مدل هاي اندازه گيري بهره وري رشد كل عوامل توليد(TFP) با تمركز بر مدل حسابداري رشد (مطالعه موردي در استان چهارمحال بختياري)

دكتر رضا شفيعي ثابت
عضو هيئت علمي دانشگاه آزاد اسلامي واحد تهران مركز
ارديبهشت ماه 1386

1- مقدمه

براساس ماده 5 برنامه چهارم توسعه كشور مقرر گرديده است 2.5 درصد از رشد 8 درصدي پيش بيني شده اقتصاد در طي برنامه چهارم از محل ارتقاء بهره وري تامين گردد. تحقق اين امر با چالش هايي مواجه است كه يكي از عمده ترين آنها نبود يك نظام اطلاعاتي جامع جهت محاسبه شاخص هاي بهره وري به ويژه شاخص بهره وري كل عوامل توليد (TFP) مي باشد.
ادبيات محاسبه شاخص بهره وري كل عوامل توليد، متدولوژي هاي متفاوتي مبتني بر آمار اطلاعات موجود وجود دارد كه براساس آمار و اطلاعات موجود در كشور در حوزه اشنغال و سرمايه به نظر مي آيد مدل حسابداري رشد از قابليت ويژه اي برخوردار باشد.
در اين مقاله ابتدا مدل هاي مختلف اندازه گيري بهره وري به ويژه شاخص هاي بهره وري كل عوامل توليد ارائه گرديده است و سپس براساس مدل منتخب حسابداري رشد اقدام لازم جهت محاسبه شاخص هاي بهره وري كل عوامل توليد، نيروي كار و سرمايه در استان چهارمحال بختياري به صورت موردي صورت پذيرفته است. شايان ذكر است مدل مذكور قابل تعميم به ساير استان هاي كشور و همچنين كل اقتصاد كشور نيز مي باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

2- ادبيات موضوع

2-1- شاخص‌هاي بهره‌وري جزيي

در اقتصاد به طور سنتي بيشتر به شاخص‌هاي بهره‌وري جزيي[1] پرداخته شده است. به شاخص‌هاي بهره‌وري جزيي شاخص‌هاي بهره‌وري عامل منفرد نيز مي گويند. چنانچه خروجي‌هاي يك فرآيند توليدي را با $i=1,2,...,m$ و y_i و ورودي‌هاي آن را با $i=1,2,...,n$ و x_i نشان دهيم، شاخص بهره‌وري جزيي (A_{ij}) عبارت است از نسبت خروجي‌ها به ورودي‌ها كه در يك دوره زماني مشخص توليد و مصرف شده اند :

$$A_{ij} = \frac{yi}{x_i} \qquad i = 1,2, \dots , n \qquad j= 1,2, \dots , m$$

در مقابل شاخص فوق كه در حقيقت شاخص متوسط بهره‌وري جزيي است مي توان شاخص حاشيه اي بهره‌وري جزيي[2] (mij) را نيز تعريف نمود :

$$m_{ij} = \frac{\partial yi}{\partial xi} \qquad i = 1,2, \dots , n \qquad j= 1,2, \dots , m$$

در يك نظام تک محصولي، شاخص‌هاي فوق به نام نهاده مربوطه ناميده مي شوند. نهاده‌ها شامل نيروي كار، سرمايه و محصولات واسطه اي است و به اين ترتيب مي توان از بهره‌وري نيروي كار، سرمايه و محصولات واسطه اي (مانند سوخت يا انرژي) سخن گفت. در بين اين شاخص‌ها، شاخص بهره‌وري نيروي كار به چند دليل بيشتر مطرح شده است. دليل اول آسان تر بودن اندازه‌گيري نيروي كار نسبت به ساير نهاده‌ها است. به خصوص اگر تفاوت در مهارت كاركنان و ميزان دستمزد آنان در نظر گرفته نشود. دليل دوم آن است كه در بحث‌ها و مذاكرات اتحاديه هاي كارگري با كارفرمايان و مديران صنايع در كشورهاي صنعتي، نقش دستمزد در ميزان بهره‌وري، اهميت زياد داشته است (Eilin 1976). سوم آن كه مفهوم بهره‌وري نيروي كار بر خلاف بهره‌وري سرمايه مفهومي روشن و بدون جدل بوده است

[1] Partial Productivity Index
[2] Marginal Productivity Index

www.SID.ir
Archive of SID

(Sudit & Finger 1981). راجع به مفهوم ورودي سرمايه مشكلات نظري زيادي مطرح شده است كه بعضي از آنها به شرح زير مي باشد :

1. در مورد اين كه به عنوان ورودي حقيقي سرمايه بايد حجم سرمايه خالص و يا حجم سرمايه ناخالص را انتخاب نمود، ابهاماتي وجود دارد.

2. استهلاك سرمايه يك مشكل اساسي اندازه‌گيري ورودي سرمايه است. روش‌هاي مختلفي براي محاسبه استهلاك سرمايه وجود دارد. عوامل مؤثر بر استهلاك ، علاوه بر روش محاسبه استهلاك، عبارتند از : طول عمر اقتصادي تجهيزات و نرخ استهلاك، كه اندازه‌گيري و پيش بيني مقدار واقعي آنها دشواري‌هاي زيادي دارد.

3. علاوه بر موارد فوق، فقدان اطلاعات مربوط به نرخ بهره در ايران، به مشكلات تعديل سرمايه كه براي اندازه‌گيري ورودي سرمايه لازم است مي افزايد.

همانطور كه گفته شد شاخص‌هاي بهره‌وري جزيي پرسابقه‌ترين و فراگيرترين شاخص‌هاي بهره‌وري هستند. اما با وجود آنكه بدست آوردن اين شاخص‌ها نسبتاً آسان است و گذشته از آن در فن مديريت، جايگاه قابل توجه و كاربرد فراواني دارد، با اين حال ممكن است حاوي اطلاعات گمراه‌كننده‌اي باشد. معمولاً تعداد نهاده‌ها و محصولات يك واحد توليدي بيش از يكي است و بنابراين با تعداد زيادي اندازه بهره‌وري جزيي روبرو هستيم كه تغييرات آنها مستقل از هم است. بعضي از آنها ممكن است افزايش پيدا كنند و تعداد ديگري در همان زمان كاهش يابند. مثلاً افزايش بهره‌وري نيروي كار ممكن است به بهاي پايين آمدن بهره‌وري سرمايه صورت گرفته باشد. چنانچه با تعداد زياد اين شاخص‌ها مواجه باشيم، بدست آوردن تاثير هر كدام از آنها بر تخصيص بهينه منابع و كارايي اقتصادي بنگاه ممكن است بسيار دشوار باشد. چرا كه هر كدام از نهاده‌ها از طريق يك فرآيند تكنولوژيكي با ساير نهاده‌ها تركيب مي‌شود و تغييرات بهره‌وري نتيجه تغييرات در تمام اين عوامل است. بنابراين شاخص بهره‌وري جزيي به تنهايي براي تحليل‌هاي نظري مناسب نمي باشد و براي سنجش ميزان بهينگي تخصيص منابع در يك واحد اقتصادي نياز به ابزار كامل‌تري احساس مي شود. بر

www.SID.ir

ايـن اسـاس شـاخص‌هاي بهـره‌وري كـل عوامـل[3] معرفـي شـده انـد و همزمـان، مطالعات بهره‌وري به مطالعات تابع توليد و هزينه نيـز پيونـد خـورده اسـت. امـروزه رايج‌ترين شكل تحليل‌هاي علمي بهره‌وري، تحليل بهره‌وري در قالب توابع توليـد و هزينه است. در واقع بين تحليل بهـره‌وري و مطالعـات تـابع توليـد تفـاوت انـدكي وجود دارد. هر دو ساختار توليد را بررسـي مي‌كنند و همانطور كه توضيح خـواهيم داد، تحليـل بهـره‌وري بـه مطالعـه تغييـرات تـابع توليـد و تغييـر تركيبـات ورودي - خروجي درون تابع توليد مي پردازد.

Archive of SID

[3] Total Factor Productivity (TFP)

www.SID.ir

2-2- تعريف جامع بهره‌وري و اجزاي آن

در اين بخش تعريف جامع بهره‌وري با كمك مفاهيم برگرفته از اقتصاد خرد ارائه مي شود. بهره‌وري شامل اجزايي است كه مؤلفه‌ها يا منابع بهره‌وري نيز ناميده مي شوند. يك تكنولوژي را مي توان با يك مجموعه S نشان داد كه در آن ورودي‌هاي $x_t = [x^t_1, ..., x^t_n]$ قادر به توليد خروجي‌هاي $y_t = [y^t_1, ..., y^t_m]$ در زمان t مي باشد.

$F(x^t, y^t)$ به اين معناست كه x^t مي تواند y^t را توليد كند. تكنولوژي S شامل مجموع تمام تركيبات ورودي – خروجي (تركيبات نهاده - محصول) امكان پذير براي دوره زماني t و يا واحد توليدكننده t مي باشد. مجموعه S را مجموعه امكانات توليدي[1] نيز مي نامند. مجموعه تركيبات ورودي – خروجي خارج از S توسط تكنولوژي S قابل حصول نمي باشند. وقتي تكنولوژي تغيير مي كند، ممكن است بعضي از تركيبات ورودي – خروجي كه تا آن زمان ناممكن بودند، قابل حصول و دسترس شوند.

تركيبات ورودي – خروجي امكان پذير اعضاي مجموعه S از لحاظ كارايي با هم تفاوت دارند. با فرض ثابت ماندن تكنولوژي اگر يكي از خروجي‌ها بدون افزايش مقادير ورودي‌ها و يا كاهش مقدار خروجي‌هاي ديگر قابل افزايش باشد در اين صورت تركيب موجود ناكارايي فني[2] دارد.[3] به عبارت ديگر در هر تركيب تنها اگر امكان افزايش هر يك از خروجي‌ها با وجود ثابت ماندن ورودي‌ها و نيز ساير خروجي‌ها مقدور نباشد، آن تركيب ورودي – خروجي كاراي فني ناميده خواهد شد. كاراي فني در ادبيات اقتصادي كارايي ايكس[4] يا كارايي مجهول نيز ناميده مي شود. بعضي از اقتصاددانان وجود ناكارايي فني يا ناكارايي ايكس را به لحاظ مفهومي مورد ترديد مي دانند.

---

[1] Production Possibility Set

[2] Technical Inefficiency

[3] ذكر اين نكته لازم است كه هم اصطلاحات به كار برده شده در اين متن و هم ترجمه آنها ممكن است در ساير متون به مفهوم متفاوتی به كار رود.

[4] Efficiency - X

www.SID.ir

Archive of SID

مرز توليد[5] مجموعه تمام تركيبات كاراي فني توليد است كه معمولاً با تابع توليد نشان داده مي شود :

$F(x^t, y^t)=0$

به همين ترتيب $F(x^t, y^t)<0$ مجموعه تركيبات توليدي ناكارا و $F(x^t, y^t)>0$ مجموعه تركيبات توليدي ناممكن يا غيرقابل حصول توسط تكنولوژي S مي باشد.

تحول فني يا تغيير تكنولوژيكي[1] وقتي اتفاق مي افتد كه S به H تبديل شود :

$H = \{ (X^t, Y^t) \mid G(X^t, Y^t)\leq 0\}$

اگر S<H باشد، يعني تمام تركيبات ورودي – خروجي قبلي تحت تكنولوژي جديد نيز قابل حصول باشد، آنگاه اين تحول فني، موجب پيشرفت يا بهبود فني[2] خواهد شد. البته پيشرفت فني مي تواند بدون آنكه S<H باشد نيز صورت گيرد. غالب نظريه هاي اقتصاد خرد با فرض ثابت ماندن تكنولوژي و كارايي فني همراه است. در صورتي كه در بررسي هاي بهره‌وري ميزان صحت اين دو فرض يكي از سؤالات اساسي است.

بهره‌وري در جامع ترين و علمي ترين تعريف خود شامل پنج مؤلفه كارايي فني، پيشرفت فني، كارايي مقياس[3]، كارايي تخصيص[4] و كارايي ساختاري[5] مي باشد. براي تعريف دقيق اين پنج جزء ابتدا يك فعاليت ساده تك ورودي – تك خروجي را در نظر مي گيريم كه تابع y=f(x) نشانگر مرز توليد تكنولوژي موجود آن باشد. (شكل 1)

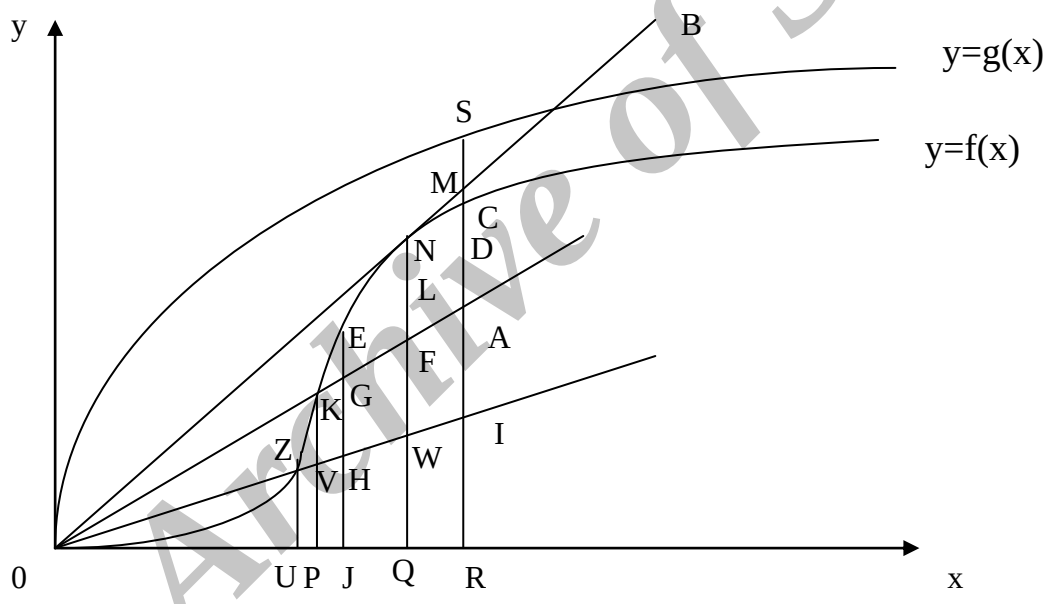
براي تكنولوژي f(x)، تركيبات ورودي – خروجي C,N,E,K,Z كاراي فني و A,F,G,I,W,H,V,D,L ناكاراي فني هستند. تركيبات ورودي – خروجي B,S,M غيرقابل دسترس هستند. پيشرفت فني وقتي اتفاق مي افتد كه تابع y=f(x) به y=g(x) تبديل شود. تحت تكنولوژي g(x) نقاط M و S نيز قابل دسترس

---

[5] Production Frontier
[1] Technical Change Or Technological Change
[2] Technical Progress Or Technological Advace
[3] Scale Efficiency
[4] Allocative Efficiency
[5] Structural Efficiency

www.SID.ir

هستند، هرچند M ناكارا و S كارا است. B در اين حالت نيز غيرقابل حصول باقي مي باشد.



(شكل شماره 1)

فرض كنيد توليد واقعي در نقطه H اتفاق مي افتد. متوسط بهره‌وري واقعي يعني y/x برابر نسبت HJ/OJ است. (توجه داشته باشيد كه در حالت خاص توليد تک ورودي – تک خروجي، مفهوم بهره‌وري جزيي و بهره‌وري كل عوامل به يك

Archive of SID

www.SID.ir

مفهوم تبديل شده و موضوعاتي را كه مي خواهيم مطرح كنيم واضح تر مي سازد). مشاهده مي شود كه مقدار نهاده OJ تحت تكنولوژي f مي تواند مقدار EJ محصول توليد نمايد. بنابراين كمبود توليدي[1] به ميزان EH=EJ-HJ وجود دارد. بيشترين سطح بهره‌وري معادل EJ/OJ است. بنابراين نسبت بهره‌وري واقعي به بهره‌وري بيشينه در نقطه H عبارت است از :

$$\frac{HJ}{EJ} = \frac{\frac{HJ}{OJ}}{\frac{EJ}{OJ}}$$

نسبت فوق معيار ناكارايي فني خروجي[1] است. مقدار خروجي HJ=ZU مي تواند به صورت كارا توسط مقدار ورودي OU توليد شود كه در اين صورت از اتلاف نهاده به ميزان UJ=OJ-OU جلوگيري خواهد شد و مقدار بهره‌وري بيشينه برابر HJ/OU خواهد بود. با اين حساب معيار ناكارايي فني ورودي[2] در نقطه H برابر خواهد بود با :

$$\frac{OU}{OJ} = \frac{\frac{HJ}{OJ}}{\frac{HJ}{OU}}$$

مقدار هر دو معيار ياد شده، كمتر از واحد يا برابر آن است. تعريف اين نوع معيار بر اساس دو جهت گيري متفاوت در اندازه‌گيري كارايي فني صورت مي گيرد. تعريف ناكارايي بر اساس اين دو جهت گيري به قرار زير است :

[1] Production Slack
[1] Technical Output Inefficiency Measure
[2] Technical Input Inefficiency Measure

www.SID.ir
Archive of SID

1. جهت گيري خروجي[3] : يك واحد توليدي كارا نخواهد بود اگر امكان داشته باشد كه يكي از خروجي‌ها را بدون كاهش هيچ يك از ساير خروجي‌ها و يا افزايش هيچ يك از ورودي‌ها افزايش داد.

