تحقق رشد بهره‌وري كل عوامل به كمك مدلهاي تعميم يافته تحليل پوششي داده‌ها، مطالعه موردي: شركت ملي نفت ايران

دكتر محمدرضا عليرضايي[1]
محسن افشاريان[2]
مسعود خليلي[3]

تاريخ دريافت ۸۵/۶/۲۱ تاريخ پذيرش ۸۶/۶/۲۱

چكيده

بهره‌وري كل عوامل[4] (TFP) معياري براي محاسبه ميزان بهره‌وري در يك سازمان است. بهره‌وري به معني استفاده بهينه از منابع و دستيابي به توليد بيشتر با منابع معين مي‌باشد. ارتقاي بهره‌وري به عنوان يكي از منابع مهم تأمين رشد اقتصادي و افزايش رقابت‌پذيري بنگاه‌ها، مورد توجه است؛ به‌گونه‌اي كه كشورهاي صنعتي و درحال توسعه موفق، بخش قابل ملاحظه‌اي از رشد توليد خود را از اين طريق به‌دست آورده‌اند.

دولت در برنامه چهارم توسعه، دستگاه‌هاي اجرايي را موظف كرده است كه سهم ارتقاي بهره‌وري در رشد توليد مربوطه را تعيين كرده و الزامات و راهكارهاي لازم را جهت تحقق آنها براي تحول كشور از يك اقتصاد ورودي محور به يك اقتصاد بهره‌ور محور مشخص نمايند؛ به‌طوري كه سهم بهره‌وري كل عوامل در رشد توليد ناخالص داخلي(GDP) حداقل به ۳۱/۳ درصد و متوسط رشد ساليانه بهره‌وري نيروي كار، سرمايه و كل عوامل توليد به ترتيب به مقادير حداقل، ۳/۵، ۱ و ۲/۵ درصد برسد.

براي دستيابي به اهداف مذكور در يك سازمان، ابتدا بايد ميزان بهره‌وري سازمان در دوره‌هاي گذشته محاسبه شود و سپس عوامل مؤثر در افزايش بهره‌وري شناسايي شده و طوري برنامه‌ريزي گردند كه بهره‌وري، در دوره بعد حداقل ۲/۵ درصد افزايش يابد. به منظور پوشش كمي الزام قانوني، در اين مقاله روشي بر مبناي شاخصهاي رشد بهره‌وري و مدلهاي تعميم يافته تحليل پوششي داده‌ها[5] (DEA) معرفي مي‌گردد؛ به‌صورتي كه، ابتدا ميزان بهره‌وري در دوره‌هاي گذشته محاسبه شده و بر اساس عوامل مؤثر در تغييرات بهره‌وري، ميزان تغيير در ورودیها و خروجيها به منظور تحقق ۲/۵ درصدي رشد بهره‌وري در دورة آتي مشخص مي‌شود.

همچنين در يك مطالعه موردي در شركت ملي نفت ايران، نحوة محاسبه و به‌كارگيري روش مذكور، تشريح خواهد شد.

طبقه بندي JEL: D24, O47, C61

واژگان كليدي: بهره‌وري كل عوامل، تحليل پوششي داده‌هاي معكوس، تغييرات كارآيي، تغييرات تكنولوژي.

---

1. محمد رضا عليرضائي، استاديار دانشكده رياضي، دانشگاه علم و صنعت ايران
2. محسن افشاريان، دانشجوي دكتري تحقيق در عمليات، دانشكده رياضي، دانشگاه علم و صنعت ايران afsharian_mohsen@yahoo.com
3. مسعود خليلي، دانشجويي دكتري تحقيق در عمليات، دانشكده رياضي، دانشگاه علم و صنعت ايران

4. Total Factor Productivity
5. Data Envelopment Analysis

Archive of SID

www.SID.ir

۱. مقدمه

در تحليلهاي اقتصادي بنگاه، محاسبه بهره‌وري معمولاً با اهداف زير صورت مي‌گيرد:

۱. اهداف استراتژيك: به منظور پيشرفت در يك بازار رقابتي؛
۲. اهداف تاكتيكي: به منظور بررسي عملكرد بخشهاي مختلف؛
۳. اهداف مربوط به برنامه‌ريزي: براي بررسي سود، زيان و تصميم‌گيري در موارد مختلف؛
٤. اهداف مديريتي: به منظور توسعه يا تغيير نوع فعاليتها.

يكي از معيارهايي كه افزايش آن مي‌تواند منجر به پوشش اهداف فوق گردد، بهره‌وري كل عوامل (TFP) است. اين شاخص، نشان‌دهنده روند تبديل هزينه كل به درآمد كل است و لذا افزايش آن در يك سازمان مي‌تواند منجر به پيشرفت در بازار رقابتي، بهبود عملكرد بخشهاي مختلف، نزديك شدن هرچه بيشتر به اهداف برنامه‌يزي شده، كاهش هزينه‌ها، افزايش درآمد، بهبود كيفيت توليد يا خدمات و غيره گردد (خاكي، ١٣٨٤).

در برنامه چهارم توسعه ذكر شده است كه همه دستگاه‌هاي اجرايي مكلفند سهم ارتقاي بهره‌وري در رشد توليد مربوطه را تعيين كرده و الزامات و راهكارهاي لازم را براي تحقق آنها براي تحول كشور از يك اقتصاد ورودي محور به يك اقتصاد بهره‌ور محور مشخص نمايند، به طوري كه سهم بهره‌وري كل عوامل در رشد توليد ناخالص داخلي(GDP) حداقل به ۳۱/۳ درصد و متوسط رشد ساليانه بهره‌وري نيروي كار، سرمايه و كل عوامل توليد به ترتيب به مقادير حداقل، ۳/٥، ۱ و ۲/٥ درصد برسد.

لذا لزوم محاسبه و برنامه‌ريزي در جهت بهبود بهره‌وري، با توجه به اين قانون و موارد فوق، كاملاً مشخص مي‌شود. اما براي دستيابي به اهداف ذكر شده در يك سازمان، ابتدا بايد ميزان بهره‌وري سازمان در دوره‌هاي گذشته محاسبه و با مشخص نمودن عوامل تأثيرگذار بر رشد بهره‌وري، به برنامه‌يزي و ارائه راهكارهايي در جهت ارتقاي بهره‌وري و در نهايت تحقق مقادير ذكر شده در قانون مذكور، اقدام شود.

بنابراين، با توجه به قانون مذكور و توضيحات فوق، به طور مشخص چندين سؤال مطرح مي‌گردد:

۱.آيا تمامي دستگاه اجرايي توانايي رسيدن به رشد ۲/٥ درصدي در بهره‌وري را خواهند داشت؟
۲.چگونه مي‌توان بهره‌وري يك بنگاه را اندازه‌گيري كرد؟
۳.آيا روشهايي براي مشخص نمودن عوامل تأثيرگذار بر بهره‌وري وجود دارد و چگونه مي‌توان از آنها در جهت بهبود بهره‌وري استفاده نمود؟
٤.مقادير بهينة ورودیها و خروجيها به منظور تحقق رشد ۲/٥ درصدي در بهره‌وري چگونه محاسبه مي‌شود؟

در اين مقاله، بعد از مرور تاريخي موضوع، در چندين بخش و در راستاي جوابگويي به سؤالات فوق، به چگونگي محاسبة رشد بهره‌وري و عوامل مؤثر در تغييرات آن و همچنين مقادير بهينة ورودیها و خروجيها به منظور پوشش الزام قانوني برنامة چهارم توسعه مبني بر افزايش ۲/٥ درصدي در بهره‌وري مي‌پردازد.

تحقيقات اوليه در مورد رشد بهره‌وري، با بستر روشهاي پارامتريك، توسط رابرت سولو در سال ۱۹٥۷، انجام شد (Solow, 1957). او در مطالعات گسترده خود در بررسي رشد بهره‌وري ايالات متحده، رشد بهره‌وري را به پيشرفت در تكنولوژي و دانش فني نسبت داد. از آنجايي‌كه تحقيقات سولو به صورتي كاملاً بديع، قادر به پاسخگويي و توجيه برخي اتفاقات اقتصادي بود كه

Archive of SID

www.SID.ir

پيش از اين توجيهي براي آنها وجود نداشت، پايه و اساس تحقيقات بسياري از دانشمندان قرار گرفت كه جهت تكميل نظرية سولو و رفع اشكالات آن كوشيدند.

يكي از اشكالاتي كه بر روش سولو گرفته مي‌شد، آن بود كه در اين روش از آنجايي‌كه تابع توليد، نشان‌دهندة ماكسيمم خروجي ممكن به‌دست آمده از تركيب عوامل ورودي است، همواره مقايسه براي واحدهايي انجام مي‌گيرد كه در هر دو دورة مورد بررسي كارا هستند. بنابراين، اين روش براي محاسبة ميزان رشد واحدهاي ناكارا مناسب نيست و در نتيجه، آنچه به عنوان رشد سولو نمايش داده مي‌شود، فقط ناشي از تغييرات تكنولوژي است. پس از سولو دانشمندان ديگري نيز، در تلاش جهت توسعة نظري روش او و از بين بردن مشكلات و محدوديتهاي عملي ذكر شده، گام برداشتند.

در سال ١٩٨٢ نيشي‌ميتزو و پيج با برداشتن شرط كارآيي واحدهاي تحت بررسي، اثبات كردند كه عوامل مؤثر در رشد بهره‌وري متأثر از سه عامل اصلاح كارآيي، استفاده ار منابع ورودي بيشتر و تغييرات تكنولوژيكي مي‌باشد (Nishimizu & Page, 1982). اما روشهاي پارامتريك مذكور، علي‌رغم اينكه مي‌توانستند از نظر تئوري تمام وقايع اقتصادي را توجيه كنند ولي در نهايت به دليل استفاده از بستر پارامتريك و تابع توليد، با مشكلات محاسباتي و كاربردي مواجه شدند؛ به عنوان مثال، در اين روشها نياز به دانستن تكنولوژي پايه، تحليل‌گر را مجبور به انتخاب يك فرم تابعي پارامتري براي تابع توليد مي‌كند. همچنين در اين حالت، فرض مي‌شود كه نوع تابع توليد از يك دوره به دورة ديگر تغيير نمي‌كند، حال آنكه در واقعيت شايد به اين‌گونه نباشد.

