Appraisal and Calculation of Industrial Groups with Applying the System Dynamics Approach in 2024 Iran Vesion

Ahmad Rajabi[1*], Mohammad Hashem Moosavi-Haghighi[2]

1. Ph.D. Student of Management and Economic, Shiraz University, Shiraz, Fars, Iran
2. Assistant Professor, Faculty Membership of the Institute of Agricultural Research of Fars Province, Shiraz, Fars, Iran

Receive: 18/8/2012 Accept: 10/4/2013

In this paper, industrial productivity was calculated in 2025 horizon by system dynamics model. For this purpose, with regard to the effective variables behavior and data in 2000 to 2008, the productivity model was designed and simulated. The results showed that industrial total productivity and energy productivity will be constantly decreased in 2009 to the end of 2017 due to the implementation targeted subsidy plan and the rise of input prices.

However, the productivity will be constantly increased from the end of 2017 up until 2024. Also the productivity of man power in relation to the capital and energy will be more constant and will have less fluctuation. With regard to the role of the productivity of production factors in value added, the investigation of policies in productivity rate change showed that by increasing of 1% annual productivity rate, the value added will be 35 as compared to the base year (2000) in industrial sector. These results provide suitable information for the decision making in industry for development and increase of productivity in futures plans.

Keywords: Productivity, System dynamics, Industrial groups.

∗ Corresponding Author's E-mail: arajabi53@yahoo.co.uk

Archive of SID

www.SID.ir

ارزیابی و محاسبه بهره‌وری گروه‌های صنعتی در افق ۱۴۰۴ با رویکرد پویای‌شناسی سیستمی

احمد رجبی[1*]، محمد هاشم موسوی حقیقی[2]

۱- دانشجوی دکتری مدیریت سیستم‌ها، دانشکده اقتصاد و مدیریت دانشگاه شیراز، شیراز، فارس، ایران
۲- استادیار مؤسسه تحقیقات جهاد کشاورزی، شیراز، فارس، ایران

دریافت: ۹۱/۵/۲۸ پذیرش: ۹۲/۱/۲۱

چکیده

در این مقاله با استفاده از روش پویایی‌شناسی سیستمی، بهره‌وری گروه‌های صنعتی در افق۱٤۰٤ارزیابی شده است. برای این منظور نخست با توجه به رفتارشناسی متغیرهای مؤثر و داده‌های آماری سال ۱۳۸۰ الی ۱۳۸۸، الگوی سیستمی محاسبه بهره‌وری طراحی و تا افق ۱٤۰٤شبیه‌سازی شد. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که بهره‌وری کل عوامل تولید و بهره‌وری انرژی در بخش صنعت از سال ۱۳۸۹ تا پایان سال ۱۳۹٦ به‌دلیل اجرای طرح هدفمندی حامل‌های انرژی و افزایش قیمت نهاده‌ها، همواره با نرخ نزولی مواجه خواهد بود، اما از پایان سال ۱۳۹٦ شروع به رشد کرده و تا پایان سال ۱٤۰٤ همواره افزایش خواهد یافت. هم‌چنین روند بهره‌وری نیروی انسانی نسبت به عامل سرمایه و انرژی از ثبات بیش‌تری برخوردار بوده و نوسان‌های کمتری خواهد داشت. با توجه به نقش بهره‌وری عوامل تولید در ارزش افزوده، بررسی سیاست‌های مختلف تغییر نرخ بهره‌وری نشان داد، با افزایش سالیانه ۱ درصد بهره‌وری عوامل تولید، ارزش افزوده بخش صنعت در افق ۱٤۰٤ نسبت به سال پایه (۱۳۸۰) ۳/۵ برابر افزایش پیدا خواهد کرد که این نتایج اطلاعات مناسبی را برای تصمیم‌گیران این بخش جهت ارتقا و افزایش بهره‌وری در برنامه‌ریزی‌های آینده ایجاد می‌کند.

کلیدواژه‌ها: پویایی‌شناسی سیستمی، بهره‌وری عوامل تولید، گروه‌های صنعتی.

---

* نویسنده مسؤول مقاله: E-mail: arajabi53@yahoo.co.uk

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه

امروزه ضرورت توسعه اقتصادی برای کشورهای در حال توسعه در شرایطی که شکاف بین این کشورها و کشورهای صنعتی روز به روز در حال افزایش است، بسیار مهم می‌باشد. یکی از عوامل مؤثر بر توسعه نیافتگی کشورهای جهان سوم نسبت به کشورهای پیشرفته، سطح پایین بهره‌وری عوامل تولید و عدم استفاده بهینه از نهاده‌ها می‌باشد [۱]. در کشور ما علی‌رغم دسترسی به منابع متعدد، وضعیت بهره‌وری در بخش‌های مختلف به خصوص در بخش صنعت چندان مطلوب نبوده است [۲، ص ۱۵]. بنابراین برای دستیابی به توسعه اقتصادی پایدار، استفاده مناسب از عوامل تولید و برنامه‌ریزی برای افزایش بهره‌وری در شرایطی که اقتصاد کشور با محدودیت عوامل تولید مواجه است، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. حصول به این هدف مستلزم سنجش صحیح بهره‌وری عوامل تولید و ارائه راهکارهای مطلوب برای افزایش آن می‌باشد.

همزمان با افزایش اهمیت بهره‌وری، روش‌های اندازه‌گیری آن نیز دستخوش تغییرات زیادی شده است و الگوهای متعددی برای محاسبه آن ارائه شده است. بیشتر روش‌های موجود به‌طور عمده بر مبنای کاربرد یک یا چند رابطه ساختاری از متغیرهای قابل شناخت و بر پایه الگوهای اقتصادسنجی می‌باشد. اما باید توجه داشت که آثار بهره‌وری صرفاً به متغیرهای قابل شناخت کمّی محدود نمی‌شود بلکه برای درک درست و منطقی از آثار آن، باید با نگاه جامع و اتخاذ دیدگاه سیستمی به بررسی ابعاد مختلف این موضوع پرداخت. برای این منظور استفاده از روش پویایی‌شناسی سیستم می‌تواند در شناخت و تبیین روابط متغیرهای مؤثر در محاسبه بهره‌وری بسیار مهم و اثرگذار باشد. این روش برحسب روابط علت معلولی، ارتباط بین متغیرها را در قالب یک الگوی پویا بسط می‌دهد؛ به این معنا که موضوع به‌صورت یک الگوی رفتاری قابل شناخت در طی زمان آشکار شود تا بر این اساس بتوان در آینده نسبت به پیش‌بینی رفتار آن اقدام کرد [۳، صص۲۵-۳۰]. در این مقاله با توجه به اهمیت موضوع بهره‌وری در بخش صنعت، از روش پویایی‌شناسی سیستمی برای سنجش و ارزیابی بهره‌وری عوامل تولید بخش صنعت در افق ۱۴۰۴ استفاده می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