2. جهت گيري ورودي[4] : يك واحد توليدي كارا نيست اگر ممكن باشد كه يكي از ورودي‌ها را بدون افزايش هيچ يك از ساير ورودي‌ها و يا كاهش هيچ يك از خروجي‌ها كاهش داد.

يك واحد توليدي تحت تكنولوژي كاراي فني است اگر و فقط اگر، هيچكدام از حالات 1 و 2 در مورد آن صادق نباشد. در مورد اين تعاريف و جهت گيري ها در فصول بعدي بحث خواهد شد.

در شكل شماره (1) حالت ديگري را در نظر بگيريد كه توليد واقعي ابتدا در نقطه V است و با گذشت زمان از نقطه V به نقطه N انتقال پيدا مي كند. متوسط بهره‌وري از VP/OP در نقطه V، به NQ/OQ در نقطه N افزايش پيدا مي كند. توليد در نقطه N روي تابع y=f(x) صورت مي گيرد و بنابراين نقطه تكنولوژي f، نقطه‌اي كارا است. با حركت از نقطه V به نقطه N مقياس توليد (كه در اينجا برابر مقدار نهاده اي است كه بنگاه مصرف مي كند) از OP به OQ افزايش پيدا كرده است. در مقياس توليدي OP تابع توليد y=f(x) بازده افزايشي به مقياس[1] دارد. يعني محصول با نرخ بيشتري از نهاده افزايش پيدا مي كند. مقدار بهره‌وري هم اكنون برابر NQ/OQ مي باشد و داريم :

$$\frac{NQ}{OQ} > \frac{KP}{OP} > \frac{VP}{OP}$$

يعني بهره‌وري در اثر افزايش مقياس توليد در يك تكنولوژي افزاينده به مقياس بالا رفته است. اين نوع افزايش را رشد بهره‌وري در اثر كارايي مقياس مي گويند و بهره‌وري در اين حالت، با مبنا قرار دادن كاراترين مقياس توليد و در نظر گرفتن حالت فرضي بازده ثابت به مقياس، مقايسه مي شود. در اين مثال سطح ورودي OQ در مولدترين مقياس توليد[1] قرار دارد و بيشترين كارايي مقياس را ايجاد مي

---

[3] Output Orientation
[4] Input Orientation
5 Increasing Return To Scale
[1] Most Productive Scale Size (MPSS)

www.SID.ir
Archive of SID

كند.[2] چنانچه بازده ثابت نسبت به مقياس مي داشتيم مرز توليد با خط OKGFA مشخص مي شد و حداكثر مقدار توليد با نهاده OQ برابر FQ مي بود. قسمتي از افزايش بهره‌وري به كارايي فني مربوط مي شود. بر اثر كارايي فني ايجاد شده بهره‌وري از VP/OP = WQ/OQ به FQ/OQ افزايش پيدا كرده است. قسمت ديگري از افزايش بهره‌وري مربوط به اثرات مقياس توليد مي شود كه بهره‌وري را از FQ/OQ به NQ/OQ افزايش مي دهد.

حال فرض كنيد توليد از نقطه V به نقطه S مي رود. اگر متوسط بهره‌وري ثابت مي ماند، توليد با مصرف OR نهاده به مقدار IR مي رسيد. مقدار خروجي هم اكنون SR است و بنابراين با افزايش SR-IR در خروجي مواجه هستيم كه صرفاً با افزايش نهاده از OP به OR توجيه نمي شود. اين افزايش خروجي با افزايش بهره‌وري مرتبط است.

$$\frac{SR}{IR} = \frac{AR}{IR} * \frac{CR}{AR} * \frac{SR}{CR}$$

نسبت AR/IR نشان دهنده افزايش كارايي فني است. OR/AR بازده افزايش مقياس را مي رساند. SR/OR نشان دهنده افزايش بهره‌وري در خلال بهبود تكنولوژيكي و يا پيشرفت فني (انتقال مرز توليد از f(x) به g(x)) مي‌باشد.

چنانچه بيش از يك نهاده توليد داشته باشيم، اولاً شاخص بهره‌وري ديگر شاخص بهره‌وري جزيي نخواهد بود و ثانياً كارايي فني شرط لازم و نه كافي براي كارايي هزينه[3] خواهد بود. آن دسته از تركيبات ورودي كه كمترين هزينه هاي توليد را براي مجموعه مشخصي از محصولات در پي داشته باشد، كارايي هزينه اي ناميده مي شوند. به عبارت ديگر به يك بردار ورودي – خروجي مانند U كارايي هزينه اي مي‌گوييم اگر تركيب نهاده‌ها[4] داراي كمترين مقدار هزينه به شرط وجود كارايي فني و ثابت بودن مقدار محصول باشد. تابع هزينه از همين تعريف به دست مي آيد :

$$\text{Min } C = \sum w_i x_i$$

[2] بنابراين مطابق تعريف ارائه شده، شناخت MPSS به عنوان ملاک اندازه‌گيری بهره‌وری مقياس برای محاسبه كارايی مقياس ضروری است.

[3] Cost Efficiency

[4] Input Combination

www.SID.ir

$s.t = F(X, Y) = 0$

كارايي در هزينه از طرفي به كارايي فني (قرار داشتن روي مرز توليد) و از طرف ديگر به چگونگي تخصيص نهاده‌ها بستگي دارد. بنابراين مؤلفه چهارم بهره‌وري كه بر خلاف كارايي هاي قبلي وابسته به قيمت ها است به عنوان كارايي تخصيص يا كارايي قيمت[1] معرفي مي شود.[2] براي توضيح كارايي تخصيص و كارايي هزينه و كارايي ساختاري از منحني هاي هم مقدار[3] براي وضعيت دو ورودي و تک خروجي در شكل (2-3-2) كمک مي گيريم. فرض كنيد تركيب مشاهده شده توليد در نقطه V قرار دارد. خط هزينه (PP) در نقطه كاراي هزينه بر منحني توليد ثابت $L^{sk}(u)$ (متناظر با همان مقدار توليد) مماس مي شود. تكنولوژي $L^{sk}(u)$ در بلندمدت از لحاظ مقياس نيز كارا مي باشد. بنابراين نقطه w از هر لحاظ كارا مي باشد. اندازه شعاعي كل كارايي بر پايه ورودي[4] در نقطه V عبارت خواهد بود از: IOE = OT/OV.

Archive of SID

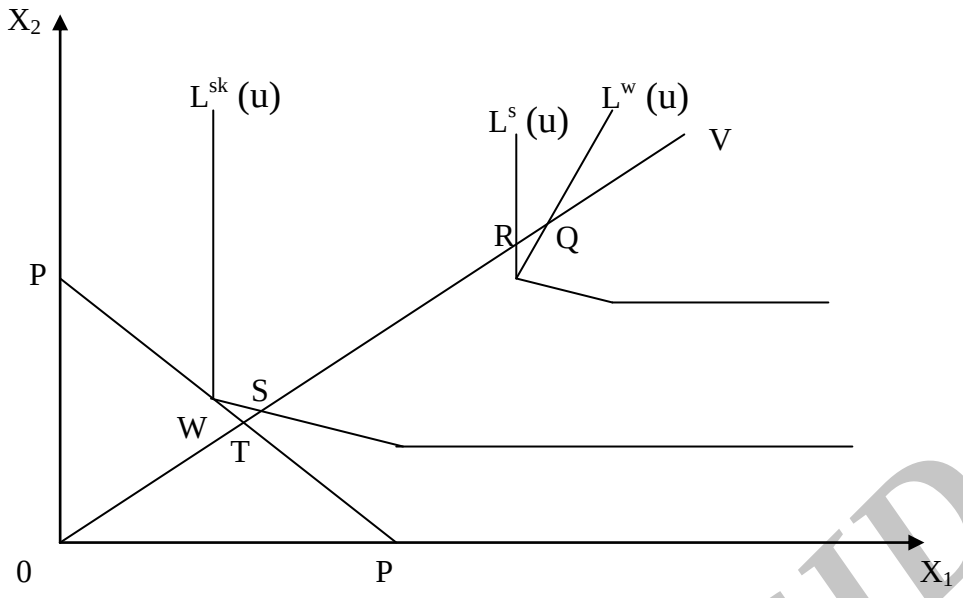
[1] Price Efficiency

[2] كارايي تخصيص به هدف رفتاری توليد بستگی دارد فرض ما كمينه سازی هزينه به عنوان رفتار می‌باشد لذا تركيبات خروجی را برونزا فرض كرده و به تخصيص تركيب ورودی اقدام می‌كنيم.

[3] Isoquant

[4] Input – Based Radial Measure of Overall Efficiency

www.SID.ir



(شكل شماره 2)

اندازه شعاعي كارايي كه توسط فارل[1] ابداع شده است از فاصله نقاط نسبت به مبدأ مختصات براي مقايسه استفاده مي كند. به عبارت ديگر ميزان كاهش و يا افزايش نهاده‌ها با نسبت هاي مساوي[2] كه براي حركت از نقطه اي به در فضاي تركيبات توليدي به نقطه ديگر لازم است، مورد مقايسه قرار مي گيرد. معيارهاي ديگري مانند اندازه گراف[3] يا اندازه هذلولي و يا اندازه غيرشعاعي[4] نيز ابداع شده است (Fare. Etal. 1985). اما معيارهاي اخير به علت ثقيل بودن مفاهيم و غامض بودن نظريه آنها مورد استفاده قرار نمي گيرند و معيار شعاعي رايج ترين معيار كارايي است.

اندازه هاي شعاعي كه در اين مثال‌ها ارائه مي كنيم همه "بر پايه نهاده"[5] مي باشند كه بر اساس جهت گيري ورودي بنا مي شود و توضيح آن قبلاً ارائه شد.

در شكل شماره 2 اندازه كارايي فني نقطه V عبارت است از :

Input – based Pure Technical Efficiency = IPIE $\frac{OQ}{O\overline{V}}$

[1] Farrell.M.J
[2] Equiproportional
[3] Graph Measure of Efficiency
[4] Non – Radial Measure
[5] Input - Based

www.SID.ir

مي توان نسبت فوق را هم معيار كارايي و هم ناكارايي قلمداد كرد و به هر حال مفهوم آن اين است كه اگر به نسبت هاي مساوي و برابر IPIE از مقدار نهاده‌ها بتوان كاست و سطح توليد را حفظ نمود، به كارايي فني دست پيدا مي كنيم و به همين نسبت از هزينه كل كاسته مي شود.

نقطه Q با وجود اين كه كاراي فني است، داراي نوعي ناكارايي است كه به نام ناكارايي ساختاري و يا ناكارايي تراكم[1] شناخته مي شود. اين نوع ناكارايي تنها در صورتي اتفاق مي افتد كه تعدادي از ورودي‌ها و يا خروجي‌ها ازدست دادني[2] نباشند. ناكارايي ساختاري در جايي پيش مي آيد كه تابع توليد خوش رفتار نباشد و توليد حاشيه اي يكي از نهاده‌ها منفي باشد. يك نوايي تابع توليد، وجود كارايي ساختاري را تضمين مي كند. اندازه شعاعي كارايي ساختاري برابر با IC= OR/OQ است.

مقياس كاراي توليدي سازگار با تعادل بلندمدت رقابتي است و انحراف از آن موجب ناكارايي مقياس است.$L^{sk}(u)$ متناظر با توليد در مقياس كارا مي باشد و به اين ترتيب كارايي مقياس نقطه V برابر با IS = OS/OR است و كارايي تخصيص معادل IA = OT/OS مي باشد. به اين ترتيب كل كارايي به مؤلفه‌ها ي مختلف (به جز تحول فني كه در اين مثال در نظر گرفته نشده است) تجزيه مي شود :

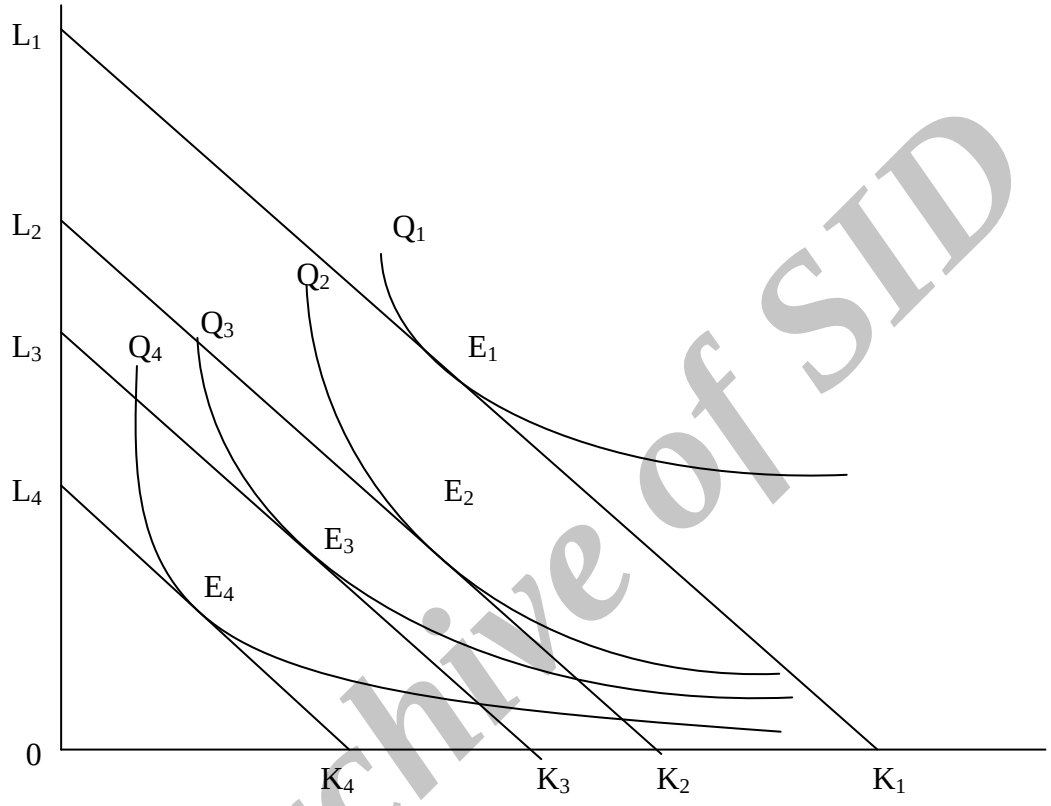
$$\frac{OT}{OV} = \frac{OQ}{OV}\ \frac{OR}{OQ}\ \frac{OS}{OR}\ \frac{OT}{OS}$$

شكل شماره (3) امكان فهم چند نكته ديگر را در رابطه با تحول فني و تغيير مقياس فراهم مي كند. منحني هاي اين شكل نيز مانند شكل شماره (2) منحني‌هاي توليد ثابتي هستند كه براي يك تابع توليد تك محصولي با نهاده‌هاي سرمايه و نيروي كار رسم شده اند. محول افقي و عمودي به ترتيب مقدار سرمايه و نيروي كار لازم را براي توليد يك واحد محصول نشان مي دهند. تحول فني به جابجايي تابع توليد ثابت مي انجامد. تحول فني خنثي طبق تعريف

[1] Congestion
[2] Free Disposable

www.SID.ir

هيكس[3] با انتقال موازي تابع توليد ثابت (مثلاً از Q_1 به Q_2) مشـخص مـي شـود و در اين نوع تحول فني، نرخ نهايي جانشيني نهاده تغيير نمي كند. بر خلاف تحـول فني اريب[4] كه موقعيت منحني توليد ثابـت تغييـر مـي كنـد و بـه يكـي از محورهـا نزديك‌تر مي شود. مثلاً تغيير منحني Q_2به Q_3به مصرف مقدار نسـبي بيشـتري از سرمايه منجر مي‌شود.