يكي ديگر از مشكلات محاسباتي، مربوط به ماهيت گسستة داده‌هاست؛ زيرا در روشهاي پارامتريك، همواره يك تابع توليد پيوسته براي داده‌هاي گسستة موجود، تخمين زده مي‌شود و اين موضوع باعث خطا و اريبي در محاسبات مي‌گردد.

مشكلاتي كه در به‌كارگيري روشهاي پارامتريك عليرقم قوت تئوري آنها وجود داشت، محققاني نظير كي‌وس، كريستنسن و دايورت را بر آن داشت تا از روشهاي ناپارامتريك براي پوشش مشكلات مذكور استفاده نمايند (Caves, Christensen & Diewert, 1982). آنها شاخص بهره‌وري مالمكوئيست را به عنوان يك شاخص رشد، اولين بار در سال ١٩٨٢ در تئوري توليد به‌كار بردند (Malmquist, 1953)، همچنين آنها نشان دادند كه تحت فرضياتي خاص، شاخص مالمكوئيست با شاخص تورنكوئيست معادل است (Tornquist (1936). لازم به ذكر است كه شاخص بهره‌وري تورنكوئيست يك شاخص عالي انعطاف‌پذير است؛ به اين معنا كه براي دستة عظيمي از توابع توليد مانند توابع توليد ترانزلوگ، دقيق و بدون خطاست.

اما با معرفي تحليل پوششي داده‌ها در سال ١٩٧٨ به عنوان تعميمي از روش ناپارامتري فارل[1]، توسط چارنز، كوپر و رودز[2]، روشهاي محاسبة رشد بهره‌وري به سوي بهره‌گيري از اين تكنيك برنامه‌ريزي رياضي سوق پيدا نمود. از اين رو، در سال ١٩٨٩ فار، گروسكوف، لينگرن و رووس، به منظور محاسبه شاخص مالمكوئيست از تكنيك‌هاي تحليل پوششي داده‌ها استفاده كردند (Fare, Grosskof, Lindgren and Roos,1989). آنها در سال ١٩٩٢، با فرض بازده به مقياس ثابت، اين شاخص را به دو عامل تغيير در كارآيي و تغيير در تكنولوژي تجزيه كردند كه اين تجزيه به خاطر نام پديدآورندگان آن به تجزية FGLR معروف شد. همچنين در سال ١٩٩٤، فار، گروسكوف، نوريس و ژانگ، اين بار با وارد كردن كارايي قياسي و فرض بازده به مقياس

1. Farrel
2. Charnes , Cooper , Rhodes

Archive of SID

www.SID.ir

متغير، تجزيه ديگري از اين شاخص به نام تجزيه FGNZ، ارائه دادند. اين تجزيه، علاوه بر عوامل تجزيه شده در FGLR، عامل ديگري به نام تغييرات كارآيي قياسي را هم در بر داشت (Fare, Grosskof, Norris and Zhang, 1994). در اين راستا، تجزيه‌هاي ديگري با ويژگي‌هاي مختلف پديد آمد كه يكي از معروف‌ترين آنها تجزيه‌اي است كه توسط دسلي و ري ارائه شد (Desli & Ray, 1997) امّا، تجزيه‌هاي FGLR و FGNZ به دليل پوشش نيازهاي تحليل‌گران اقتصاد، همواره بيشترين مورد استفاده را داشته است؛ به‌طوري كه در سالهاي اخير، كاربردهاي متنوعي از اين شاخص در صنايع گوناگون ديده مي‌شود. (براي اطلاعات بيشتر در مورد كاربرد اين شاخص در موقعيتهاي مختلف اقتصادي به [۲،۷،۸،۱٤،۱۷،۲۱،۲۳،۲۸] مراجعه نماييد).

همان‌طور كه اشاره شد، در بررسي تغييرات بهره‌وري، همواره كارآيي و تكنولوژي، به عنوان دو عامل مؤثر در رشد بهره‌وري، مورد توجه بوده‌است؛ اما در محاسبات مربوط به رشد بهره‌وري كل عوامل، تغييرات كارآيي، وابسته به تغييرات بهينة ورودیها و خروجيها و تغييرات تكنولوژي و دانش فني، بر اساس عوامل در نظر گرفته نشده (عوامل بجز ورودیها و خروجيها) تعريف مي‌شوند. لذا براي افزايش بهره‌وري نياز به رشد كارآيي و تكنولوژي است، كه كارآيي، با مشخص نمودن ميزان بهينة ورودیها در تقابل با خروجيها و تكنولوژي، با تحول در دانش فني، تجهيزات و به‌طوركلي ابزار و امكانات به منظور استفاده و تبديل ورودیها به خروجيها، امكان پذير خواهد بود. اما پاية هر برنامه‌ريزي براي ايجاد نقشه‌هاي بهبود بهره‌وري، محاسبة ميزان بهره‌وري، و تجزيه‌هاي (كارآيي و تكنولوژي) آن و در نهايت محاسبة ميزان بهينة ورودیها و خروجيها براي تحقق كمي رشد بهره‌وري است. به عبارت ديگر، لاية محاسباتي يكي از مهمترين قسمتهاي چرخة بهبود بهره‌وري است كه كارشناسان و برنامه‌ريزان به كمك نتايج آن، مي‌توانند استراتژي‌هاي بهبود بهره‌وري را هرچه عملي و منطقي‌تر و به طور مشخص، براي هر واحد تحت بررسي ارائه نمايند.

لذا در اين مقاله، بر مبناي مدلهاي ناپارامتري DEA و با بهره‌گيري از مفاهيم و شاخصهاي رشد بهره‌وري، محاسبات مربوط به رشد بهره‌وري كل عوامل و تجزية آن به تغييرات كارآيي و تغييرات تكنولوژي انجام گرفته و سپس روشي براي محاسبة ميزان بهينة كارآيي، تكنولوژي و در نهايت مقادير ورودیها و خروجيها به منظور افزايش رشد مورد انتظار در بهره‌وري، ارائه خواهد شد. بنابراين، ابتدا، در بخش بعد به معرفي مدلهاي تحليل پوششي داده‌ها و چگونگي محاسبة كارآيي پرداخته خواهد شد. سپس در فصل سوم، مسائل مربوط به تحقق كارآيي از پيش تعيين شده با مدلهاي تحليل پوششي داده‌هاي معكوس، بحث خواهد شد. در ادامه در بخش چهارم، شاخصهاي معروف در محاسبه رشد بهره‌وري كل عوامل و چگونگي تجزية آنها به تغييرات كارآيي و تغييرات تكنولوژي به طور مختصر ارائه و. همچنين چگونگي محاسبه ميزان بهينة ورودیها و خروجيها به منظور تحقق كمي رشد مورد انتظار در بهره‌وري نيز در اين بخش شرح داده خواهد شد. در بخش پنجم نيز، تمامي موارد ذكر شده در مقاله، با بهره‌گيري از يك مطالعه موردي در شركت ملي نفت ايران، توضيح داده مي‌شود و سرانجام مقاله با نتيجه‌گيري به پايان خواهد رسيد.

Archive of SID

www.SID.ir

٢. تحليل پوششي داده‌ها

پايه‌گذار روشهاي ناپارامتري در محاسبه بهره‌وري و ارزيابي واحدهاي تصميم گيرنده[1] (DMU)، اقتصاددداني به نام فارل بود. او در سال ١٩٥٧، سيستمي شامل دو ورودي و يك خروجي را مورد بررسي قرار داد. و به تحليل بهره‌وري واحدها با يك روش ناپارامتري پرداخت. در سال١٩٧٨، چارنز، كوپر و رودز، با استفاده از برنامه‌يزي رياضي روش ناپارامتري فارل را براي سيستمي با ورودیها و خروجيهاي چند گانه تعميم دادند و عنوان تحليل پوششي داده ها از اين زمان به مجموعه مدلهاي توسعه يافته برنامه‌ريزي رياضي، در اين زمينه داده شد. مدل چارنز، كوپر و رودز كه در آن بازده به مقياس[2]، ثابت فرض مي‌شود، به نام CCR معروف شد (Charnes, Cooper & Rhodes, 1978). در سال ١٩٨۴، بنكر، چارنز و كوپر روش CCR را براي حالتهاي بازده به مقياس متغير تعميم دادند، كه مدل پيشنهادي آنها به نام BCC معروف شد (Banker, Charnes & Cooper, 1984). در ادامه به چگونگي كارآيي نسبي با بهره‌گيري از مدلهاي تحليل پوششي داده‌ها مي‌پردازيم (براي اطلاعات بيشتر در مورد قابليتها و توانمندي‌هاي مدلهاي DEA به (Alirezaee & Afsharian, 2007) مراجعه نماييد).

٢ـ١) محاسبه كارآيي با مدلهاي تحليل پوششي داده‌ها

مدلهاي DEA، ميزان توانايي هر واحد تصميم گيرنده در تبديل ورودیها به خروجيها را ارزيابي مي‌كند كه اين ميزان توانايي، كارآيي[3] ناميده مي‌شود. به عبارت دقيقتر، در اينگونه مدلها با توجه به جايگاه واحدهاي مورد بررسي، ابتدا مجموعه امكان توليد[4] با روشهاي برنامه‌ريزي خطي به‌دست مي‌آيد، سپس اين مجموعه، مرز امكان توليد را مشخص مي‌سازد. اين مرز نشان دهنده جايگاه بهترين تبديل ورودیها به خروجيهاست. اين مرز را مرز كارا[5] گويند. سپس ارزيابي واحدها بر اساس فاصله آنها از اين مرز، انجام مي‌شود و راهكارهاي بهبود كارآيي، بر مبناي نزديك شدن به مرز انجام مي‌گيرد. در ادامه، يك مدل كلي از DEA، براي محاسبه كارآيي شرح داده مي‌شود.

