

شاخص‌ها

دکتر سید محمد کاظم نائینی^۱

دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۰۷ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۴/۰۸

(قسمت اول)

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 شاخص‌سازی مبانی نظری و ریاضی آن‌ها و نمونه‌هایی از شاخص‌های تعریف شده بین‌المللی مورد بحث و بررسی و نقد قرار می‌گیرد سپس به شرح شاخص‌های آماری به‌عنوان پایه و اساس شاخص‌سازی 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 هیأت علمی موسسه آموزش عالی رجاء، kazemnaeni@yahoo.co.uk

تعریف شاخص:

Index

شاخص: در صحبت‌های روزمره مردم به معانی مختلف بکار برده می‌شود:

- ۱- اسمی نادر، شیئی برآمده، مکانی مرتفع، صفتی مشخص، شخصیتی برجسته را شاخص گویند.
- ۲- تیری که از بالای نشان درگذرد: سهمی که به هدف نشیند (سهم شاخص).
- ۳- چشمی که وا گشاده باشد و مزگان نزنند.
- ۴- نشانه‌ای که در آفتاب برای تعیین وقت نماز ظهر نصب کنند و آن صفحه ایست دارای تقسیمات مربوط به ساعات مختلف شبانه‌روز که سایه میله‌ای به‌طور متوالی بر روی آن‌ها می‌افتد. نام دیگر آن (ساعت آفتابی) است.
- ۵- میله فلزی یا چوبی که در نقشه‌برداری به کار برند و برای تعیین جهت تراز را به سمت آن متوجه سازند (بیرق مساحی نصبیه).
- ۶- دستگاهی که روی جریان آب در رودها نصب می‌کنند برای تعیین مقدار آب مصرفی در طی سال و یا فصول مختلف سال.
- ۷- آنکه در جامعه ممتاز و منتخب باشد، (مہتر، رئیس)
- ۸- نمودار، نماینده، مأخذ یا پایه
- ۹- الگوی مصرف آب، برق، گاز و میزان هزینه (شاخص هزینه زندگی).
- ۱۰- راهنمای جاده: (n) راهنما (در جدول‌ها و پرونده‌ها).

در ادبیات آماری شاخص: معیاری است کمی برای تعریف، تعیین و یا نشان دادن خصوصیات ذاتی یک جامعه آماری به‌صورت عددی و یا وسیله‌ای است برای مقایسه دو جامعه آماری با یکدیگر یا وسیله‌ای است برای سنجش دو صفت خاص در یک جامعه.

در حقیقت شاخص متغیری است که برای ارزیابی و مقایسه کشورها، شهرها، دانشگاه‌ها، سازمان‌ها و جوامع مختلف اجتماعی، فرهنگی و سیاسی و همچنین برای تعیین شرایط و حساسیت‌ها، تفاوت بین مکان‌ها و زمان‌ها، و سنجش مجموعه‌ها و موقعیت‌ها، و ارزشیابی و تعیین نیازها، گرایش‌ها و جهت‌گیری‌ها (در ارتباط با اهداف و مقاصد تحقیق)، تأمین استانداردها و اطلاعات

هشدار دهنده، پیش‌بینی شرایط و روند تغییرات در آینده، مورد استفاده قرار می‌گیرد و می‌توان به‌وسیله آن وضعیت حال و گذشته پدیده‌ها را مقایسه، و بر اساس آن آینده را پیش‌بینی کرد.

دو کشور را چگونه با هم مقایسه و رتبه‌بندی می‌کنند؟ سازمان جهانی «یونسکو» تعدادی شاخص برای ارزیابی، مقایسه و رتبه‌بندی کشورها، شهرها و دانشگاه‌ها و دیگر سازمان‌های بین‌المللی، تعریف و اعلام کرده است که هر ساله این شاخص‌ها را برای همه کشورها حساب کرده و بر اساس آن کشورها، شهرها و دانشگاه‌ها را رتبه‌بندی و اعلام می‌کند.

یکی از این شاخص‌ها نرخ حیات یا «امید زندگی» است که براساس متوسط عمر جمعیت هر کشور، محاسبه می‌شود. شاخص دیگر نرخ رشد جمعیت و مقایسه آن با تولید ثروت و درآمد ناخالص ملی است. درصد مرگ و میر و تصادفات جاده‌ای، درصد جرم و جنایت و فساد مالی تعداد دانشجویان در صد هزار نفر از جمعیت کشور از شاخص‌های مقایسه و رتبه‌بندی کشورها است.

برای رتبه‌بندی شهرها مدت‌زمانی که یک شهروند از خانه به محل کار می‌رود و برمی‌گردد که شاخص کار و زندگی است و کم‌ترین مطالبه یک شهروند است که مالیات و عوارض شهری خود را می‌پردازد. شاخص دیگر دسترسی آسان و سریع به مواد غذایی تعریف شده در سبد غذایی روزانه، میوه و امکانات رفاهی، بهداشتی ورزشی و تفریحی است.

برای مقایسه دانشگاه‌ها مهم‌ترین شاخص عبارت‌اند از «نسبت استاد به دانشجو» تعداد مقالات پر ارجاع عضو هیأت علمی که مورد استفاده پژوهشگران قرار گرفته است. تعداد جوایز بین‌المللی (مانند جایزه نوبل یا فیلد) که توسط استادان یا دانشجویان دریافت کرده‌اند، درصد دانشجویان خارجی، درصد استادان بین‌المللی و نظایر آن.

اصول اساسی شاخص‌سازی

انتخاب و ساخت شاخص‌ها نیز اصول و ضوابطی دارد که باید رعایت شود وگرنه آن شاخص از اعتبار چندانی برخوردار نخواهد بود مهم‌ترین اصول اساسی شاخص‌سازی عبارت است از:

الف: صراحت: یک شاخص باید، صریح و روشن و به سهولت قابل به‌کارگیری و مستقل از زمان و مکان باشد.

ب: وزن‌پذیری: شاخص‌ها در کاربرد وزن یکسان ندارند. با توجه به اهمیت هر مقوله وزن خاصی را به خود اختصاص می‌دهند. مثلاً میانگین، میانه و مد هر سه شاخصی برای تعیین متوسط داده‌ها در یک جامعه آماری اند ولی این‌ها در کاربرد وزن یکسانی ندارند.

ج: حساسیت: یک شاخص باید از حساسیت کامل برخوردار باشد یعنی شیء موردنظر یا صفت ذاتی شیء را بسنجد. و در موارد مختلف یکسان عمل کند.

د: اختصاصی بودن: شاخص باید همان چیزی را بسنجد که موردنظر است و به سؤالات دیگر پاسخ ندهد.

ه: سازگاری: هر شاخص در هر مجموعه برای معرفی و تشخیص صفت خاصی از یک متغیر بکار می‌رود اگر در یک مجموعه چند شاخص برای تشخیص چند خصوصیت جامعه تعریف شده باشد الزاماً باید این شاخص‌ها باهم سازگار باشند.

مثال ۱: «شاخص توده بدنی» BMI (Body Mass Index)

برای تعیین سوء تغذیه، چاقی و لاغری از یک شاخص استفاده می‌کنند به نام شاخص تن‌سنجی یا بمی BMI (شاخص توده بدنی Body Mass Index) که تعریف آن به صورت ذیل است:

W (وزن) به کیلو، تقسیم‌بر توان دوم H (قد) به متر

$$BMI = \frac{W}{H^2}$$

که در آن W وزن (به کیلو) و H قد (به متر) است.