(شكل شماره 3)

اگر انحناي منحني به صورتي تغيير كند كه امكان جانشيني بين نهاده‌هـا كمتـر شود، آنگاه δ يا كشش جانشيني كاهش يافته است و اين را در تغييـر Q_1 بـه Q_4 مي توان مشاهده كرد. امتيازات مقياس را نيـز بـا همـين شـكل مي‌تـوان توضـيح داد. در اين حالت منحني ها متناظر با سطوح مختلفي از توليد هستند و محورهـا كماكان نشان دهنده ميـزان نهـاده لازم بـه ازاي هـر واحـد خروجـي مـي باشـند.

[3] Hicks
[4] Biased Technical Change

www.SID.ir

اصطلاحات خنثي و ناخنثي[1] يا اريب در مورد تغيير مقياس نيز به كار برده مي شود. فرض كنيد منحني توليد ثابت Q_1 به منحني توليد ثابت Q_2 تغيير پيدا كرده است و توليد متناظر Q_3 از Q_4 بيشتر است. در اين حالت با تغيير مقياس خنثي سروكار داريم. اما مثلاً تغيير Q_1 به Q_4 و با فرض اينكه توليد Q_3 از Q_4 بيشتر باشد يك پيشرفت فني اريب است. ارييي تغيير مقياس با غيرهموتتيك[2] بودن تابع توليد مرتبط است[3]، نكته ديگر آنكه اگر تحول فني و يا تغيير مقياس خنثي باشند، هر يك از معيارهاي بهره‌وري جزيي مي توانند به خوبي براي توضيح مؤلفه‌هاي بهره‌وري به كار گرفته شوند.

علاوه بر جنبه‌هاي فني، تغيير قيمت‌هاي نسبي نيز در تركيب توليدي و نتيجتا در بهره‌وري تاثير مي گذارد. شدت اين تاثير بستگي به كشش‌هاي جانشيني دارد. به عنوان مثال اگر $\delta=1$ باشد تغيير قيمت هاي نسبي تاثير شديدي بر نسبت عوامل توليد و در نتيجه بر شاخص‌هاي بهره‌وري جزيي مي گذارد. ولي اگر $\delta=0$ باشد، هيچ تاثيري نخواهد داشت. جدا كردن تاثير اين جنبه هاي مختلف از هم بسيار دشوار است. در فصل بعدي قضيه غيرقابل تشخيص بودن دياموند[1] را مرور مي كنيم كه ثابت مي كند يك سري زماني مي تواند به وسيله تركيبات مختلفي از تحول فني ايجاد شود و بنابراين تحول فني مشخص را نمي توان به آن نسبت داد.

2-3- ملاحظاتي در مورد مؤلفه‌هاي مختلف بهره‌وري

هر يك از مؤلفه‌هاي بهره‌وري كه برشمرديم اهميت خاص خود را داراست. معيار ناكارايي فني مي تواند به ما نشان دهد كه فقط با جلوگيري از اتلاف منابع (يعني بدون افزايش نهاده‌ها و يا تغيير تكنولوژي) تا چه حد مي توان توليد بيشتري داشت. معيار بهره‌وري مقياس توليد مي تواند در برنامه ريزي براي

---

[1] Non - Neutral

[2] Non - Homothetecity

[3] طبق تعريف، تابع هموتتيک يک تبديل يکنوا از يک تابع همگن درجه اول می‌باشد. به عبارت ديگر $f(x)=g(h(x))$ است. $H(g)$ تابع همگن درجه اول با بازده ثابت به مقياس (CRS) و $g(0)$ يک تابع يکنوا می‌باشد. CRS يک حالت خاص از هموتتيک است و منحنی‌های توليد ثابت يک تابع هموتتيک و CRS کاملاً شبيه به هم هستند. در يک تابع هموتتيک هميشه می‌توان خروجی را طوری اندازه گرفت (با انتخاب واحد) که تابع CRS به نظر برسد. برای توابع هموتتيک نرخ فنی جانشينی عوامل مستقل از مقياس توليد است.

[1] Diamond Nonidenfiability Theorem

www.SID.ir

Archive of SID

مناسب ترين سطح توليد مفيد باشد. بهبود بهره‌وري در اثر تحول فني نيز معياري براي تصميم گيري براي سرمايه‌گذاري‌هاي جديد مي باشد. معيار كارايي تخصيص نيز به روشني امكان كاهش هزينه و يا افزايش درآمد را مي سنجد.

كارايي فني، تحول فني، كارايي ساختاري و كارايي مقياس مستقل از هدف رفتاري[2] توليدكننده هستند. اما كارايي تخصيص وابسته به آن است. اهداف مختلف، كارايي تخصيص متفاوتي دارند. مثلاً كارايي تخصيص مربوط به كمينه كردن هزينه[3] لزوما به كارايي تخصيص در بيشينه كردن سود[4] يا بيشينه كردن درآمد[5] نمي انجامد.

تمام مؤلفه‌هاي كارايي به جز كارايي مقياس اصطلاحا كارايي خصوصي[1] هستند. يعني از نظر توليدكننده منفرد، در نظر گرفته مي شوند، اما كارايي مقياس، از نظر كل نظام توليدي يك محصول خاص معني پيدا مي كند و اصطلاحا كارايي اجتماعي[2] ناميده مي شود. از لحاظ اجتماعي آن مقياسي كارا است كه مطابق حالت تعادل رقابتي بلندمدت باشد كه به سود صفر مي انجامد.

راجع به عمل اقسام ناكارايي ها به خصوص ناكارايي فني مطالعات بيشماري صورت گرفته است. بين كارايي فني و درجه انحصار و نيز اندازه واحد توليدي رابطه معكوسي وجود دارد. بعد از اينكه اندازه يك واحد توليدي از يك سطح آستانه[3] تجاوز كرد، بدليل كاهش خلاقيت و آزادي عمل كاركنان و كاهش كيفيت نظارت و بالا رفتن هزينه‌هاي تشكيلات سازماني و نيز كند و غيرقابل انعطاف شدن فرآيند تصميم‌گيري، كارايي فني كاهش مي يابد.

---

[2] Behaviaral Goal
[3] Cost Minimization
[4] Profit Maximization
[5] Revenue Maximization
[1] Private Efficiency
[2] Social Efficiency
[3] Threshold Level

www.SID.ir

مقررات گذاري[4] و نيز نااطميناني از قيمت‌هاي آينده كه به استفاده بيشتر ازنهاده‌هاي بي خطر[5] مي‌انجامد و يا توليد محصولات مطمئن‌تر را موجب مي‌شود، از عوامل ناكارايي تخصيص هستند. همچنين گفته شده كه ناكارايي فني و ناكارايي تخصيص مي‌توانند به هم وابسته باشند. زيرا هر دو مي‌توانند بر اثر عوامل مشتركي همچون سوء مديريت بوجود آيند.

كيفيت نهاده‌ها يكي از اجزاءناديده گرفته شده بهره‌وري است. اگر تفاوت كيفي نهاده‌ها در طول زمان و يا در بين واحدهاي توليدي مختلف به قدري باشد كه باعث تفاوت ماهوي شود، در اين صورت بايد به عنوان نهاده‌هاي جداگانه با آن برخورد كرد. اما در بسياري از اوقات كه امكان اين كار وجود ندارد و يا تغيير كيفيت نهاده‌ها ناچيز است، اين تغييرات در كيفيت نهاده‌ها به عنوان تحول فني و يا كارايي فني منظور مي گردد. به عنوان مثال افزايش بهره‌وري به علت تغيير تركيب جنسي و يا نژادي كاركنان يك اثر كيفي نهاده‌ها است و تاثير سن و يا ميزان دانش فني جزئي از تحول فني به شمار مي آيد. در حالتي كه اطلاعات كافي موجود نباشد، هر دو اثر به يك علت يا مؤلفه بهره‌وري نسبت داده مي‌شوند.

عوامل بهره‌وري و پارامترهاي آنها در طول زمان و يا در بين واحدهاي توليدي ثابت نيستند. غرض از مطالعات بهره‌وري، مقايسه اين عوامل در طول زمان و يا دربين واحدهاي توليدي است. واحدهاي توليدي تحت مطالعه حتما بايستي مشابه باشند. اگر ساختار توليد و تكنولوژي‌هاي واحدهاي در حال مقايسه يكي نباشد، اثرات تفاوت تكنولوژي‌هاي مختلف به عنوان تفاوت بهره‌وري مطرح مي‌شود. توضيحات ارائه شده، روشن مي نمايد كه براي دانستن مقدار بيشينه بهره‌وري و بدست آوردن مؤلفه‌هاي مختلف آن محتاج دانستن مرز توليد هستيم. به اين ترتيب ملاحظه مي شود كه در يك نگرش نوين، تخمين تابع مرز توليد، مطالعات امتيازات مقياس[1]، كشش‌هاي جانشيني عوامل و ساير مطالعات نظام توليدي را مي توان زير مجموعه اي از مطالعات بهره‌وري دانست.

2-4- روش‌هاي محاسبه بهره‌وري كل عوامل

[4] Regulation
[5] Risk - Free
[1] Scale Economies

www.SID.ir

گراسكافت (Grosskopf, 1993) رويكردهاي مختلف بهره‌وري كل عوامل (TFP) را با استفاده از دو ملاک طبقه بندي مي كند : 1 – آيا از رويك رد مرز توليد استفاده شده است يا نه، و 2- نوع روش استفاده شده ناپارامتريك و يا پارامتريك مي باشد. روش ناپارامتريك را روش جبري و يا حسابداري نيز مي گويند و از آنجا كه مهمترين روش پارامتريك استفاده از روش هاي اقتصادسنجي است به اين روش، روش اقتصادسنجي هم گفته مي شود.

رويكردهاي متنوع اندازه‌گيري بهره‌وري كل عوامل

روش	نامرز توليد	مرز توليد
ناپارامتري (حسابداري يا جبري)	شاخص‌هاي TFP : پاش Paashe لاسپيرز Laspeyres ايج ورث Edgeworth فيشر Fisher سولو Solow	شاخص مالم كوئيست Malmquist الگوهاي بهينه سازي رياضي تحليل پوش داده‌ها DEA
پارامتري (اقتصادسنجي)	برآورد سنجي توابع توليد، هزينه و يا سود	بر آورد سنجي مرز توليد - مرز كامل - مرز احتمالي - مرز تصادفي

2-1-4- ناپارامتريك (جبري – حسابداري رشد)

بهره‌وري را مي توان بدون توسل به روش هاي آماري و با استفاده از روش هاي جبري محاسبه نمود. محاسبه ناپارامتريك بهره‌وري كه در ادبيات اقتصادي به حسابداري رشد نيز موسوم است به دو روش نامرز و مرز توليد تقسيم مي شود. در روش اول به طور ضمني فرض مي شود كه توليد مشاهده شده، مرز

www.SID.ir

توليد است و آحاد اقتصادي در بازارهاي رقابتي كامل به بهينه سازي رفتار خود مي پردازند. اين روش در اقتصاد بسيار رايج است. در روش دوم رفتار آحاد اقتصادي نارقابتي مي باشد و امكان شكاف ميان توليد مشاهده شده و توليد ممكن با استفاده از تكنولوژي موجود، وجود دارد.

2-4-2-1- رويكرد نامرز توليد

الف – مفهوم شاخص بهره‌وري كل عوامل

در اين بخش شاخص‌هاي بهره‌وري كل عوامل (TFP)[1] را به عنوان پرسابقه ترين روش سنجش بهره‌وري در علم اقتصاد كه هنوز هم كاربرد خود را حفظ كرده است، مرور خواهيم كرد. غالب اين شاخص‌ها با ناديده گرفتن مفاهيم مرز توليد و هزينه بدست آمده اند و همين طور كه شرح داده خواهد شد از قدرت ناچيزي براي تخمين و تفكيك مؤلفه‌هاي مختلف بهره‌وري برخوردار هستند.

اگر با يك نظام توليدي n ورودي – m خروجي سروكار داشته باشيم، n*m عدد شاخص بهره‌وري جزئي داريم. همانطور كه گفته شد اطلاعات مربوط به تغييرات همزمان اين n*m عدد گيج كننده است. بنابراين ارزيابي كارايي اقتصادي، بدون شاخص‌هاي مركبي كه تاثير تمام اين تغييرات را در نظر بگيرند، عمل فوق العاده دشواري است. بر اساس اين تفكر شاخص‌هاي TFP ابداع گرديدند كه تمام ورودي‌ها و خروجي‌هاي روند توليد را در نظر مي گيرند و بر اين اساس صفت "كلي" به آنها اطلاق مي شود.

فرض اساسي در غالب تحليل‌هاي اقتصادي توليد و بهره‌وري (شامل تحليل شاخص‌هاي TFP)، فرض جداپذيري[2] است. مطابق اين فرض مجموعه امكانات توليدي را مي توان با يك تساوي بين توابع تلفيق‌ساز[3] ورودي‌ها و خروجي‌ها نشان داد. يعني اگر بردار ورودي‌ها را با x و بردار خروجي‌ها را با y و مرز توليد را با معادله $f(x,y)=0$ نشان دهيم، خواهيم داشت :

$$F(x,y) = 0 \rightarrow F_1(x) = F_2(y) \qquad (1)$$

[1] Total Factor Productivity
[2] The Seperatability Assumption
[3] Aggregator Function

www.SID.ir

اين فرض از نقطه نظر اقتصادي محدودكننده است. چرا كه لازمه آن استقلال نرخ هاي جابجايي ورودي و خروجي روي مرز توليد مي باشد. در يك تكنولوژي پيچيده، احتمال دارد كه تغييرات توابع احتمالات ورودي[1] بر توابع احتمالات خروجي[2] تاثير بگذارد (Sudit & Finger, 1981). به عبارت ديگر ممكن است كه جانشين پذيري[3] ورودي‌ها روي مرز توليد بر تركيبات خروجي‌ها اثر بگذارد و بالعكس. با وجود اين، چون فرض جداپذيري به مقدار بسيار زيادي از پيچيدگي محاسبات بهره‌وري مي كاهد معمولاً به كار گرفته مي شود. در نظريه TFPها، فرض فوق به صورت زير در مي آيد :

$$TFP = \frac{h(y)}{g(x)}$$

g(x) و h(y) توابع تلفيق ساز بردار ورودي‌ها و خروجي‌ها مي باشند كه به روشي مستتر در شكل تابعي[4]، ورودي‌ها و خروجي‌ها را به يك عدد تبديل مي كنند، تا براي بدست آوردن شاخص بهره‌وري بتوان آنها را بر هم تقسيم كرد. در واقع اين دو تابع تبديلي از فضاهاي R_n و R_m به فضاي R هستند. (m و n به ترتيب تعداد خروجي‌ها و ورودي‌ها است) بايد توجه داشت كه يكي از مشكلات اساسي TFP يافتن توابع تلفيق ساز مناسب مي باشد. نامناسب بودن اين توابع به مانند خطاهاي اندازه‌گيري ، نتايج محاسبات را اريب مي كند (Sudit & Finger, 1981).

ب- شاخص‌هاي پاش، لاسپيرز، ايج ورث، فيشر

ابتدايي ترين روش تلفيق يك مجموعه ورودي يا خروجي، استفاده از توابع جمع كننده خطي مي باشد.

$$g(x) = \Sigma \alpha_i x_i \qquad (3)$$

$$h(y) = \Sigma \beta_j y_j \qquad (4)$$

[1] Input Possibility Function
[2] Output Possibility Function
[3] Subsituability
[4] Functional Form

www.SID.ir

a_i و β_j وزن هايي هستند كه به ترتيب به ورودي‌هاي x_i و y_j نسبت داده شده اند از نقطه نظر اقتصادي اين توابع داراي خصوصيات نامطلوبي از جمله فرض جانشيني كامل ورودي‌ها و يا خروجي‌ها مي باشند.

نمونه هايي از شاخص‌هايي كه از اين نوع توابع تلفيق ساز استفاده كرده اند، شاخص‌هاي پاشه[1]، لاسپيرز[2]، اجورث[3] مي‌باشند. اين شاخص‌ها ابتدا بيشتر در سطح اقتصاد كل ان بكار مي رفتند. شاخص‌هاي ياد شده از تقسيم دو شاخص مقداري[4] بر هم بدست مي آيد. يك دوره زماني به طور دلخواه به عنوان ماه يا سال پايه در نظر گرفته شده و بهره‌وري در ساير دوره ها نسبت به دوره پايه سنجيده مي شود. (البته اگر هدف استفاده از آمار مقطعي[5] و مقايسه واحدهاي توليدي مختلف باشد، يك واحد توليدي به عنوان واحد توليدي پايه در نظر گرفته مي شود). اين شاخص‌ها از قيمت به عنوان نظام وزن دهي استفاده مي كنند.