فرض كنيم n واحد تصميم گيرنده موجود باشد كه هر يك شامل m ورودي و s خروجي هستند. ماتريس $m \times n$ ورودیها را با X و ماتريس $s \times n$ خروجيها را با Y نشان مي‌دهيم. همچنين x_{ij} نشان دهنده i امين ورودي واحد j ام و y_{rj} نشان دهنده r امين خروجي واحد j ام است. به‌علاوه x_j و y_j ، به ترتيب بردار ورودي و خروجي واحد j ام را نشان مي‌دهند. لذا مدل محاسبه كارآيي با ماهيت ورودي عبارت است از:

1 Decision Making Unit
2 Returns to Scale
3. Efficiency
4. Production Possibility Set
5. Efficient Frontier

Archive of SID

www.SID.ir

$$
\begin{aligned}
&P0: \text{Min} \quad z \\
&st \quad \sum_{j=1}^{n} \xi_j \lambda_j \le \xi_p z \\
&\sum_{j=1}^{n} \psi_j \lambda_j \ge \psi_p \\
&\delta_1 \left(\sum_{j=1}^{n} \lambda_j + \delta_2 (-1)^{\delta_3} \nu \right) = \delta_1 \\
&\lambda_j \ge 0, \nu \ge 0 \quad j = 1,\ldots,n
\end{aligned}
$$

در اين مدل سه پارامتر $\delta_3, \delta_2, \delta_1$ معرفي شده‌اند كه مقادير صفر يا يك مي‌گيرند و بازده به مقياسهاي مختلف را براي مدل ايجاد مي‌كنند. به عبارت دقيقتر:

- اگر $(\delta_1, \delta_2, \delta_3) = (0, *, *)$ آنگاه مدل از نوع CCR است و بازده به مقياس ثابت دارد.
- اگر $(\delta_1, \delta_2, \delta_3) = (1, 0, *)$ آنگاه مدل از نوع BCC است و بازده به مقياس متغير دارد.
- اگر $(\delta_1, \delta_2, \delta_3) = (1, 1, 0)$ آنگاه مدل از نوع CCR-BCC است و بازده به مقياس كاهشي دارد.
- اگر $(\delta_1, \delta_2, \delta_3) = (1, 1, 1)$ آنگاه مدل از نوع BCC-CCR است و بازده به مقياس افزايشي دارد.

در عبارات فوق مقادير * مي‌توانند صفر يا يك باشند.

مدل معرفي شده، براي هرDMU (واحد p ام) يك بار اجرا مي‌شود و در آن EFF، برابر با مقدار كارآيي واحد p ام است. بنابراين واحدي كه روي مرز توليد قرار مي‌گيرد، كارا تشخيص داده مي‌شود و مقدار كارآيي نسبت داده شده به آن برابر ۱ است؛ در غير اين صورت واحد مذكور ناكاراست و ميزان ناكارآيي آن برابر مقدار به‌دست آمده از تابع هدف است.

۳. مسألة تحليل پوششي داده‌هاي معكوس

در تحليل پوششي داده‌هاي معكوس (IDEA) به مسائلي از اين قبيل پرداخته مي‌شود:

- اگر واحد k ام بخواهد در دوره بعد خروجيهايش را افزايش دهد، هر يك از ورودیهايش به چه ميزان بايد افزايش يابد تا كارآيي تغيير نكند؟
- اگر واحد k ام بخواهد در دوره بعد ورودیهايش را افزايش دهد، خروجيهايش به چه ميزان بايد افزايش يابد تا كارآيي تغيير نكند؟

در مسائل فوق محاسبه ميزان تغييرات ورودیها و خروجيها در ضمن ثابت ماندن كارآيي، مد نظر است. ولي در بعضي از مسائل نياز است كه كارآيي نيز به ميزان معيني رشد يابد ([۹] را ببينيد). براي مثال در مسائل مربوط به رشد بهره‌وري كل عوامل (بخش ۴ را ببينيد) تغييرات ورودیها (خروجيها) در دوره آتي به همراه رشد كارآيي، مطلوب است. بنابراين در حالتي كه تغيير كارآيي نيز مورد انتظار باشد، تعميم مسائل فوق به صورت زير بيان مي‌گردند:

- اگر واحد k ام بخواهد خروجيهايش را در دوره بعد افزايش دهد و در ضمن، كارآيي آن نيز به ميزان معيني رشد يابد، حداكثر چقدر مي‌تواند ورودیهايش را افزايش دهد؟
- اگر واحد k ام بخواهد در دوره بعد ورودیهايش را افزايش دهد و در ضمن، كارآيي آن نيز به ميزان معيني رشد يابد، خروجيهايش به چه ميزان مي‌تواند افزايش يابد؟

Archive of SID

www.SID.ir

به منظور تشريح مسائل مذكور، در ٣-١ به مسأله تغيير ورودیها و خروجيها به همراه ثبات كارآيي و در ٣-٢ به مسأله تغيير ورودیها و خروجيها به همراه تغيير كارآيي خواهيم پرداخت.

٣-١) تغييرات ورودیها و خروجيها به همراه ثبات در كارآيي

همان طور كه توضيح داده شد، دو نوع مسأله در اين بخش تشريح خواهند شد:

١. فرض كنيد خروجيهاي واحد p ام را افزايش دادهايم و ميخواهيم كارآيي آن تغيير نكند. ورودیهاي واحد p ام چقدر بايد افزايش يابد؟(از اين مسأله ميتوان براي تخصيص منابع نيز استفاده كرد).

٢. فرض كنيد ورودیهاي واحد P ام را افزايش دادهايم و ميخواهيم كارآيي آن تغيير نكند، خروجيهاي آن چقدر بايد افزايش يابد؟(اين مسأله را ميتوان براي پيش بيني نيز بهكار برد).

براي مسائل IDEA ميتوان مدلهايي مشابه مدلهاي DEA طراحي كرد. در ادامه مدل IDEA را براي مسائل نوع اول بيان ميكنيم. مطالب بيان شده با كميتغييرات ميتوانند براي مسائل نوع دوم به كار روند.

فرض كنيد y_p بردار خروجي ، x_p بردار ورودي ، $\Delta\mathbf{y}_p$ ميزان افزايش در خروجي و $\Delta\mathbf{x}_p$ ميزان افزايش در ورودي واحد p ام باشد كه در آن $\Delta\boldsymbol{\psi}_p \neq 0$ ، $\Delta\boldsymbol{\psi}_p \geq 0$ ، $\Delta\boldsymbol{\xi}_p \neq 0$ و $\Delta\boldsymbol{\xi}_p \geq 0$ (حداقل يك مؤلفه از y_p افزايش يافته است.) بردار خروجي افزايش يافته واحد p را با $\boldsymbol{\beta}_p$ و ورودي افزايش يافته آن را با $\boldsymbol{\alpha}_p$ نمايش ميدهيم.

$$\boldsymbol{\beta}_p = (\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_s) = \mathbf{y}_p + \Delta\mathbf{y}_p \in \Re^s$$
$$\boldsymbol{\alpha}_p = (\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_m) = \mathbf{x}_p + \Delta\mathbf{x}_p \in \Re^m$$

فرض كنيد كه بردار خروجي واحد p به ميزان $\Delta\mathbf{y}_P$ افزايش يافته است و $\boldsymbol{\beta}_p$ بردار خروجي جديد باشد. ميخواهيم بردار ورودي $\boldsymbol{\alpha}_p$ را به گونهاي تخمين بزنيم كه z_p (كارآيي واحد p ام) تغيير نكند.

بنابراين، مدل برنامهريزي چند هدفة زير ميتواند مسأله مذكور را حل نمايد:

$$\begin{aligned}
&\mathrm{V}0: \mathrm{Min}\,(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_m)\\
&st \quad \sum_{j=1}^{n} \mathbf{x}_j \lambda_j \leq z_p \boldsymbol{\alpha}_p\\
&\sum_{j=1}^{n} \mathbf{y}_j \lambda_j \geq \boldsymbol{\beta}_p\\
&\boldsymbol{\alpha}_p \geq \mathbf{x}_p\\
&\delta_1 \left(\sum_{j=1}^{n} \lambda_j + \delta_2 (-1)^{\delta_3} \nu \right) = \delta_1\\
&\lambda_j \geq 0, \nu \geq 0, j = 1, \ldots, n
\end{aligned}$$

Archive of SID

www.SID.ir

بايد دقت كرد كه مقدار z_p در اين مدل، برابر با همان مقدار كارآيي به‌دست آمده از مدل DEA توضيح داده شده در بخش قبل (P0) خواهد بود، به عبارت ديگر z_p، ميزان كارآيي واحد p ام قبل از افزايش خروجيها است، بنابراين، هيچ تغييري در مقدار كارآيي نخواهيم داشت.

۳-۲) تغييرات ورودیها و خروجيها به همراه تغيير در كارآيي

در بخش قبل، مدلي براي محاسبهٔ تغييرات ورودي (خروجي) با فرض ثبات كارآيي ارائه شد؛ ولي در بعضي از مسائل واقعي نياز است كه تغييرات ورودیها (خروجيها) در قبال تغييرات خروجيها (ورودیها) و همچنين تغيير در كارآيي سنجيده شود. لذا در اين بخش به تعميم مدلهاي IDEA مي‌پردازيم.

همان طور كه توضيح داده شد، در IDEA هنگامي كه تغييرات كارآيي نيز مد نظر باشد، مسأله به صورت زير مطرح مي‌شود:

فرض كنيد واحد p ام مي‌خواهد خروجيهاي خود را به ميزان $\Delta\mathbf{y}_p$ افزايش دهد. همچنين كارآيي آن نيز به اندازه Δz_p افزايش يابد، حداكثر افزايش ورودیهايش به چه ميزان مي‌تواند باشد؟ مدل زير را براي حل مسأله فوق معرفي مي‌كنيم:

$$
\begin{aligned}
&\mathrm{GV0}: \operatorname{Min}(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_m) \\
&st \quad \sum_{j=1}^{n} \mathbf{x}_j \lambda_j \le e_p \boldsymbol{\alpha}_p \\
&\sum_{j=1}^{n} \mathbf{y}_j \lambda_j \ge \boldsymbol{\beta}_p \\
&\boldsymbol{\alpha} \ge \mathbf{x}_p \\
&\delta_1 \left(\sum_{j=1}^{n} \lambda_j + \delta_2 (-1)^{\delta_3} \nu \right) = \delta_1 \\
&\lambda_j \ge 0, \nu \ge 0, \; j = 1, \ldots, n
\end{aligned}
$$

كه در آن e_p كارآيي افزايش يافته است:

$$e_p = z_p + \Delta z_p .$$

از آنجايي‌كه حداكثر مقدار كارآيي در مدلهاي DEA برابر "۱" است، لذا، Δz_p حداكثر مي‌تواند برابر با $1 - z_p$ باشد. همچنين، مقدار مجاز براي $\Delta\mathbf{y}_p$ در حالتي كه بازده به مقياس مدل، متغير يا كاهشي باشد؛ يعني هنگامي‌كه از مدل BCC يا CCR-BCC استفاده مي‌كنيم، هر مقدار دلخواهي نمي‌تواند باشد. در اين حالت حداكثر مقدار مجاز از رابطه زير قابل محاسبه است:

$$\Delta y_{rp} = \max_j \{ | y_{rp} - y_{rj} | \} \qquad (۱-۲-۳)$$

اگر از مدلهايي با بازده به مقياس ثابت يا افزايشي مانند CCR يا BCC-CCR استفاده كنيم، آنگاه $\Delta\mathbf{y}_p$ هر مقدار دلخواهي مي‌تواند باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

۳-۳) برخي از الگوهاي افزايش مقادير ورودي، خروجي و كارآيي

در بخشهاي قبل ديديم كه مسأله IDEA به يك مدل چند هدفه تبديل مي‌شود. در اين بخش، بعضي از حالات خاص را مطرح مي‌كنيم كه در آنها كافيست كه يك مدل خطي يك هدفه به جاي مدل چند هدفه حل شود.