و یکی از کاربردهای «شاخص توده بدنی» BMI: محاسبه وزن ایده آل است.

برای محاسبه وزن ایده آل، یکی از ساده‌ترین و مؤثرترین روش‌ها، استفاده از شاخص BMI «شاخص توده بدنی» است.

اگر BMI محاسبه شده کمتر از ۱۹ باشد، کمبود وزن وجود دارد و شخص لاغر است.

اگر BMI بین ۱۹ تا ۲۵ باشد، وزن طبیعی است و شخص در محدوده سلامت وزنی است.

اگر BMI بین ۲۵ تا ۳۰ باشد، اضافه‌وزن وجود دارد.

اگر BMI بیش از ۳۰ باشد، شخص چاق در معرض خطر است.

افراد چاق در معرض خطرات ابتلا به بسیاری از بیماری‌های قلب و عروق، فشارخون، دیابت و غیره قرار دارند. یک فرد دارای اضافه‌وزن در مرز است و به راحتی می‌تواند با یک رژیم مناسب به محدوده سلامت وزنی بازگردد.

با این روش، هرکس می‌تواند وضعیت وزنی خود را تعیین کرده و بداند که در کدام گروه وزنی قرار دارد. اگر در گروه سلامت است به وی این نوید را می‌دهند که می‌تواند عمری طولانی و سالم داشته باشد و اگر از دو گروه: اضافه وزن یا چاق باشد، به او کمک می‌کند تا خود را به وزن ایده‌آل برساند و به عوارض ناشی از چاقی دچار نشود. وزن ایده‌آل چقدر است؟
وزن ایده‌آل به عوامل زیادی بستگی دارد که یکی از مهم‌ترین آن‌ها سن می‌باشد. با افزایش سن، وزن افزایش می‌یابد و به‌طور طبیعی میزان چربی ذخیره‌ای بدن بالا می‌رود بنابراین BMI تغییر می‌کند. با استفاده از جدول سن، وضعیت فرد تعیین می‌شود:

BMI	گروه سنی
22	24-19
23	34-25
24	44-35
25	54-45
26	64-55
27	65 به بالا

مثال ۲: شاخص رشد جمعیت

اصل اساسی: سرعت رشد جمعیت در هر کشور متناسب با حجم جمعیت آن کشور است. این حقیقت را که به صورت اصل می‌پذیرند، با رابطه:

$$\frac{dP}{dt} = rP \quad (1)$$

نشان می‌دهند که در آن P جمعیت و r ضریب تناسب (یا نرخ رشد جمعیت) و $\frac{dP}{dt}$ سرعت رشد جمعیت نسبت به زمان است. این یک معادله ساده دیفرانسیل و به سهولت قابل حل است:

می‌نویسیم:

$$\frac{dP}{dt} = rP \rightarrow \frac{dP}{P} = r \cdot dt \quad (2)$$

از طرفین انتگرال می‌گیریم: $\ln P = r t + \ln P_0$ که در آن $\ln P_0$ عدد ثابت انتگرال‌گیری است. این رابطه را به صورت ذیل می‌نویسیم:

$$\ln P - \ln P_0 = \ln e^{rt} \quad (۳)$$

$$\ln \frac{P}{P_0} = \ln e^{rt} \quad \rightarrow \quad P = P_0 \cdot e^{rt} \quad \text{یا}$$

که فرمول رشد جمعیت در هر کشور است و در آن: P_0 تعداد جمعیت اولیه در زمان مبدأ و P جمعیت در زمان t ، r درصد نرخ رشد جمعیت و t زمان بر حسب سال است.

این یک تابع نمایی است. وقتی که نرخ رشد جمعیت مثبت باشد نمودار آن به شکل زیر است:



مثال: جمعیت ایران در سال ۱۳۹۰ توسط مرکز آمار ایران ۷۵ میلیون نفر اعلام شد اگر نرخ رشد جمعیت ۱/۵ درصد ثابت بماند جمعیت ایران در سال ۱۴۰۰ به چند نفر می‌رسد؟

$$\text{حل: اطلاعات اولیه: } P = 75000000, \quad r = 0.015 \quad \text{و} \quad t = 10$$

$$\text{با این اطلاعات: } P = 75000000 \cdot e^{0.15} = 75000000 \cdot 1.1618342 = 87137565$$

یعنی در سال ۱۴۰۰ جمعیت ایران به ۸۷ میلیون نفر می‌رسد.

نرخ رشد جمعیت را نیز در فاصله زمانی بین دو سرشماری از همین فرمول محاسبه می‌کنند. و این فرمول، فرمول اساسی در برنامه‌ریزی پنج‌ساله اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی کشور است که در هر پنج سال یک‌بار تدوین و قانون آن به تصویب دولت می‌رسد.

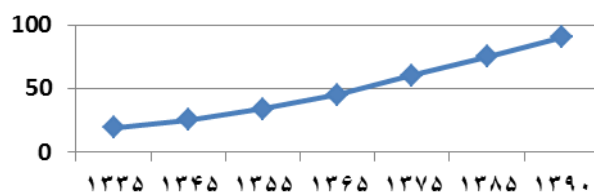
مثال کاربردی:

جمعیت ایران طی هفت دوره سرشماری برحسب میلیون نفر به شرح زیر است:

سال سرشماری	جمعیت به میلیون نفر
۱۳۳۵	۱۸/۹۵
۱۳۴۵	۲۵/۰۸
۱۳۵۵	۳۳/۷۱
۱۳۶۵	۴۵/۴۹
۱۳۷۵	۶۰/۰۶
۱۳۸۵	۷۰/۵۰
۱۳۹۰	۷۵/۰۲

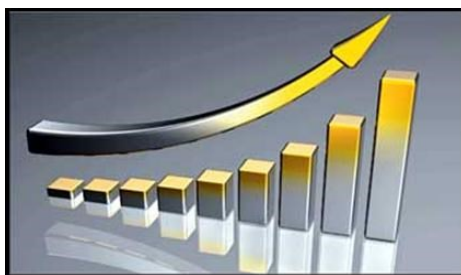
منبع: مرکز آمار ایران

این داده‌ها به روشنی مدل ریاضی رشد جمعیت را به صورت نمائی نشان می‌دهد.



شکل ۲

مدل ریاضی که با این منحنی به خوبی برازش دارد تابعی نمائی به شکل $Y = a e^{bx}$ است که از روی مفروضات فوق ضرایب a و b را می‌توان حساب کرد.



شکل ۳

مثال ۳. شاخص رشد پول و سرمایه

اگر بپذیریم که رشد پول هم در بانک‌ها با نرخ قراردادی r همانند رشد جمعیت در زمان t است، شاخص رشد پولی را نیز می‌توان همانند شاخص رشد جمعیت تعریف کرد:

$$\frac{dA}{dt} = rA \quad (1)$$

$$\frac{dA}{dt} = rA \rightarrow \frac{dA}{A} = r dt \quad (2)$$

$$\ln A - \ln a = \ln e^{rt} \quad (3)$$

$$\rightarrow A = a e^{rt} \quad (4)$$

که در آن a سرمایه اولیه و A اصل و فرع، r نرخ سود بانکی و t مدت سرمایه‌گذاری است. این شاخص دقیق‌تر از شاخص بهره در محاسبات بانکی است. که فرمول آن به صورت $A = a(1+r)^t$ است.