۲- پیشینه موضوع

با توجه به نقش و جایگاه بهره‌وری در فرایند توسعه اقتصادی، الگوهای سنجش بهره‌وری طی چند دهه اخیر تغییرات زیادی کرده است و روش‌های زیادی از جمله برنامه‌ریزی ریاضی، الگوهای اقتصادسنجی و... برای ارزیابی و سنجش آن مطرح شده است [٤]. از نظر عملکرد، روش‌های محاسبه بهره‌وری به روش‌های پویا و ایستا تقسیم می‌شوند. سابقه روش‌های ایستا به‌طور عمده به مطالعات دبرو[۱] ، کوپمن[۲] و فارل[۳] در سال ۱۹۵۷ بر می‌گردد [٥، صص۲۵۳-۲۸۱]. فارل روش DEA[۴] را- که یکی از روش‌های ناپارامتریک سنجش بهره‌وری است- معرفی کرد. بعد از آن دانشمندان دیگری در توسعه کاربردهای این روش نقش داشته‌اند، در این میان نقش بانکر، چارنز و کوپر[۵] نسبت به دیگران برجسته‌تر می‌باشد [٦، صص٤۲۹-٤٤٤]. در حال حاضر با توجه به توانایی‌های این روش‌ها در مدلسازی مسائل واقعی، از این الگوها نیز در محاسبه و ارزیابی بهره‌وری بخش صنعت استفاده می‌شود. از جمله مطالعه مربوط به کوپر، کومباکار، سوبا و روبرت[۶] [۷] که بهره‌وری عوامل تولید صنایع کشور چین در بعد و قبل از تحولات اقتصادی (از سال ۱۹٦٦ تا سال ۱۹۹۸) را با استفاده از روش DEA مورد بررسی قرار دادند. چن[۷] نیز با استفاده از روشDEA و شاخص مالم کوئیست بهره‌وری صنایع کشور تایوان در طول سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۱ را محاسبه کرد [۸]. همچنین السا‌ری[۸] بهره‌وری سرمایه، نیروی انسانی و انرژی صنایع کشور اردن در طول سال‌های ۲۰۰٥ تا۲۰۰۷ با استفاده از روش DEA تخمین زد [۹]. نتایج این تحقیق نشان داد که بهره‌وری صنایع این کشور در طول دوره مورد بررسی دارای روند افزایشی بوده است.

در بین روش‌های ناپارامتریک محاسبه بهره‌وری، مطالعه مربوط به فانک و راهن[۹] نسبت به سایر مطالعات برجسته‌تر می‌باشد. در این مطالعه بهره‌وری عوامل تولید در کشورآلمان با استفاده از روش مرزی تصادفی(SFA)[۱۰] و تابع تولید کاب داگلاس در سال‌های۱۹۹٤ الی۱۹۹۸ مورد بررسی قرار گرفته است. این مطالعه تغییرات بهره‌وری در صنایع این کشور را به نوع تکنولوژی، کیفیت نیروی کار و ساختار مالکیت نسبت می‌دهد. همچنین عثمان[۱۱] بهره‌وری انرژی، نیروی انسانی و سرمایه در صنایع کشور کامرون را با استفاده از روش مرزی تصادفی و روش

www.SID.ir

حداکثر راست نمایی در قبل و بعد از دوران اصلاحات اقتصادی در این کشور را مورد بررسی قرار داد[۱۱]. نتایج این مطالعه نشان داد که بهره‌وری فنی صنایع این کشور بعد از دوران اصلاحات اقتصادی همواره رو به افزایش بوده است.

با توجه به اینکه روش‌های معرفی شده، بهره‌وری را بر اساس الگوی ایستا و بدون توجه به فرایند بازخور و تغییرات ایجاد شده محاسبه می‌کنند، نتایج آن در تصمیم‌گیری سازمانی چندان مؤثر نمی‌باشد. برای این منظور استفاده از روش سنجش پویای بهره‌وری به‌وسیله محققان مختلفی از جمله شپارد و فار[۱۲] [۱۲] ، هاکمن[۱۳] [۱۳]، گراسکف و رز[۱۴] [۱۳]، سین گوپتا[۱۵] [۱٤]، وانگ و هانگ[۱۶] [۱۵] مورد توجه قرار گرفت. اما این موضوع به طور عمده توسط استفانو[۱۷] [۱٦] مطرح شد. ونمن و ترانتیس[۱۸] [۱۷] نیز برای ارزیابی عملکرد، مدل پویای بهره وری را توسعه دادند آنها معتقد بودند با استفاده از مدل پویای بهره وری و شناخت رفتار این متغیرها، عملکرد سازمانی را بهتر می‌توان پیش‌بینی کرد. این دو محقق برای مقایسه بهره‌وری روش‌های ایستا با روش‌های پویا، نخست از روشDEA و تابع تولید کاب داگلاس[۱۹] میزان بهره‌وری را صنایع تولید برق محاسبه کردند، سپس نتایج آن را با روش پویای بهره‌وری مقایسه نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد که روش پویا ضمن ارائه اطلاعات بیشتر، نتایج دقیق‌تری را برای محاسبه بهره‌وری ارائه می‌کند [۱۸] .

باروس[۲۰] [۱۹] بهره‌وری صنایع را در کشورهای آنگولا، موزامبیک و نیجریه با استفاده از روش‌های ایستا و پویا مورد بررسی قرار داده است. او ضمن مقایسه نتایج بهره‌وری صنایع در این کشورها به این نتیجه‌گیری می‌رسد که روش‌های پویا نسبت به ایستا اطلاعات دقیق‌تری را فراهم می‌کنند. در جدول ۱ خلاصه مطالعات انجام شده در حوزه روش‌های محاسبه بهره‌وری نشان داده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱ مطالعات انجام شده در حوزه روش‌های محاسبه بهره‌وری

ردیف	نام محققان	سال	زمینه مطالعات انجام شده
۱	ساملسون	۱۹٤۷	ارائه الگوی منعطف ارزیابی عملکرد برحسب تغییرات دوره زمانی
۲	فارل	۱۹۵۷	معرفی روش‌های محاسبه بهره‌وری جزئی و ارائه الگوی محاسبه بهره‌وری بر اساس متغیرهای ساختاری در بنگاه‌های تولیدی
۳	شپارد، فار و سین گوپتا	۱۹۹۵-۱۹۷۸	ارائه الگوی محاسبه بهره‌وری بر اساس الگوی پویای خطی
٤	هاکمن	۱۹۹۰	مدلسازی متغیرهای برون‌زا(عرضه‌کنندگان، شرکت‌های واسطه‌ای و..) بر متغیرهای درون‌زا در فرایند محاسبه بهره‌وری از مرحله تحویل مواد اولیه تا ساخت محصول نهایی
٥	گراسکف و رز	۲۰۰٥	مقایسه محاسبه بهره‌وری بر اساس دیدگاه اقتصادسنجی و تحقیق در عملیات با مدل‌های پویای بهره‌وری
٦	ونمن و ترانتیس	۲۰۰۳	طراحی رفتار سیستم‌های تولیدی بر اساس الگوی پویا
۷	استفانو	۲۰۰٦	نقش و تأثیر محاسبه الگوی پویای بهره‌وری بر بهبود سیستم
۸	ونمن و ترانتیس	۲۰۰۷	ارائه الگوی پویای محاسبه بهره‌وری بر اساس متغیرهای درون‌زا در سازمان‌های تولیدی
۹	وانگ، هانگ و چن	۲۰۰۷و۲۰۰۸	ارائه الگوی گسسته محاسبه بهره‌وری بر اساس درونداد، پرداز و برونداد
۱۰	تابوردا	۲۰۱۰	توسعه الگوی پویای بهره‌وری در صنعت برق و تولید انرژی
۱۱	باروس	۲۰۱۲	مقایسه نتایج الگوی DEA با پویایی سیستمی در صنایع کشورهای مختلف

در سطح کشور نیز مطالعات متعددی برای ارزیابی بهره‌وری در بخش صنعت بر اساس روش‌های ایستا انجام شده است. از جمله‌رجبی و یداللهی با استفاده از روش DEA بهره‌وری

Archive of SID

www.SID.ir

عوامل تولید در صنایع استان فارس را طی سال‌های ١٣٧٤ الی ١٣٨٤محاسبه و با کل کشور مقایسه کرده‌اند [٢٠]. نتایج این تحقیق نشان داد که بهره‌وری صنایع استان فارس به طور متوسط ٢ درصد از صنایع کشور کمتر بوده است.