حالت اول: هنگامي‌است كه ارزش هر واحد از ورودیها مشخص باشد يا اينكه اهميت وزني ورودیها نسبت به هم معين باشد. فرض كنيد كه $p_i > 0$ اهميت وزني يا ارزش هر واحد از ورودي i ام باشد. در اين‌صورت تابع چند هدفه را مي‌توان به صورت مجموع وزني اهداف نوشت و به يك تابع تبديل كرد.

$$\min(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_m) \to \min \sum_{i=1}^{m} (p_i \alpha_i)$$

بدين ترتيب، مسأله چند هدفه به مسأله خطي يك هدفه تبديل شده و با تكنيك‌هاي برنامه‌ريزي خطي قابل حل است.

حالت دوم: هنگامي‌است كه افزايش ورودیها، خروجيها و كارآيي به صورت درصدي از مقدار قبلي باشد؛ براي مثال افزايش خروجي r ام واحد p به ميزان $k_r\,\%$ بدين معني است كه :

$$\beta_{rp} = (1+\frac{k_r}{100}) y_{rp}$$

افزايش ورودي i ام واحد p به ميزان $l_i\,\%$ بدين معني است كه :

$$\alpha_{ip} = (1+\frac{l_i}{100}) x_{ip}$$

و افزايش كارآيي واحد p به ميزان $f\,\%$ بدين معني است كه :

$$e_p = (1+\frac{f}{100}) z_p$$

با استفاده از روابط فوق، مسأله چند هدفه GV0 به مسأله يك هدفه زير تبديل مي‌شود:

$$\text{GV1}: \min \sum_{i=1}^{m} p_i l_i$$

$$st \quad \sum_{j=1}^{n} x_{ij}\lambda_j \le (1+\frac{f}{100}) z_p (1+\frac{l_i}{100}) x_{ip} \quad \forall i$$

$$\sum_{j=1}^{n} y_{rj}\lambda_j \ge (1+\frac{k_r}{100}) y_{rp} \quad \forall r$$

$$\delta_1 \left(\sum_{j=1}^{n} \lambda_j + \delta_2 (-1)^{\delta_3} \nu \right) = \delta_1$$

$$\lambda_j \ge 0, \nu \ge 0, l_i \ge 0, \; j = 1, \ldots, n$$

توجه كنيد كه در مدل GV1، محدوديت $l_i \ge 0$ معادل قيد $\boldsymbol{\alpha} \ge \mathbf{x}_p$ در مدل GV0 است. همچنين p_i اهميت وزني ورودي i ام در تخصيص منابع اضافي است.

Archive of SID

www.SID.ir

همان طور كه قبلاً نيز ذكر شد، هنگامي‌كه از مدلهاي با بازده به مقياس متغير يا كاهشي استفاده مي‌كنيم، افزايش خروجي به‌طور دلخواه معين نمي‌شود و براي ميزان تغييرات، حد بالايي وجود خواهد داشت. بنابراين در مدل بالا، حداكثر مقدار مجاز براي k_r از رابطه زير محاسبه مي‌گردد:

$$k_r = \frac{\Delta y_{rp}}{y_{rp}} \times 100$$

كه در آن Δy_{rp} از رابطه (۳-۲-۱) محاسبه مي‌شود.

اما هنگامي‌كه از مدل CCR استفاده مي‌كنيم، بدون استفاده از مدل فوق با استفاده از رابطه زير مي‌توان درصد افزايش در ورودي را محاسبه كرد.

فرض كنيد k, l و f درصد افزايش در ورودي، خروجي و كارآيي باشند، آنگاه رابطه زير برقرار است:

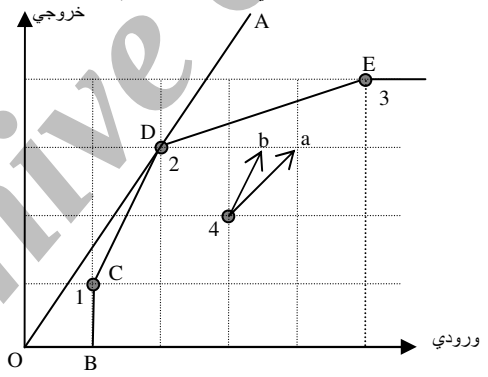
$$\frac{100+k}{100+l} = 100+f \;\Rightarrow\; l = \frac{k-f}{100+f}$$

مثال: يك واحد توليدي با يك ورودي و يك خروجي را در نظر بگيريد. مقادير مربوط به ورودي و خروجي در ۴ سال متوالي به صورت زير است:

سال	۱	۲	۳	۴
ورودي	۱	۲	۵	۳
خروجي	۱	۳	۴	۲

مرز كارآيي حاصل از دوره هاي فوق در شكل (۱) رسم شده است.

شكل ۱: مرز كارآيي متشكل از مدلهاي مختلف DEA



كارآيي در سالهاي مذكور با استفاده از مدل BCC عبارتست از :

سال	۱	۲	۳	۴
كارآيي	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۵۰

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به رابطه (۳-۲-۱) خروجي در سال پنجم، حداكثر مي‌تواند ۱۰۰% رشد داشته باشد. فرض كنيد مي‌خواهيم خروجي در اين سال ۵۰% و كارآيي حداقل ۱۵% رشد داشته باشد، ميزان افزايش در ورودي، حداكثر به چه ميزان مي‌تواند باشد؟

با استفاده از مدل GV1 درصد افزايش ورودي در سال پنجم برابر با ۱۵/۹۳% خواهد بود، لذا مقدار ورودي در اين سال، حداكثر بايد ۳/۴۷ باشد.

در جدول زير حداكثر مقدار ورودي در سال پنجم، به همراه درصد افزايشهاي مختلف در كارآيي، محاسبه و نشان داده شده‌اند.

درصد افزايش كارآيي	ميزان كارآيي	درصد افزايش ورودي	ورودي در سال ۵
%۰	۰/۵	%۳۳/۳۳	۴
%۵	۰/۵۲۵	%۲۷	۳/۸۱
%۱۰	۰/۵۵	%۲۱/۲	۳/۶۳
%۱۵	۰/۵۷۵	%۱۵/۹۳	۳/۴۷۸

با توجه به جدول فوق، ميزان ورودي مورد نياز بدون افزايش كارآيي، بيشتر از حالتي است كه افزايش كارآيي داريم. در شكل ۱ مسير a افزايش ۵۰ درصدي خروجي را بدون افزايش در كارآيي و مسير b افزايش ۵۰ درصدي خروجي را به همراه افزايش ۱۵ درصدي در كارآيي نشان مي‌دهد. همان‌طور كه در شكل نيز پيداست در مسير b ورودي كمتري نسبت به مسير a به‌كار مي‌رود و در واقع به كارگيري ورودي كمتر، با افزايش در كارآيي جبران مي‌شود.

۴. رشد بهره‌وري كل عوامل

يكي از قسمتهاي مهم چرخة بهره‌وري، محاسبة ميزان بهره‌وري در دوره‌هاي گذشته و مشخص نمودن سهم عوامل مختلف در تغييرات بهره‌وري است؛ زيرا با مشخص شدن عوامل تأثيرگذار بر تغييرات بهره‌وري، مي‌توان براي بهبود بهره‌وري در دوره‌هاي آينده برنامه‌ريزي كرد (براي اطلاعات بيشتر [۱،۳] را ببينيد).

بررسي روند تغييرات بهره‌وري، اولين بار در سال ۱۹۵۷ توسط تحقيقات مشهور رابرت سولو مطرح شد. سولو در مطالعه رشد بهره‌وري ايالات متحده، تأثير تكنولوژي و دانش فني را در رشد بهره‌وري مورد بررسي قرار داد. در ادامه و در سال ۱۹۸۲ نيشي ميتزو و پيج، رشد بهره‌وري را به دو عامل تغيير در كارآيي و تغيير در تكنولوژي تجزيه نمودند. بنابراين، براي افزايش بهره‌وري، ابتدا بايد ميزان بهره‌وري در دوره‌هاي گذشته محاسبه و در هر دوره سهم كارآيي و تكنولوژي را در رشد مربوطه تعيين كرد، سپس بر اساس اين اطلاعات، توانايي و ميزان قابليت واحد تحت بررسي در تغيير هر كدام از عوامل مذكور، معين شده و نهايتاً مقادير بهينة ورودیها و خروجيها به منظور تحقق كمي مورد انتظار در رشد بهره‌وري، به‌دست آيد.

۴-۱) شاخصهاي رشد TFP

براي محاسبه رشد بهره‌وري كل عوامل (TFP) شاخصهاي متعددي با ويژگيهاي خاص وجود دارد كه يكي از معروفترين شاخصهاي رشد TFP، شاخص مالمكوئيست است. اين شاخص ابتدا در سال ۱۹۵۳ به عنوان شاخص استاندارد زندگي، معرفي و در سال ۱۹۸۲ براي اولين بار در تئوري توليد به‌كار گرفته شد (Caves et al., 1982). در سال ۱۹۸۹ فار و همكاران، به منظور محاسبه شاخص مالمكوئيست از تكنيكهاي DEA استفاده كردند و سپس در سال ۱۹۹۲، آنها اين شاخص را به دو عامل تغيير در كارآيي و تغيير در تكنولوژي تجزيه كردند.