در این فرمول t مدت سرمایه‌گذاری برحسب سال است.

اگر واحد زمان در محاسبه بهره «شش ماه به شش ماه» یا «ماه به ماه» یا «روز به روز» باشد مقدار A به صورت‌های ذیل محاسبه می‌شود:

$$a \left(1 + \frac{r}{12}\right)^{12t} \quad \text{ماه ۶ به ۶ ماه}$$

$$a \left(1 + \frac{r}{12}\right)^{12t} \quad \text{ماه به ماه}$$

$$a \left(1 + \frac{r}{360}\right)^{360t} \quad \text{روز به روز}$$

اگر در منحنی r متغیر n را قرار داده و n را به سمت بی‌نهایت میل دهیم

$$* \lim_{n \rightarrow \infty} a \left(1 + \frac{r}{n}\right)^{nr} = a e^{rt} \quad \text{خواهیم داشت:}$$

که اصل و فرع پول با نرخ r پس از t سال در واحد ماه، روز و یا لحظه‌شمار است.

مثال ۱: مبلغ ۶۰ میلیون تومان در حساب سپرده ثابت ۵ ساله با نرخ ۲۰٪ چقدر رشد می‌کند:

$$\text{داریم: } a = 60\,000\,000 \quad r = 0.20 \quad t = 5 \quad \text{بنابراین } e^1 = 2.7182818$$

$$\text{اصل و فرع: } A = 60\,000\,000 \cdot 2.7182818 = 163\,096\,000$$

که ۱۲۳۰۹۶۰۰۰ تومان رشد کرده است.

مثال ۲: سرمایه a با نرخ صدی r پس از چه مدت t برابر می‌شود؟

حل: معادله: $a e^{rt} = 2a$ را حل می‌کنیم. برای حل از طرفین در مبنای e لگاریتم می‌گیریم

(لگاریتم طبیعی) $\ln 2 = rt$ یا $\ln 2 = 0.693147$ یا $rt = 0.69 / r$ که به فرمول لوتکا معروف است

مثلاً اگر نرخ بانکی صدی ۲۰ باشد هر سرمایه‌ای با این نرخ پس از ۳/۴۵ سال ۲ برابر می‌شود و یا اگر نرخ رشد جمعیت در یک کشور صدی ۳ باشد جمعیت آن کشور بعد از ۲۳ سال ۲ برابر می‌شود.

پرداخت قسط به منظور استهلاك دين:

اگر مبلغ A تومان از بانک وام بگیریم تا با نرخ صدی r در n سال سالیانه قسطی به پردازیم قسط سالیانه چقدر می‌شود؟
برای قسط‌بندی از فرمول زیر استفاده می‌کنیم:

$$S = a + aq + aq^2 + aq^3 + \dots + aq^{n-1} \quad (1)$$

این سری تصاعد هندسی نامیده می‌شود.

اگر طرفین را در q ضرب کنیم:

$$Sq = aq + aq^2 + aq^3 + aq^4 + \dots + aq^n \quad (2)$$

و این دو را از هم کم کنیم: خواهیم داشت

$$S - Sq = a - aq^n \quad (3)$$

و از آنجا نتیجه می‌شود:

$$S = a \frac{1-q^n}{1-q} \quad (4)$$

توجه: اگر q کوچک‌تر از ۱ و n به اندازه کافی بزرگ باشد آنگاه فرمول (۴) به صورت ذیل تبدیل می‌شود:

$$S = \frac{1}{1-q} \quad (5)$$

قسط به دو منظور است یکی قسط به منظور استهلاك دين است و یکی هم قسط به منظور تشکیل سرمایه است.

در قسط به منظور استهلاك دين الگو به صورت ذیل است:

$$a + a(r+1) + a(1+r)^2 + a(1+r)^3 + \dots + a(1+r)^{n-1} = A(1+r)^n \quad (6)$$

* از فرمول‌های $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{r}{n}\right)^n = e^r$ و $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n = e$ استفاده شد.

$$a \frac{1-(1+r)^n}{1-(1+r)} = A(1+r)^n \quad (7)$$

طبق فرمول (۴)

$$a = \frac{rA(1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

و از آنجا نتیجه می‌شود:

که مبلغ قسط به منظور استهلاک دین است.

توجه: اگر قسط ماهیانه باشد، تنها تفاوت در فرمول این است که به جای r عدد $r/12$ را قرار می‌دهیم.

مثال: مبلغ یک میلیون تومان از بانک با نرخ ۱۲ درصد وام گرفتیم که در یک سال ماه به ماه قسطی به پردازیم. قسط ماهیانه چه قدر است؟

حل: داریم: $A = 1000000$ $r = 0.12 / 12 = 0.01$ و $n = 12$

$$a = \frac{0.01 \times 1000000 (1+0.01)^{12}}{(1+0.01)^{12} - 1} \times 1000000$$

پس:

یا $a = 88849$ تومان که کل سود آن می‌شود: ۶۶۱۸۶ تومان

اگر برای محاسبه بهره و قسط ماهیانه از فرمول $A = a(1+r)^n$ استفاده کرده بودیم به عدد ۱۱۲۰۰۰۰ تومان اصل و فرع و قسط ماهیانه ۹۳۳۳۴ تومان می‌رسیدیم که ۲۹۱۴۸ تومان بیشتر بود.

فرمول محاسبه سود در بانک‌های خصوصی

$$y = \frac{R}{12} \times \frac{c(1+\frac{R}{12})^n}{(1+\frac{R}{12})^n - 1}$$

مصوبه شورای پول و اعتبار:

که در آن:

R : نرخ سود بانکی، y : قسط ماهیانه، C : مبلغ دریافتی و n : تعداد اقساط است.

این همان فرمول بالا (قسط به منظور استهلاک دین) است.

مثال: اگر از یک بانک خصوصی مبلغ ۴۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال با نرخ صدی ۲۴ وام بگیریم که در مدت ۵ سال به طور قسطی مستهلک نماییم قسط ماهیانه آن چقدر است؟

$$Y = 0.02 \times \frac{4000000000 (1.02)^{60}}{1.02^{60} - 1} = 11507100$$

حل:

اصل و فرع پرداختی بعد از ۵ سال ۶۹۰۴۲۶۰۰۰ ریال است. یعنی وام گیرنده باید تا پایان ۵ سال علاوه بر تأدیه وام مبلغ ۲۹۰۴۲۶۰۰۰ ریال سود نیز پرداخت کند.

شورای پول و اعتبار مدعی است که این فرمول در شورای نگهبان از نظر تطبیق با مبانی فقهی مورد تأیید است.

