, \dots, y_{gN_g}) + A_{\varepsilon}(\mu_1, \dots, \mu_G)$$

که در آن: g شاخص گروه i ، و μ_g میانگین درآمد گروه g با ضریب وزنی w_g است. این وزن به μ_g, μ, N و N_g مربوط است.

هیچ یک از شاخص های دیگر برای اندازه گیری توزیع نابرابر ثروت این خواص را ندارند.

پاورقی

1. Anthony Barnes Atkinson developed various metrics. The Atkinson index which is related to the Theil index has been described by Lionnel Maugis in Inequality Measures in Mathematical Programming for the Air Traffic Flow Management Problem with En-Route Capacities (published on occasion of IFORS 96), 1996
2. Juana Domínguez-Domínguez, José Javier Núñez-Velázquez: The Evolution of Economic Inequality in the EU Countries During the Nineties. 2005

3. James E. Foster in annexe A.4.1 (p.142) of: Amartya Sen, On Economic Inequality, 1973/1997
4. Shorrocks, AF (1980). The class of additively decomposable inequality indices. *Econometrica*, 48 (3), 613-625, doi:10.2307/1913126

References

- Atkinson, AB (1970) On the measurement of economic inequality. *Journal of Economic Theory*, 2 (3), pp. 244–263, doi:10.1016/0022-0531(70)90039-6. The original paper proposing this inequality index.
- Allison PD (1978) Measures of Inequality, *American Sociological Review*, 43, pp. 865–880. Presents a technical discussion of the Atkinson measure's properties.
- Biewen M, Jenkins SP (2003). Estimation of Generalized Entropy and Atkinson Inequality Indices from Complex Survey Data. IZA Discussion Paper #763. Provides statistical inference for Atkinson indices.
- Lambert, P. (2002). *Distribution and redistribution of income*. 3rd edition, Manchester Univ Press, ISBN 978-0719057328.
- Sen A, Foster JE (1997) *On Economic Inequality*, Oxford University Press, ISBN 978-0198281931. (Python script for a selection of formulas in the book)
- World Income Inequality Database, from World Institute for Development Economics Research
- Income Inequality, 1947-1998, from United States Census Bureau.

(۱۴). شاخص دی ال

Theil index

شاخص دی ال شاخصی است آماری برای اندازه‌گیری نابرابری اقتصادی

$$T_T = T_{\alpha=1} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{x_i}{\bar{x}} \cdot \ln \frac{x_i}{\bar{x}} \right)$$

که در آن X درآمد فرد است که معکوس آن درآمد جمعیت است یعنی

$$T_L(x) = T_T\left(\frac{1}{x}\right)$$

$$T_L = T_{\alpha=0} = MLD = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\ln \frac{\bar{x}}{x_i} \right)$$

که در آن T_L میانگین لگاریتم انحراف MLD است چون انحراف معیار $\ln(x)$ را تعیین می‌کند و می‌توان بجای آن از متوسط T_T و T_L استفاده کرد که نتیجه آن یکسان است شبیه شاخص‌های جینی، هوور و کلتز برای X و $1/x$ میانگین‌های برابر و نتایج مشابه را تولید می‌کنند:

$$T_S = (T_T + T_L)/2 = \frac{1}{2N} \sum_{i=1}^N \left[\left(\frac{x_i}{\bar{x}} - 1 \right) \ln(x_i) \right]$$

که در آن x_i درآمد فرد i ام یا زیرگروه i ام است و $\bar{x}$ میانگین درآمد جمعیت یا میانگین درآمد تمام زیرگروه‌ها است و N حجم جمعیت یا تعداد زیرگروه‌ها است. این شاخص توسط هنری دی ایل Henri Theil استاد اقتصاد دانشگاه اراسموس روتردام برای تعیین اندازه نابرابری توزیع ثروت در جامعه تعریف شد سپس توسط استاد محیط‌زیست Jan Tinbergen برای نبود پراکندگی نژادی در یک منطقه بکار رفت شاخص‌های مشابهی نیز مانند شاخص هوور Hoover و شاخص کولتر Coulter وجود دارد.

(۱۵). اشتقاق از آنتروپی

□ آنتروپی: (Entropy)

این مفهوم منتج از اصل دوم ترمودینامیک است:

«هر سیستم مسدودی یعنی سیستم که کاملاً مجزا و مستقل باشد و به هیچ سیستم دیگری مرتبط نباشد، به سمت محتمل‌ترین وضعیت خود میل می‌کند.»