شاخص بهره‌وري كل عوامل لاسپيرز (TFP_L) در دوره زماني يكم ($t=1$) عبارت است از :

$$TFP_L = \frac{Q_L(P^0, Y^0, Y^1)}{Q_L(W^0, X^0, X^1)} \qquad (5)$$

كه در آن $Q_L(P', Y', Y^1)$ شاخص مقداري خروجي لاسپيرز[6] مي باشد :

$$Q_L(P^0, Y^0, Y^1) = \frac{P^0 Y^1}{P^1 Y^1} \qquad (6)$$

و $Q_L(W', X', X^1)$ شاخص مقداري ورودي لاسپيرز است :

$$Q_L(W^0, X^0, X^1) = \frac{W^0 X^1}{W^0 X^0} \qquad (7)$$

P' و W' بردار قيمت محصولات و نهاده‌ها در دوره پايه هستند. شاخص پاش (TFP_P) نيز به طريق مشابه با استفاده از شاخص‌هاي مقداري پاش بدست مي آيد كه از قيمت هاي دوره جاري استفاده مي كند :

---

[1] Paasche
[2] Laspeyres
[3] Edgeworth
[4] Quantity Index
[5] Cross Section
[6] Laspeyres Output Quantity Index

www.SID.ir

Archive of SID

$$TFP^1_P = \frac{P^1 Y^0 P^1 Y^0}{W^1 X^0 W^1 X^0} \qquad (8)$$

شاخص اجورث متوسط قيمت هاي دوره جاري و دوره پايه و به عنوان وزن در نظر مي گيرد.

$$P_{av} = \frac{P^0 + P^1}{2}$$

$$W_{av} = \frac{W^0 + W^1}{2}$$

$$TFP_e = \frac{P_{av} Y^1 / P^1 Y^0}{W_{av} X^1 / W^1 X^0} \qquad (9)$$

براي هر كدام از شاخص‌هاي مقداري يك شاخص زنجيره اي[1] نيز مي توان تعريف كرد. مثلا شاخص مقداري زنجيره اي لاسپيرز و پاش عبارتند از :

$$Q_{n1} = \ldots * \frac{P^0Q^1}{P^0Q^0} * \frac{P^0Q^2}{P^0Q^0} * \ldots * \frac{P^{n-1}Q^n}{P^{n-1}Q^{n-1}} \qquad (10)$$

$$Q_{np} = \ldots * \frac{P^1Q^1}{P^1Q^0} * \frac{P^2Q^2}{P^2Q^1} * \ldots * \frac{P^nQ^n}{P^nQ^{n-1}} \qquad (11)$$

براساس شاخص‌هاي مقداري فوق، TFPهاي زنجيري براي دوره زماني nام قابل تعريف مي باشند. شاخص TFP_f فيشر واسطه هندسي شاخص‌هاي TFP_L و TFP_P مي باشد. اين شاخص در سال 1992 معرفي گرديد و داراي خواص مطلوبي است كه آن را از ساير شاخص‌هاي TFP متمايز مي سازد. شاخص TFP فيشر براي دوره زماني يكم عبارت است از :

$$TFP^1_f = \left(\frac{\frac{P^0 Y^1 P^1 Y^1}{P0 Y^0 P^1 Y^0}}{\frac{W^0 X^1 W^1 X^1}{W^0 X^0 W^1 X^0}} \right) \qquad (12)$$

[1] Chain Index

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

www.SID.ir

ج- شاخص‌هاي تحول فني

براي تحليل مسائلي مانند تاثير تحول فني بر توليد، ناچار هستيم كه توليد و بهره‌وري را به صورت ديناميكي بررسي كنيم. بر اين اساس شاخص‌هايي طراحي شده اند كه اگرچه اساساً تغييرات بهره‌وري را اندازه مي گيرند با اين وجود به آنها نيز شاخص بهره‌وري اطلاق مي شود. به عنوان مثال اگر يك ساختار توليد تك محصولي (Q) با دو نهاده L و K داشته باشيم :

$$TFP = \frac{Q}{\alpha L - \beta K} \qquad (13)$$

شاخص كندريك[1] و شاخص سولو از تقريب DTFP/TFP (عملگر D نشان دهنده مشتق‌گيري نسبت به زمان است) و با فرض وجود يك تابع توليد مشخص بدست مي آيند (Nadiri, 1970). معيار هندسي سولو[2] بر فرض وجود تابع توليد كاب داگلاس[3]، بازده ثابت مقياس و تحول فني خنثاي جدا[4] استوار مي باشد[5] و عبارت است از :

$$\frac{DTFP}{TFP} = \frac{DQ}{Q} - \left[\alpha \frac{DL}{L} + \beta \frac{DK}{K} \right] \qquad \beta = 1 - \alpha \qquad (14)$$

DL, DQ و DK مشتق هاي زماني L, Q و K مي باشند. تقريب معيار سولو براي تغييرات ناچيز و به صورت گسسته عبارت است از :

$$\frac{DTFP}{TFP} = \frac{Q_1 - Q_2}{\alpha_0 \frac{L_1}{L_2} + \beta_0 \frac{K_1}{K_2}} - 1 \qquad (15)$$

معيار حسابي كندريك[6] (كه با فرض وجود تابع توليد ديگري بدست مي آيد) در دوره زماني يكم عبارت است از :

$$\frac{DTFP}{TFP} = \frac{Q_1 \; Q_0}{(WL_1 + RK_1)(WL_0 + RK_0)} - 1 \qquad (16)$$

[1] Kendrich
[2] Solows Geometric Measure
[3] Cobb - Douglas
[4] Autonomous and Neutral Technical Change or Disembodied Neutral Technical Change
[5] منظور از تحول فنی خنثی توضیح داده شد. منظور از تحول فنی جدا آن است که عامل تحول فنی به صورت یک ضریب مجزا در تابع تولید ظاهر شود.
[6] Kendrich arithmetic Measure

www.SID.ir
Archive of SID

W و R قيمت هاي L و K هستند كه مي توانند با گذشت زمان تغيير نمايند. فرض وجود يك تابع توليد خاص محدوديت ديگري (علاوه بر توابع تلفيق ساز) بر داده‌ها تحميل مي كند. چنانچه تابع توليد مفروض بر اطلاعات واقعي منطبق نباشد نتايج محاسبات اريب خواهد بود.

يكي ديگر از TFP هايي كه براي سنجش تغييرات طراحي شده است، شاخص ديويژيا[1] مي باشد. فرض اساسي اين شاخص وجود بازار رقابتي براي تمام عوامل توليد (شامل سرمايه) و خروجي‌ها مي باشد. اين فرض، استقلال قيمت‌ها از مقادير توليد و مصرف نهاده و نيز برابري درآمد و هزينه هاي كل m را نتيجه مي دهد :

$$\sum_{j=1} p_j y_j = \sum_{j=1} w_i x_i \qquad (17)$$

p_j و w_i به ترتيب قيمت هاي هر واحد خروجي jام و ورودي iام مي باشد. با مشتق گيري نسبت به زمان خواهيم داشت :

$$\sum_{j=1}^{m} Dp_j y_j + \sum_{j=1}^{m} p_j Dy_j = \sum_{j=1}^{m} Dw_i x_i + \sum_{j=1}^{m} w_i D x_i \qquad (18)$$

بعد از انجام عمليات جبري مناسب خواهيم داشت (Sudit & Finger, 1981) :

$$\sum_{j=1}^{m} \frac{Dy_j}{y_j} \beta_j - \sum_{i=1}^{n} \frac{Dx_i}{x_i} \alpha_i = \sum_{i=1}^{n} \frac{Dw_i}{w_i} \alpha_i - \sum_{j=1}^{m} \frac{Dp_j}{p_j} \beta_j \qquad (19)$$

$$\alpha_i = \frac{w_i \alpha_i}{\sum w_i \alpha_i} \qquad \frac{p_j y_j}{\sum p_j y_j} \qquad (20)$$

α_i سهم هزينه ورودي iام از كل هزينه و β_j سهم درآمد خروجي jام از كل درآمدها است. تساوي فوق يك رابطه همزادي[2] ميان تغييرات قيمت و تغييرات مقادير را نشان مي دهد. سمت چپ معادله فوق بنا به تعريف بيانگر درصد تغييرات شاخص ديويژيا (TFP_d) مي باشد :

[1] Divisia
[2] Duality

www.SID.ir

$$\frac{dLN\ TFP_d}{dt} \quad \frac{D\ TFP_d}{TFP_d} \qquad \sum_{j=1}^{m} \frac{D\ y_j}{y_j} \qquad \sum_{i=1}^{n} \frac{D\ x_i}{x_i} - \qquad \alpha_i \qquad (21)$$

قابل ذكر است كه در معادلات فوق انديس زمان (t) به خاطر وضوح عبارت حذف شده است. معادله (21) در واقع آن قسمت از رشد محصولات را كه با رشد نهاده‌ها توجيه نمي گردد اندازه مي گيرد. اين مقدار رشد مي تواند ناشي از افزايش كارايي فني و يا تحول فني باشد. چنانچه مايل باشيم TFP_d را بدست آوريم، به تعيين يك مسير براي انتگرال‌گيري خطي برداري احتياج داريم. چنانچه مسير مفروض را در فاصله زماني (T , 0) با $\gamma(t)$ نشان دهيم داريم:

$$TFP_d = \exp \{ \emptyset_0^T [\sum_j \frac{Dy_j(t)}{y_j(t)} \beta_j(t) \quad i \quad -\frac{Dx_i(t)}{x_i(t)} \alpha_i \quad d_y(t)] \quad \} \qquad (22)$$

بنابراين در حالت كلي مقدار TFP_d وابسته به مسير انتخاب شده است. يعني به ازاي يك مجموعه اطلاعات مشخص براي ورودي و خروجي TFP_d مي تواند چندين مقدار داشته باشد.

مي توان نشان داد كه براي مستقل بودن مقدار TFP_d از مسير انتخاب شده (به عبارت ديگر پايستار[1] بودن آن) و بدست آمدن يك جواب يكتا سه شرط توامان بايد برقرار باشد (Sudit & Finger, 1981). اين سه شرط عبارت از وجود توابع تلفيق ساز ورودي‌ها و خروجي‌ها، همگن خطي بودن آنها (كه بازدهي ثابت به مقياس را نتيجه مي دهد) و وجود هدف رفتاري بيشينه كنندگي سود در فرآيند توليد كه باعث يكتا بودن α_i و β_j مي شود، است.

با توجه به اينكه اطلاعات و آمار به صورت گسسته وجود دارد، براي محاسبه TFP_d از شكل گسسته آن استفاده مي كنند كه به صورت زير است :

$$\frac{TFP_d^{\,1}}{TFP_d^{\,0}} = \frac{\prod_{j=1}^{m} \left[\frac{y^1_j}{y^0_j} \right]^{(\beta_j^0 - \beta_j^1)}}{\prod_{i=1}^{n} \left[\frac{x^1_i}{x^0_i} \right]^{(\alpha_i^0 - \alpha_i^1)}} \qquad (23)$$

و يا به صورت لگاريتمي داريم :

[1] Conservative

www.SID.ir

$$\text{Log}\left[\frac{TFP_{d,t+1}}{TFP_{d,t}}\right] = \sum_{i=1}^{m}\left[\frac{\beta_{j,t}-\beta_{j,t+1}}{2}\right]\text{Log}\left[\frac{y_{j,t+1}}{y_{j,t}}\right] - \sum_{i=1}^{n}\left[\frac{\alpha_{j,t}-\alpha_{j,t+1}}{2}\right]\text{Log}\left[\frac{x_{j,t+1}}{x_{j,t}}\right]$$

(24)

اگر توابع تلفیق ساز زیر را در نظر بگیریم :

$$\frac{Dh(y)}{h(y)} = \frac{dLnh(y)}{dt} = \sum \beta_j \frac{Dy_j}{y_j}$$
$$\frac{Dg(x)}{g(x)} = \frac{dLng(x)}{dt} = \sum \alpha_i \frac{Dx_i}{x_i} \qquad (25)$$

خواهیم داشت :

$$\frac{DTFP_d}{TFP_d} = \frac{Dh(y)}{h(y)} = \frac{Dg(x)}{g(x)} \qquad (26)$$

و شکل گسسته آن به صورت زیر است (Efthymoglou, 1989) :

$$\text{Ln}\left[\frac{TFP_{t+1}}{TFP_t}\right] = \text{Ln}\left[\frac{h(y_{t+1})}{h(y_t)}\right] - \text{Ln}\left[\frac{g(x_{t+1})}{g(x_t)}\right]$$

$$\text{Ln}\left[\frac{h(y_{t+1})}{h(y_t)}\right] = \frac{\sum_{i=1}^{m}(\beta_{j,t}+\beta_{j,t+1})}{2}\text{Ln}\left[\frac{y_{j,t+1}}{y_{j,t}}\right] \qquad (27)$$

$$\text{Ln}\left[\frac{g(x_{t+1})}{g(x_t)}\right] = \frac{\sum_{i=1}^{n}(\alpha_{j,t}+\alpha_{j,t+1})}{2}\text{Ln}\left[\frac{x_{j,t+1}}{x_{j,t}}\right] \qquad (28)$$

نشان داده شده که عبارت گسسته TFP_d براي يك تابع تلفيق ساز همگن خطي ترانسلوگ دقيق مي باشد. يعني عبارات (27) و (28) مطابق تابع

Archive of SID

www.SID.ir

ترانسلوگ مي باشد (Sudit, 1995). با توجه به اين كه تابع ترانسلوگ[1] يك تقريب درجه دوم از هر تابع همگن خطي دوبار مشتق پذير دلخواه مي باشد، بنابراين محدوديت كمي اعمال مي كند و انعطاف زيادي دارد. به همين علت شكل گسسته TFP_d كاربردهاي زيادي پيدا كرده است.

Archive of SID

[1] Translog = Transendental Logarithmic

www.SID.ir

2-2-4-2- رويكرد مرز توليد

الف- شاخص بهره‌وري كل عوامل مالم كوئيست[1] :

شاخص مالم كوئيست با ساير شاخص‌هايي كه بررسي شد تفاوت هاي اساسي دارد. تمام TFP هايي كه بررسي شد به بردار قيمت‌هاي ورودي و خروجي احتياج دارند. در حالتي كه اطلاعات مربوط به قيمت‌ها موجود نباشد ليكن مرز توليد شناخته شده و يا قابل تخمين باشد شاخص‌هاي مالم كوئيست مي توانند مورد استفاده قرار بگيرند. اين شاخص‌ها براساس توابع فاصله[2] بنا شده اند. شاخص‌هاي مالم كوئيست به قيمت ها احتياجي ندارند. ما طبق تعريف به فرض تغييرات با نسبت هاي برابر در ورودي‌ها و خروجي‌ها محدود شده اند.

تابع مرز توليد در زمان t يعني $(f^t (x,y)=0$ مي تواند به صورت تابع نياز به نهاده[3] بيان شود :

$$x_1 = g^t (x_1, ..., x_n, y_1, ... , y_m) \qquad (29)$$

x_1 كمترين مقدار ورودي يكم است كه مي تواند براي توليد بردار y با داشتن مقادير x_2 تا x_n براي ورودي‌هاي 2 تا n، مورد استفاده قرار گيرد. تابع فاصله خروجي[4] را براي هر تابع g^t مي توان به صورت زير تعريف كرد :

$$d^t (Y,X) = \underset{\delta>0}{Max} \{ \delta \mid g^t(\frac{y_1}{\delta}, ..., \frac{y_m}{\delta}, x_2 , ..., x_n) \le x_1 \} \qquad (30)$$

$d^t (X,Y)$ بيشترين ضريب تعديل[5] است كه بردار خروجي تعديل شده Y/δ^0 و بردار ورودي X را بر مرز توليد قرار مي دهد. فاصله δ^0 معياري از بيشترين افزايش ممكن كارايي فني است به فرض آن كه در حركت از سمت نقطه ناكارايي توليد به سمت نقطه كارايي توليد، خروجي‌ها به نسبت‌هاي برابر افزايش يابند. تابع فاصله ورودي نيز به طور مشابه بر اساس بيشترين مقدار تعديل كه بردار ورودي‌هاي تعديل شده با نسبت هاي برابر و بردار خروجي Y را روي مرز توليد

[1] Malmquist
[2] Distance Function
[3] Input requirement Function
[4] The Output Distance Function
[5] Deflation

www.SID.ir

قرار مي دهد، تعيين مي شود. بنابراين تابع فاصله ورودي[6] بيشترين افزايش ممكن كارايي فني است با فرض آن كه ورودي‌ها در حركت به سمت كارايي با نسبت هاي برابر كاهش يابند. اين مفهوم با اندازه شعاعي ناكارايي فارل كه در فصل پيش توضيح داده شد، ارتباط نزديكي دارد.