نحوه محاسبه سودهای بانکی

بانک‌ها از فرمول زیر برای محاسبه سود تسهیلات اعطایی استفاده می‌کنند:

$$\text{سود} = \text{اصل پول} \times \text{نرخ سود سالانه} \times (1 + \text{تعداد اقساط}) \times \frac{1}{2}$$

که در این حالت اقساط ماهانه به شکل زیر می‌باشد.

$$\text{سود} = \text{اصل پول} \times \text{نرخ سود سالانه} \times (1 + \text{تعداد اقساط}) \times \left(\frac{1}{2} \times 100 \times 12 \right)$$

که در این فرمول ۱۰۰ به خاطر آن است که نرخ در صورت، به صورت درصد است و بنابراین ۱۰۰ به مخارج کسر منتقل می‌شود و ۱۲ نیز برای ماهانه کردن نرخ سود سالانه است. به همین ترتیب می‌توان نرخ را به صورت روز شمار در نظر گرفت.

اما سود سپرده‌های سرمایه‌گذاری کوتاه مدت ویژه و بلند مدت به صورت روز شمار و به روش زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{مبلغ پرداختی به سپرده در هر ماه} = (\text{مدت به روز}) \times \text{نرخ سود علی‌الحساب} \times \text{مبلغ سپرده}$$

تقسیم بر ۳۶۵

۱- این سپرده‌ها بعد از ۳۰ روز اداری مشمول دریافت سود می‌شوند.

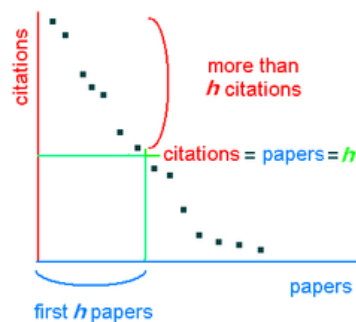
۲- سود سپرده‌ها نیز به صورت روزشمار در پایان وقت اداری آخرین روز هر ماه محاسبه و در اولین روز اداری ماه بعد قابل پرداخت خواهد بود. ضمناً چنانچه مانده حساب سپرده‌های کوتاه مدت عادی، ویژه و سپرده‌های مدت‌دار در یک یا چند روز کمتر از حداقل مانده مشمول سود باشد، روزی که مانده افزایش یابد، مشابه روز افتتاح حساب در نظر گرفته خواهد شد.

۳- چنانچه سپرده‌های کوتاه مدت ویژه پس از گذشت ۳۰ روز و قبل از گذشت شش ماه از تاریخ افتتاح حساب، فسخ شوند تا روز فسخ حساب به صورت روزشمار از نرخ سودی معادل نیم درصد کمتر از نرخ سود سپرده‌های سرمایه‌گذاری کوتاه مدت عادی برخوردار خواهند بود.

۴- همچنین چنانچه هر یک از سپرده‌های بلند مدت یک ساله تا پنج ساله به ترتیب قبل از انقضای قرارداد فسخ شوند، سود متعلقه به صورت روزشمار از نرخ سودی برابر نیم درصد کمتر

از نرخ سود سپرده‌های کوتاه مدت، ویژه، یک ساله، دوساله، سه ساله و چهار ساله محاسبه و پرداخت خواهد شد.

مثال ۴: شاخص اچ H



نمونه‌ای از اچ ایندکس روی محور xها و yها

اچ ایندکس h-index شاخصی عددی است که بهره‌وری و تأثیرگذاری علمی دانشمندان را به صورت کمی نمایش می‌دهد. این شاخص با در نظر گرفتن تعداد مقالات پر استناد افراد و تعداد دفعات استناد شدن آن مقالات توسط دیگران محاسبه می‌شود. از این شاخص می‌توان برای تأثیرگذاری علمی گروهی از دانشمندان نیز بهره برد، مثلاً شاخص اچ برای محاسبه تأثیرگذاری علمی دانشگاه‌ها و دانشمندان یک کشور نیز قابل استفاده است. این شاخص در سال ۱۳۸۴ (۲۰۰۵ میلادی) توسط فیزیكدانی به نام Jorge E. Hirsch پیشنهاد شد^۱ و از این رو گاهی با نام‌های هیرش ایندکس یا مقدار هیرش نیز شناخته می‌شود.

تعریف و هدف

اچ ایندکس شاخصی است که می‌توان به وسیله آن محققان تأثیرگذار را از آن‌هایی که صرفاً تعداد زیادی مقاله منتشر کرده‌اند متمایز نمود. این شاخص همچنین برای مقایسه محققانی که در یک حوزه کاری یکسان فعالیت می‌کنند کاربرد دارد. محاسبه شاخص اچ توسط پایگاه‌های اسکوپوس، ISI (آی اس آی) و گوگل اسکالر برای مقالات انگلیسی زبان و نیز پایگاه استنادی

1. An index to quantify an individual's scientific research output.

علوم جهان اسلام (ISC) برای مقالات فارسی امکان‌پذیر است. محاسبه ایندکس اچ بر پایه توزیع استنادات داده شده به آثار منتشره یک فرد یا گروهی از افراد صورت می‌گیرد.

به زبان دقیق‌تر، وقتی اچ- ایندکس برای شخصی به میزان h است، یعنی تعداد h مورد اثر انتشاراتی (مثل مقاله) دارد که به هر کدام از آن‌ها دست‌کم h بار استناد شده است. مثلاً اگر می‌گوییم شاخص تأثیرگذاری علمی فردی از طریق ایندکس اچ به میزان ۵ محاسبه شده است، منظور این است که این شخص ۵ اثر انتشاراتی، مثل مقاله، دارد که به هر کدام از این ۵ مقاله، دست‌کم ۵ بار استناد شده است.

اگر بخواهیم ایندکس اچ را روی محور نشان دهیم، در محور افقی (x) که از صفر درجه‌بندی می‌شود، هر عدد نشانگر تعداد مقالاتی است که توسط دیگران n بار مورد استناد قرار گرفته است. مثلاً عدد ۳ روی محور x ها به این معنا است که ۳ مقاله از این فرد وجود دارد که n بار مورد استناد قرار گرفته است. در محور عمودی یا همان محور y ها، تعداد دفعات استناد شدن وجود دارد. این محور نیز از صفر درجه‌بندی می‌شود. نقطه h روی این محور آنجایی است که مقدار روی محور x ها و y ها مساوی هم بشود. مثلاً ۱۰ مقاله وجود دارد (محور x ها) که ۱۰ بار مورد استناد قرار گرفته است (محور y ها). در اینجا ایندکس فرد یا گروه مورد بررسی ۱۰ است. این ضریب تأثیر کم‌کم دارد جای خیلی از ضریب تأثیرهای دیگر را در این زمینه می‌گیرد. از آنجایی که فقط مقالاتی تعیین‌کننده ضریب اچ هستند که تعداد یادکرد بالایی دارند، برآورد این نوع ضریب تأثیر بسیار آسان است. Hirsch نشان داد که شناسه اچ تأثیر زیادی در پیشگویی افرادی دارد که بعداً نشان‌های افتخار می‌گیرند از جمله جایزه نوبل. یا فیلد او نشان داد که فیزیکدانان دارای شناسه اچ ۱۲ می‌توانند دانشیار دانشگاه باشند و با شناسه ۱۸ می‌توانند استاد تمام باشند و با ۱۵ تا ۲۰ می‌توانند عضو انجمن فیزیک آمریکا باشند و با بیش از ۴۵ می‌توانند عضو آکادمی ملی علوم در آمریکا باشند.