این محتمل‌ترین وضعیت، به سمت تجزیه و تباهی است و چنین تحولی به استهلاک و تلاشی موسوم است. محتمل‌ترین وضعیت در زیست‌شناسی؛ پیری، در شیمی؛ تجزیه، در جامعه‌شناسی؛ تباهی، در تاریخ؛ انحطاط، در درخت؛ پوسیدگی و در میوه؛ فساد است. برای تشخیص وضعیت یک سیستم مسدود و تعیین میزان بی‌نظمی آن در هر زمان از مفهوم آنتروپی استفاده می‌کنند. هرچقدر بی‌نظمی و تلاشی در یک سیستم افزایش یابد، آنتروپی سیستم نیز افزایش می‌یابد.

اصل دوم ترمودینامیک اول‌بار در سال ۱۸۲۹ توسط یک مهندس فرانسوی، به نام سادی-کارنو (Sadi Camot) به‌صورت فرمول درآمد. این اصل تجربی است و اثبات ریاضی ندارد تاکنون هیچ مثالی که این اصل در آن معتبر نباشد یافت نشده است مفهوم سیستم که اصل دوم در مورد آن صادق است مفهومی است تجربیدی و بسیار دور از واقعیت، در دنیای واقعی هیچ نظامی به معنای واقعی مسدود نیست و تمام نظام‌ها باهم در ارتباط و تماس‌اند ولی ارتباط آن‌ها ممکن است قوی یا ضعیف باشد.

○ تعریف:

اگر $f(x)$ تابع چگالی احتمال متغیر تصادفی X باشد، امید ریاضی لگاریتم عکس تابع $f(x)$ ، میانگین عدم قطعیت یا آنتروپی x نامیده می‌شود.

$$\eta(x) = E\left[\ln \frac{1}{f(x)}\right] = - \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) \ln f(x) dx$$

آنتروپی در حالت گسسته بیانگر عدم قطعیت مورد انتظار، در ارتباط با برآمد یک مشاهده از یک متغیر تصادفی مانند X است.

اگر $f(x) = p_r(X=x)$ ، آنگاه:

$$\eta(x) = - \sum_x f(x) \log f(x)$$

○ : آنتروپی یک تابع، احتمالی است که اگر همه احتمالات برابر و توزیع آن یکنواخت باشد،

$\eta(x)$ بیشترین عدم قطعیت یعنی کمترین اطلاع در مورد برآمد را نشان دهد.

اگر $P(X=x) = 1$ آنگاه $\eta(x)$ صفر است یعنی عدم قطعیت در مورد متغیر X وجود ندارد.

مثال ۱: در توزیع نرمال (با میانگین صفر و واریانس σ^2)

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$$

آنتروپی به صورت زیر است:

$$\eta(x) = \ln \sqrt{2\pi\sigma} + \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \ln(2\pi e \sigma^2)$$

اگر همه افراد درآمد یکسان داشته باشند شاخص دی ال صفر است. و این وضعیت واقعیت استدلالی ندارد. در مقابل وضعیتی است که یک نفر تمام درآمد جامعه را در اختیار داشته باشد و این حالت هم اوج بی‌نظمی در توزیع درآمد را می‌رساند. در این حالت T_T برابر $\ln(N)$ می‌شود که ماکزیمم مقدار T_T است بنابراین اگر T_T را بر $\ln(N)$ تقسیم کنیم دامنه شاخص بین 0 و 1 تثبیت می‌شود.

این شاخص را می‌توان بر اساس آنتروپی «فاصله» جمعیت از مقدار ایدئال (وقتی که همه دارای درآمد یکسان هستند) محاسبه کرد. نتیجه عددی آن به صورت عبارت آنتروپی منفی حاصل می‌شود.

اگر T_T توزیع درآمد در بین مردم باشد و T_L توزیع درآمد واقعی آن باشد T_T و T_L حالت خاص از شاخص عمومی آنتروپی هستند. با مقادیر $\alpha = 1$ و $\alpha = 0$ شاخص اتکینسون با پارامتر $\varepsilon = 0$ تبدیلی از $T_{\alpha=1}$ با مبدل $A=1-e^{-T}$ است شاخص آتکینسن با پارامتر $\varepsilon = 1$ تبدیلی از $T_{\alpha=0}$ است.

شاخص دی ال را می‌توان از شاخص « شانون Shannon » با عمومی کردن شاخص آنتروپی (S) به دست آورد.

$$S = k \sum_{i=1}^N \left(p_i \log \frac{1}{p_i} \right) = -k \sum_{i=1}^N (p_i \log p_i)$$

که در آن p_i احتمال انتخاب عضو i در یک نمونه تصادفی از جمعیت است در فیزیک k عدد ثابت بولتزمن Boltzmann است در نظریه اطلاع اگر مبنای لگاریتم عدد ۲ باشد $k=1$ در فیزیک و در شاخص دی ال مبنای لگاریتم و لگاریتم طبیعی است وقتی p_i درآمد فرد (x_i) باشد

$$S_{Theil} = \sum_{i=1}^N \left(\frac{x_i}{N\bar{x}} \ln \frac{N\bar{x}}{x_i} \right)$$