Archive of SID

www.SID.ir

براي محاسبه شاخص مالمكوئيست با استفاده از مدلهاي DEA، احتياج به وجود داده‌هايي خاص است؛ به عبارت ديگر، به‌دليل صورت مقايسه‌اي و ماهيت مدلهاي DEA، در محاسبه اين شاخص، به تعدادي واحد تصميم گيرنده در هر دوره است و لذا در مواقعي كه فقط يك واحد تصميم گيرنده موجود و هدف، محاسبه رشد TFP آن واحد در طول زمان باشد، اين شاخص قابل استفاده نخواهد بود.

شاخص تورنكوئيست، يك شاخص ديگر، براي محاسبه رشد TFP در طي دوره زماني است. اين شاخص با استفاده از كشش ورودیها و خروجيها به ترتيب در هزينه كل و درآمد كل به محاسبه رشد بهره‌وري مي‌پردازد. اما مزيت اصلي در استفاده از اين شاخص، به‌دليل ماهيت اين شاخص، عدم نياز آن به داده‌هايي خاص (چند واحد تصميم گيرنده) است و به عبارت ديگر، اين شاخص، تنها با وجود حتي يك واحد تصميم‌گيرنده، قادر به محاسبه رشد TFP در دوره‌هاي زماني خواهد بود، همچنين با بهره‌گيري از مدلهاي DEA، اين شاخص نيز مانند شاخص مالمكوئيست، به دو عامل تغيير كارآيي و تغيير در تكنولوژي، قابل تجزيه خواهد شد (براي جزئيات بيشتر به [۷] مراجعه نماييد).

بنابراين در كاربردهاي واقعي، همواره مي‌توان با يكي از شاخصهاي مذكور به محاسبه رشد TFP پرداخت. به عبارت ديگر، اگر چند واحد تصميم گيرنده مشابه موجود، و هدف محاسبه رشد TFP هر كدام باشد، از شاخص مالمكوئيست و اگر بخواهيم رشد TFP يك واحد تصميم گيرنده را در طول زمان و در حالت عدم وجود واحدهاي مشابه محاسبه نماييم، از شاخص تورنكوئيست استفاده مي‌شود. در مجموع بنابر شكل موضوع، يكي از شاخصها را به‌كار گرفته و ميزان رشد TFP و ميزان تغيير در كارآيي و تكنولوژي را در دوره‌هاي گذشتة واحد مورد بررسي، به‌دست مي‌آوريم. اين محاسبات، روند تغييرات TFP را در واحد مورد بررسي نشان مي‌دهد و در حالت كلان، سطح انتظار و ميزان تغيير در عوامل مختلف را براي رشد TFP در دوره‌هاي آينده مشخص مي‌سازد.

۴-۲) تحقق كمي رشد قابل انتظار در TFP

همان‌طور كه در قسمت قبل توضيح داده شد، همواره رابطة زير بين ميزان رشد TFP و عوامل مؤثر در تغييرات آن در هر دورة زماني وجود دارد:

درصد تغيير در كارآيي + درصد تغيير در تكنولوژي و دانش فني = درصد تغيير در رشد TFP

بنابراين براي تحقق درصد رشد مورد انتظار در TFP، بايد درصدي در كارآيي و درصدي در تكنولوژي رشد داشته باشيم؛ به طوري كه رابطة فوق همواره برقرار بماند. به طور مثال، اگر بخواهيم ۲/۵ درصد رشد TFP داشته باشيم، مي‌توان يكي از طرق زير را براي تحقق اين امر انتخاب نمود:

جدول ۱: درصد تغيير در كارآيي و تكنولوژي

درصد تغيير در كارآيي	درصد تغيير در تكنولوژي	درصد رشد TFP
۲/۵	۰	۲/۵
۰	۲/۵	۲/۵
۱/۵	۱	۲/۵
۱/۲۵	۱/۲۵	۲/۵

سطر اول نشان مي‌دهد كه مي‌خواهيم مقدار درصد تغيير در TFP را فقط با تغيير در كارآيي تحقق بخشيم و بالعكس در سطر دوم، كارآيي بدون تغيير است؛ لذا ميزان رشد ۲/۵ درصدي بايد با تحول در دانش فني و تغيير در تكنولوژي رخ دهد. سطر سوم و چهارم نيز، اين ميزان تغيير، به هر دو عامل كارآيي و تكنولوژي تخصيص داده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

در شكل كاربردي، با مطالعة پيشينة واحد تحت بررسي، مي‌توان، درصد تغيير در كارآيي و تكنولوژي را براي دوره‌هاي بعد معين نمود. به عبارت دقيقتر، با محاسبه رشد TFP و تجزيه‌هاي آن در هر دوره، مي‌توان قابليت و توانايي واحد تحت بررسي را براي تغيير در كارآيي يا تكنولوژي بررسي نمود و در نهايت تصميمي عملي و منطقي، با توجه به امكانات و بودجه‌هاي تخصيصي اتخاذ نمود.

در محاسبة رشد TFP به كمك مدلهاي DEA ، ابتدا شاخصهايي به عنوان ورودي و خروجي معين مي‌شوند و بر اساس اين ورودیها و خروجيها، رشد TFP، تغييرات كارآيي و تغييرات تكنولوژي در هر دوره محاسبه مي‌گردد. اما در ادبيات بهره‌وري، تغيير در كارآيي به واسطة تغيير در ورودیها و خروجيها و قرارگرفتن در موقعيت بهينه از نقطه نظر ورودي و خروجي است ولي تغيير در تكنولوژي به تغيير در عوامل ناشناخته (عواملي كه در ورودیها و خروجيها لحاظ نشده‌اند)، نسبت داده مي‌شود. لذا ميزان درصد رشد قابل انتظار در كارآيي مي‌تواند مستقيماً با تغيير در ورودیها و خروجيها تأمين گردد ولي ميزان درصد رشد قابل انتظار در تكنولوژي و دانش فني با تغيير در ميزان عواملي رخ خواهد داد كه در مدل محاسبه رشد TFP لحاظ نشده باشند.

در مجموع، با توجه به توضيحات مذكور، اگر تصميم بر آن باشد كه TFP در دورة بعد x درصد نسبت به دورة گذشته رشد داشته باشد، ابتدا روند تغييرات TFP و تجزيه‌هاي آن در دوره‌هاي گذشته واحد تحت بررسي و محاسبه و سپس بر اساس پيشينة آن، به تخصيص اين درصد به تغييرات كارآيي و تغييرات تكنولوژي مي‌پردازيم. دراين صورت اگر بخواهيم r درصد تغيير در كارآيي و s درصد تغيير در تكنولوژي و دانش فني داشته باشيم ($x=r+s$)، مي‌توان از مدل GV1 معرفي شده در ٣-٣ براي مشخص نمودن ميزان ورودیهاي (خروجيهاي) جديد و تحقق r درصد تغيير دركارآيي بهره گيريم؛ ولي ميزان s درصدي تغيير در تكنولوژي و دانش فني، بايد بدون افزايش مقادير ورودي يا خروجي و با تغيير و تحول در تكنولوژي، ابزار، امكانات و دانش فني كاركنان، رخ دهد و در نهايت، با اعمال روشهاي مديريتي و ايجاد نقشة بهبود بهره‌وري، مي‌توان اعداد كمي داده شده از سوي مدل را به منظور تحقق رشد x درصدي به‌كار گرفت.

٥. محاسبه رشد TFP شركت ملي نفت ايران

در اين بخش، مي‌خواهيم روش معرفي شده در بخش قبل را در شركت ملي نفت ايران به منظور تحقق كمي الزام قانوني برنامه چهارم توسعه مبني بر افزايش ٢/٥ درصدي در TFP، به‌كار گيريم. بنابراين، ابتدا روند تغيير TFP را در دوره‌هاي گذشتة اين شركت بررسي نموده و در هر دوره، سهم تغييرات كارآيي و تكنولوژي در رشد TFP محاسبه خواهد شد، سپس با اطلاع از پيشينه اين شركت، به تخصيص درصد رشد TFP به درصدهاي تغيير در كارآيي و تكنولوژي مي‌پردازيم و در انتها، ميزان تغيير در ورودیها (خروجيها)، به منظور تحقق كمي الزام قانوني برنامه، محاسبه خواهد شد.

اطلاعات موجود از شركت ملي نفت ايران، شامل داده‌هايي با دو ورودي و يك خروجي است. ورودیها، به ترتيب بيانگر سرمايه و نيروي كار و خروجي، مقدار ارزش افزودة اين شركت در طي سالهاي ١٣٥٦ تا ١٣٧٩ است. در جدول ١، داده‌ها به تفكيك سالهاي مختلف آمده است. شايان ذكر است به دليل حفظ اطلاعات و برخي ملاحظات، داده‌هاي جدول ٢، بر مبناي مقادير ارزش افزوده، سرمايه و نيروي كار در سال اول، نرمال شده‌اند. كه اين مهم در نتيجة محاسبات هيچگونه تأثيري نخواهد داشت.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲: داده هاي نرمال شدة شركت ملي نفت ايران

نيروي كار	سرمايه	ارزش افزوده	سال	نيروي كار	سرمايه	ارزش افزوده	سال
۱۳۰,۰۳۱	۸۶,۲۰۰	۶۸,۴۲۰	۱۳۶۸	۱۰۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰	۱۳۵۶
۱۳۱,۴۶۹	۸۸,۹۶۷	۷۳,۹۴۹	۱۳۶۹	۱۰۳,۱۰۷	۱۰۳,۷۶۹	۸۶,۱۹۱	۱۳۵۷
۱۳۵,۳۵۱	۸۷,۹۸۵	۷۸,۲۸۶	۱۳۷۰	۱۰۴,۴۲۵	۱۰۳,۴۵۸	۷۷,۲۳۶	۱۳۵۸
۱۳۶,۲۸۸	۸۶,۳۴۷	۷۸,۲۹۴	۱۳۷۱	۱۰۵,۲۳۲	۱۰۱,۵۷۲	۴۷,۵۲۱	۱۳۵۹
۱۳۶,۶۰۰	۸۴,۹۲۵	۷۹,۹۷۱	۱۳۷۲	۱۰۳,۴۱۷	۱۰۰,۳۲۱	۴۸,۹۲۴	۱۳۶۰
۱۳۶,۸۲۱	۸۴,۹۰۰	۷۷,۸۸۸	۱۳۷۳	۱۱۰,۳۵۱	۱۰۰,۹۸۵	۶۹,۹۹۸	۱۳۶۱
۱۳۵,۴۱۹	۸۴,۷۹۸	۷۸,۳۸۰	۱۳۷۴	۱۱۳,۷۲۴	۱۰۲,۶۷۵	۷۰,۶۰۳	۱۳۶۲
۱۳۴,۱۵۲	۸۸,۳۶۴	۷۸,۶۳۱	۱۳۷۵	۱۱۶,۴۷۴	۱۰۲,۹۵۳	۶۳,۸۹۰	۱۳۶۳
۱۳۳,۸۱۷	۹۱,۳۷۵	۷۶,۷۹۷	۱۳۷۶	۱۱۷,۵۸۶	۱۰۱,۰۲۵	۶۴,۳۸۴	۱۳۶۴
۱۳۲,۱۹۴	۹۳,۸۶۶	۷۷,۵۸۵	۱۳۷۷	۱۱۷,۹۵۱	۹۹,۲۹۳	۶۰,۳۸۱	۱۳۶۵
۱۳۱,۲۰۶	۹۸,۴۶۲	۷۵,۷۶۸	۱۳۷۸	۱۱۷,۷۹۸	۹۶,۵۰۳	۶۴,۰۲۵	۱۳۶۶
۱۳۰,۵۵۲	۱۰۰,۶۳۲	۷۸,۲۸۶	۱۳۷۹	۱۲۳,۱۰۹	۹۳,۶۶۹	۶۶,۴۰۵	۱۳۶۷