محاسبه

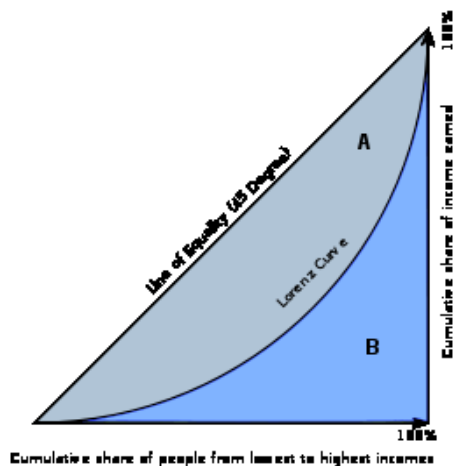
این شناسه می‌تواند دستی محاسبه شود یا با استفاده از پایگاه‌های داده‌ای که مقالات را نمایه‌زنی می‌کنند مثل اسکوپوس یا ISI web of knowledge. در سال ۲۰۱۱ گوگل هم ابزاری را به‌طور آزمایشی قرار داده است که این شناسه را برای نویسندگان به‌طور خودکار محاسبه می‌کند.

مثال ۵: شاخص رایبین هود

شاخص رایبین 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. در واقع 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. در دانش اقتصاد یک منحنی وجود دارد به نام منحنی لورنز. در منحنی لورنز هر نقطه‌ی روی منحنی نشان می‌دهد که چند درصد از جامعه چه میزان از ثروت را در اختیار دارند. در صورتی منحنی یک خط با شیب ۴۵ درجه باشد با مدینه فاصله‌ای روبرو هستیم که هر درصدی از جامعه همان درصد از ثروت را در اختیار دارد. مثلاً ۲۰ درصد جامعه ۲۰ درصد ثروت را در اختیار دارد. منحنی لورنز حالت واقعی یک جامعه را نشان می‌دهد مثلاً می‌توانید براساس شکل منحنی بگویید که ۱۰ درصد جامعه ۵۰ درصد ثروت را در اختیار دارد و ۸۰ درصد جامعه مثلاً ۳۰ درصد ثروت را در اختیار دارد. هر چه این تفاوت‌ها بیشتر باشد شاخص رایبین هود بیشتر است.

منحنی لورنز را در ذیل ببینید.



مثال ۶: ضریب جینی Coefficient of Poverty

ضریب جینی توسط یک آماردان ایتالیایی بنام کرادوجینی Corrado Gini در سال ۱۹۱۲ و در مقاله‌ای با نام Variability & Mutabilijy معرفی شد که در محاسبه و تحلیل توزیع درآمد کاربرد دارد. و از سطح زیر منحنی لورنز (شکل بالا) استخراج می‌شود. مقدار آن اندازه سطح بین خط ۴۵ درجه و منحنی لورنز است. این ضریب نابرابری توزیع درآمد کشور را بین اقشار جمعیت نشان می‌دهد. هر چقدر منحنی لورنز از خط ۴۵ درجه فاصله بگیرد نابرابری توزیع ثروت بین اقشار مردم بیشتر است. ضریب جینی بین صفر و یک تغییر می‌کند. صفر نشان دهنده «برابری کامل» و یک نشان دهنده «نابرابری کامل» توزیع ثروت است. یونسکو هر سال کشورهای عضو سازمان بین‌الملل را بر اساس ضریب جینی رتبه‌بندی می‌کند.

منحنی لورنز در سال ۱۹۰۶ توسط یک اقتصاددان آمریکایی بنام Max Otto Lorenz (1880-1962) برای نمایش توزیع نابرابر درآمد ملی تعریف شد.

$$G = \frac{\Delta}{\gamma\mu} \quad \text{روش محاسبه:}$$

$$\Delta = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |x_i - x_j|$$

که در آن μ : میانگین درآمد جامعه، n : تعداد کل نمونه و x_i : درآمد واحد i ام است.

مثال ۷: شاخص رفاه «آمارتیا سن» (Amartya Sen Index)

آمارتیا سن یک اقتصاددان هندی است که در سال ۱۹۹۸ برنده جایزه نوبل در اقتصاد شد. وی در مقاله‌ای در سال ۱۹۷۳ شاخص رفاه اجتماعی را به صورت زیر تعریف کرد:

$$\text{PNI} \times \left(1 - \frac{\Delta}{\gamma\mu}\right) \quad \text{یا} \quad \text{PNI} \times (1 - G)$$

(حاصل ضرب درآمد سرانه ملی در یک منهای ضریب جینی)

که در آن PNI درآمد سرانه ملی و G ضریب جینی است. بجای Δ همان مقدار بالا را قرار می‌دهیم.

مثال ۸: شاخص بیگ‌مک Big Mac Index

شاخص بیگ‌مک (Big Mac Index) راهی است غیررسمی برای سنجش برابری قدرت خرید دو واحد پول در دو کشور جهان که از طریق آن می‌توان به نرخ برابری واحد پول در بازار کشورهای مختلف دست یافت. این شاخص بر مبنای برابری قدرت خرید عمل می‌کند.^۱

شاخص بیگ‌مک یکی از روش‌های معمول برای توضیح برابری قدرت خرید است، ساندویچ شرکت مک دونالد در حدود ۱۲۰ کشور از ۱۷۶ کشور جهان تولید می‌شود همه به یک اندازه با مواد یکسان هم‌وزن، هم‌شکل و بامزه خاص. در سه اندازه کوچک، متوسط و بزرگ. و علی‌الاصول باید قیمت تمام شده آن در تمام کشورها یکسان باشد نوع بزرگ آن (Big Mac) در آمریکا تقریباً ۳ دلار تمام می‌شود. همین (Big Mac) در همین اندازه و مواد در عربستان سعودی ۱۰/۵ ریال سعودی تمام می‌شود بنا بر این هر ۳/۵ ریال سعودی برابر یک دلار آمریکا قدرت خرید دارد. از این رو قیمت تمام شده یک مک دونالد به‌عنوان شاخص برابری قدرت خرید پول کشورها در جهان شناخته شد. این شاخص در سال ۱۹۸۶ (میلادی) توسط اکونومیست برای اندازه‌گیری نرخ برابری ارزها معرفی شد. در این شاخص با توجه به اینکه قیمت یک ساندویچ بزرگ مک دونالد در هر کشور چقدر تمام می‌شود و افراد برای خرید جنس مشابه آن در کشور خود چقدر می‌پردازند نرخ برابری را می‌سنجد.

جدول زیر مقایسه گران‌ترین قیمت‌ها را در ۵ کشور جهان در ماه ژوئیه سال ۲۰۰۸ نشان

می‌دهد.

۱. نروژ - ۸۸.۷ دلار آمریکا
۲. سوئد - ۳۷.۶ دلار آمریکا
۳. سوئیس - ۳۶.۶ دلار آمریکا
۴. ایسلند - ۹۷.۵ دلار آمریکا
۵. دانمارک - ۹۵.۵ دلار آمریکا

۱. «شاخص بیگ‌مک» (فارسی). وب‌گاه روزنامه ایران، ۷ بهمن ۱۳۸۷.