Archive of SID

[6] The Input Distance Function

www.SID.ir

شاخص‌هاي مقداري خروجي مالم كوئيست[1] به صورت زير تعريف مي شود :

$$Q^0_M (Y^0 , Y^1) = \frac{D^0 (Y^1, X^0)}{D^0 (Y^0, X^0)}$$

$$Q^1_M (Y^0 , Y^1) = \frac{d^1 (Y^1, X^0)}{d^1 (Y^0, X^0)} \qquad (31)$$

با توجه به تعاريف تابع فاصله داريم :$d^t (Y^t, X^t)=1$ و شاخص‌ها به صورت زير در مي آيند :

$$\delta^0 = Q^0_M (Y^0,Y^1) = d^0 (Y^1,X^0)$$
$$\delta^1 = Q^1_M (Y^0,Y^1) = \frac{1}{d^1 (Y^0,X^1)} \qquad (32)$$

شاخص‌هاي ورودي يعني $Q^0_M (X^0 , X^1)$ و $Q^1_M (X^0 , X^1)$ نيز به طريق مشابه قابل تعريف هستند. اين شاخص‌ها قادر به اندازه‌گيري تاثير تكنولوژي هاي مختلف (در طول زمان و يا در بين واحدهاي مختلف) مي باشد. TFP مالم‌كوئيست (TFP_M) بنابر تعريف اول عبارت از نسبت شاخص‌هاي مقداري خروجي به شاخص‌هاي مقداري ورودي مالم‌كوئيست مي باشد :

$$TFP^0_M = \frac{Q^0_M (Y^0, Y^1)}{Q^0_M (X^0, X^1)}$$
$$TFP^1_M = \frac{Q^1_M (Y^0, Y^1)}{Q^1_M (X^0, X^1)} \qquad (33)$$

TFP_M تعريف ديگري هم دارد. طبق تعريف دوم داريم :

$$TFP^0_M = \frac{d^0 (Y^1, X^1)}{d^0 (Y^0, X^0)} = d^0 (Y^1, X^1) = \delta^0 \qquad (34)$$

$$TFP^1_M = \frac{d^1 (Y^1, X^1)}{d^1 (Y^0, X^0)} \quad \frac{1}{d^1 (Y^0, X^0)} = \delta^1 \qquad (35)$$

براي درک مفهوم رابطه (34) بايد دقت نمود که چنانچه فرآيند توليد کاراي فني فرض شود، تغيير بهره‌وري تنها مي‌تواند ناشي از تحول فني باشد. اگر در دوره

[1] Malmquist Output Quantity Index

www.SID.ir

Archive of SID

يكم نسبت به دوره صفر بهبود بهره‌وري داشته باشيم. بردار خروجي در دوره يكم نبايد توسط تكنولوژي دوره صفر (چنانچه مقدار نهاده‌هاي دوره يك مصرف شود) قابل حصول باشد. يعني نقطه (X^1 , Y^1) در دوره صفر خارج از مرز توليد است. لذا $\delta^0>1$ مي باشد. اما اگر Y^0روي همان مرز توليد دوره صفر باشد. $\delta^0=1$ خواهد بود و اين به معناي عدم بهبود بهره‌وري است. همين طور براي درک رابطه (35) توجه داشته باشد كه$1/\delta^1 = d^1(Y^0,X^0)$ و طبق تعريف، نقطه $(X^0 , \delta^1 Y^0)$ در مرز توليد تكنولوژي دوره يكم قرار دارد. بنابراين $\delta^1>1$ نشانگر افزايش بهره‌وري ناشي از تحول فني است.

بين TFP_d (ديويژيا)، TFP_M (مالم كوئيست)، TFP_F (فيشر) روابطي وجود دارد. با فرض رفتار كمينه كننده هزينه و بازدهي ثابت به مقياس مي توان نشان داد كه شاخص گسسته بهره‌وري ديويژيا، واسطه هندسي شاخص‌هاي بهره‌وري مالم كوئيست مطابق عبارت هاي (34) و (35) مي باشد. با همان فروض مي توان نشان داد كه شاخص‌هاي مزبور برابر شاخص TFP_F مي باشند (Sudit, 1995).

قابل تذكر است كه به جز TFP_M (مالم كوئيست)، تمام شاخص‌هاي ديگر به اطلاعات قيمت ها احتياج دارند. هيچ كدام از شاخص‌ها براي سنجش كارايي فني طراحي نشده اند و با فرض كارايي فني و كارايي تخصيص، تنها به سنجش تحول فني مي پردازند. TFP مالم كوئيست با فرض تغييرات با نسبت هاي برابر در ورودي‌ها و خروجي‌ها، فوق العاده محدود شده است. در ضمن اين شاخص به اطلاعاتي راجع به مرز توليد احتياج دارد.

علاوه بر اين TFPها محدوديت بيش از حدي بر داده‌ها اعمال مي كنند (توابع توليد، توابع تلفيق، فقدان ناكارايي تخصيص و غيره) كه منشا مشكلات نظري فراوان است. بنابراين با توجه به محدوديت هاي فراوان شاخص‌هاي TFP، روش هاي ديگري براي سنجش بهره‌وري از طريق تابع مرز توليد كه بعدا شرح داده خواهد شد، مي توان شاخص‌هاي مالم كوئيست را نيز استخراج كرد.

ب – روش بهينه سازي رياضي

Archive of SID

www.SID.ir

عمده ترين روش هاي ناپارامتري روش هـاي تحليـل پـوش داده‌هـا DEA[1] و FDH[2] مي باشد كه محدوديت هاي نسبتا كمي را در داده‌ها اعمال مـي كنـد. مـرز DEA يك تركيب قطعه قطعه خطي اسـت كـه بـا اتصـال مجموعـه بهتـرين عملكردهـاي مشاهده شده، يك مجموعه امكانات توليدي محدب ايجاد مـي كنـد. آن دسـته از واحدها و يا تركيبات توليدي را كه نسبتا كاراتر از سايرين هستند به عنـوان مـرز توليد در نظر مي گيرد و انحـراف از ايـن مـرز را بـه عنـوان ناكـارايي سـاير واحـدها معرفي مي كند. FDH يك حالت خاص و كم كاربرد DEA اسـت. اين دو روش فرض مي كنند كه خطاي تصادفي وجود ندارد. يعني هـيچ خطـاي انـدازه‌گيري و هـيچ اتفاق تصادفي كه موقتاً كارايي واحدي را تغيير دهـد وجـود نـدارد. همچنـين هـيچ امكاني در سيستم حسابداري و آمار وجود ندارد كه بين ورودي‌ها – خروجي‌هاي اقتصادي و مقادير حقيقي آنها ايجاد فاصله نمايد.

بنابراين هر كدام از اين خطاها به عنـوان تغييـر در كـارايي فنـي در نظـر گرفتـه مـي شـوند. در روش DEA فـرض مـي‌كنيم كـه جانشـيني خطـي ميـان تركيبـات ورودي روي منحني توليد ثابت امكان پذير اسـت. روش FDH فرض مي‌كند كه هيچ نوع جانشيني نهاده‌ها ممكـن نيسـت. فـرض ضـمني ايـن دو روش آن اسـت كـه تمـام واحـدهاي توليـدي از يـك تكنولـوژي ثابـت برخـوردار هسـتند و فـرض محدودكننده ديگر آن اين است كه توليد داراي بازده ثابت نسبت به مقياس است (البته همان طور كه در فصول بعدي مشاهده خواهد شـد، بـا پيشـرفت و تعمـيم اين الگوها بسياري از فروض فوق الذكر از جمله بازدهي ثابـت بـه مقيـاس تعـديل شـده اند).

علي رغم محدوديت هاي فوق، روش DEA محبوترين روش براي شـناسـايي مـرز توليد و استخراج اندازه كارايي فنـي اسـت. شـايد مهمتـرين جـذابيت DEA در ايـن باشد كه از ميان ده ها روش تحليل بهره‌وري و روش هاي شناساييي مـرز توليـد، قالب نظري آن بيش از هر روش ديگري شكل واحد و سازمان يافتـه اي بـه خـود گرفتـه اسـت. مطالعـه برگـر و سـايرين روي تحليل‌هـاي كـارايي انجـام شـده در

[1] Data Envelopment Analysis
[2] Free Disposal Hull

www.SID.ir

مؤسسات مالي نشان مي دهد كه از حدود 130 بررسي بهره‌وري انجام شده، بيش از نيمي از آن با روش DEA صورت گرفته است (Berger, etal, 1997).

از آنجايي كه مرز حقيقي توليد نامشخص است، نمي توان هيچ يك از روش هاي شناسايي مرز توليد را در يك حالت كلي ارجح دانست و كارايي اين روش ها به موقعيت وابسته است. اشكال عمده روش هاي ناپارامتري در نظر نگرفتن خطاي تصادفي در داده‌ها مي باشد. كوشش هايي براي نزديك كردن اين دو دسته از روش ها صورت گرفته است. پيدا كردن اشكال تابعي منطقي تر براي تحليل‌هاي پارامتري و بنا كردن يك پايه آماري براي تحليل‌هاي ناپارامتري از آن جمله هستند.

در هر حال براي هر مطالعه بهره‌وري مراحل مشخصي بايد طي شود. ابتدا بايد هدف رفتاري واحدهاي تحت مقايسه مشخص بشود. سپس لازم است درون زا يا برون زا بودن قيمت ورودي‌ها و يا مقادير خروجي‌ها مشخص گردد(اگر خروجي‌ها مانند واحدهاي مولد انرژي برون زا باشند بايد از معيارهاي ورودي گر استفاده كرد). در مرحله بعدي در خصوص پارامتري يا ناپارامتري بودن الگوي تحليل تصميم مي گيريم و نهايتاً روش محاسباتي تحليل در قالب مشخص شده (مثلاً روش هاي بهينه سازي رياضي و يا روش هاي آماري) را بر مي گزينيم.

Archive of SID

www.SID.ir

2-5- روش هاي پارامتري – اقتصادسنجي

روش هاي پارامتري برآورد بهره‌وري به دو رويكرد مرز توليد و نامرز توليد تقسيم مي گردد. رويكرد مرز توليد ناكارايي را به طور صريح لحاظ مي نمايد و تغييرات فني را در طول زمان به حساب مي آورد. در رويك رد نامرز توليد عموما به طور ضمني فرض مي شود كه خروجي مشاهده شده بهترين عملكرد و يا مرز توليد است. رويكرد نامرز توليد مبتني بر فرض رفتار بهينه سازي رقابتي مي باشد. اين فرض به طور ضمني به اين معنا است كه بنگاه ها بطور فني كارا هستند. لذا تغيير در TFP به عنوان تغيير خالص در خروجي يك بنگاه به دليل تغيير دو فن توليد تعريف مي شود. رها كردن فرض رفتار بهينه سازي رقابتي امكان لحاظ كردن ناكارايي فني را فراهم مي آورد. در اينجا تغيير در TFP با تغيير خالص در خروجي يك بنگاه به دليل تغيير تكنولوژي (فناوري) توليد و كارايي فني، هر دو اندازه‌گيري مي‌شود.

2-5-1-1- رويكرد نامرز توليد

قاعدتاٌ انتظار مي رود توليدي كه در عمل انجام مي گيرد شامل صفات و ناكارايي هاي فني باشد. به عبارت ديگر نمي‌توان تمام عمليات توليد را عملياتي كارا دانست. بنابراين تخمين تابع توليد از طريق اطلاعات موجود و با روش‌هاي معمول رگرسيون خطي، مرز توليد را در اختيار ما نمي‌گذارد، بلكه از اين طريق تابع متوسط توليد بدست مي‌آيد، مگر آنكه فرض كنيم توليد در كارايي كامل فني صورت مي‌گيرد و هدف از بررسي توابع توليد، تحليل ساير مؤلفه‌هاي بهره‌وري مانند تحول فني و يا بازدهي مقياس باشد. توابع معمولي توليد و هزينه حاصل از فرض ياد شده هستند و به آنها توابع عملكرد ميانگين يا متوسط توليد مي گويند. در واقع اين توابع مرز توليد را كم برآورد مي كنند. مرز توليدي كه از اين طريق بدست مي آيد، مرز با تمايل مركزي ناميده مي شود، چرا كه از مركز داده‌ها مي گذرد.

توضيح داده شد كه منظور از تحول فني، تغيير مجموعه امكانات توليدي است. يك راه در نظر گرفتن چنين تغييراتي، وارد كردن متغير زمان به عنوان يك ي از

www.SID.ir

متغيرهاي تابع توليد مي باشـد. يـك تـابع توليـد تـک خروجـي را درنظـر بگيريـد و فرض کنيد که زمان (t) به عنوان يك ورودي به آن اضافه مي شود :

$$y = f(x,y) = f(x_1, x_2, ..., x_n , t)$$

متغير t را مي تواند به عنوان يك شاخص مرکب از متغيرهـاي تکنولـوژيکي کـه بر روند توليد تاثير مي گذارند، در نظر گرفت[1]. $T = \partial f/\partial t$ را شاخص تحول فنـي و يا نرخ اوليه بهره‌وري[2] مي نامند. $\partial f/\partial t>0$ به معناي پيشرفت فني اسـت.

اگر فرض کنيم که تحولات فني از نوع خنثـاي هـيکس باشـند، بـر نسـبت بهينـه نهاده‌ها تاثير نخواهد گذشت و مي توان تابع توليد را به صورت زير در نظر گرفت :

$$y = A(t)\, f(x_1, x_2, ..., x_n) = A(t)\, f(x)$$

در عبارت بالا عامل تحـول فنـي بـه صـورت منفصـل و يـا جـدا از نهاده‌هـا در نظـر گرفته شـده اسـت. مثلاً $A(t)$ مي تواند به صورت زير باشـد کـه در آن ρ نـرخ تحـول فني اسـت :

$$y = f(x)\, e^{\rho t}$$

در مقابل تحول فني جدا، مي تـوان تحـول فنـي متصـل و يـا ضـميمه[3] را در نظـر گرفت که از طريق نهاده‌ها بر خروجي تاثير مي گذارد :

$$Y= f(\lambda(t)x)$$

λ بردار عوامل کارايي است که تحولات فني را در مـورد هـر يـك از نهاده‌هـا بـه طور جداگانه ملحـوظ مي‌کنـد. اتصـال بـه معنـاي آن اسـت کـه نهاده‌هـا هـر کـدام جداگانه تحـول فنـي مربـوط بـه خـود را در بـر دارنـد. در ايـن حالـت عناصـر بـردار λ ضرايب ازدياد نهاده‌ها[4] ناميده مي شوند. اگر نسبت ميان λ_iها ثابـت باشـد آنگـاه تحول فني از نوع خنثاي هيکس اسـت. مثلا تابع توليد زير را در نظر بگيريد :

$$Q = f(\lambda_1 L, \lambda_2 K)$$

[1] گاهی برای مقایسه بین چند روند تولیدی که در مدت زمان‌های متفاوتی موفق به تولید محصول یکسانی شده‌اند، زمان را به عنوان یکی از نهاده‌های تولید و نه برای نشان دادن تحول فنی در نظر می‌گیریم.

[2] Primal Rate of Total Factor Productivity

[3] Embodied

[4] Coefficients of Factor Augmentation

www.SID.ir

Archive of SID

λ_1 و λ_2 ضرايب ازدياد نهاده‌هاي L و K ناميده مي شود. مي توان نشان داد كه جهت تحول فني به نسبت λ_1/λ_2 بستگي دارد. ميزان اريب بودن تحول فني هم به كشش جانشيني (δ) و هم به نرخ رشد ديفرانسيلي عوامل توليد بستگي دارد. تحول فني مي تواند شكل f(x) را كلا تغيير دهد و به g(x) تبديل كند. براي سنجش اين نوع تحول فني، داشتن اطلاعاتي در مورد هر دو شكل تابع، كه تخمين آنها را ممكن سازد، لازم است.

مشكل اصلي در تحليل تابع توليد محاسبه همزمان بازدهي مقياس، كشش‌هاي جانشيني و پارامترهاي مختلف تحول فني است. اگر شرايط خاصي بر شكل پيشرفت فني و نيز تابع توليد مفروض حاكم باشد، جدا كردن اين اثرات ممكن نيست. فرض كنيد كه تابع توليد y=f(K,L) يك تابع هموتتيك و پيشرفت فني در نهاده‌ها به صورت زير باشد :

$\overline{K} = T(t)K$

$\overline{L} = T(t)L$

خواهيم داشت :

$$y = F[f(K,L)] = F[f(T(t)K, T(t)L)]$$
$$= F[T(t)f(K,L)]$$
$$= G_t[f(K,L)]$$

ملاحظه مي شود كه تحولات فني دقيقا به صورت تاثيرات مقياس در مي آيد. وقتي اثر پيشرفت فني بر تابع توليد به صورت اثر مقياس درآيد و منحني هاي توليد ثابت را تغيير ندهد، گفته مي شود تابع توليد تحت تحول فني داده شده هولوتتيك[1] است. بنابراين به منظور تشخيص عملي تحولات فني و نيز اثرات مقياس، تابع توليد نبايد تحت تحول فني داده شده هولوتتيك باشد (Sato & Calem, 1983). مثال ديگري را در نظر بگيريد. Y(t)، توليد در دوره t، تابعي از K(t) و L(t) مي باشد كه با ضرائب افزون‌كننده A(t) و B(t) افزون مي شود :

$Y(t) = F[A(t)K(t), B(t)L(t)]$

[1] Holothetic

www.SID.ir

Archive of SID

A(t) و B(t) افزون‌کننده عامل هستند. براي مثال اگر B(t')> B(t) باشـد. بـا ثابـت بودن مقدار و كيفيت سرمايه، خروجي يك واحد نيروي كار مصرف شده در زمـان t' بيش از زمان t خواهد بود.

$$K' = A(t)\, K(t) \qquad L' = B(t)\, L(t)$$

$$\frac{DA}{A} = \frac{\frac{dA(t)}{dt}}{A(t)} \qquad \frac{DB}{B} = \frac{\frac{dB(t)}{dt}}{B(t)}$$

Archive of SID

www.SID.ir

به DA/A نرخ رشد كارايي سرمايه[1] يا نرخ افزايش عامل سرمايه[2] يا نرخ پيشرفت فني سرمايه[3] مي گويند. (DB/B نيز نام هاي مشابهي دارد). اگر متغيرهاي كمكي زير را تعريف كنيم :

$$x = \frac{L(t)}{K(t)} \qquad y = \frac{Y(t)}{K(t)} \qquad z = \frac{Y(t)}{L(t)}$$

آنگاه كشش جانشيني ميان سرمايه و نيروي كار (به شرط ثابت بودن Y) به صورت زير تعريف مي شود (Dogramici, 1983) :

$$\delta = \frac{\frac{d(k'/l')}{k'/l'}}{d\,\frac{\partial F/\partial L'}{\partial F/\partial K'}} \Bigg/ \frac{\partial F/\partial L'}{\partial F/\partial K'}$$

معادلات فوق در عمل به معادلات گسسته تبديل مي شوند. يعني DA/A با ΔA/A و DB/B با ΔB/B تخمين زده مي شود. اگر فرض بر وجود بازارهاي رقابتي باشد كه در آن به عوامل توليد، ميزان توليد حاشيه اي آنها را پرداخت مي‌كنند و اگر نرخ دستمزد با w و بازدهي سرمايه را با r نشان دهيم، آنگاه مي توان نشان داد كه اگر معادله F خطي همگن درجه اول و به طور پيوسته نسبت به تمام متغيرها به هر ميزان دلخواه مشتق پذير باشد آنگاه بدون مشخص‌كردن شكل تابعي F داريم :

$$\frac{DA}{A} = \frac{\delta(Dr/r) - Dy/y}{\delta - 1}$$

$$\frac{DB}{B} = \frac{\delta(Dw/w) - Dz/z}{\delta - 1}$$

[1] The Rate or Growth of Efficiency of Capital
[2] Factor Augmentation Rate for Capital
[3] Rate of Technical Progress for Capital

www.SID.ir

بنابراين در حالت كلي سه مجهول DA/A و DB/B و δ و فقط دو معادله داريم. پس بدون انتخاب يك شكل تابعي مخصوص براي F و يا فرض ثابت بودن كشش جانشيني عوامل و يا نرخ افزاينده عوامل اين دستگاه معادلات با داشتن يك سري زماني حل شدني نيست. بنابراين مشخص كردن يك تابع توليد محدوديتي است كه غالبا براي مدلسازي روند توليد متحمل مي شويم. هرقدر اين شكل تابعي از لحاظ رياضي عمومي تر و قابل انعطاف تر باشد، محدوديت‌هاي كمتري بر داده‌ها اعمال مي شود. مانند تابع ترانسلوگ كه انعطاف پذيري آن از آن جهت است كه نشان داده شده يك تخمين درجه دوم براي هر تابع لگاريتمي دو بار مشتق پذير مي باشد. البته با داشتن اطلاعات قبلي راجع به يك روند توليد، مي توان توابع محدودتري را به عنوان تابع توليد در نظر گرفت و تخمين ساده تري انجام داد.

شماري از تحليل‌هاي بهره‌وري بر اساس استفاده از تابع هزينه بنا شده اند. تمام كاربردهاي توابع توليد و مشخص كردن امتيازات مقياس، كشش‌هاي جانشيني عوامل و ميزان تحول فني از عهده تابع هزينه نيز بر مي آيد. چرا كه تابع هزينه همزاد تابع توليد است و تمام اطلاعات موجود در تابع توليد را دارا مي باشد. البته براي برآورد تابع هزينه به بردار قيمت‌ها احتياج داريم ولي مزيت آن در امكان بررسي راحت تر روند توليد چندمحصولي است. برخي از پارامترهاي توليد را بر اساس تابع هزينه ذيلا معرفي مي كنيم. $\frac{\partial \mathrm{Lnf}}{\partial t}$ $\frac{\partial \mathrm{LnC}}{\partial t}$

$T_d = -$ نرخ كاهش هزينه[1] ناميده مي شود و رابطه آن با $T=\frac{T_d}{E_{cy}}$ به صورت زير است:

$T =$

E_{cy} كشش هزينه نسبت به ستاده است.

الف – TFP در بازارهاي رقابتي

[1] Rate of Cost Dimunition

www.SID.ir

مشتق كلي تابع توليد y=f(x,t) منابع رشد را به نرخ تغيير فني و افزايش در اشتغال يكايك عوامل تفكيك مي‌كند:

$$y = T + \sum E_j x_j$$

در اينجا E_j كشش ستاده به عامل x_j است. از اين رابطه مشخص مي شود كه :

$$T = y - \sum E_j x_j$$

لذا اندازه‌گيري تغيير فني مستلزم داشتن اطلاعاتي راجع به كشش‌هاي E_j مي باشد. اگر فرض كنيم كه بازارها رقابتي هستند و هدف بنگاه ها به حداكثر رساندن سود باشد، كشش‌هاي ستاده برابر سهم نهاده‌ها در درآمد كل(R=py) يعني $E_j = wjxj/R$ مي باشد و تغيير فني را مي توان به شكل زير اندازه گرفت :

$$T = y - \sum_j \frac{wjxj}{R} \quad xj \qquad (36)$$

براي اندازه‌گيري نرخ تغيير فني T روش ديگري نيز وجود دارد. اگر فرض كنيم توليدكنندگان كمينه‌كننده هزينه باشند، كشش‌هاي ستاده عبارت خواهند بود از :

$$E_j = E_{cy}^{-1} \frac{w_j x_j}{C}$$

بنابراين نرخ تغيير فني به شكل زير اندازه‌گيري مي شود :

$$T = y - E_{cy}^{-1} \sum \frac{w_j x_i}{C} \quad x_j \qquad (37)$$

از رابطه (36) تغيير فني صرفا بر اساس داده‌هاي مشاهده شده قابل شناسايي است در حالي كه عبارت (37) مستلزم برآورد تابع هزينه پيش از محاسبه تغيير فني مي باشد. حال با استفاده از تعريف متعارف رشد TFP داريم :

Archive of SID

www.SID.ir

$$TFP = T + (E_{cy}^{-1} - 1)x \qquad (38)$$

اکنون مي توانيم اثر نقض فرض بازده ثابت به مقياس را روي شاخص رشد TFP بررسي کنيم. با فرض بازده ثابت نسبت به مقياسي ($E_{cy} = 1$) اندازه‌گيري رويکرد سنجي نرخ رشد TFP با نرخ تغيير فني يکسان است. بدون اين فرض اين شاخص TFP اثرات پوياي تغييرات فني و اثرات ايستاي مقياس را شامل مي گردد.

رشد بهره‌وري را از روش ديگري نيز مي‌توان بدست آورد. بنابر قضاياي دوگان مي‌دانيم که جريان توليد را مي‌توان به طور کامل با استفاده از تابع هزينه و يا سود تصريح نمود. مشخصا تابع هزينه کل $C = C(y,w,t)$ را در نظر بگيريد. با گرفتن لگاريتم طبيعي از دو طرف و مشتق کلي نسبت به زمان داريم :

$$\frac{dc_1}{d_t c} = \frac{\partial Lncdy}{\partial y\, dt} + \Sigma \frac{\partial Lncdw_i}{\partial w_i\, dt} + \frac{\partial Lnc}{\partial t} \qquad (39)$$

نرخ تغيير فني دوگان به شکل زير تعريف مي‌شود :

$$\theta_d = \frac{-\partial LnC(y,w,t)}{\partial t}$$

با مرتب کردن جمله‌ها و استفاده از لم شپارد مي‌توان معادله (39) را به شکل زير نوشت :

$$T_d = -C + \Sigma \frac{w_i y_i}{C} w_i - E_{cy} y \qquad (40)$$

اکنون دو طرف معادله هزينه $C = \Sigma w_i x_i$ و پس از گرفتن لگاريتم، نسبت به زمان مشتق گرفته و مرتب مي‌کنيم:

$$\dot{C} - \Sigma \frac{w_i x_i}{C} \dot{w}_i = \Sigma \frac{w_i x_i}{C} \dot{x}_i \qquad (41)$$

با جايگزيني معادله (40) در (40) رابطه زير بدست مي‌آيد :

$$\theta_d = E_{cy} y - x \qquad (42)$$

www.SID.ir

با استفاده از تعريف متعارف رشد TFP داريم :

$$\dot{T}FP = \dot{T}_d + (1- E_{cy})\dot{y}$$

توجه كنيد كه در صورت فقدان مقياس اقتصادي ($E_{cy} = 1$)، اين مفهوم دوگان رشد بهره‌وري معادل تصريح اوليه رشد بهره‌وري، كه در معادله (38) نشان داده شده است، مي‌باشد

ب – لحاظ نمودن قدرت بازار در اندازه‌گيري بهره‌وري

اخيرا پيشرفت در اندازه‌گيري رشد بهره‌وري بر توسعه چارچوبي تمركز يافته است كه امكان تفكيك رشد بهره‌وري به اثرات متفاوت حاصل از مقياس اقتصادي و ساير ويژگي‌هاي بازار را فراهم آورد. به بيان موريسو و ديوورت (Morrison and Drewert, 1990) به نظر مي‌رسد رقابت ناقص در بازار اثر فراواني در اندازه‌گيري بهره‌وري داشته است. لذا در آنچه به دنبال خواهد آمد روشي براي اصلاح چارچوب فوق براي لحاظ نمودن قدرت بازار در اندازه‌گيري رشد بهره‌وري ارائه مي‌گردد.

قدرت بازار تاثير بسيار زيادي در هزينه و در نتيجه شاخص رشد بهره‌وري دارد. در واقع فرض‌هاي بازده ثابت نسبت به مقياس و رقابت كامل براي صنايعي كه تحت مقررات تنظيم بازار قرار دارند، مناسب نمي‌باشد. همان‌طور كه دني و ديگران (Denny, etal, 1981) عنوان نموده‌اند عناصر انحصاري از قيمت‌گذاري ستاده غير مبتني بر هزينه حاشيه‌اي حكايت دارد. لذا براي محسوب كردن رفتار غير مبتني بر هزينه حاشيه‌اي اين نوع بنگاه‌ها لازم است چارچوب جديدي ارائه گردد.

فرض كنيد تكنولوژي را بتوان با تابع هزينه كل ذيل نمايش داد :

$$C = C(y_1, \ldots, y_j, w_1, \ldots, w_i, t)$$

اگر از رابطه فوق نسبت به زمان مشتق كلي بگيريم و آن را مرتب نماييم، خواهيم داشت :

$$T_d = \sum_j E_{cyj}\, y_j - \sum_i \frac{w_i x_i}{C} x_i \qquad (44)$$

Archive of SID

www.SID.ir

در اینجا $C = \Sigma w_i x_i$ هزینه کل و T_c نشانگر دوگان نرخ تغییر فني است که انتقال در تابع هزینه را اندازه مي‌گیرد. توجه داشته باشید که شاخص ستاده کل به شکل زیر تعریف شده است :

$$y^p = \sum_j \frac{p_j y_j}{R} y_j$$

که در آن :

$$R = \sum_k p_k y_k$$

اگر بجاي سهم‌هاي درآمد از کشش‌هاي هزینه به عنوان وزن استفاده نماییم، رشد ستاده را مي‌توانیم به شکل زیر نیز تعریف کنیم :

$$Y^c = \Sigma j \left[\frac{E_{cyj}}{\sum j E_{cyj}} \right] y_j = \sum_j E_{cyj}^{-1} \Sigma E_{cyj} y_j \qquad (45)$$

توجه داشته باشید که با توجه به قیمت‌گذاري مبتني بر هزینه حاشیه‌اي داریم :

$$E_{cyj} = \frac{y_j \partial C}{C \partial y_j} = \frac{P_j y_j}{C}$$

و لذا :

$$\Sigma E_{cyj} = \Sigma \frac{P_j y_j}{C}$$

در نتیجه :

$$Y^c = \sum_j \left[\frac{P_j y_j}{\sum_j P_j y_j} \right] y_j \equiv Y^p$$

اکنون با استفاده از معادله (45) مي‌نویسیم :

$$T_d = (\sum_j E_{cyj}) y^c - x = (\sum_j E_{cyj} - 1) y^c + (y^c - y^p) + (y^p - x) \qquad (46)$$

با توجه به رابطه $TFP = y^p - x$، معادله فوق را مي‌توان به شکل زیر مرتب کرد :

$$TFP = T_d + [(1 - \sum_j E_{cyj}) y^c] - (y^p - y^c) \qquad (47)$$

Archive of SID

www.SID.ir

بنابراين نرخ رشد TFP به مشاركت عوامل زير بستگي دارد :

(1) انتقال در تابع هزينه يا تغيير فني

(2) حركت در طول تابع هزينه يا مقياس اقتصادي

(3) قيمت‌گذاري غير مبتني بر هزينه حاشيه‌اي، سومين عامل به معني تاثير فاصله‌گيري از قيمت‌گذاري مبتني بر هزينه حاشيه‌اي بر رشد TFP مي‌باشد، كه بطور ضمني در رويكرد شاخص استاندارد مستتر است.

ج- فرآيندهاي توليدي غيركارا و اندازه‌گيري بهره‌وري

در نظريه سنتي بهره‌وري فرض مي‌شود توليد به شكل كاملا كارا صورت مي‌گيرد. اين بدان معناست كه رشد كل توليد شامل حركت در طول صفحه توليد (با استفاده از نهاده بيشتر) و افزايش ستاده به دلايل انتقال صفحه توليد (تغيير فني شناختي) مي‌شود. در نتيجه تغيير فني تنها منبع رشد بهره‌وري فرض مي‌شود. اگر فرض توليد كارا فني پيوسته رها شود، رشد كل توليد را مي‌توان لااقل به سه عامل متفاوت يعني بهبود كارايي، افزايش استفاده از نهاده‌ها و تغيير فني شناختي مرتبط نمود. در نتيجه نرخ رشد بهره‌وري كل را مي‌توان به مشاركت‌هاي حاصل از تغييرات فني، مقياس اقتصادي و اثرات كارايي تفكيك كرد (Bauer, 1990, Nishimizu and Page, 1982).

ج-1- رويكرد تابع توليد به تفكيك TFP

فرض كنيد رابطه زير حداكثر ستاده‌اي را كه با بردار نهاده x در زمان t مي‌توان توليد كرد، نمايش دهد :

$$y^* = f(x,t)$$

y نماد توليد واقعي است ($y \le y^*$). به پيروي از فارل (Farrell, 1957) كارايي فني مبتني بر توليد را به شكل زير تعريف مي‌كنيم :

$$TE = \frac{y}{f(x,t)} \qquad 0<TE\le 1 \qquad (48)$$

www.SID.ir

پس از لگاريتم‌گيري از دو طرف، مشتق كلي اين رابطه را نسبت به زمان بدست مي‌آوريم :

$$TFP = y - \sum_i \frac{\partial \ln f(x,t)}{\partial x_i} \frac{dx_i}{dt} - \frac{\partial \ln f(x,t)}{\partial t} \qquad (49)$$

با جايگزيني نرخ تغيير فني اوليه T در رابطه فوق داريم :

$$y = TFP + T + \sum_i \frac{\partial f(x,t)}{\partial x_i} \frac{x_i}{f(x,t)} \dot{x}_i \qquad (50)$$

تحت شرايط كارايي هزينه، $\frac{\partial f}{\partial x_i} = \frac{w_i}{\partial C / \partial y}$ ، معادله فوق را مي‌توان به شكل زير مرتب كرد :

$$y = TFP + T + \sum E^{-1}_{cy} S_i \dot{x}_i \qquad (51)$$

S_i سهم هزينه عامل i مي‌باشد. با استفاده از تعريف شاخص ديويژيا رشد TFP، رابطه ذيل را مي‌توان نوشت :

$$TFP = TFP + (E^{-1}_{cy} - 1)\dot{x} + T \qquad (52)$$

به اين ترتيب نرخ رشد بهره‌وري كل را مي‌توان به سه منبع بهبود در كارايي فني، افزايش در مقياس توليد و بهبود فناوري تقسيم نمود.