شاخص دی ال برابر است با $T_T = S_{max} - S_{Theil}$ که در آن ماکزیمم آنتروپی S_{max} وقتی است که تمام درآمدها مساوی باشد یعنی هر $x_i = \text{average } x_i = a$ ثابت باشد و این وقتی است که در شاخص دی ال S_{Theil} قرار دهیم $S_{max} = \ln(N)$ اگر در شاخص دی ال Theil-T جمعیت مورد مطالعه را به m زیرگروه معین افراز کنیم و s_i درآمد مشترک گروه i باشد آنگاه T_{Ti} شاخص دی ال T برای زیرگروه i و $\bar{x}_i$ متوسط درآمد زیرگروه i باشد شاخص دی ال T برابر است با:

$$T_T = \sum_{i=1}^m s_i T_{Ti} + \sum_{i=1}^m s_i \ln \frac{\bar{x}_i}{\bar{x}}$$

و این فرمول برای شاخص دی ال L به صورت زیر است:

$$T_L = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m T_{Li} + \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \ln \frac{\bar{x}_i}{\bar{x}}$$

References

1. Introduction to the Theil index from the University of Texas
2. <http://geodacenter.asu.edu/node/236>
3. <http://www.poorcity.richcity.org> (Redundancy, Entropy and Inequality Measures)
4. Juana Domínguez-Domínguez, José Javier Núñez-Velázquez:
5. James E. Foster and Amartya Sen, 1996, On Economic Inequality, expanded edition The Evolution of Economic Inequality in the EU Countries During the Nineties, 2005 with annexe, ISBN 0-19-828193-5
6. Novotny, J., 2007, On the measurement of regional inequality: Does spatial dimension of income inequality matter? Annals of Regional Science, 41, 3, 563-580.
<http://web.natur.cuni.cz/~pepino/NOVOTNY2007AnnalsofRegionalScience.pdf>
7. Rajan K. Sampath. Equity Measures for Irrigation Performance Evaluation. Water International, 13(1), 1988.
8. A. Serebrenik, M. van den Brand. Theil index for aggregation of software metrics values. 26th IEEE International Conference on Software Maintenance. IEEE Computer Society.

(۱۶). مزایای شاخص جینی نسبت به شاخص‌های دیگر

- مزیت اصلی شاخص جینی این است که از آن به‌عنوان یک معیار برای نشان دادن نابرابری میانگین‌های یک توزیع یا چگونگی تغییر یک متغیر ناهماهنگ مردمی استفاده کرد. در حقیقت شاخص جینی برای مقایسه توزیع درآمد ناهماهنگ در بخش‌های مختلف جامعه مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- تفسیر شاخص جینی نیز به‌راحتی امکان‌پذیر است. و شاخص جینی چگونگی تغییرات درآمدی بین فقیر و غنی را نشان می‌دهد. اگر شاخص جینی در کشور در حال افزایش باشد، نمی‌توان فقر را برای اکثریت مردم بهبود بخشید.
- از شاخص جینی می‌توان برای نشان دادن چگونگی توزیع درآمد در داخل کشور در طی یک دوره از زمان استفاده کرد. در نتیجه این امکان وجود دارد تا ببینید که آیا نابرابری در حال افزایش است یا کاهش.
- شاخص جینی علت ناعادلانه بودن توزیع درآمد بین مردم و درجه استقلال و وابستگی آن را به اقتصاد کشور تعیین نمی‌کند چه کشور غنی یا فقیر و یا متوسط باشد فرقی نمی‌کند شاخص جینی فقط نابرابری توزیع را اندازه‌گیری می‌کند.