2. The Big Mac Index ed. July 24th 2008. Retrieved on. ۰۳-۱۱-۲۰۰۸

جدول زیر مناسب‌ترین قیمت‌ها را در ۵ کشور جهان در ماه ژوئیه سال ۲۰۰۸ نشان می‌دهد.

۱. مالزی - ۷۰.۱ دلار آمریکا
۲. هنگ کنگ - ۷۱.۱ دلار آمریکا
۳. چین - ۸۳.۱ دلار آمریکا
۴. تایلند - ۸۶.۱ دلار آمریکا
۵. سریلانکا - ۹۵.۱ دلار آمریکا

به‌عنوان مثال اگر یک مک دونالد بزرگ در ایران ۷۵۰۰ تومان و در آمریکا ۳ دلار قیمت داشته باشد نرخ هم ارزی تومان و دلار به این صورت اعلام می‌شود: (یک دلار آمریکا در ایران ۲۵۰۰ تومان ارزش دارد). البته در ایران رستورانی برای عرضه مک دونالد وجود ندارد. ولی در عربستان سعودی در مدینه و مکه چند مغازه عرضه مک دونالد دیده می‌شود.

مثال ۹: شاخص تنوع زیستی

گونه‌های گیاهی و جانوری در یک ناحیه، دسته‌های قومی و قبیله‌ای در یک منطقه، گوناگونی پرندگان مهاجر در یک تالاب، پراکندگی جمعیتی از حیث زبان مکالمه، سلیقه زندگی و گرایش سیاسی و... تنوع زیستی نامیده می‌شود. تنوع زیستی یکی از داده‌های زیست‌شناختی است و شکل‌های متفاوتی از اشکال حیات در سطح کره زمین را نشان می‌دهد و مطالعه آن در مدیریت و حفاظت محیط زیست و اقتصاد از اهمیت خاصی برخوردار است. تنوع زیستی قابل اندازه‌گیری است. اگرچه داده‌ها نومیال و اعداد مطلقاًند ولی شاخص‌ها و معیارهایی برای اندازه‌گیری تنوع و گوناگونی اشیاء وجود دارد.

ویتاکر (1972) R.H. Whittaker سه اصطلاح را برای اندازه‌گیری تنوع زیستی در مقیاس مکانی بیان می‌کند:

- ۱- تنوع آلفا (α -Diversity) که عبارت است از تعداد گونه‌ها در داخل یک اجتماع مانند جنگل، علفزار، دشت یا بیشه‌زار،
- ۲- تنوع بتا (β -Diversity) که تفاوت بین تنوع گونه‌ای در اجتماعات، مناطق یا محیط‌های مختلف را نشان می‌دهد و با آن می‌توان سرعت دگرگونی تنوع را در زیستگاه‌های مختلف تعیین و مقایسه کرد.

۳- تنوع گاما (Diversity - γ) یا تنوع منطقه‌ای که تنوع یک واحد را در چشم‌انداز آینده برآورد می‌کند.

اکولوژیست‌ها به سه دلیل عمده به اندازه‌گیری تنوع زیستی و محاسبه آن علاقه‌مند هستند. نخست به دلیل آسیب جدی است که دائم به تعداد زیادی از زیستگاه‌ها وارد می‌شود. و تعهدی است که بسیاری از کشورها در قبال تنوع زیستی باید داشته باشند. دوم به خاطر این است که در بیشتر مواقع، اندازه‌گیری تنوع، به‌عنوان شاخص سلامتی سیستم‌های اکولوژیکی مطرح و مورد استفاده قرار می‌گیرد. سوم آن‌که اصولاً اندازه‌گیری تنوع یکی از موضوعات بحث‌انگیز در اکولوژی است. زیرا اصولاً تعریف دقیقی از تنوع زیستی در دست نیست و وجود دو مؤلفه «غنای گونه‌ای» و «وفور نسبی» یکنواختی تعریف آن دشوار است.

روش‌های اندازه‌گیری تنوع شامل شاخص‌های عددی و شاخص‌های پارامتری هستند: شاخص‌های عددی شامل شاخص‌های غنای گونه‌ای، شاخص‌های غیریکنواختی و شاخص‌های یکنواختی هستند. (شاخص‌های غیریکنواختی بر اساس نظریه اطلاعات و گونه‌های غالب تعریف می‌شوند.)

روش‌های مختلف اندازه‌گیری تنوع

تحقیقات انجام شده روی تنوع و اندازه‌گیری گوناگونی در نقاط مختلف ایران حاکی از این است که بیشترین مطالعات انجام شده در تنوع زیستی در ایران به رویشگاه‌های جنگلی و جنگل‌کاری‌ها اختصاص داشته است و برای اندازه‌گیری تنوع زیستی در چنین رویشگاه‌هایی از شاخص‌های مختلف زیر استفاده کرده‌اند.

- ۱- شاخص سیمپسون،
- ۲- شاخص شانون- واینر،
- ۳- شاخص‌های غنای گونه‌ای منهنیک و مارگالف،
- ۴- شاخص‌های یکنواختی پایلو،
- ۴- شاخص شلدون، شاخص اسمیت و ویلسون و کامارگو
- ۵- شاخص‌های تنوع بیت، هیل، آلاتلو، ملیناری و شاخص برگر- پارکر،
- ۶- شاخص آلفا فیشتر، هیپ و مانک،

۷- شاخص پارامتری مک آرتور و ضریب تشابه جاکارد و روش نمونه‌برداری‌ها نیز اکثراً از نوع سیستماتیک و تصادفی است. و در بررسی تنوع زیستی رویشگاه‌های مرتعی نیز برای سنجش تنوع زیستی، از شاخص‌های تنوع:

۱- شانون - واینر،

۲- سیمپسون،

۳- شاخص‌های غنای منهنیک و مارگالف،

۴- شاخص‌های یکنواختی کامارگو و پایلو

۵- و دیگر شاخص‌های تنوع مثل بریلوئین و مکتاش

استفاده می‌کنند. و در این بررسی‌ها نیز روش نمونه‌برداری همانند جنگل‌ها از نوع سیستماتیک - تصادفی است.

برای اندازه‌گیری تنوع زیستی در مناطق حفاظت شده و دیگر مناطق مختلف ایران از شاخص‌های

غنای:

۱- هیل،

۲- شاخص پارامتری مک N مارگالف و منهنیک،

۳- شاخص‌های تنوع شانون، سیمپسون، مکتاش، بریلوئین، آرتور، هیپ و مانک،

۴- شاخص‌های یکنواختی پیت و شلدون استفاده می‌شود.

و در مورد کوه‌ها اگرچه ممکن است مجموعه‌ای از تخته سنگ‌هایی عظیم، و غیرقابل نفوذ به نظر برسند ولی در حقیقت بزرگ‌ترین منابع تنوع زیستی و پناهگاه تعداد بی‌شماری از گونه‌های گیاهی و جانوری هستند، بسیاری از این گونه‌ها در اثر افزایش فعالیت‌های انسان در سرزمین‌های پایین دست محو شده‌اند و بسیاری دیگر در هیچ محیط دیگری به جز کوهستان وجود ندارند هم‌چنین کوه‌ها را جزایر تنوع زیستی نامیده‌اند و عدم دسترسی نسبی به آن‌ها به حفظ گونه‌ها که منابع گران‌بهای تنوع ژنتیکی‌اند، در این نواحی کمک می‌کند.