ج-2- رويكرد تابع هزينه به تفكيك TFP

فرض كنيد تكنولوژي را بتوان با تابع هزينه دوگان ذيل نمايش داد :

$C^* = C(y,w,t)$

كه C^* نمايشگر كارآترين هزينه با توجه به (y,w,t)داده شده مي‌باشد. با پيروي از فارل شاخص كارايي هزينه (CE) مبتني بر نهاده (كه كارايي اقتصادي مبتني به نهاده نيز ناميده مي‌شود) را مي‌توان به شكل زير تعريف نمود :

www.SID.ir

$$CE = \frac{C(y,w,t)}{C} \qquad (53)$$

كه $0<CE\leq 1$ و C هزينه محقق شده است، توجه كنيد كه كارايي هزينه را مي‌توان به شكل حاصلضرب كارايي فني (TE) و كارايي تخصيص (AE) نشان داد :

$$CE = TE * AE$$
$$\overset{0}{CE} = \overset{0}{TE} + \overset{0}{AE}$$

پس از گرفتن لگاريتم طبيعي و مشتق نسبت به زمان از دو طرف رابطه (53) داريم :

$$\overset{0}{CE} = \frac{\partial LnC}{\partial y}\frac{dy}{dt} + \sum_i \frac{\partial LnC}{\partial w_i}\frac{dw_i}{dt} + \frac{\partial LnC}{dt} - \overset{0}{C} \qquad (54)$$

پس از مرتب كردن جمله‌ها و استفاده از لم شپارد معادله فوق را مي‌توان به شكل زير بازنويسي كرد :

$$\overset{0}{C} - \sum_i \frac{w_i x_i}{C}\overset{0}{w_i} = \overset{0}{E_c y} - \overset{0}{CE} - \overset{0}{TC_d} \qquad (55)$$

با جايگزيني معادله (41) در معادله فوق و با فرض كارايي تخصيص براي بنگاه‌ها داريم :

$$\overset{0}{TFP} = \overset{0}{TE} + (1-E_{cy})\overset{0}{y} + \overset{0}{TC_d} \qquad (56)$$

2-5-1-2- رويكرد مرز توليد

توضيحات ارائه شده روشن كرد كه يك تحليل جامع بهره‌وري كه شامل سنجش كارايي فني نيز باشد، نيازمند اطلاعاتي در مورد مرز توليد يا مجموعه امكانات توليدي مي‌باشد. با توجه به اهميت سنجش كارايي فني در ارزيابي خطاهاي مديريتي، اهميت تحليل مرز توليد مشخص مي‌شود. علاوه بر اين مقايسه ميان

www.SID.ir

اندازه كارايي بهره‌وري جزئي و مقدار بهره‌وري جزيي عملي تنها با داشتن اطلاعات مرز توليد ممكن است. همچنين فهم نتايج تحليل مرز توليد نسبتاً آسان است و با داشتن قدرت تشخيص بازده كم و يا اتلاف نهاده‌ها به كاربردهاي عملي نزديك است.

در واحدهاي توليد صنعتي، مرز توليد مي‌تواند توسط مهندسين و با روش‌هاي تكنولوژيكي مشخص شود و يا با تحليل‌هاي نظري بدست آيد. روش‌هاي تحليل نظري با توجه به فروض تحميل شده بر داده‌ها، تفاوت دارند. اهم اين تفاوت‌ها به شرح زير است :

الف) شكل تابعي : شكل تابعي پارامتري محدودتر در مقابل شكل ناپارامتري با محدوديت كمتر

ب) در نظر گرفتن يا نگرفتن خطاي تصادفي[1] داده‌ها

ج) تابع توزيع احتمال در نظر گرفته شده براي خطاي تصادفي

در يك تقسيم‌بندي اوليه مي‌توان از روش‌هاي پارامتري يا ناپارامتري سخن گفت. روش‌هاي پارامتري بر خلاف روش‌هاي ناپارامتري يك شكل تابعي مشخص را به اطلاعات تحميل مي‌كنند. به عبارت ديگر فرض مي‌شود كه الگوي فرآيند توليد را مي‌توان در چارچوب يك تابع جبري مشخص گنجاند. روش‌هاي پارامتري تخمين مرز توليد به چند گروه اصلي روش مرز قطعي، روش مرز احتمالي، روش مرز تصادفي، روش مستقل از توزيع و روش مرز ضخيم تقسيم مي‌شوند. قاعده‌اي كلي در مورد روش‌هاي پارامتري صادق است و آن اين كه هر قدر محدوديت بيشتري بر داده‌ها اعمال كنيم و فروض بيشتري قائل شويم. تخمين‌هاي آسان‌تري انجام خواهيم داد و اگر فروض با واقعيت تطابق داشته باشند، تخمين‌هاي بهتر و كاراتري بدست خواهد آمد.

الف – روش مرز قطعي يا كامل

اين روش تمام مشاهدات را روي مرز و يا زير آن قرار مي‌دهد بصورتي كه تمام انحرافات از مرز، به ناكارايي نسبت داده مي‌شود. براي تشخيص مرز قطعي از دو روش LP و يا آماري مي‌توان استفاده كرد.

معادلات زير را در نظر بگيريد :

[1] Random Error

www.SID.ir

$Y_{jt}= f(x_{jt},\beta) - e_{jt}$ $\quad j=1,...,n$

X_{jt} بردار نهاده T هاي مصرف شده توسط واحد j ام در زمان t مي‌باشد. معادله فوق را بصورت برداري نيز مي‌توان نوشت :

$y_t = F(x_t,\beta) - E_t$

براي بدست آوردن پوشش[1] داده‌ها كه همان مرز توليد مي‌باشد و با توجه به فرض اساسي مرز قطعي كه تمام انحرافات از مرز توليد را به ناكارايي نسبت مي‌دهد بايد داشته باشيم :

$\hat{f}(x_t,\beta) = \hat{y}_t \geq y_t$

در عين حال براي بدست آوردن بهترين تخمين مي‌توان به روش معمول، مجموع مربعات باقي مانده‌ها را به حداقل رساند :

$$\text{Min} \sum_{j=1} \hat{e}^2_{jt} = E_t . E_t^T$$

(T علامت ترانهاده[2] مي‌باشد). اگر E_t را به صورت زير بنويسيم :

$\hat{E}_t = \hat{f}(x_t,\beta) - y_t \qquad \hat{E}_t \geq 0$

و اگر $f(x_t,\beta)$ بر حسب پارامترها يك تابع خطي باشد آنگاه مي‌توان مساله بهينه‌سازي مربعي[3] زير را براي يافتن مرز قطعي عنوان كرد :

$$\text{Min } (\hat{f}(x_t,\beta) - y_t)\,(\hat{f}(x_t,\beta) - y_t)^T$$
$$\text{s.t } \hat{f}(x_t,\beta) \geq y_t$$

اگر به جاي مجموع مربعات باقيمانده‌ها، مجموع قدرمطلق‌هاي باقيمانده‌ها را به حداقل برسانيم و با فرض خطي بودن تابع $f(0)$ نسبت به پارامترهاي β ، مساله به يك LP تبديل مي‌شود :

$$\text{Min} \sum_{j=1}^{n} y_{it} - f(x_{it},\beta)$$
$$\text{s.t } y_{it} \leq f(x_{it},\beta) \qquad i= 1,...,n$$

---

[1] Envelope
[2] Transpose
[3] Quadratic Programming

www.SID.ir

Archive of SID

براي استفاده از روش‌هاي آماري به جاي روش‌هاي بهينه‌سازي، بايد براي باقيمانده‌ها كه نمايانگر ناكارايي مي‌باشند، يك توزيع نامتقارن مانند توزيع نمايي و يا نيمه نرمال در نظر گرفت. در اين حالت مي‌توان از روش‌هاي ML [1] براي تخمين پارامترها كمك گرفت و از استنتاجات آماري استفاده كرد اما در عوض يك محدوديت اضافي به داده‌ها تحميل شده است. مزيت روش مرز قطعي آن است كه پس از انجام تخمين، مقادير باقيمانده‌ها مستقيما معرف ناكارايي هر واحد خواهند بود.

ب – روش مرز احتمالي[2] :

روش مرز احتمالي مشابه روش مرز قطعي با فنون بهينه‌سازي است، اما با اين تفاوت كه به خاطر كم اثرسازي خطاهاي شديد در بعضي مشاهدات به قسمتي از مشاهدات (تركيبات ورودي – خروجي) اجازه داده مي‌شود كه بالاي مرز توليد باشند. انتخاب درصدي از مشاهدات كه بالاي مرز توليد باشند كاملا دلخواه و به نحوي صورت مي گيرد كه داشته باشيم :

$$\text{Prob}\,(f(x_t, \beta) \geq y_t) \geq P$$

مقدار احتمال P به طور دلخواه تعيين مي‌شود.

ج – مرز تصادفي[3] :

الگوي مرز تصادفي (SFA) يا خطاي مركب[4] به منظور واردكردن خطاي تصادفي در تحليل مرز توليد ابداع شد و جايگزين تمام روش‌هاي پارامتري قبلي گشت. خطاي تصادفي يا نويز آماري[5] از خطاهاي اندازه‌گيري، اتفاقات تصادفي و متغيرهاي محذوف ناشي مي‌شود. تابع توليد در الگوي SFA به صورت زير در نظر گرفته مي‌شود :

$$y = f(x)\, e^{v}\, e^{-u}$$

متغير u نشان‌دهنده انحراف از مرز توليد به علت ناكارايي فني بوده و چون ناكارايي‌ها نمي‌توانند منفي باشند، مقدار آن هميشه مثبت است. مثبت بودن

[1] Maximum Liklihood حداكثر راست نمايي
[2] Probabilistic Frontier
[3] Stochastic Frontier Approach = SFA
[4] Composed – Error Approach
[5] Statistical Noise

www.SID.ir

متغير u مرز توليد را به بالاي تركيبات توليدي مشاهده شده سوق مي‌دهد. به همين دليل براي متغير u يك توزيع نامتقارن مانند نيمه نرمال در نظر گرفته مي‌شود. متغير v كه نشانگر خطاهاي تصادفي است به روش معمول، از يك توزيع متقارن مانند توزيع نرمال استاندارد پيروي مي‌كند. بدين ترتيب مرز تصادفي توليد برابر با $f(x)\ e^{v}$ بدست مي‌آيد. در واقع روش SFA بين متغيرهايي كه در كنترل واحد توليدي هستند و متغيرهايي كه خارج از كنترل آن هستند تفاوت مي‌گذارد. جمله خطاي Lny برابر با $\varepsilon=u-v$ مي‌باشد. دو بردار خطاهاي تصادفي و ناكارايي‌ها مستقل از هم بوده و بنا به فرض عمود[1] بر بردار متغيرهاي ورودي و خروجي هستند. با استفاده از فنون اقتصادسنجي پارامترها تخمين زده مي‌شود و آزمون فرضيه وجود ناكارايي انجام مي‌گردد.

SFA علاوه بر تابع توليد مي‌تواند در مورد توابع هزينه، سود، تابع فاصله و غيره نيز بكار گرفته شود. محاسبات و پيچيدگي الگوي SFA نسبت به رگرسيون معمولي به خصوص در مورد توابع چند ورودي – چند خروجي بسيار بيشتر است. به علاوه اين الگو فرض محدودكننده استقلال ناكارايي‌ها و خطاهاي تصادفي از هم را مي‌پذيرد. همچنين نتايج محاسبات SFA، نسبت به نوع توزيعي كه براي ناكارايي در نظر گرفته مي‌شود حساس هستند. البته در حالتي كه اطلاعات تابلويي در دسترس هستند، احتياجي به فرض وجود يك توزيع خاص براي ناكارايي‌ها و همچنين فرض استقلال ناكارايي‌ها لز متغيرهاي مستقل لازم نيست (Bauer, 1990).

الگوهاي SFA از زمان ابداع در سال 1977 تاكنون پيشرفت‌هاي زيادي كرده‌اند و علاوه بر سنجش بهره‌وري كاربردهاي ديگري نظيري سطح زندگي، كيفيت محصول و خدمات و اندازه‌گيري اثرات خارجي محيطي نيز يافته است (Lovell, 1995).

د- روش مستقل از توزيع و روش مرز ضخيم :

روش مستقل از توزيع يا DFA نيز يك شكل تابعي براي مرز توليد در نظر مي‌گيرد، اما ناكارايي‌ها را از خطاي تصادفي به روش ديگري جدا مي‌سازد. DFA هيچ فرض صريحي راجع به توزيع خاص ناكارايي‌هاي تصادفي در نظر نمي‌گيرد. ناكارايي

[1] Orthogonal

www.SID.ir

هر واحد توليدي بنا به فرض در طول زمان پايدار است و متوسط خطاهاي تصادفي معادل صفر مي‌باشد (erger.etal, 1997). اين روش و نيز روش TFA كاربرد بسيار محدودي دارند.

Archive of SID

www.SID.ir

3- روش انجام برآورد و نتايج محاسبات شاخص هاي بهره وري نيروي كار، سرمايه و بهره وري كل عوامل توليد با استفاده از متدولوژي حسابداري رشد استان چهارمحال بختياري

3-1- بخش‌هاي مورد مطالعه

بخش‌هاي مورد مطالعه در تحقيق فعلي بخش‌هاي عمده طبقه‌بندي استاندارد بين‌المللي فعاليت‌هاي اقتصادي تجديد نظر سوم مي‌باشد. بخش‌هاي مورد بررسي در اين مطالعه عبارتند از:

1- كشاورزي، شكار، جنگلداري و ماهيگيري
2- استخراج معدن
3- صنعت ساخت
4- ساختمان
5- تامين برق، آب و گاز
6- عمده فروشي، خرده فروشي، تعمير وسايل نقليه موتوري و موتور سيكلت و كالاهاي شخصي و خانگي
7- هتل و رستوران
8- حمل و نقل، انبارداري و ارتباطات
9- موسسات مالي، پولي، بيمه، مستغلات و حرفه‌اي و ...
10- خدمات عمومي، اجتماعي و شخصي و خانگي و ...

علت استفاده از طبقه‌بندي فوق در تهيه الگوي مفهومي تغييرات شاخص‌هاي بهره‌وري استان چهار محال و بختياري به خاطر عوامل مشروحه زير مي‌باشد:

الف- اين طبقه‌بندي توسط سازمان ملل تهيه و اجراي آن به كشورهاي عضو توصيه شده و از اين رو اعتبار بين‌المللي دارد.

ب- مركز آمار ايران اطلاعات حساب‌هاي ملي كشور و منطقه‌اي استان‌ها را در قالب اين طبقه‌بندي ارايه مي‌دهد.

بنابراين استفاده از اين طبقه‌بندي الزامي مي‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

2-3- دوره مطالعه

با توجه به اينكه حساب‌هاي منطقه‌اي استان چهار محال و بختياري از سال 1379شروع شده و با در نظر گرفتن اينكه آخرين اطلاعات موجود در اين زمينه مربوط به سال 1382 مي‌باشد از اين رو دوره مطالعه سال‌هاي 1379 تا 1382 است.