مؤمنی و همکاران [٢١] از روش شبیه‌سازی برای محاسبه و ارزیابی کارایی پویا و مستمر در یکی از شرکت‌های تولیدی استفاده کردند. در این مطالعه با به‌کارگیری الگوهای شبیه‌سازی، سناریوهای مختلف برای مدیران پیشنهاد شده است تا بر این اساس با استفاده از این الگوها نسبت به ارزیابی حالت‌های تصمیم‌گیری در سازمان اقدام کنند. نتایج این مطالعه نشان داد که مدیران با شبیه‌سازی سناریوهای مختلف می‌توانند نسبت به تصمیم‌گیری بهینه در سازمان خود اقدام کنند.

جوادیان و همکاران از روش پویایی‌شناسی سیستمی برای ارزیابی عوامل مؤثر بر زنجیره تأمین در یک شرکت داروسازی استفاده کردند [٢٢]. مهم‌ترین ویژگی این مطالعه ارائه یک مدل کاربردی برای سازمان‌های تولیدی است که نتایج آن می‌تواند به تصمیم‌گیری‌های مفید مدیران در سازمان کمک کرده و امکان تجزیه و تحلیل رفتار سیستم مورد مطالعه را برای آنان فراهم کند.

بررسی تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که در بیشتر این مطالعات از روش‌های ایستا برای محاسبه بهره‌وری استفاده شده است و کاربرد روش پویای بهره‌وری کمتر مورد توجه محققان بوده است. با توجه به قابلیت‌های این روش در این تحقیق از مدل پویا برای سنجش بهره‌وری صنایع کشور استفاده می‌شود.

٣- مبانی نظری الگوی پویای بهره‌وری

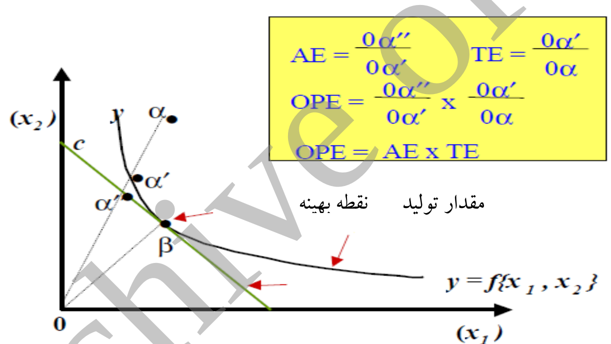
با توجه به اهمیت روابط متقابل متغیرها در سیستم‌های اقتصادی و اجتماعی، بررسی ابعاد موضوع بهره‌وری صرفاً از محاسبه آن وسیع تر می‌باشد. چون این سیستم‌ها در عین پیچیدگی به‌طور فزاینده‌ای منجر به اثرگذاری بر یکدیگر می‌شوند و از طریق این اثرگذاری است که رفتار نهایی سیستم مشخص می‌گردد. بنابراین در تحلیل و ارزیابی بهره‌وری، استفاده از روش پویایی‌شناسی سیستمی بسیار مفید می‌باشد. این روش با توجه روابط علت و معلولی و اثرگذاری پدیده‌های مختلف بر یکدیگر، میزان بهره‌وری را با توجه به بعد زمان و دریافت بازخور مداوم بررسی می‌کند و با رفتارشناسی الگوهای حاکم بر بهره‌وری، افق آینده را شبیه‌سازی می نماید. اما روش‌های ایستا، بهره‌وری را از راه میزان تغییر در نهاده‌ها و یا ستاده‌ها در یک دوره زمانی ثابت و تحت

Archive of SID

www.SID.ir

شرایط پایدار [۲۱] محاسبه می‌کنند. این روش‌ها در واقع دیدگاه ایستا نسبت به بهره‌وری دارند و تغییرات زمانی را در محاسبه آن در نظر نمی‌گیرند.

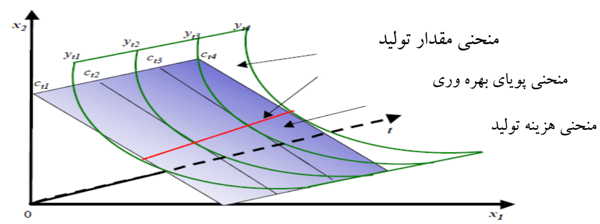
برای درک بیشتر موضوع (همان طور که در شکل ۱ ملاحظه می شود) فرض کنید که این شکل دارای دو متغیر ورودی (X۱ و X۲) با خط هزینه و تولید است. در نقطه بهینه، خط تولید بر خط هزینه مماس می‌شود. این نقطه با علامت β نشان داده شده است. بر این اساس می‌توان با افزایش مقدار ورودی‌ها،منحنی خط تولید را افزایش داد و به نقاط بالاتری دست پیدا کرد که به طور طبیعی میزان بهره‌وری نیز افزایش پیدا می‌کند. در این شکل به عنوان مثال با در نظر گرفتن نقطهα، بهره‌وری فنی (TE) از طریق تغییرات این نقطه نسبت به ά روی منحنی خط امکانات تولید و بهره‌وری تخصیصی (AE) نیز در نقطه ά و روی منحنی هزینه تولید محاسبه می‌شود. در نهایت کل بهره‌وری عملیات(OPE) از حاصلضرب این دو شاخص محاسبه می‌شود [۱۷].



شکل ۱ الگوی محاسبه بهره‌وری در حالت ایستا، [۱۸]

با توجه به شکل ۱، اگر عامل زمان(t) به متغیرهای ورودی اضافه شود، با توجه به اضافه شدن بُعد زمان، الگوی ایستا محاسبه بهره‌وری به الگوی پویا تبدیل می‌شود. در این مدل با توجه به تغییرات زمان، تابع هزینه و مقدار تولید، میزان بهره‌وری متفاوت خواهد بود [۱۷].

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۲ الگوی پویای محاسبه بهره‌وری، [۱۸]

مدل پویای بهره‌وری در مقایسه با روش‌های ایستا دو تفاوت اصلی دارد:

۱- این روش میزان بهره‌وری را در طول دوران گذار[22] و با توجه به تغییرات شرایط محاسبه می‌کند؛

۲- فرض خطی بودن تابع تولید را که در مدل ایستا به عنوان یک فرض اساسی در نظر گرفته می‌شد، نقض می کند؛ به عبارتی در حالت پویای بهره‌وری تابع تولید که نشان‌دهنده فرایند تبدیل ورودی‌ها به خروجی‌ها است، به‌صورت غیرخطی در نظر گرفته می‌شود [۱۸، صص۶۰۵-۶۰۸].

۴- روش تحقیق

با توجه به فرایند پویایی‌شناسی سیستم [۳، ص۸۶] و متغیرهای مؤثر در بخش صنعت، در این تحقیق برای محاسبه بهره‌وری عوامل تولید مراحل زیر انجام شد.

۴-۱-تعریف مسئله و افق تحقیق

در این مرحله هدف الگو، متغیرهای کلیدی و افق زمانی مشخص می‌شوند. با توجه بـه موضـوع تحقیـق، هـدف الگو "محاسبه بهره‌وری عوامل تولید (سرمایه، انرژی، نیروی انسانی) در صنایع کشور" است. متغیرهای کلیدی شامل سرمایه، انرژی، نیروی انسانی و ارزش افزوده می‌باشند. افق زمانی این تحقیق -که برای شبیه‌سـازی در نظر گرفته شده است- از سال ۱۳۸۰ تا افق برنامه‌ریزی کشور (سال ۱۴۰۴) می باشد. مـرز اصـلی الگـو شـامل محاسبه بهروری عوامل تولید در بخش صنعت و بررسی آثـار و پیامـدهای آن بـر متغیرهـای مـرتبط در ایـن بخش می‌باشد. داده‌های استفاده شده در این تحقیق بر اساس نتـایج سرشـماری کارگـاه‌هـای بـزرگ صـنعتی

Archive of SID

www.SID.ir

کشور در سال‌های ۱۳۸۰ الی ۱۳۸۸و برحسب طبقه‌بندی ISIC۳ است.