به منظور بررسی تنوع زیستی پوشش گیاهی کوه‌ها نیز شاخص‌های شانون - واینر و سیمپسون رایج‌ترین شاخص‌های تنوع می‌تالاب‌ها نیز اکوسیستم‌هایی پویا و برخوردار از تنوع زیستی خاص خود هستند که به علت تغییرات ایجاد شده در آن‌ها توسط انسان، اندازه‌گیری تنوع زیستی آن‌ها لازم است در این رابطه تنوع زیستی تالاب‌ها که از لحاظ پناهگاه حیات‌وحش و منطقه شکار

ممنوع از اهمیت زیادی برخوردارند قابل مطالعه‌اند. در بین اکوسیستم‌های مختلف ایران بیشترین بررسی تنوع در جنگل‌ها و جنگل‌کاری‌های (۵۸ درصد) و سپس در مراتع (۲۰ درصد) صورت گرفته است. با این وجود با توجه به فرآیند تخریب جنگل‌ها، برای حفاظت از محیط زیست بررسی‌های بیشتر در اکثر نقاط کشور لازم است.

به‌طور کلی ۶۱ شاخص‌های تنوع در ایران مورد استفاده قرار گرفته است. که بیشتر (شاخص تنوع سیمپسون)، و (اخص تنوع شانون)، مورد استفاده قرار گرفته است. (در جنگل‌ها و جنگل‌کاری‌ها) و سپس از (شاخص غنای منهنیک)، (شاخص یکنواختی پایلو)، (شاخص غنای مارگالف)، (شاخص‌های تنوع پیت و هیل)، (شاخص پارامتری مک آرتور و شاخص تنوع شلدون و شاخص‌های یکنواختی اسمیت و ویلسون) و شاخص‌های تنوع (آلاتو، ملیناری، برگر-پارکر، آلفا، هیپ و مانک) مورد استفاده قرار گرفته است. در مراتع از ۱۰ شاخص مورد استفاده به ترتیب می‌توان به شاخص تنوع شانون - واینر، شاخص تنوع سیمپسون و شاخص غنای منهنیک، شاخص غنای مارگالف، شاخص‌های یکنواختی کامارگو و پایلو استفاده می‌کنند. در بررسی تنوع زیستی جنگل‌ها و جنگل‌کاری‌ها، شاخص‌های یکنواختی اهمیت بیشتری دارند به‌طوری‌که در بعضی موارد شاخص‌های یکنواختی نسبت به شاخص‌های غنای گونه‌ای در تفسیر تنوع بسیار مناسب‌تر هستند.

و در بررسی تنوع زیستی مراتع، شاخص‌های غنای گونه‌ای حائز اهمیت می‌باشند به‌طوری‌که در بعضی مراتع به منظور بررسی تنوع فقط از شاخص‌های غنای مارگالف و منهنیک استفاده شده است. در کل شاخص‌های مورد استفاده در این مطالعات، شاخص‌های تنوع شانون و سیمپسون از کاربرد زیادی برخوردارند و شاخص غنای منهنیک، شاخص یکنواختی پایلو و شاخص غنای مارگالف با شاخص یکنواختی پیت، شاخص تنوع بریلوئین و شاخص یکنواختی اسمیت و شاخص پارامتری مک-آرتور و شاخص‌های تنوع مکتاش و برگر-پارکر از لحاظ کاربرد در رده‌های بعد قرار می‌گیرند. در برخی بررسی‌ها از شاخص یکنواختی اسمیت و ویلسون در کنار دیگر شاخص‌های تنوع استفاده شده است. این شاخص از بهترین شاخص‌های یکنواختی است، از غنای گونه‌ای کاملاً مستقل، به گونه‌های نادر و گونه‌های فراوان در جامعه حساس می‌باشد ولی با این وجود در منابع مختلف در ایران و سایر کشورها سه شاخص تنوع شانون - واینر،

سیمپسون و هیل همچنین سه شاخص یکنواختی پایلو، آلتو و ملیناری به‌عنوان کاربردی‌ترین شاخص‌ها بکار می‌روند. و برای تنوع زیستی دو شاخص زیر نیز وجود دارد.

۱- شاخص تنوع سیمسون (Simpson's Index Diversity)

شاخص تنوع سیمسون به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$D = \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)} \quad (1)$$

$$D = \sum \left(\frac{n}{N}\right)^2 \quad (2)$$

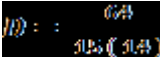
تعداد هر یک از انواع در اجتماع است n تعداد کل انواع و N که در آن مثال: در نمونه‌ای تصادفی از پوشش گیاهی در بخشی از جنگل شمال انواع زیر از درختان جنگلی مشاهده شد.

نوع درختان	n	$n(n-1)$
درخت چوب حصیری	۲	۲
درخت راج دانه نشاء	۸	۵۶
تمشک جنگلی	۱	۰
انجیل معابد	۱	۰
سنجد کوهی	۳	۶
جمع:	۱۵	۶۴

مقادیر را در فرمول قرار می‌دهیم

$$D = \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)} \quad (1)$$

$$D = \sum \left(\frac{n}{N}\right)^2 \quad (2)$$

با شاخص (۱) یا $D = 0.3047$ 

با شاخص (۲).

$$D = \left(\frac{2}{15}\right)^2 + \left(\frac{8}{15}\right)^2 + \left(\frac{1}{15}\right)^2 + \left(\frac{1}{15}\right)^2 + \left(\frac{9}{15}\right)^2 = \frac{79}{225} = 0.351$$

بنابراین: $D = 0.3$ (Simpson's Index)

و $1 - D = 0.7$ (Simpson's Index Diversity)

و شاخص معکوس سیمسون (Simpson's Reciprocal Index) $1/D = 3.3334$

۲- شاخص تنوع شانون (Shannon Diversity Index)

شاخص شانون در اندازه‌گیری (تنوع) در یک اجتماع، از معروف‌ترین و پرکاربردترین شاخص‌های تنوع (گوناگونی) است. بخصوص در حالت یکنواختی گونه‌ها که پایداری اجتماع را اندازه‌گیری می‌کنند این شاخص به عدد ۱ نزدیک می‌شود. که ملاک حداکثر پایداری است. عوامل اولیه فرمول و تعریف این شاخص به شرح ذیل است:

$$H = \frac{n}{\sqrt[n]{f_1 f_2 \dots f_k}} \quad . \quad ($$

$$H' = \log H \quad . \quad ('$$

$$H' = \log n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k f_i \log f_i \quad . \quad ('$$

$$H_{Max} = \log K \quad . \quad ('$$

$$S_s = \frac{H'}{H_{Max}} \quad . \quad (')$$

مثال ۱: در یک نمونه تصادفی به سائز $n = 60$ از خانواده‌های ساکن در یک شهرک مرزی، اختلاط جمعیتی از نظر زبانی و قومی به صورت زیر است:

فارس: ۱۵

ترک: ۱۵

کرد: ۱۵

عرب: ۱۵

تنوع قومی در این نمونه را با شاخص شانون حساب کنید:

$$H'_{Max} = \log K = \log 4 = 2 \log 2 = 2 \times 0.30103 = 0.60206, n = 60, K = 4 \quad \text{حل:}$$