داده‌هاي استفاده شده در اين مطالعه بر اساس آمار و اطلاعات مربوط به بخش صنعت نفت طي دوره۱۳۷۹-۱۳۵۶است. اين اطلاعات شامل آمار مربوط به برآورد موجودي سرمايه، نيروي انساني و ارزش افزودة بخش نفت و گاز طي دوره مذكور است كه توسط بانك مركزي محاسبه و منتشر گرديده است ([۵،۴]). در ادامه توضيحاتي راجع به داده‌ها، بيان خواهد شد.

۵-۱) ارزش افزوده

طبق تعريف، بانك مركزي جمهوري اسلامي ايران، گروه نفت، شامل فعاليتهاي توليد، استخراج و صادرات نفت خام و گاز طبيعي و توليد و فروش فرآورده‌هاي نفتي مي‌باشد كه ارزش افزوده آن به طور مستقل به عنوان يكي از بخشهاي اقتصادي كشور اعلام مي‌شود، امّا در مركز آمار ايران، فعاليتهاي استخراج و فروش نفت و گاز را به طور جداگانه به عنوان يكي از زير بخشهاي گروه معدن و فعاليت هاي توليد فرآورده‌هاي نفتي به عنوان يكي از زير گروه‌هاي بخش صنعت آورده مي‌شود؛ ضمن اينكه دورة زماني پوشش آماري مركز آمار از سال ۱۳۷۰ به بعد و بانك مركزي از سال ۱۳۳۸ به بعد مي‌باشد.

روش محاسبة ارزش افزوده در هر دو دستگاه آماري، روش توليد است كه بر اساس آن با محاسبه خروجي فعاليت (ارزش توليدات) و هزينه‌هاي واسط، ارزش افزوده محاسبه و همچنين براي خارج كردن اثر تغييرات قيمتها از شاخص تعديل ارزش افزوده هر بخش استفاده مي‌شود. به عبارت ديگر براي تعديل ارزش خروجيها، مقدار توليد نفت و گاز در سال مورد نظر را در قيمت اين توليدات در سال پايه ضرب نموده و ارزش توليدات در سال مورد نظر به قيمت سال پايه را به دست مي‌آورند. بنابراين، ارزش افزوده محاسبه شده به قيمت سال پايه (در اين تحقيق، از قيمتهاي ثابت سال ۱۳۶۹ استفاده گرديده است) بوده و لذا اثرات تغييرات قيمت نفت در بازار جهاني از آن خارج شده است.

با توجه به تعريف بانك مركزي، براي به دست آوردن ارزش افزودة فعاليت استخراج و فروش نفت، ارزش افزودة بخش توليد فرآورده‌هاي نفتي از ارزش افزوده گروه نفت كسر گرديده تا ارزش افزودة شركت ملي نفت ايران به دست آيد.

۵-۲) سرمايه

انجام توليد در هر فعاليتي نيازمند استفاده از عوامل توليد مي‌باشد. يكي از عوامل توليد در هر فعاليتي از جمله توليد نفت و گاز، استفاده از سرمايه از طريق سرمايه‌گذاري در فرايند توليد مي‌باشد. در شركت ملي نفت ايران، سرمايه‌گذاري در فعاليتهاي اكتشاف، توسعه و بهره‌برداري از

Archive of SID

www.SID.ir

منابع نفت و گاز، منجر به افزايش ظرفيت توليد و در صورت مناسب بودن شرايط تقاضاي جهاني، افزايش توليد و صادرات مي‌باشد. البته در كشور ما با توجه به روند سريع رشد تقاضاي داخلي و نحوة قيمت‌گذاري داخلي نفت و گاز، فضاي ناشي از تقاضاي داخلي با توجه به سهميه‌بندي توليد توسط اوپك، موجب كاهش صادرات و در نتيجه كاهش ارزش توليدات شركت ملي نفت ايران مي‌گردد. به هر صورت انجام سرمايه‌گذاري در شركت ملي نفت ايران، موجب افزايش ظرفيت توليد مي‌گردد.

۵-۳) نيروي انساني

نيروي انساني نيز يكي از عوامل توليد در هر فعاليت از جمله بخش نفت مي‌باشد. از آنجا كه شدت به‌كارگيري سرمايه در فعاليت توليد و استخراج نفت بالاتر از نيروي كار است، در نتيجه عامل كار نسبت به سرمايه از تأثير كمتري در رشد توليد برخوردار است. در جدول ۴-۳ داده‌هاي نرمال شده، مربوط به شاخص نيروي انساني، در شركت ملي نفت ايران ارائه شده است. همچنين شكل ۴-۳ روند تغييرات داده‌هاي اين جدول را نشان مي‌دهد.

بررسي آماري ارائه شده از تعداد كاركنان شركت ملي نفت ايران در سالهاي مختلف، نشان مي‌دهد كه در طول دورة مورد بررسي، تعداد كاركنان اين بخش به غير از برخي سالهاي استثنايي، روندي شديداً صعودي را طي نموده است.

در اين قسمت با توجه به لزوم بررسي روند تغييرات بهره‌وري و عوامل مؤثر در تغييرات آن در شركت ملي نفت ايران، شاخص بهره‌وري تورنكوئيست را به منظور پوشش هدف مذكور به‌كار مي‌گيريم. در مجموع با بهره‌گيري از شاخص بهره‌وري تورنكوئيست و بر پاية محاسبات مدلهاي ناپارامتري DEA، رشد TFP و تجزيه‌هاي آن در هر دوره محاسبه و نتايج[1] در جدول ۳ و همچنين ميزان كارآيي اين شركت در هر سال نيز در جدول ۴ ارائه شده است (براي اطلاع از نحوة محاسبات و جزئيات مدلهاي رياضي اين قسمت، به [۷] مراجعه نماييد).

جدول ۳: رشد TFP و تغييرات كارآيي و تكنولوژي در شركت ملي نفت ايران

دوره	رشد TFP	تغييرات كارآيي	تغييرات تكنولوژي	دوره	رشد TFP	تغييرات كارآيي	تغييرات تكنولوژي
1356-57	-16.41%	-16.00%	-0.49%	1368-69	4.75%	5.06%	-0.30%
1357-58	-10.82%	-10.71%	-0.12%	1369-70	6.99%	7.23%	-0.22%
1358-59	-37.35%	-37.33%	-0.02%	1370-71	1.87%	2.25%	-0.37%
1359-60	4.24%	4.26%	-0.01%	1371-72	3.83%	3.30%	0.51%
1360-61	42.05%	40.82%	0.87%	1372-73	-2.58%	-2.13%	-0.46%
1361-62	-0.81%	0.00%	-0.81%	1373-74	0.77%	0.00%	0.77%
1362-63	-9.77%	-10.14%	0.41%	1374-75	-3.66%	-3.26%	-0.42%
1363-64	2.66%	3.23%	-0.55%	1375-76	-5.50%	-5.62%	0.12%
1364-65	-4.60%	-4.69%	0.09%	1376-77	-1.61%	-1.19%	-0.42%
1365-66	9.07%	8.20%	0.80%	1377-78	-6.83%	-7.23%	0.43%
1366-67	6.76%	7.58%	-0.76%	1378-79	1.13%	1.30%	-0.17%
1367-68	11.77%	11.27%	0.45%				

جدول ۴: ميزان كارآيي شركت ملي نفت ايران

سال	كارآيي	سال	كارآيي	سال	كارآيي	سال	كارآيي
1356	1.00	1362	0.69	1368	0.79	1374	0.92
1357	0.84	1363	0.62	1369	0.83	1375	0.89
1358	0.75	1364	0.64	1370	0.89	1376	0.84
1359	0.47	1365	0.61	1371	0.91	1377	0.83

1. تمامي محاسبات اين مقاله توسط نرم افزار GAMS انجام گرفته است [۱۳].

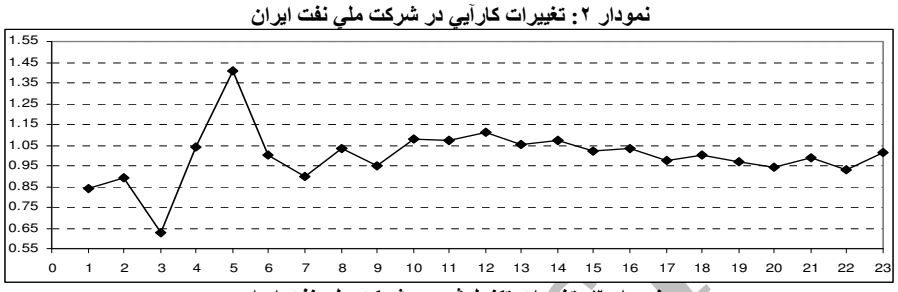
Archive of SID

www.SID.ir

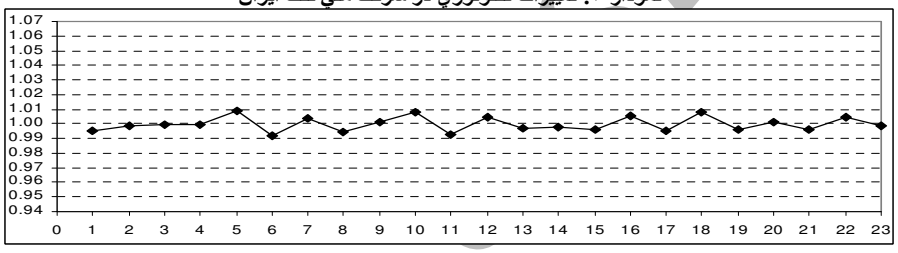
1360	0.49	1366	0.66	1372	0.94	1378	0.77
1361	0.69	1367	0.71	1373	0.92	1379	0.78

براي بررسي دقيقتر نتايج جدول ۳، نمودارهاي ۳،۲ و ۴، ارائه شده‌اند، كه به ترتيب مربوط به تغييرات كارآيي، تغييرات تكنولوژي و رشد بهره‌وري كل عوامل شركت ملي نفت ايران، در طي ۲۳ دوره است.