۴-۲- تعریف متغیرهای کلیدی و تعیین روابط علی و معلولی

در این مرحله نخست متغیرهای کلیدی الگو معرفی می‌شوند، سپس بر اساس روابط علت و معلولی و چگونگی ارتباط متغیرها با یکدیگر، الگوی حلقه‌ای بین متغیرها و قطبیت آنها تعیین می‌شود. این ارتباط برحسب متغیرهای مربوطبه آن در شکل‌های۳،٤ و ٥نشان داده شده است.

با توجه به موضوع تحقیق و الگوی پویایی‌شناسی سیستمی، متغیرهای متعددی در محاسبه بهره‌وری عوامل تولید مؤثر می‌باشند که در این قسمت صرفاً متغیرهای اصلی و اثرگذار معرفی می‌شوند. درضمن برای بررسی دقیق‌تر موضوع بهره‌وری، بهره‌وری عوامل تولید به بهره‌وری سرمایه، نیروی انسانی و انرژی تقسیم می‌شوند، سپس بهره‌وری کل عوامل تولید نیز محاسبه می‌شود.

۴-۲- ۱- بهره‌وری سرمایه

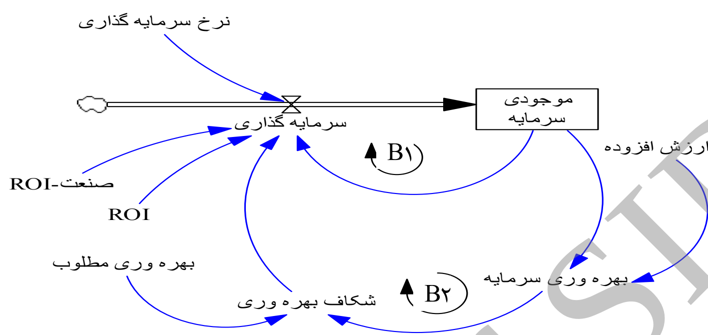
بهره‌وری سرمایه متوسط ارزش افزوده حاصل از هر واحد سرمایه گذاری را بیان می‌کند. این شاخص از تقسیم ارزش افزوده در طول یک دوره بر مجموع دارایی‌های به‌کار گرفته شده در آن دوره حاصل می‌شود [۲۳ ، صص٦-۷].

با توجه به نمودار پویایی‌شناسی سیستمی (شکل ۳) بهره‌وری سرمایه از نسبت ارزش افزوده بر سطح موجودی سرمایه محاسبه می‌شود. برای تعیین سطح سرمایه مطلوب، نخست مرز بهره‌وری مطلوب سرمایه بخش صنعت با استفاده از روش تابع تولید کاب داگلاس تخمین زده شد ، سپس با مقایسه بهره‌وری واقعی بخش صنعت با مرز مطلوب بهره‌وری میزان شکاف بهره‌وری سرمایه محاسبه شد. در صورتی که نرخ بهره‌وری سرمایه در بخش صنعت مثبت باشد- با توجه به اینکه بهره‌وری سرمایه بر ارزش افزوده مؤثر خواهد بود- این فرایند در دوره‌های بعد ارزش افزوده بخش صنعت را افزایش و نرخ سرمایه‌گذاری موجود را نیز افزایش می‌دهد. در صورتی که نرخ بازگشت سرمایه در بخش صنعت از بازگشت سرمایه در سایر بخش‌ها (ROI) کمتر باشد، میزان سرمایه‌گذاری افزایشی نخواهد داشت. در غیر این صورت نرخ سرمایه‌گذاری افزایش پیدا می‌کند. با توجه به نمودار ملاحظه می‌شود که قطبیت این حلقه

Archive of SID

www.SID.ir

به‌صورت تعادلی خواهد بود (حلقه B۲ ,B۱).



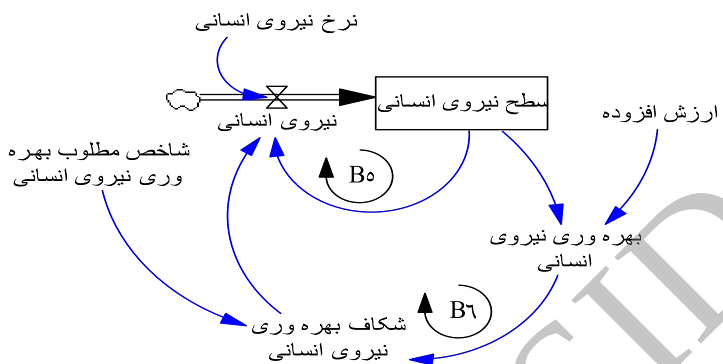
شکل ۳ متغیرهای نرخ و انباشت شاخص بهره‌وری سرمایه

۴-۲-۲- بهره‌وری نیروی کار

بهره‌وری نیروی کار نشان‌دهنده میزان ارزش افزوده به ازای هزینه پرداخت شده برای نیروی کار است [۲۳، صص۵-٦]. بر اساس الگوی پویایی‌شناسی سیستمی (شکل ٤) نخست بهره‌وری نیروی انسانی از طریق نسبت ارزش افزوده بر هزینه نیروی انسانی محاسبه می‌شود، سپس با مقایسه آن با سطح بهره‌وری مطلوب- که از تابع تولید کاب داگلاس محاسبه شده است- شکاف بهره وری (مثبت یا منفی) محاسبه می‌شود. در صورتی که بهره‌وری بخش صنعت از مرز مطلوب بهره‌وری نیروی کار کمتر باشد، نیروی کار به‌کار گرفته شده تا اندازه‌ای که به حد بهره وری مطلوب برسد، باید کاهش پیدا کند. در صورت مثبت بودن شاخص بهره‌وری، نیازی به کاهش ورودی‌ها نمی‌باشد (حلقه B٦ ,B٥).

Archive of SID

www.SID.ir

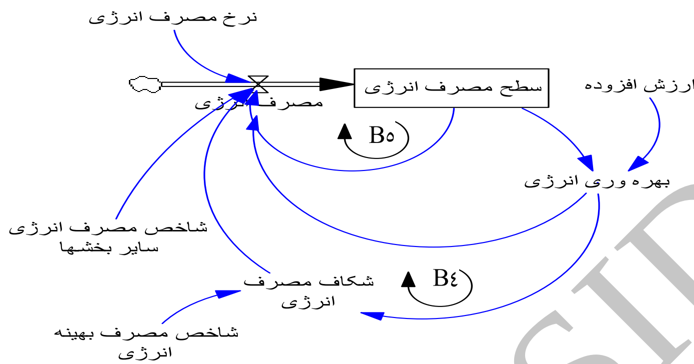


شکل ۴ متغیرهای نرخ و انباشت بهره‌وری نیروی انسانی

۴-۲-۳- بهره‌وری انرژی

بهره‌وری انرژی، از طریق نسبت ارزش افزوده به میزان انرژی مصرفی محاسبه می‌شود. این شاخص نشان می‌دهد که به ازای هر واحد انرژی مصرف‌شده چه میزان ارزش افزوده ایجاد شده است [۲۳ ،صص۷-۱۰]. همان طور که در شکل ۵ ملاحظه می‌شود تفاوت بین بهره‌وری انرژی و میزان مطلوب مصرف انرژی، تعیین‌کننده شکاف بهره‌وری انرژی می‌باشد. با مقایسه بهره‌وری بخش صنعت با سایر بخش‌های دیگر، میزان مصرف انرژی بخش صنعت برای دوره‌های بعد مشخص می‌شود. در صورتی که شاخص بهره‌وری مصرف انرژی در بخش صنعت از سایر بخش‌ها بیشتر باشد، میزان مصرف انرژی در دوره‌های آینده افزایش خواهد یافت، در غیر این صورت میزان مصرف کاهش پیدا می‌کند. با توجه به روابط الگو بهره‌وری انرژی نیز مصرف انرژی را کاهش می‌دهد، کاهش مصرف انرژی نیز منجر به کاهش درونداد‌ها می‌شود، این موضوع نیز درنهایت ارزش افزوده را افزایش می‌دهد. با توجه به ماهیت ارتباط متقابل متغیرها، اثر این حلقه به‌صورت تعادلی خواهد بود (حلقه B4 ,B3).