محاسبه:

$$H' = \log 60 - \frac{1}{60} [15 \log 15 + 15 \log 15 + 15 \log 15 + 15 \log 15]$$

در نتیجه:

$$H' = \log 60 - \log 15 = 1.77815 - 1.17609 = 0.60206$$

$$S_S = \frac{H'_g}{H'_{Max}} = \frac{0.60206}{0.60206} = 1 \quad \text{اندازه شاخص:}$$

مثال ۲: در یک نمونه تصادفی در یک اجتماع از پرندگان مهاجر آب‌چر در تالاب فرضی انواع زیر مشاهده شد:

۱	قو وحشی
۱	فلامینگو
۱	جغد شاخ‌دار
۱	باقر قارا
۴۶	لک‌لک

شاخص دایورسیتی شانون این اجتماع را پیدا کنید

$$H'_{Max} = \log K = \log 5 = 0.69897 \quad \text{حل: می‌نویسیم:}$$

و

$$H' = \frac{1}{50} (50 \log 50 - [1 \log 1 + 1 \log 1 + 1 \log 1 + 1 \log 1 + 46 \log 46])$$

مثال ۱۰: تولید ناخالص ملی GNP و تولید ناخالص داخلی GDP

تولید ناخالص ملی GNP

ارزش مجموع تولید کالا و خدمات است که توسط یک نظام اقتصادی در یک دوره زمانی تولید می‌شود. این شاخص بیانگر قدرت اقتصادی کشور و بهره‌مندی از شرایط مادی، فرهنگی و اجتماعی بهتر و برخورداری از امکانات زیر بنایی و دفاعی بیشتر است.

تولید ناخالص داخلی GDP

جمع ارزش کالاها و خدمات نهائی تولید شده در یک دوره زمانی در داخل مرزهای جغرافیائی است ملاک محاسبه تولید ناخالص ملی، ملیت افراد حقوقی و حقیقی در داخل و خارج مرزهای جغرافیائی است و به قیمت بازار عوامل تولید سنجیده می‌شود ولی ملاک محاسبه تولید ناخالص

داخلی فقط در داخل مرزهای جغرافیایی کشور است و به قیمت پایه بازار که به دست مصرف کننده می‌رسد محاسبه می‌شود.

روش محاسبه درآمد ناخالص ملی سه نوع است: «روش درآمدی»، «ارزش افزوده» و «مخارج» در روش درآمدی فقط درآمد اظهار شده افراد را تعیین کرده جمع می‌زنند. عیب آن دوباره شماری و گاهی چندباره شماری است. در روش ارزش افزوده تمام ارزش افزوده واحدهای تولیدی و اقتصادی ملی را در یک دوره زمانی تعیین کرده جمع می‌زنند.

ارزش افزوده عبارت است از افزایشی است که به ارزش یک محصول در حین انجام یک مرحله تولید صورت می‌گیرد.

در روش مخارج: تولید ناخالص ملی برابر است با خالص صادرات بعلاوه سرمایه‌گذاری بعلاوه مخارج دولت بعلاوه مصرف خانوار.

در محاسبه تولید ناخالص داخلی: تولید ناخالص ملی را با خالص درآمد عوامل تولید از خارج جمع می‌کنند. یا کارمزد احتسابی را از جمع ارزش افزوده بخش‌ها کم می‌کنند یا تولید ناخالص داخلی به قیمت پایه را با خالص مالیات‌های غیرمستقیم جمع می‌کنند.

اگر تولید ناخالص داخلی را (به قیمت پایه) حساب کرده و از آن استهلاک سرمایه‌های ثابت را کم کنیم درآمد ملی کشور (National Income (NI به دست می‌آید و اگر این عدد را در یک دوره زمانی به جمعیت کشور تقسیم کنیم، درآمد سرانه ملی حاصل می‌شود.

درآمد ملی سرانه PNI:

از تقسیم درآمد ملی NI یک کشور به تعداد جمعیت آن کشور POP در یک مدت زمانی به دست می‌آید.

$$PNI = \frac{NI}{Pop} \quad \text{درآمد سرانه ملی}$$

این شاخص نشانگر ارزش پولی، قدرت خرید PPP، تولید کالا و خدمات در نتیجه توان مالی و میزان رفاه جامعه است.

رشد اقتصادی (Economic Growth)

رشد اقتصادی از تقسیم تولید ناخالص داخلی (به قیمت ثابت) GDP (t) در سال جاری به تولید ناخالص داخلی در سال قبل GDP (t-1) به دست می‌آید منهای ۱ که معمولاً آن را در صد ضرب

می‌کنند تا اندازه آن را به صورت درصد بیان کنند.

$$G = \left(\frac{GDP(t)}{GDP(t-1)} - 1 \right) \times 100$$

این عدد می‌تواند صفر، مثبت و یا منفی باشد.

مسئول محاسبه و اعلام سالیانه درآمد ناخالص ملی GNP، درآمد ناخالص داخلی GND و درآمد سرانه کشور GDP، درآمد سرانه ملی و رشد اقتصادی به عهده بانک مرکزی است.

مثال ۱۱: شاخص اشتغال:

۱. اشتغال پایه:

$$E_i = R_i - R \left(\frac{N_i}{N} \right)$$

که در آن E_i اشتغال پایه، R_i مقدار اشتغال در یک فعالیت اقتصادی در منطقه، R مقدار اشتغال در کل منطقه، N_i مقدار اشتغال آن فعالیت اقتصادی در کشور و N کل اشتغال در کشور است.
۲. ضریب مکانی:

$$LQ_i = \frac{R_i}{R} \div \frac{N_i}{N}$$

که در آن R_i مقدار اشتغال در یک فعالیت اقتصادی در منطقه، R مقدار اشتغال در کل منطقه، N_i مقدار اشتغال آن فعالیت اقتصادی در کشور و N کل اشتغال در کشور است.

LQ_i شاخص مکانی اشتغال در منطقه i است (Location Quotient)

مثال ۱۲: شاخص تورم:

تغییر قیمت در سبد مصرفی یک خانوار در زمان و مکان معین نسبت به سال یا مکان قبل یا مبدأ، شاخص قیمت نامیده می‌شود که معیاری برای تشخیص تورم و قدرت خرید مردم است. مثلاً اگر P_{it} قیمت کالای i ام از سبد غذایی خانوار در زمان t و q_{it} ضریب مصرف این کالا در زمان t و P_{i0} و q_{i0} به ترتیب قیمت و ضریب مصرف همان کالا در زمان قبل مثلاً سال قبل باشد شاخص افزایش یا کاهش قیمت با فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$I_p = \frac{\sum_{i=1}^n P_{it} q_{it}}{\sum_{i=1}^n P_{i0} q_{i0}} \times 100$$

منابع

- «توسعه، شاخص‌ها و نماگرها» دبیرخانه مجمع تشخیص مصلحت نظام، کمیسیون نظارت، فروردین ۱۳۸۸.
- مظفر صراف‌فی (۱۳۷۷)، «مبانی برنامه‌ریزی توسعه منطقه‌ای»، سازمان برنامه و بودجه.
- 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 محمد کاظم 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.