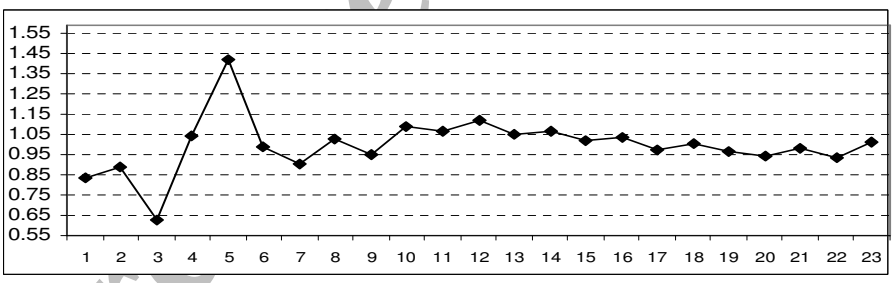
نمودار ۲: تغييرات كارآيي در شركت ملي نفت ايران



نمودار ۳: تغييرات تكنولوژي در شركت ملي نفت ايران



نمودار۴: رشد بهره‌وري كل عوامل شركت نفت ايران



با توجه به جدول۳ و نمودارهاي ۲، ۳ و ۴، بيشترين رشد بهره‌وري مربوط به دوره ۵ (سالهاي ۱۳۶۱-۱۳۶۰) است. در اين دوره شركت نفت ۴۲% رشد در بهره‌وري كل عوامل داشته است؛ اما در اين دوره، علت اصلي در رشد بهره‌وري، به دليل رشد كارآيي بوده است. در حقيقت بيش از ۴۰% از رشد بهره‌وري، به واسطه رشد كارآيي در اين دوره بوده است و رشد تكنولوژي سهم چنداني در رشد بهره‌وري در اين دوره نداشته است. در دوره ۳ (سالهاي ۱۳۵۹-۱۳۵۸) نيز، رشد منفي در بهره‌وري كل عوامل، به علت رشد منفي شديد در كارآيي به

www.SID.ir

مقدار ۶۲%، که بیشترین رشد منفي در بهرهوري کل عوامل را داشته است. در دوره ۶ و ۱۸، کارآيي شرکت ثابت بوده و به همين دليل در دوره ۶، رشد منفي در TFP به واسطه رشد منفي در تکنولوژي و در دوره ۱۸، رشد TFP به سبب تغييرات مثبت در تکنولوژي ايجاد شده اما به صورت کلان تغييرات کارآيي، علت عمده تغييرات بهرهوري در طي ۲۳ دوره بوده است.

با بررسي روند رشد TFP شرکت ملي نفت ايران، مشخص گرديد که تغييرات تکنولوژي و دانش فني، سهم کمتري در تغييرات بهرهوري داشته و عامل مؤثر در تغييرات TFP، تغييرات کارآيي بوده است. لذا براي ۲/۵ درصد رشد در TFP براي دوره بعد، ميتوان از اين اطلاعات براي ايجاد استراتژيهاي مختلف استفاده نمود، اما در نهايت يکي از استراتژيها با توجه به امکانات و شرايط اين شرکت، قابل اجرا و عملي خواهد بود.

استراتژيهاي مختلف در حقيقت، تخصيص درصدهاي مختلف به تغييرات کارآيي و تغييرات تکنولوژي است؛ بهطوري که مجموع اين درصدها برابر ۲/۵ درصد رشد TFP باشد. بنابراين استراتژيهاي مختلفي در اين قسمت توليد خواهد شد که تنها يکي از اين استراتژيها با نظرات کارشناسي، مطالعه پيشينة بهرهوري و نهايتاً بودجه و امکانات تخصيص داده شده به شرکت، انتخاب و در نهايت به چرخة بهبود بهرهوري خواهد پيوست.

فرض کنيم که کارشناسان با توجه به روند تغييرات بهرهوري، سهم ناچيز تکنولوژي و دانش فني در تغييرات TFP و محدوديتهاي احتمالي، استراتژي زير را براي افزايش بهرهوري در سال آتي، در نظر گرفتهاند:

درصد رشد در تکنولوژي 5/0	درصد رشد در کارآيي 2	TFP درصد رشد در 5/2

در حقيقت اين جدول، تخصيص ۲/۵ درصدي رشد TFP را به تغييرات کارآيي و تکنولوژي نشان ميدهد. بنابراين، با توجه به تخصيص درصدها، ادامة کار به دو بخش تقسيم خواهد شد:

بخش اول مربوط به ۰/۵ درصد تغيير در تکنولوژي و دانش فني ميباشد که اين بخش مستقيماً به عوامل تکنولوژيگي وابسته است و بايد بدون تغيير در مقادير ورودي و خروجي تحقق يابد. اما بحث اصلي که به در ميزان رشد ۲ درصدي کارآيي مربوط ميشود، که اين مقدار با پيدا نمودن مقادير بهينة ورودیها در تقابل با خروجي، قابل تحقق است. لذا در اين قسمت با توجه به توضيحات بخش ۳، بايد يك مسأله IDEA براي بهدست آوردن مقادير بهينه حل شود. اما مقدار کارآيي در آخرين سال (۱۳۷۹) برابر با ۰/۷۸ بهدست آمده است. همچنين مقدار نيروي کار، سرمايه و ارزش افزوده در اين سال به ترتيب برابر است با ۱۳۰/۵۵۲، ۱۰۰/۶۳۲ و ۷۸/۲۸۶. لذا در سال بعد بايد مقدار کارآيي با ۲ درصد افزايش نسبت به سال ۱۳۷۹ برابر با ۰/۷۹۵۶ شود. اما به دليل انتخاب مدل CCR (مدل با بازده به مقياس ثابت)، مقدار افزايش خروجي ميتواند به هر اندازة دلخواه تعيين گردد. بنابراين اگر فرض کنيم مقدار افزايش در ارزش افزوده، همان درصد کسب شده در سال قبل و برابر با ۳/۳۲ درصد تعيين شود، مدل GV1 را به منظور پيدا نمودن مقادير بهينة ورودیها بهکار ميگيريم. نتايج از اين محاسبات مقدار ۱ درصد افزايش در نيروي کار و ۱/۲۹ درصد افزايش در سرمايه را نشان ميدهد. بنابراين مقادير بهينة ورودیها به همراه خروجي و مقدار کارآيي در سال ۱۳۸۰ براي تحقق کمي الزام قانوني، در جدول زير داده شده است.

سال	ارزش افزوده	نيروي کار	سرمايه	کارايي
1380	885/80	85/131	934/101	7956/0

Archive of SID

www.SID.ir

با مشخص شدن مقادير نيروي كار، سرمايه و ارزش افزوده در سال ۱۳۸۰، اين مقادير كمي مي‌تواند در اختيار برنامه‌ريزان و كارشناسان بهره‌وري در شركت ملي نفت ايران قرار گرفته، تا با برنامه‌ريزي و ارائة راهكار، بستر مناسبي را جهت تحقق مقادير به‌دست آمده، ايجاد نمايند.

لازم به ذكر است كه در صورت تحقق مقادير نيرويكار، سرمايه و ارزش افزوده، روش پيشنهادي، مقدار افزايش ۲ درصدي در كارآيي را تضمين مي‌نمايد و در صورتي كه با تجهيز، تحول و سرمايه‌گذاري در بخش امكانات و تكنولوژي، ۰/۵ درصد تغيير تكنولوژيكي داشته باشيم، رشد ۲/۵ درصدي در بهره‌وري كل عوامل نيز تحقق خواهد يافت. كه اين مهم، شديداً وابسته به لايه‌هاي ديگر چرخة بهبود بهره‌وري خواهد بود.

۶. نتيجه گيري و ارائه توصيه‌هاي سياستي

در اين مقاله به منظور محاسبه و تحقق كمي رشد بهره‌وري، روشي جامع با بهره‌گيري از مدلهاي ناپارامتري DEA ارائه گرديد. در اين روش، ابتدا روند تغييرات بهره‌وري در دوره‌هاي گذشتة واحد تحت بررسي، تحليل و سهم كارآيي و تكنولوژي در تغييرات هر دوره مشخص مي‌شود. سپس بر اساس پيشينة بهره‌وري اين واحد و با توجه به امكانات و نظرات كارشناسي، درصد مورد انتظار در رشد بهره‌وري به عوامل كارآيي و تكنولوژي تخصيص مي‌يابد و در انتها با مدلهاي IDEA به مقادير بهينة ورودیها و خروجيها در جهت افزايش بهره‌وري دست مي‌يابيم، تا بتوانيم در ساية اين مقادير، به برنامه‌ريزي و ايجاد چرخة بهبود بهره‌وري بپردازيم.

با توجه به الزامات قانوني برنامه چهارم توسعه در خصوص افزايش ۲/۵ درصدي در رشد ساليانه بهره‌وري كل عوامل در سازمانها و دستگاه‌هاي اجرايي، روش پيشنهادي را به‌منظور تحقق كمي الزامات قانوني در شركت ملي نفت ايران به‌كار گرفتيم. اين تحقيق نشان داد كه عمده تغييرات بهره‌وري به واسطة تغييرات كارآيي در دوره‌هاي گذشتة اين شركت رخ داده و تكنولوژي و دانش فني، سهم كمتري را در رشد بهره‌وري داشته است. بنابراين با توجه به اين اطلاعات و نرخ رشد ارزش افزوده در اين شركت، مقادير بهينة سرمايه و نيروي كار به‌دست آمد.