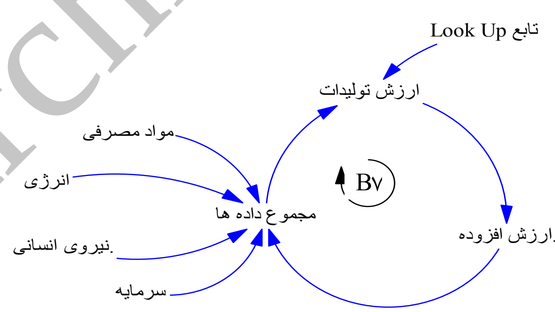
Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۵ متغیرهای نرخ و انباشت بهره‌وری انرژی

۴-۲-۴- بهره‌وری کل عوامل تولید

بهره‌وری کل عوامل تولید نشان‌دهنده میزان ارزش افزوده به ازای ارزش تمام داده‌هایی است که جهت ساخت محصولات و خدمات استفاده شده است. این شاخص نشان می‌دهد که با ازای مصرف کل نهاده‌ها (سرمایه، نیروی انسانی، انرژی و مواد اولیه) چه میزان ارزش افزوده ایجاد شده است[۲۳]. در شکل ٦ ارتباط کل ورودی‌ها با ارزش افزوده و محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید نشان داده شده است.



شکل ۶ متغیرهای نرخ و انباشت بهره‌وری عوامل تولید

Archive of SID

www.SID.ir

۴-۳- ایجاد فرضیه‌های دینامیکی و تعریف روابط بین متغیرها

در این مرحله چگونگی رفتار الگو و اثرگذاری متغیرها بر یکدیگر در قالب فرضیه‌های دینامیکی و روابطی که بتواند رفتار الگو را به نحو مطلوبی نشان دهد، تعریف می‌شود. فرضیه‌های در نظر گرفته شده برای این تحقیق عبارتند از:

۴-۳-۱- فرضیه اول

در روش پویای محاسبه بهره‌وری، رفتار نهایی شاخص‌های بهره‌وری از ارتباط متقابل متغیرهای مؤثر با یکدیگر و فرایند بازخور تعیین می‌شود. اما در روش‌های ایستا تعامل و ارتباط سیستمی متغیرها با یکدیگر در محاسبه بهره‌وری چندان مورد توجه نمی‌باشد. بنابراین روش پویا نسبت به روش‌های ایستا در محاسبه بهره‌وری جامع‌تر می‌باشد.

۴-۳-۲- فرضیه دوم

الگوی پویا، بهره‌وری را با توجه به بعد زمان و دریافت بازخور مداوم از متغیرهای کلیدی مؤثر محاسبه می‌کند و با اجرای تغییرات اصلاحی در سیستم دوباره آن را به حالت تعادل می‌رساند. اما در روش‌های ایستا، بهره‌وری صرفاً از راه تغییر در نهاده‌ها و یا ستاده‌ها در یک دوره زمانی ثابت و تحت شرایط پایدار محاسبه می‌شود. بنابراین در تحلیل و ارزیابی بهره‌وری، استفاده از روش پویایی‌شناسی سیستمی بسیار مفیدتر بوده و اطلاعات مطلوب‌تری را فراهم می‌کند.

۴-۳-۳- فرضیه سوم

با توجه به اجرای طرح هدفمندی حامل‌های انرژی و افزایش قیمت انرژی مصرفی بخش صنعت، انتظار می‌رود که سطح بهره‌وری انرژی در زمان اجرا کاهش پیدا کرده و پس از طی دوران گذار و لزوم تغییرتکنولوژی با مصرف انرژی کمتر و روش‌های تولید اثربخش در بخش صنعت،روند مطلوب بهبود را طی نماید.

Archive of SID

www.SID.ir

۴-۴- طراحی نمودار پویایی‌های سیستم و تعیین وضعیت متغیرها

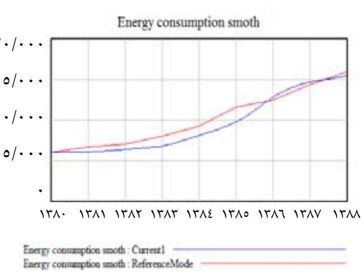
با توجه به روابط بین متغیرها، در این مرحله ارتباط سیستمی کل متغیرها در قالب روابط علت و معلولی تعریف شده و وضعیت هر متغیر در نمودار پویایی‌شناسی سیستم بر اساس قالب متغیرهای حالت[۲۳]، نرخ[۲۴] و کمکی[۲۵] مشخص شده است.

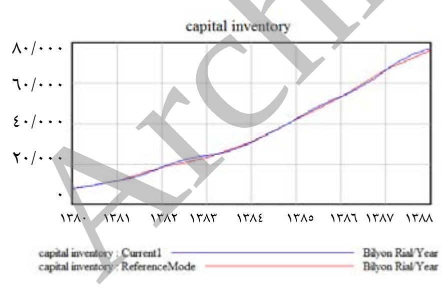
۴-۵- شبیه‌سازی و اعتبارسنجی الگو

پس از تعریف الگو و تعیین روابط متغیرها، رفتار متغیرهای بررسی شده طی افق زمانی مورد نظر شبیه‌سازی شد. برای اطمینان از صحت رفتار شبیه‌سازی شده، آزمون‌های متعددی به‌وسیله نرم افزار Vensim DSS انجام شد که نتایج آنها به شرح زیر می‌باشد.

۴-۵-۱- آزمون رفتار مجدد[۲۶]

هدف از این آزمون مقایسه نتایج شبیه‌سازی با داده‌های واقعی برای اطمینان از صحت عملکرد رفتار الگو می‌باشد؛ به عبارتی دیگر در این حالت رفتار شبیه‌سازی شده برای الگو باز تولید می‌گردد تا با داده‌های واقعی مقایسه شود. در شکل ۷ و ۸ اطلاعات واقعی و نتایج شبیه‌سازی جهت متغیر موجودی سرمایه و انرژی مصرفی در بخش صنعت در سال‌های ۱۳۸۰ الی ۱۳۸۸ نشان داده شده است. همان طور که ملاحظه می‌شود رفتار متغیرهای مورد بررسی به خوبی شبیه‌سازی شده است.





شکل ۸ آزمون رفتار الگو برحسب متغیر مصرف انرژی **شکل ۹** آزمون رفتار الگو برحسب موجودی سرمایه

Archive of SID

www.SID.ir

۴-۵-۲- آزمون محاسبه میزان خطا

برای اطمینان از نتایج شبیه‌سازی علاوه بر بازتولید رفتار الگو، خطای متغیرهای کلیدی بر اساس روش حداقل خطای مجذورات[۳۷] و ریشه‌های خطا محاسبه شد که نتایج آن در جدول۱ نشان داده شده است.

جدول ۱ نتایج محاسبه خطاهای الگو برحسب دوره شبیه‌سازی

شاخص آزمون خطا متغیرهای کلیدی الگو	حداقل خطای مجذورات (RMSPE) درصد	شاخص نابرابری UT	محاسبه ریشه‌های خطا		
			U^m	U^s	U^c
موجودی سرمایه	۵	./۰۰۵	./۰۰۵	./۰۲۶	./۹۷
مصرف انرژی	۵/٤	./۰۱۱	./۰۱۰	./۰۲۶	./۹۶
نیروی انسانی	۵	./۰۰۶	./۰۰۵	./۰۰۵	./۹۹
بهره‌وری کل عوامل تولید	۵/۸۲	./۰۱۲	./۰۶	./۰۹	./۹۲
بهره‌وری سرمایه	۱/۰۳	./۰۰۱	./۰۲۸	./۰۱۵	./۹۶
بهره‌وری انرژی	۷/۳	./۰٤۱	./۰۰٥٤	./۱۲	./۸۷
بهره‌وری نیروی انسانی	۷/۵	./۰۲٤	./۰٤۸	./۰۱٦	./۹٤

۵- نتایج شبیه‌سازی متغیرهای کلیدی الگو

با توجه به ارتباط متقابل و رفتار متغیرها در نمودار پویایی های سیستمی، این الگو در یک دوره ۲۵ ساله، یعنی از سال‌های ۱۳۸۰ الی ۱٤۰٤ شبیه‌سازی و بر این اساس روند تغییرات متغیرهای کلیدی به شرح زیر مشخص شد.

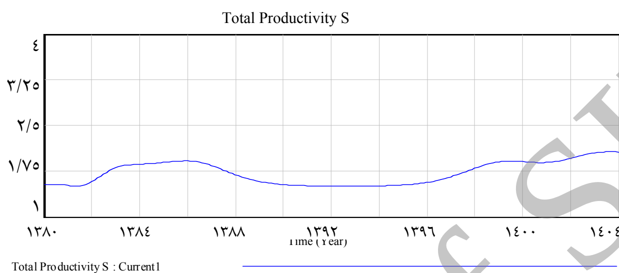
۵-۱- بهره‌وری کل عوامل تولید

بر اساس نتایج شبیه‌سازی، بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش صنعت در سال ۱۳۸۰ برابر با ۱/٦ هزار میلیارد ریال بوده است؛ به عبارتی به ازای به‌کارگیری هزار میلیارد ریال از عوامل تولید، ۱/٦ هزار میلیارد ریال ارزش افزوده در بخش صنعت ایجاد شده است. با توجه به نتایج شبیه‌سازی ملاحظه می‌شود، بهره‌وری کل در بخش صنعت از سال ۱۳۸۸ تا پایان سال ۱۳۹٦ به‌دلیل افزایش قیمت نهاده‌ها، به‌خصوص اجرای طرح هدفمندی یارانه‌های انرژی و لزوم سرمایه‌گذاری برای به‌روز کردن تکنولوژی

Archive of SID

www.SID.ir

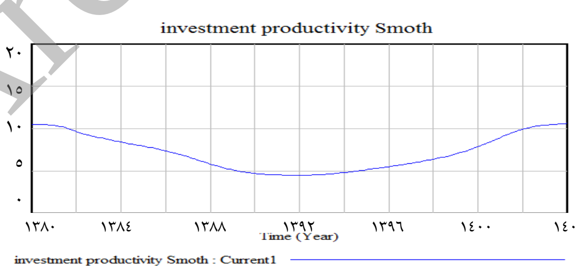
تولید، کاهش پیدا می‌کند. اما از پایان این سال با توجه به نتیجه رسیدن تغییرات تکنولوژی، به‌طور مجدد با نرخ افزایشی رشد کرده و در سال ۱٤۰٤ به بیش از ۲ هزار میلیارد ریال افزایش پیدا خواهد کرد (شکل ۱۰).



شکل ۱۰ نتایج شبیه‌سازی بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش صنعت

۵-۲- بهره‌وری سرمایه

بر اساس نتایج شبیه‌سازی، بهره‌وری سرمایه در سال ۱۳۸۰ برابر با ۱۱ هزار میلیارد ریال بوده است که بر اساس نتایج مدل (شکل ۱۱) در سال‌های ۱۳۸۸ الی ۱۳۹٦ کاهش محسوسی داشته است. اما از پایان سال ۱۳۹٦ به طور مجدد رشد کرده و در سال ۱٤۰٤ به ۱۱/۵ هزار میلیارد ریال افزایش پیدا کرده است. لازم به ذکر است که یکی از علل افزایش بهره‌وری سرمایه در سال‌های پایان شبیه‌سازی، برنامه‌ریزی کاهش هزینه‌ها و درنتیجه افزایش ارزش افزوده در این بخش می‌باشد.



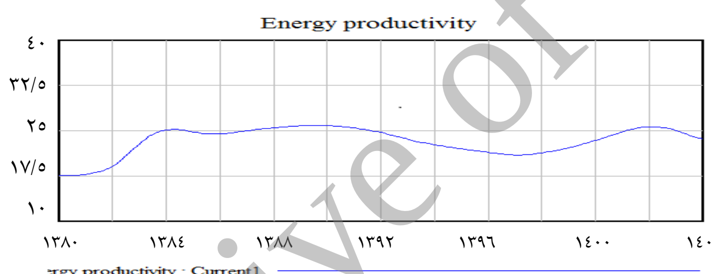
شکل ۱۱ نتایج شبیه‌سازی بهره‌وری سرمایه در بخش صنعت

Archive of SID

www.SID.ir

۵-۳- بهره‌وری انرژی

بر اساس نتایج شبیه سازی، بهره‌وری انرژی در سال ۱۳۸۰ برابر با ۱۸ هزار میلیارد ریال بوده است. با توجه به نتایج مدل (شکل ۱۲)، بهره‌وری انرژی در بخش صنعت و طی سال‌های ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۸ کاهشی محسوسی داشته است اما دوباره از پایان سال ۱۳۹۸ با توجه به الزام تغییرات فناوری در بخش صنعت و توجه به فناوری‌های کم مصرف،به طور مجدد شروع به رشد کرده است که در سال ۱٤۰٤ به۲٤ هزار میلیارد ریال افزایش پیدا خواهد کرد. لازم به ذکر است که علت افزایش بهره‌وری انرژی در سال‌های پایان شبیه‌سازی، برنامه‌ریزی کاهش مصرف انرژی و در نتیجه افزایش ارزش افزوده در این بخش می‌باشد که این وضعیت فرضیه سوم تحقیق را تأیید می‌کند.

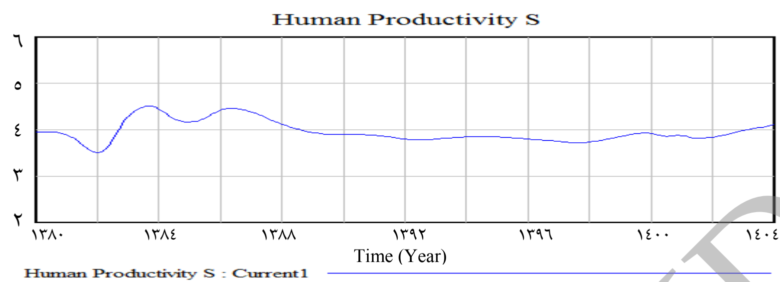


شکل ۱۲ نتایج شبیه‌سازی بهره‌وری انرژی در بخش صنعت

۵-۴- بهره‌وری نیروی انسانی

بر اساس نتایج شبیه‌سازی، بهره‌وری نیروی انسانی در سال ۱۳۸۰ برابر با ٤ هزار میلیارد ریال بوده است. با توجه به نتایج مدل (شکل ۱۳) ملاحظه می‌شود که بهره‌وری نیروی انسانی در سال‌های ۱۳۸٦ تا پایان سال ۱۳۹۱ با کاهش کمی مواجه است. اما از سال ۱۳۹۲ به طور مجدد با نرخ افزایشی رشد کرده است که در سال ۱٤۰٤ به ٥/٥ هزار میلیارد ریال افزایش پیدا خواهد کرد.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۱۳ نتایج شبیه‌سازی بهره‌وری نیروی انسانی در بخش صنعت

۶- سیاست‌گذاری برای بهینه‌سازی متغیرهای کلیدی

در این مرحله با توجه به نتایج شبیه‌سازی و سناریوهای مختلف، سیاستگذاری‌های لازم برای بهینه‌سازی متغیرهای کلیدی ارائه می‌شود. با توجه به متغیرهای اثرگذار و سناریوهای مختلف، دو سیاست بهینه‌سازی به شرح زیر اتخاذ و نتایج آن ارزیابی می‌شود:

۱- افزایش سالیانه ۱ درصد نرخ بهره‌وری برحسب هر کدام از عوامل تولید (انرژی، سرمایه، نیروی انسانی).

۲- افزایش سالیانه ۲ درصد نرخ بهره‌وری برحسب هر کدام از عوامل تولید.

نتایج اجرای این سناریوها نشان می‌دهد که:

- برحسب ادامه سیاست وضعیت موجود (خط سبز رنگ)، ارزش افزوده بخش صنعت از ۱۱۳ هزار میلیارد ریال در سال ۱۳۹۱ به ۲۵۱ هزار میلیارد ریال در افق ۱٤۰٤ افزایش خواهد یافت.

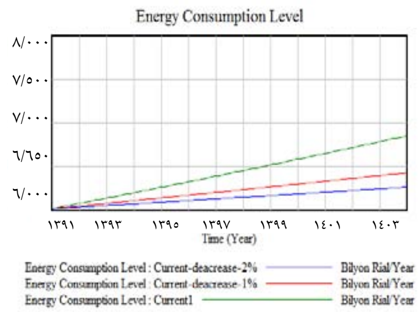
- با افزایش سالیانه ۱ درصد نرخ بهره‌وری عوامل تولید (خط قرمز رنگ)، ارزش افزوده بخش صنعت از ۱۱٤هزار میلیارد ریال در سال ۱۳۹۱ به۳۰۵ هزار میلیارد ریال در افق ۱٤۰٤ افزایش پیدا خواهد کرد.

-با افزایش سالیانه ۲ درصد نرخ بهره‌وری عوامل تولید (خط آبی رنگ)، ارزش افزوده بخش صنعت از ۱۱۵ هزار میلیارد ریال در سال ۱۳۹۱به٤۲۷ هزار میلیارد ریال در افق ۱٤۰٤ افزایش پیدا خواهد کرد.

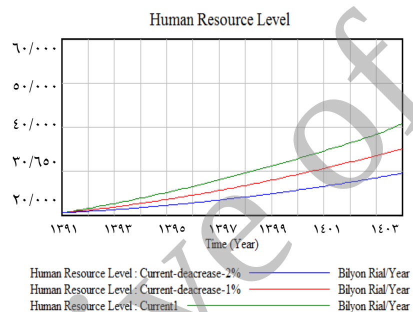
در شکل‌های ۱٦ تا ۱۹ نتایج تغییرات بهره‌وری و ارزش افزوده در بخش صنعت بر اساس سناریوهای پیشنهادی ارائه شده است.

Archive of SID

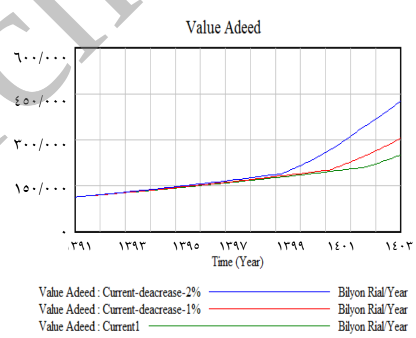
www.SID.ir



شکل ۱۶ شبیه‌سازی سیاست تغییرات بهره‌وری نیروی انسانی



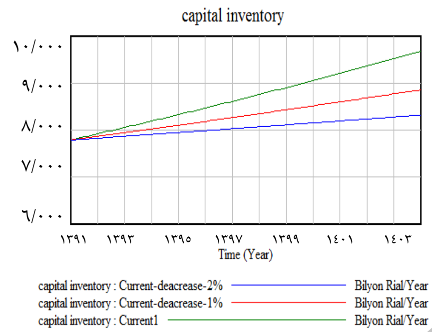
شکل ۱۷ شبیه‌سازی سیاست تغییرات بهره‌وری انرژی



شکل ۱۸ شبیه‌سازی سیاست تغییرات سرمای

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱۹ شبیه‌سازی سیاست‌های بهره وری عوامل تولید بر ارزش افزوده

۷-نتیجه‌گیری

روش پویایی‌شناسی سیستمی با توجه روابط علت و معلولی، اثرگذاری متغیرهای مختلف بر یکدیگر را در قالب یک الگوی پویا بررسی می‌کند، به‌طوری که موضوع به‌صورت یک الگوی رفتاری قابل شناخت در طی زمان آشکار شود. این روش میزان بهره‌وری را با توجه به دریافت بازخور مداوم از سیستم اندازه گیری می‌کند و با اجرای تغییرات اصلاحی در سیستم دوباره آن را به حالت تعادل می‌رساند.

با توجه به ویژگی‌های الگوی پویای بهره‌وری، یکی از اهداف اصلی این تحقیق، ارزیابی و محاسبه بهره‌وری عوامل تولید در بخش صنعت بر اساس مدل پویای بهره‌وری در افق ۱٤۰٤بود تا ضمن درک ارتباط سیستمی عوامل مؤثر بر بهره‌وری، روند تغییرات بهره‌وری هر کدام از عوامل تولید در افق ۱٤۰٤شبیه‌سازی شود. نتایج شبیه‌سازی نشان داد که بهره‌وری بخش صنعت در سال‌های آینده به‌خصوص با اجرای طرح هدفمندی یارانه‌ها و افزایش قیمت حامله‌ای انرژی و نهاده‌های تولید، روند مطلوبی نخواهد داشت و نسبت به گذشته کاهش پیدا خواهد کرد اما در افق ۱٤۰٤ بهبود اندکی افزایش خواهد یافت. از آن جایی که تکنولوژی مورد استفاده بیشتر صنایع در کشور و به طور عمده انرژی‌بر می‌باشد و در سال‌های اخیر به‌دلیل قیمت پایین انرژی نسبت به نوسازی آن اقدامی نشده است، بنابراین با توجه به افزایش قیمت حامل‌های انرژی، ادامه فعالیت این صنایع در آینده مقرون به‌صرفه نخواهد بود. از این رو تغییر تکنولوژی و لزوم استفاده از تکنولوژی‌های کم مصرف برای

Archive of SID

www.SID.ir

بخش صنعت امری ضروری به نظر می‌رسد. مجموعه این الزام‌ها باعث خواهد شد که بخشی از گروه‌های صنعتی از فرایند تولید خارج شوند و بخشی دیگر نیز باید با سرمایه‌گذاری بالا نسبت به تغییر تکنولوژی تولیداقدام کنند که خود منجر به افزایش هزینه‌ها و کاهش ارزش افزوده در این بخش خواهد شد.

با توجه به نقش سایر عوامل تولید مانند نیروی انسانی، سرمایه و... در افزایش بهره‌وری و ایجاد ارزش افزوده، اتخاذ سیاست‌های لازم برای ارتقای ارزش افزوده و افزایش بهره‌وری در بخش صنعت امری اجتناب‌ناپذیر بوده است که مدیران باید با اتخاذ سیاست‌های مطلوب نسبت به افزایش بهره‌وری در این بخش اقدام کنند چون با ایجاد تغییر جزئی در نرخ بهره‌وری عوامل تولید، ارزش افزوده حاصل تا حد زیادی افزایش پیدا خواهد کرد. همان طور که نتایج شبیه‌سازی نیز نشان داد با افزایش سالیانه ۱ درصد نرخ بهره‌وری عوامل تولید، ارزش افزوده بخش صنعت از ۱۱٤ هزار میلیارد ریال در سال ۱۳۹۱ به۳۰۵ هزار میلیارد ریال در افق ۱٤۰٤ افزایش خواهد یافت.

۷-۱- پیشنهادها

در این مطالعه آثار متغیرهای درون‌زا بر بهره‌وری ارزیابی شده است اما با توجه به نقش و اهمیت متغیرهای برون‌زا می‌توان تأثیر این متغیرها را بر بهره‌وری گروه‌های صنعتی با توجه به الگوی پویای سیستمی مورد تحلیل قرار داد. هم‌چنین از آن جایی که در این تحقیق روش داده‌گرا در ارزیابی بهره‌وری استفاده شده است، محاسبه بهره‌وری بر اساس الگوی پویای سیستمی با توجه به روش ستاده‌گرا و اجرای سناریوهای بهینه‌سازی برای دست یافتن به سطح مطلوب ستانده‌ها نیز می‌تواند برای مطالعات بعدی مورد توجه قرار گیرد.

۸- پی‌نوشت‌ها

1. Debreu
2. Copmann
3. Farell
4. Data Envelopment Analysis
5. Bankers, Charns and cooper
6. Cooper, Kumbhakar, Suba and Robert

Archive of SID

www.SID.ir

7. Chen and Cherng
8. Alsarie
9. Funk and Rahn
10. Statiscal Frontier Analysis
11. Ousmanou
12. Shephard and Färe
13. Hackman
14. Grosskopf and Roos
15. Sengupta
16. Huang and Wang
17. Stefanou
18. Vaneman and Triantis
19. Cobb Douglas
20. Barros
21. Steady state
22. Transition period
23. State variables
24. Rate variables
25. Auxiliary variables
26. Behavioral reproduction Test
27. Root Mean Square Percent Error

۹- منابع

[1] Bonly R; "Growth of productivity in Brazilian industry"; *Journal of Development Economic*, No. 39, 1992.

[2] Yadollahi, H.; Appraisal and estimation of industrial productivity in Iran, ma thesis in economics, M.A. Thesis, Allamah Tababtabae University, Tehran, Iran, 2002 [In Persian].

[3] Sterman J.D.; "Business dynamics: System thinking and modeling for a complex world"; Mc Graw Hill, Boston, 2000.

[4] Subhash C.R.; "An extended decomposition of the Malmquist productivity index"; University of Connecticut, 2002.

[5] Farrell M.J.; "The measurement of productive efficiency;" *Journal of the Royal Statistical Society*, Vol. 120, No. 3, pp. 253-281,1957.

[6] Charnes A., Cooper W., Rhodes E. L.; "Measuring the efficiency of decision making units;" *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, No. 6, pp.

Archive of SID

www.SID.ir

429-444,1978.

[7] Cooper W., Kumbhakar Subal M., Thrall R.; "DEA and stochastic frontier analyses of the 1978 Chinese economic reforms"; *Socio-Economic Planning Sciences*, Elsevier, Vol. 29, No. 2, pp. 85-112,1995.

[8] Chen C.M.; "A network-DEA model with new efficiency measures to incorporate the dynamic effect in production network"; *European Journal of Operation Research*, pp. 21-28, 2008.

[9] Alsarie A.; Appraisal productivity in Jordon industrial with DEA; MBA Thesis, California University, 2004.

[10] Funke M., Rhan J.; "How to be Efficient in Eastern Germany"; *Economic of Transistion,* Vol. 10, pp. 201-223,2005.

[11] Ousmanou N.; "Faculty of economics and management trade reform and efficiency in cameroon's manufacturing industries"; *African Economic Research Consortium*, 2003.

[12] Shephard R., Fare R.; "Dynamic theory of production correspondences: Parts I-III"; ORC-78-2 Through 78-4, *Operations Research Center,* University of California, Berkeley, 1978.

[13] Hackman S.; "An axiomatic framework of dynamic production"; *The Journal of Productivity Analysis*,Vol. 1 , No. 4, pp. 309-324,1990.

[14] Sengupta J.K., "A dynamic efficiency model using data envelopment analysis", *International Journal of Production Economics*, 62, pp. 209-218, 1999.

[15] Wang M., Hung T.; "A study on the persistent of Farrell efficiency measure under a dynamic formwork"; *European Journal of Operational Research*, Vol. 180, PP. 1302-1316, 2007.

[16] Stefanou S.; "A dynamic characterization of efficiency"; *Working Paper*, Department of Agricultural Economics, Penn State University, 2006.

[17] Vaneman W., Triantis K.; "The dynamic production axioms and system dynamic behaviors: The foundation for future integration"; *Journal of*

Archive of SID

www.SID.ir

Productivity Analysis, Vol. 19, PP. 93-113, 2003.

[18] Vaneman W., Triantis K.; "Evaluating the productive efficiency of dynamical systems"; *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 54 , No. 3, PP. 600-611, 2007.

[19] Barros C.P.; "Productivity assessment of African seaports"; *Productivity Assessment of African Seaports*, Vol. 24, Issue 1, PP. 67-87, 2012.

[20] Rajabi A. and Yadollahi H.; "Calculated on productivity change in the industries of Fars Province and analyzing the affective factors using data envelovment analysis"; *Fars Industrial and Mining Organization,* 2007 [In Persian].

[21] Momeni M., Zaraee B., Esmaelian M.; "Productivity analysis of production system via a simulation model "; *Management Research in Iran*, Vol. 10, No.4, pp. 230-211, 2006 [In Persian].

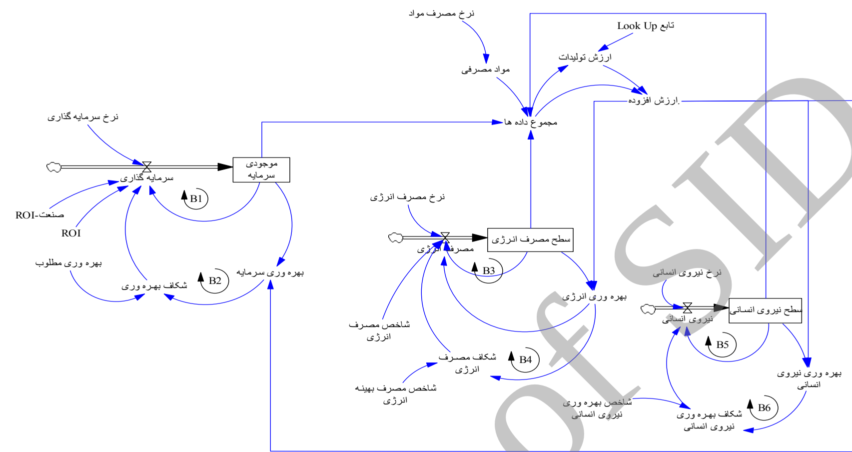
[22] Javadian N., Khani M., and Mahdavi A.;" Identifying effective factors on supply chain performance and improving them by using system dynamics techniques (Case study: Darugar Company)"; *Management Research in Iran;* Vol. 16, No. 3, pp. 59-81 [In Persian].

[23] Iranian National Productivity Organization; "A guide for appraisal and calculation of productivity in industrial units"; Tehran, Iran, 1997 [In Persian].

Archive of SID

www.SID.ir

پیوست شماره ۱ مدل پویای محاسبه و سنجش بهره وری عوامل تولید در گروههای صنعتی



Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

* نویسنده مسؤول مقاله: E-mail: hassanghalibafasl@yahoo.com

www.SID.ir