3-3- روش انجام برآورد

براي محاسبه سطح و رشد شاخص‌هاي بهره‌وري به اقلام اطلاعاتي ارزش افزوده، ارزش موجودي سرمايه ثابت، ضريب كشش توليد نسبت به عوامل نيروي كار و سرمايه به قيمت‌هاي ثابت و تعداد شاغلين به تفكيك 10 بخش تعريف شده نياز مي‌باشد. به طور كلي نحوه تامين اطلاعات مورد استفاده در محاسبه سطح شاخص‌هاي بهره‌وري استان چهار محال و بختياري به شرح زير مي‌باشد:

- براي تبديل ارزش افزوده ده بخش مورد مطالعه از قيمت‌هاي جاري به قيمت‌هاي ثابت در استان
  چهار محال و بختياري بايد از شاخص تعديل كننده مناسب استفاده مي‌شد. در اين ارتباط تعديل كننده‌هاي حساب‌هاي ملي ايران در هر بخش در سطح كل كشور براي بخش متناظر در سطح استان چهار محال و بختياري مورد استفاده قرار گرفت زيرا در سطح استان براي بخش‌هاي تعريف شده شاخص تعديل كننده ديگري در حال حاضر موجود نمي‌باشد.
- اطلاعات ارزش افزوده كل كشور به تفكيك ده بخش به قيمت‌هاي جاري و ثابت براي سال‌هاي 1379 تا 1382 از آمارهاي مندرج در "نشريه حساب‌هاي ملي ايران به قيمت‌هاي جاري و ثابت سال‌هاي 82-1372" استخراج و سپس با استفاده از آن شاخص‌هاي تعديل براي هر بخش محاسبه و با استفاده از شاخص‌هاي تعديل، ارزش افزوده استان چهار محال و بختياري به قيمت‌هاي جاري براي سال‌هاي 82-1379 به قيمت‌هاي ثابت تبديل شد. ارزش افزوده استان چهار محال و بختياري به

www.SID.ir

قيمت‌هاي جاري براي سال‌هاي مورد مطالعه از منابع مركز آمار ايران استخراج شد. منابع مورد استفاده براي اين اطلاعات نشريات حساب‌هاي منطقه‌اي مي‌باشد كه در سال‌هاي مختلف منتشر شده است.

- ارزش موجودي اموال سرمايه‌اي يكي از اقلام ارزشمند آماري است كه فقدان آن در سطح ملي و رده‌هاي پايين‌تر اقتصادي عميقاً احساس مي‌شود. پرسشي كه به ذهن متبادر مي‌شود اين است كه چرا مسئولين نظام توليد آمار كشور تا كنون در زمينه توليد اين قلم آماري مهم اقدام جدي انجام نداده‌اند. براي فقدان اين اطلاع ارزشمند دلايل زيادي وجود دارد كه اشاره به تمامي آنها از حوصله اين گزارش خارج است و تنها به مهمترين يا يكي از مهمترين آنها كه همانا نرخ افسار گسيخته تورم در چند دهه اخير است اشاره مي‌شود. بالا بودن نرخ تورم موجب شده است كه ميان ارزش دفتري و ارزش واقعي ساختمان و ماشين‌آلات تفاوت فاحشي وجود داشته باشد. اگر چه با اجراي طرح‌هاي آمارگيري مي‌توان از طريق ارزش دفتري موجودي اموال سرمايه‌اي ثابت اطلاعي را به دست آورد ليكن كاربران اين اطلاع مي‌دانند كه اين اطلاع با واقعيت فاصله زيادي دارد. بهرحال محققان كشور به هنگام نياز حسب مورد با استفاده از يك يا چند روش به برآورد اين اطلاع مي‌پردازند. روشي كه در اين تحقيق مورد استفاده قرار گرفته روش PIM مي باشد. براي برآورد ارزش موجودي سرمايه ثابت به قيمت ثابت در استان چهار محال و بختياري در هر بخش از رابطه زير استفاده شد:

$$Y=m_1 x_1 + m_2 x_2 + b$$

كه در آن

Y، ارزش موجودي سرمايه ثابت در بخش

x_1 ، تعداد شاغلين در بخش

m_1، ضريب متغير تعداد شاغلين

x_2، ارزش افزوده در بخش

m_2، ضريب متغير ارزش افزوده

www.SID.ir

b ، عرض از مبداء مي‌باشد.

شايان ذكر است جهت برآورد ضرايب m_1 و m_2 و b از اطلاعات ارزش افزوده، تعداد شاغلين و ارزش موجودي سرمايه ثابت در بخش‌هاي ده گانه كل كشور براي يك دوره يازده ساله استفاده به عمل آمد. با مشخص شدن m_1 و m_2 و b و با استفاده از اطلاعات ارزش افزوده و تعداد شاغلين در هر بخش در استان چهار محال و بختياري، ارزش موجودي سرمايه ثابت در استان چهار محال و بختياري برآورد شد.

- تعداد شاغلين در كشور براي دوره مطالعه توسط دفتر اقتصاد كلان برآورد شده است. براي سرشكن كردن آن در ساختار بخش‌هاي ده گانه از نتايج طرح آمارگيري اشتغال و بيكار خانوار در سطح ملي استفاده شد. در اين طرح آمارگيري نمونه‌اي كه سالانه توسط مركز آمار ايران اجرا مي‌شود توزيع تعداد شاغلين به تفكيك گروه‌هاي فعاليت ارايه مي‌شود. با استفاده از درصد هر بخش، تعداد شاغلين آن بخش برآورد شد.
- تعداد شاغلين استان چهار محال و بختياري تنها براي سال 1375 كه در آن سال، سرشماري عمومي و نفوس و مسكن اجرا شده بود موجود بود. با استفاده از نتايج طرح آمارگيري از اشتغال و بيكاري خانوار كه خوشبختانه نتايج آن در سطح استان چهار محال و بختياري نيز برآورد مي‌شود، متوسط رشد اشتغال در استان چهار محال و بختياري براي سال‌هاي 1379 الي 1383 با استفاده از نتايج طرح فوق الذكر مورد محاسبه قرار گرفت. با استفاده از اين متوسط نرخ رشد و در اختيار داشتن تعداد شاغلين استان چهار محال و بختياري در سال 1375، تعداد شاغلين اين استان براي سال‌هاي 1379 تا 1382 برآورد شد. براي توزيع تعداد شاغلين ميان بخش‌هاي ده گانه از نتايج طرح آمارگيري از اشتغال و بيكاري خانوار در چهار محال و بختياري استفاده به عمل آمد و تعداد شاغلين كل استان ميان بخش‌هاي ده گانه تعريف شده توزيع شد.
- در محاسبه سطح شاخص بهره‌وري كل عوامل از روش "ديويژيا" استفاده شد كه رابطه آن در زير ارايه شده است.

$$TFP = \frac{V}{K^{\beta} . L^{\alpha}}$$

www.SID.ir

با توجه به گزارشات دفتر اقتصاد کلان که در سطح کل کشور تهیه شده است در مدل فوق α= 0/46 و β= 0/54 در نظر گرفته شد. اگر چه ممکن است این ضرایب در چهار محال و بختیاري تا حدودي با کشور تفاوت داشته باشد لیکن به علت موجود نبودن این ضرایب در سطح استان چهار محال و بختیاري ناچاراً همان ضرایب به کار برده شد.

- براي محاسبه متوسط رشد بهره‌وري نیروي کار، بهره‌وري سرمایه و بهره‌وري کل عوامل طي دوره مطالعه، رشد هر سال نسبت به سال قبل محاسبه و سپس میانگین حسابي این رشدها مورد استفاده قرار گرفت.

4-3- جداول نتایج

جدول 1 -تعداد شاغلین بخشهاي اقتصادي استان چهارمحال و بختیاري(نفر)

عنوان	1379	1380	1381	1382
جمع	223251	234190	245665	257702
کشاورزي ،شکار ، جنگلداري و ماهیگیري	56058	72833	60188	53344
معدن	647	492	246	1031
صنعت	49629	35292	33410	30924
تامین آب , برق و گاز طبیعی	1362	1639	1474	1804
ساختمان	32706	46534	58714	61075
عمده فروشی و خرده فروشی و ...	21789	21030	20636	24739
هتل و رستوران	1049	820	1474	1289

Archive of SID

www.SID.ir

حمل و نقل انبار داری و ارتباطات	15538	12951	16214	20616
موسسات مالي،پولي،بيمه،مستغلات و حرفه اي و تخصصي	2791	3325	2948	5154
خدمات عمومی, اجتماعی، شخصی و خانگی و ...	41681	39274	50361	57725

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 2-ارزش افزوده بخشهاي اقتصادي استان چهارمحال و بختياري به قيمتهاي ثابت سال 1376(ميليارد ريال)

عنوان	1379	1380	1381	1382
جمع	2186.30	2419.23	2492.79	2700.70
كشاورزي ،شكار ، جنگلداري و ماهيگيري	618.15	684.13	778.89	830.26
معدن	9.83	17.67	8.45	9.93
صنعت	248.90	272.26	306.02	355.99
تامين آب , برق و گاز طبيعی	15.39	13.23	11.98	11.01
ساختمان	208.67	215.14	226.93	227.88
عمده فروشی و خرده فروشی و ...	387.67	426.23	456.39	445.90
هتل و رستوران	9.83	10.27	8.94	7.35
حمل و نقل انبار داری و ارتباطات	177.27	196.99	216.69	278.71
موسسات مالي،پولي،بيمه،مستغلات و حرفه اي و تخصصي	235.30	296.58	297.12	306.45
خدمات عمومی, اجتماعی، شخصی و خانگی و ...	422.60	448.33	475.54	513.92

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 3 - ارزش موجودي سرمايه ثابت بخشهاي اقتصادي استان چهارمحال و بختياري به قيمت ثابت سال 1376(ميليارد ريال)

عنوان	1379	1380	1381	1382
جمع	18132228.30	19040398.23	19992896.79	20992175.70
كشاورزي ،شكار ، جنگلداري و ماهيگيري	638059.01	841571.87	688236.24	605250.47
معدن	49126.60	48978.50	48722.66	49510.85
صنعت	356520.72	251325.25	237558.68	219379.93
تامين آب , برق و گاز طبيعی	170373.65	175557.47	172475.53	178634.46
ساختمان	58880.36	74724.50	88679.72	91385.65
عمده فروشی و خرده فروشی و ...	752359.11	724996.39	710748.67	858096.32
هتل و رستوران	23490.88	18029.08	33593.25	29178.03
حمل و نقل انبار داری و ارتباطات	6667616.85	5536223.63	6962542.51	8886364.78
موسسات مالي،پولي،بيمه،مستغلات و حرفه اي و تخصصي	228222.20	213321.40	223896.39	162116.93
خدمات عمومی, اجتماعی، شخصی و خانگی و ...	1442841.23	1356349.01	1754049.14	2018090.16

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 4 - بهره وري نيروي كار بخشهاي اقتصادي استان چهارمحال و بختياري به قيمت ثابت سال 1376(ميليون ريال بر نفر)

عنوان	1379	1380	1381	1382
جمع	9.79	10.33	10.15	10.48
كشاورزي ،شكار ، جنگلداري و ماهيگيري	11.03	9.39	12.94	15.56
معدن	15.18	35.93	34.40	9.64
صنعت	5.02	7.71	9.16	11.51
تامين آب , برق و گاز طبيعی	11.30	8.07	8.13	6.10
ساختمان	6.38	4.62	3.87	3.73
عمده فروشی و خرده فروشی و ...	17.79	20.27	22.12	18.02
هتل و رستوران	9.37	12.53	6.07	5.70
حمل و نقل انبار داری و ارتباطات	11.41	15.21	13.36	13.52
موسسات مالي،پولي،بيمه،مستغلات و حرفه اي و تخصصي	84.32	89.18	100.79	59.46
خدمات عمومی, اجتماعی، شخصی و خانگی و ...	10.14	11.42	9.44	8.90

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 5- بهره وري سرمايه بخشهاي اقتصادي استان چهارمحال و بختياري به قيمت ثابت سال 1376(نسبت)

عنوان	1379	1380	1381	1382
جمع	0.12	0.13	0.12	0.13
كشاورزي ،شكار ، جنگلداري و ماهيگيري	0.97	0.81	1.13	1.37
معدن	0.20	0.36	0.17	0.20
صنعت	0.70	1.08	1.29	1.62
تامين آب , برق و گاز طبيعی	0.09	0.08	0.07	0.06
ساختمان	3.54	2.88	2.56	2.49
عمده فروشی و خرده فروشی و ...	0.52	0.59	0.64	0.52
هتل و رستوران	0.42	0.57	0.27	0.25
حمل و نقل انبار داری و ارتباطات	0.03	0.04	0.03	0.03
موسسات مالي،پولي،بيمه،مستغلات و حرفه اي و تخصصي	1.03	1.39	1.33	1.89
خدمات عمومی, اجتماعی، شخصی و خانگی و ...	0.29	0.33	0.27	0.25

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 6 - بهره وري كل عوامل توليد بخشهاي اقتصادي استان چهارمحال و بختياري به قيمت ثابت سال 1376(نسبت)

عنوان	1379	1380	1381	1382
جمع	0.0006524 28	0.0006871 58	0.0006739 66	0.000695 04
كشاورزي ،شكار ، جنگلداري و ماهيگيري	0.0022698 45	0.0019072 78	0.0026531 85	0.003212 7
معدن	0.0011805 8	0.0024134 16	0.0015929 89	0.000959 39
صنعت	0.0013391 38	0.0020841 28	0.0024793 35	0.003124 87
تامين آب , برق و گاز طبيعی	0.0006544 42	0.0005080 7	0.0004878 52	0.000400 8
ساختمان	0.0037285 97	0.0028603 48	0.0024631 59	0.002388 42
عمده فروشی و خرده فروشی و ...	0.0020048 26	0.0022874 14	0.0024983 29	0.002020 68
هتل و رستوران	0.0014293 1	0.0019410 2	0.0009102 36	0.000861 32
حمل و نقل انبار داری و ارتباطات	0.0003156 15	0.0004232 36	0.0003692 71	0.000370 96
موسسات مالي،پولي،بيمه،مستغلات و حرفه اي و تخصصي	0.0061082 06	0.0073762	0.0076019 96	0.007265 58
خدمات عمومی, اجتماعی، شخصی و خانگی و ...	0.0011261 56	0.0012711 1	0.0010412 65	0.000977 01

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 7- رشد بهره وري نيروي كار بخشهاي اقتصادي استان چهارمحال و بختياري به قيمت ثابت سال 1376(درصد)

عنوان	1380	1381	1382	متوسط رشد
جمع	5.49	-1.77	3.28	2.33
كشاورزي ،شكار ، جنگلداري و ماهيگيري	-14.82	37.77	20.27	14.41
معدن	136.74	-4.26	-71.99	20.17
صنعت	53.82	18.73	25.68	32.74
تامين آب , برق و گاز طبيعي	-28.58	0.69	-24.87	-17.59
ساختمان	-27.53	-16.40	-3.47	-15.80
عمده فروشی و خرده فروشی و ...	13.91	9.12	-18.50	1.51
هتل و رستوران	33.80	-51.60	-5.97	-7.92
حمل و نقل انبار داری و ارتباطات	33.33	-12.14	1.15	7.45
موسسات مالي،پولي،بيمه،مستغلات و حرفه اي و تخصصي	5.77	13.01	-41.01	-7.41
خدمات عمومی, اجتماعی، شخصی و خانگی و ...	12.59	-17.28	-5.72	-3.47

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 8- رشد بهره وري سرمايه بخشهاي اقتصادي استان چهارمحال و بختياري به قيمت ثابت سال 1376(درصد)

عنوان	1380	1381	1382	متوسط رشد
جمع	5.38	-1.87	3.18	2.23
كشاورزي ،شكار ، جنگلداري و ماهيگيري	-16.09	39.22	21.21	14.78
معدن	80.38	-51.93	15.67	14.71
صنعت	55.17	18.91	25.97	33.35
تامين آب , برق و گاز طبيعی	-16.56	-7.85	-11.23	-11.88
ساختمان	-18.76	-11.12	-2.56	-10.81
عمده فروشی و خرده فروشی و ...	14.09	9.22	-19.08	1.41
هتل و رستوران	36.19	-53.29	-5.36	-7.49
حمل و نقل انبار داری و ارتباطات	33.83	-12.53	0.77	7.36
موسسات مالي،پولي،بيمه،مستغلات و حرفه اي و تخصصي	34.85	-4.55	42.44	24.25
خدمات عمومی, اجتماعی، شخصی و خانگی و ...	12.85	-17.98	-6.07	-3.73

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 9- رشدبهره وري كل عوامل توليد بخشهاي اقتصادي استان چهارمحال و بختياري به قيمت ثابت سال 1376(درصد)

عنوان	1380	1381	1382	متوسط رشد
جمع	5.32	-1.92	3.13	2.18
كشاورزي ،شكار ، جنگلداري و ماهيگيري	-15.97	39.11	21.09	14.74
معدن	104.43	-33.99	-39.77	10.22
صنعت	55.63	18.96	26.04	33.54
تامين آب , برق و گاز طبيعی	-22.37	-3.98	-17.84	-14.73
ساختمان	-23.29	-13.89	-3.03	-13.4
عمده فروشی و خرده فروشی و ...	14.10	9.22	-19.22	1.40
هتل و رستوران	35.80	-53.11	-5.37	-7.56
حمل و نقل انبار داری و ارتباطات	34.10	-12.75	0.46	7.27
موسسات مالي،پولي،بيمه،مستغلات و حرفه اي و تخصصي	20.76	3.06	-4.43	6.46
خدمات عمومی, اجتماعی، شخصی و خانگی و ...	12.87	-18.08	-6.17	-3.79

Archive of SID

www.SID.ir