محاسبه شاخصهاي رشد بهره‌وري و به‌دست آوردن نقطة بهينه در شاخصهاي ورودي و خروجي، مي‌تواند در جهت برنامه‌ريزي، ارائة نقشة راه و در نهايت ايجاد چرخة بهبود بهره‌وري بسيار مفيد باشد.كه روش پيشنهادي در اين مقاله مي‌تواند به خوبي لاية محاسباتي از اين چرخه را پوشش دهد. و اين محاسبات را در اختيار برنامه‌ريزان و كارشناسان بهره‌وري در سازمانها قرار دهد.

حال با عنايت به توضيحات مذكور و بر اساس يافته‌هاي اين تحقيق، مي‌توان چندين توصية سياستي را نيز ارائه داد:

۱- محاسبه رشد بهره‌وري در شركت ملي نفت ايران و نتايج حاصل آن، همان‌گونه كه در مقاله به آن پرداخته شد، نتيجه تغييرات در كارآيي است و تغييرات تكنولوژي نقش مؤثري را ايفاد ننموده است. اين در صورتي است كه با وجود متخصصان و دانشمندان داخلي، مي‌بايست بسترهاي لازم براي بهره‌گيري از آنان و ارتباط آنان با صنعت هرچه بيشتر فراهم مي‌شد تا تغيير در دانش فني و ارتقاء جايگاه علمي كشور، نقش مستقيم خود را در رشد تكنولوژي نشان دهد.

در اين مقاله به دليل در دسترس بودن اطلاعات لازم و معتبر در شركت ملي نفت ايران، محاسبات در اين بخش صورت گرفته، اما اين روش قابل تعميم در كليه بخشهاي صنعتي و توليدي

Archive of SID

www.SID.ir

است و امید می‌رود مسئولان مربوطه با عنایت به نتایج به دست آمده راهکارهایی در جهت پیشبرد اهداف کلان توسعه کشور از یك اقتصاد نهاده محور به یك اقتصاد بهره‌ور محور ارائه نمایند.

٢- سازمانهاي اجرايي، براي تبديل شدن به نهادهايي بهره‌ور محور بايد ابتدا سازوكارهاي مربوط به جمع‌آوري اطلاعات را سرلوحة فعاليتهاي خود قرار دهند، زيرا محاسبه و ايجاد ساختار بهبود بهره‌وري، بر پاية اطلاعات صحيح و جامع از سازمان، معني پيدا مي‌كند. لذا، يك سازمان مي‌تواند با ايجاد بانك‌هاي اطلاعاتي و جمع‌آوري داده‌هاي بخشهاي مختلف با سيستم‌هاي درون سازماني نظير سيستم‌هاي تحت وب، راه را براي ايجاد ساختار چرخة بهبود بهره‌وري آماده نمايد.

٣- بعد از تصميم‌گيري در مورد انتخاب شاخصهاي بهره‌وري، يك تكنيك مناسب مانند تحليل پوششي داده‌ها مي‌تواند محاسبات مربوط به شاخصهاي بهره‌وري را انجام دهد و عوامل مؤثر در تغييرات بهره‌وري را معين نمايد. اما ساخت يك سيستم مكانيزه، كه به طور پيوسته با اتصال به سيستم اطلاعاتي سازمان، روند بهره‌وري سازمان را مانيتور كند، مي‌تواند بسيار در تصميم‌گيري و تجديد نظر در قبال فعاليتهاي سازمان كمك نمايد.

٤- بايد دقت كرد كه محاسبه بهره‌وري، شناخت عوامل مؤثر در تغييرات آن و در نهايت مشخص كردن نقاط بهينة ورودیها و خروجيها، فقط بخشي از چرخة بهبود بهره‌وري بحساب مي‌آيد. در حقيقت اين بخش فقط بخش محاسباتي از چرخة بهبود بهره‌وري را پوشش مي‌دهد. لذا، نتايج از اين محاسبات به تنهائي نمي‌تواند به افزايش بهره‌وري كمك نمايد، بلكه افزايش بهره‌وري، نيازمند يك برنامه‌ريزي و تهية نقشه بهبود بهره‌وري است. اما براي برنامه‌ريزي در جهت افزايش بهره‌وري، احتياج به شناخت سازمان از لحاظ پيشينه بهره‌وري و همچنين عوامل مؤثر در تغييرات بهره‌وري در دوره‌هاي گذشته است. لذا نتايج محاسبات مي‌تواند پايه برنامه‌ريزي صحيح و عملي در افزايش بهره‌وري باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

فهرست منابع

۱. ابطحي، سيد حسن و كاظمي، بابك (۱۳۸۲) بهره‌وري؛ مؤسسه مطالعات و پژوهشهاي بازرگاني.

۲. امامي ميبدي، ع (۱۳۷۹) اصول اندازه‌گيري كارآيي و بهره‌وري؛ مؤسسه مطالعات و پژوهشهاي بازرگاني.

۳. اورعي، سيد كاظم و پيمانكار، محمدصادق (۱۳۸۲) تحليل و محاسبة بهره‌وري؛ مركز نشر دانشگاه صنعتي اميركبير.

٤. بانک مرکزي جمهوري اسلامي ايران (سالهاي مختلف) گزارش اقتصادي و ترازنامه بانک مرکزي جمهوري اسلامي ايران و سايت http//www.cbi.ir

٥. وافي نجار، داريوش (۱۳۸٥) بهره‌وري كل عوامل در بخش نفت و گاز ايران؛ *مجله تحقيقات اقتصادي*، شماره ۷٥، مهر و آبان.

٦. خاكي، غلامرضا (۱۳۸٤) مديريت بهره‌وري (تجزيه و تحليل آن در سازمان)؛ مركز انتشارات علمي دانشگاه آزاد اسلامي.

۷. عليرضائي، محمدرضا و افشاريان، محسن؛ ارائه مدلي تلفيقي براي محاسبه رشد بهره‌وري كل عوامل از مدلهاي تحليل پوششي داده‌ها و شاخص تورنكوئيست و محاسبه رشد بهره‌وري شركت ملي نفت ايران؛ فصلنامه *مدرس* (در دست چاپ).

۸. عليرضائي، محمدرضا و افشاريان، محسن (۱۳۸٥) محاسبه رشد بهره‌وري كل عوامل و بررسي تغييرات كارآيي و تكنولوژي به كمك مدلهاي تعميم‌يافته تحليل پوششي داده‌ها: يك مطالعه موردي در ميدانهاي نفتي؛ *فصلنامهٔ پژوهشهاي اقتصادي*، سال ششم، شماره سوم، پائيز، ۹۰-۷۰.

۹. عليرضائي، محمد رضا؛ خليلي، مسعود؛ افشاريان، محسن و تسليمي، وحيد (۱۳۸٥) مدلهاي تعميم يافته تحليل پوششي داده‌هاي معكوس؛ *مجله علوم و تكنولوژي اميركبير*، سال هفدهم، پائيز و زمستان، ۷-۱.

10. Alirezaee, M. R. & Afsharian, M. (2007) Model Improvement for Computational Difficulties of DEA Technique in the Present of Special DMU's; *Applied Mathematics and Computations,* 186, 1600- 1611.

11. Alirezaee,M.R .& Afsharian,M. (2007) A Complete Ranking of DMUs Using Restrictions in DEA Models; *Applied Mathematics and Computations.* 189 1550- 1559.

12. Banker, R.D., Charnes,A. & Cooper,W.W. (1984) Some Models for Estimating Technical and Scale Efficiencies in Data Envelopment Analysis; Management Science, 30, pp. 1078-92.

13. Brooke, A.D., Kendrick, A., Meeraus, A. and Raman, A. (1998) GAMS a User Guide; GAMS Development *Corporation.*

14. Casu, B., Girardone, C. & Molyneux, P. (2004) Productivity Change in European Banking: A Comparison of Parametric and Non-Parametric Approaches; Journal of Banking & Finance, 28, pp. 2521–2540.

15. Caves, D. W., Chirstensen, L. R., and Dievert,W. E. (1982) The Economic Theory of Index Number and the Measurment of Input, Output, and Productivity Econometrica, 50, pp. 1393-1414.

16. Charnes,A., Cooper ,W.W., and Rhodes,E. (1978) Measuring the Efficiency of Decision Making Unit; European Journal of Operation Research, 2, pp. 429-444.

17. Chen,Y., Ali,A.I. (2004) DEA Malmquist Productivity Measure: New Insights with an Application to Computer Industry; European Journal of Operational Research, 159, pp. 239-49.

18. Desli,E. & Ray, (1997) S. Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change In industr ialized Countries; The American Economic Review, 35. pp. 1033-1039.

Archive of SID

www.SID.ir

19. Fare, R., Grosskof, S., Lindgren, B. & Roos, P. (1989) Productivity Developments in Swedish Hospital : A Malmquist Output Index Approach: in Charnes, Cooper, Lewin and, Seiford, Data Envelopment Analysis; Boston : Kluwer Academic Publishers .
20. Fare,R., Grosskof,S.,Lindgren,B. & Roos,P. (1989) Productivity Changes in Swedish Pharamacies 1980-1989 : A Non Parametric Approach; J. of productivity Analysis,3,pp.81-97.
21. Fare,R.,Grosskof,S.,Norris,M. & Zhang,Z (1994) Productivity Growth , Technical Progress and Efficiency Changes in Industrialized Countries; *American Economic Review,*84.
22. Kirikal,L., Sõrg,M. & Vensel, V. (2004) Estonian Banking Sector Performance Analysis Using Malmquist Indexes And DuPont Financial Ratio Analysis; International Business & Economic Research Journal,3(12), pp. 21–36.
23. Maniadakis, N. & Thanassoulis, E (22004) A Cost Malmquist Productivity Index; European Journal of Operational Research, 154, pp. 396-409.
24. Malmquist,S. (1953) Index Numbers and Indifference Surfaces; *Trabajos de Estatistica,* 4, pp.209-242.
25. Nishmizu,M. & Page.J.M. (1982) Total Factor Productivity Growth, Technological Progress and Technical Efficiency Change : Dimensions of Productivity Change in Yugoslavia; *The Economic Journal*, 92, pp. 920-936.
26. Solow,R. (1957) Technical Change and The Aggregate Production Function; *Review of Economics and Statistics*, 39, pp. 312-320.
27. Tornqvist (1936) The Bank of Finland's Consumption Price Index; *Bank of Finland Monthly Bulletin*,10, pp. 1-8.
28. Zelenyuk,V. (2006) Aggregation of Malmquist Productivity Indexes; *European Journal of Operational* Research*,* pp. 1076-1086.

Archive of SID

www.SID.ir