(۱۷). معایب شاخص جینی

- درحالی که شاخص جینی نابرابری درآمد را اندازه گیری می کند، قادر نیست نابرابری ها در فرصت ها را نیز اندازه گیری کند. به عنوان مثال برخی از کشورها معمولاً یک ساختار ویژه از طبقات اجتماعی دارند که می خواهند با تخصیص بخشی از درآمد کشور به این طبقات، تمام موانع موجود برای حرکت روبه جلو و به سمت بالا را از سر راه آن بردارند. در این حال شاخص جینی در آن ها منعکس نمی شود و این ویژگی را نشان نمی دهد.
- اگر دو کشور شاخص جینی یکسان داشته باشند دلیلی بر یکسان بودن درآمد ملی و حجم جمعیت آن ها نیست. ممکن است یک کشور ثروتمند و دیگری فقیر باشد، ولی می توان این طور نتیجه گرفت که شاخص جینی در کشور فقیر نابرابری در کیفیت زندگی مادی را اندازه گیری می کند و در کشور ثروتمند شاخص جینی توزیع خوش گذرانی فراتر از نیازهای اساسی را اندازه گیری می گیرد.
- در دنیای مادی همه مردم مایل اند که ضریب جینی طبقه ای که در آن قرار دارند صفر باشد یعنی تمام ثروت ملی در اختیار آنان قرار گیرد. بنابراین هیچ کس از ضریب جینی خود راضی نیست.
- اگر ۵۰ درصد جمعیت یک کشور ۱۰۰ درصد درآمد کشور را در اختیار داشته بآند و بقیه صفر درصد آنگاه منحنی لورنز خط شکسته ای است که از سه نقطه $(0, 0)$ ، $(0, 1)$ و $(1, 1)$ می گذرد در این صورت ضریب جینی برابر است با $0/5$ و اگر ۷۵ درصد مردم کشور ۲۵ درصد درآمد کور را به طور مساوی سهم ببرند و ۲۵ درصد مردم کشور ۷۵ درصد درآمد کشور را در اختیار بگیرند، آنگاه منحنی لورنز خط شکست ای است که از سه نقطه $(0, 0)$ ، $(0/25, 0/75)$ و $(1, 1)$ می گذرد. ضریب جینی برابر است با (9) که به سهولت محاسبه می شود.
- شاخص جینی بیشتر درآمد افراد را اندازه می گیرد که سهم آنان از درآمد ملی است قادر به اندازه گیری ثروت افراد در بلندمدت نیست.

(۱۸). سایر کاربردهای شاخص جینی

اگرچه شاخص جینی بیشتر در اقتصاد کاربرد دارد اما می توان آن را در علوم، نظریه ها و مطالعات دیگر نیز مورد استفاده قرار داد. به عنوان مثال در زیست شناسی شاخص جینی به عنوان

معیاری برای اندازه‌گیری تنوع زیستی، پوشش گیاهی و توزیع جانوری مورد استفاده قرار می‌گیرد، در هر جای که نسبت‌های تجمعی از یک متغیر در برابر نسبت‌های تجمعی از متغیر دیگر در کنار هم قرار می‌گیرند برای نشان دادن چگونگی توزیع از شاخص جینی می‌توان استفاده کرد. شاخص جینی در بخش سلامت نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد، و از آن به عنوان معیاری برای سنجش نابرابری در سلامتی مربوط به کیفیت زندگی در جمعیت کشور می‌توان استفاده کرد. در آموزش و پرورش از شاخص جینی به عنوان معیاری برای سنجش نابرابری در آموزش و محرومیت از تحصیل، مدرسه و دانشگاه استفاده می‌کنند. در شیمی از آن برای بیان گزینشی از پروتئین مهر کننده کیناز در برابر هیئتی از کینازها استفاده می‌شود. در مهندسی، از آن به عنوان معیاری برای ارزیابی منصفانه در دست یافتن به روترهای اینترنتی در انتقال بسته‌های زمان‌بندی شده از جریان‌های مختلف ترافیکی استفاده می‌کنند. در آمار ساختمان درخت‌های تصمیم‌گیری، از آن برای اندازه‌گیری خلوص از اشکالات امکان‌پذیر فرزند استفاده می‌شود، باهدف به حداکثر رساندن میانگین خلوص از دو اشکال فرزند وقتی که در حال تقسیم شدن است و شاخص جینی با اندازه‌گیری نابرابری دیگر مقایسه می‌شود.

(ادامه دارد...).

منابع:

- «توسعه، شاخص‌ها و نما گرها» دبیرخانه مجمع تشخیص مصلحت نظام، کمیسیون نظارت، فروردین ۱۳۸۸.
- مظفر صرافی (۱۳۷۷)، «مبانی برنامه‌ریزی توسعه منطقه‌ای»، سازمان برنامه‌وبودجه.
- مسعود هاشمیان (۱۳۷۸)، «تعیین اولویت‌های سرمایه‌گذاری صنعتی جهت تقویت مزیت‌های نسبی صادرات صنعتی» مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی.
- سید محمد سید حسینی (۱۳۷۵)، «اقتصاد مهندسی و آنالیز تصمیم‌گیری»، دانشگاه علم و صنعت ایران.
- تیمور رحمانی (۱۳۸۱) ف «اقتصاد کلان»، انتشارات برادران.
- سید محمدکاظم نائینی (۱۳۸۱)، «اطلس آمار و احتمال»، انتشارات «آن».
- ریچارد استانلی (۱۳۸۱)، «تحلیل شاخص‌های اقتصادی»، ترجمه محمدتقی ضیائی بیگدلی و فیروزه نیوندی، انتشارات پژوهشکده امور اقتصادی و دارائی.
- گوئل کهن (۱۳۷۶) ف «شاخص شناسی در توسعه پایدار» مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی.