ارایه یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی برای سنجش کارایی نسبی صنایع ایران[1]

دکتر محمدجواد اصغرپور[2*]
دکتر میربهادر قلی آریانژاد[3]
دکتر مصطفی شکری
دکتر محمدعلی کرامتی[4]

چکیده

در این پژوهش مدلی برای سنجش کارایی نسبی صنایع ایران از طریق توسعه مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی ارایه شده است. در مدل معرفی شده داده‌های مربوط به چهار نهاده و سه ستانده صنایع نه گانه ایران طی دوره ۲۰ ساله ۷۷-۱۳۵۸ به کار برده شده است. آزمون آماری اعتبار مدل را تایید نموده. نتایج حاصل از این مدل حاکی از آن است که هیچ یک از شاخه‌های نه‌گانه صنایع موجود در ایران از نظر تعداد سال‌هایی که طی دوره مطالعه کارا بوده‌اند، برتری نسبت به دیگری ندارند. به عبارت دیگر تفاوت معنا دارای بین این صنایع از لحاظ کارایی نسبی وجود ندارد.

واژه‌های کلیدی: برنامه‌ریزی ریاضی، تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی نسبی، صنایع ایران.

۱- مقدمه

امروزه صنعتی شدن از آرمان‌های بسیاری از جوامع به شمار می‌رود. در ایران نیز این آرمان به صراحت بیان شده و برای تحقق آن تلاش‌هایی صورت گرفته است. این تلاش‌ها عموماً معطوف به ایجاد صنایع جدید و یا

۱- این مقاله براساس بخشی از رساله دکتری مدیریت صنعتی محمد علی کرامتی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات به راهنمایی دکتر محمدجواد اصغرپور و با مشاورهٔ دکتر میربهادر قلی آریانژاد و دکتر مصطفی شکری تنظیم شده است.

۲- مرکز تحقیقات و کاربرد لیزر، سازمان انرژی اتمی ایران و مرکز تحقیقات آب و انرژی، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران
*- عهده‌دار مکاتبات

۳- گروه فیزیک، دانشگاه تهران و مرکز تحقیقات و کاربرد لیزر، سازمان انرژی اتمی ایران، تهران، ایران

۴- مرکز تحقیقات و کاربرد لیزر، سازمان انرژی اتمی ایران، تهران، ایران

گسترش صنایع موجود بوده است. از دگرسو، با وجود برخورداری کشور از مزیت‌های عمده برای صنعتی شدن، صنایع موجود در کشور با مشکلات و مسائل متعددی مواجه هستند. بعضی از مسائل و مشکلات صنایع را می‌توان در نشانه‌هایی چون سهم ناچیز صنعت در اقتصاد ملی، سهم اندک تشکیل سرمایه صنعتی، ظرفیت‌های بدون استفاده در صنایع، وابستگی تولید صنعتی به خارج، عقب‌ماندگی بافت فنی تولید، رقابت ناپذیری صنایع در مقیاس جهانی و ناتوانی در ایجاد اشتغال مشاهده نمود.

برای رفع این کاستی‌ها تلاش‌هایی صورت گرفته و می‌گیرد، اما ماحصل اندک است. احتمالاً بخشی از کم توفیقی در حل مسائل و مشکلات صنایع، مربوط به متدولوژی بررسی این مشکلات است.

متدولوژی مناسب برای حل این مشکلات بایستی از سنجش کارایی صنایع موجود آغاز شود. پر واضح است که بدون اندازه‌گیری و ارزیابی کارایی نسبی صنایع موجود، اقدام‌های اصلاحی چندان کارساز نخواهد بود.

پژوهش حاضر با هدف ارائه یک متدولوژی مناسب برای سنجش کارایی نسبی صنایع ایران صورت گرفته است، اگر این هدف تحقق یابد آنگاه می‌توان در مقاطع زمانی مناسب برای ارزیابی عملکرد صنایع از آن بهره گرفت و در جهت بهبود کارایی از آن استفاده کرد.

بقیه بخش‌های این مقاله به این ترتیب سازمان‌دهی شده است: در بخش ۲ مسأله پژوهش توضیح داده خواهد شد. بخش ۳ به اهمیت و اهداف پژوهش اختصاص داده شده. در بخش ۴ سابقه و مبانی نظری پژوهش مرور خواهد شد در بخش ۵ به روش اجرای پژوهش پرداخته خواهد شد، بخش ۶ به تجزیه و تحلیل داده‌ها و نهایتاً بخش ۷ به نتیجه‌گیری و پیشنهادها اختصاص یافته است.

۲- مسأله پژوهش

ایران برای رشد و توسعه صنعتی از امکانات و توانایی‌های بالقوه قابل توجهی برخوردار است. برخی از مهمترین این امکانات بالقوه عبارتند از: وفور منابع کانی و طبیعی به ویژه منابع غنی نفت و گاز، موقعیت جغرافیایی منحصر بفرد، وسعت سرزمین و تنوع اقلیمی آن،ظرفیت‌های وسیع بلااستفاده و امکانات زیر ساختی و صنعتی، درآمدهای ارزی از محل صادرات نفت، وجود مراکز آموزش عالی و فنی و حرفه‌ای و به تبع آن امکان تربیت نیروی انسانی متخصص مورد نیاز صنعت و نهایتاً اشتیاق جامعه به استقلال، خود اتکایی، نوآوری و کسب جایگاهی در خور احترام در منطقه و جهان که می‌تواند به عنوان انگیزه موفقیت برای جامعه عمل کند.

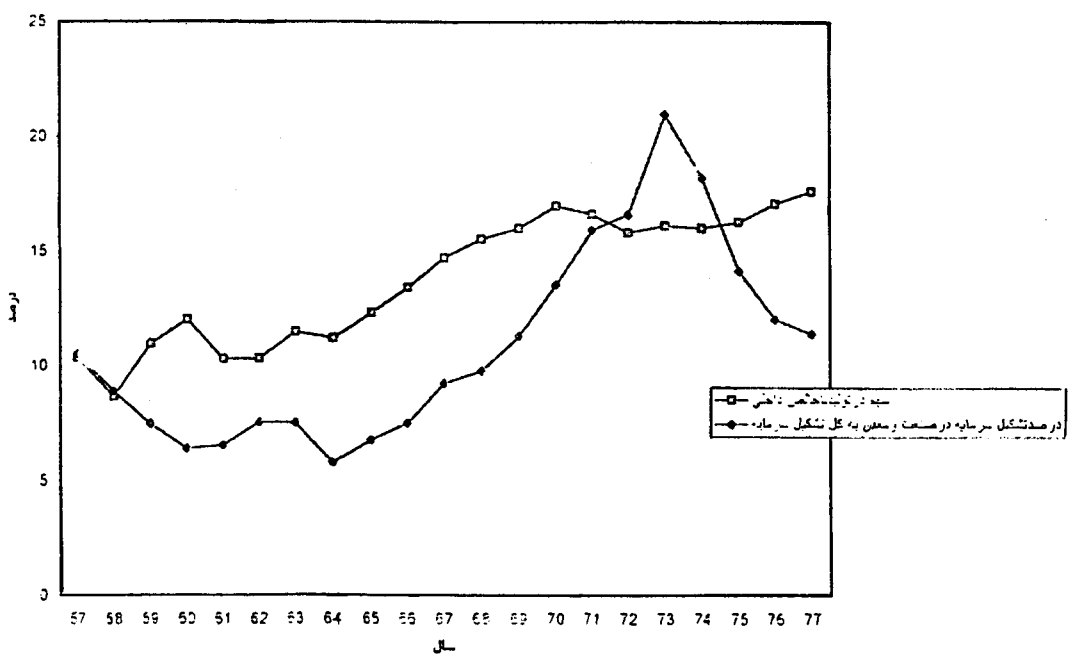
با این حال، واقعیت موجود شواهد و قراینی بر کاستی‌های متعدد برای عملکرد صنایع ارائه می‌کند.

بعضی از مهمترین این کاستی‌ها عبارتند از:

۱-۲. سهم ناچیز صنعت در اقتصاد ملی

«عقیده عموم بر این است که کشورهای ثروتمند معمولاً صنعتی هستند» [گریفین، ۱۳۷۵]. لذا سهم بخش صنعت در اقتصاد ملی شاخصی است که می‌تواند نسبت صنعتی و ثروتمند شدن یک کشور را بیان کند. بنابراین افزایش سهم صنعت در اقتصاد ملی نشانه‌ای از رشد کل اقتصاد و ثروتمند شدن یک جامعه است.

در نمودار (۱) درصد سهم ارزش افزوده صنعت و معدن در محصول ناخالص داخلی به قیمت‌های ثابت ۱۳۶۱ آمده است. براساس ارقام این نمودار حداقل درصد سهم ارزش افزوده صنعت و معدن به محصول ناخالص داخلی ۸/۶۳ درصد در ۱۳۵۸ و حداکثر آن ۱۷/۶۶ درصد در ۱۳۷۷ بوده است. هر چند که بین این دو مقطع زمانی همواره سهم صنعت در تولید ناخالص داخلی رو به افزایش بوده، اما حداکثر آن نیز نسبت اندکی را به خود اختصاص داده است.



نمودار (۱) سهم صنعت و معدن در محصول ناخالص داخلی و درصد تشکیل سرمایه در صنعت و معدن به کل تشکیل سرمایه

مأخذ: سالنامه‌های آماری سال‌های مختلف. مرکز آمار ایران.

۲-۲. سهم اندک تشکیل سرمایه صنعتی

در هر کشوری میزان سرمایه‌گذاری با رشد اقتصادی رابطه‌ای مستقیم دارد. با این حال کشورهای کمتر توسعه یافته از توان بالای سرمایه‌گذاری به طور کلی و به طور اخص در صنعت برخوردار نیستند. لذا ویژگی مشترک این دسته از کشورها، سهم اندک تشکیل سرمایه است (۵). کشور ما نیز از این قاعده نمی‌تواند مستثنی باشد.

نمودار (۱) درصد سهم سرمایه‌گذاری صنعتی در کل سرمایه‌گذاری انجام شده را نشان داده است. براساس این نمودار، درصد سرمایه‌گذاری صنعتی به کل سرمایه‌گذاری به جز دو مورد استثناء در ۱۳۷۳ و ۱۳۷۴ همواره کمتر از درصد سرمایه‌گذاری به تولید ناخالص ملی بوده است. چنین پدیده‌ای می‌رساند که در تمام این دوره سایر بخش‌های اقتصاد، به طور نسبی بیش از بخش صنعت معدن از سرمایه‌گذاری ملی سهم برده‌اند.

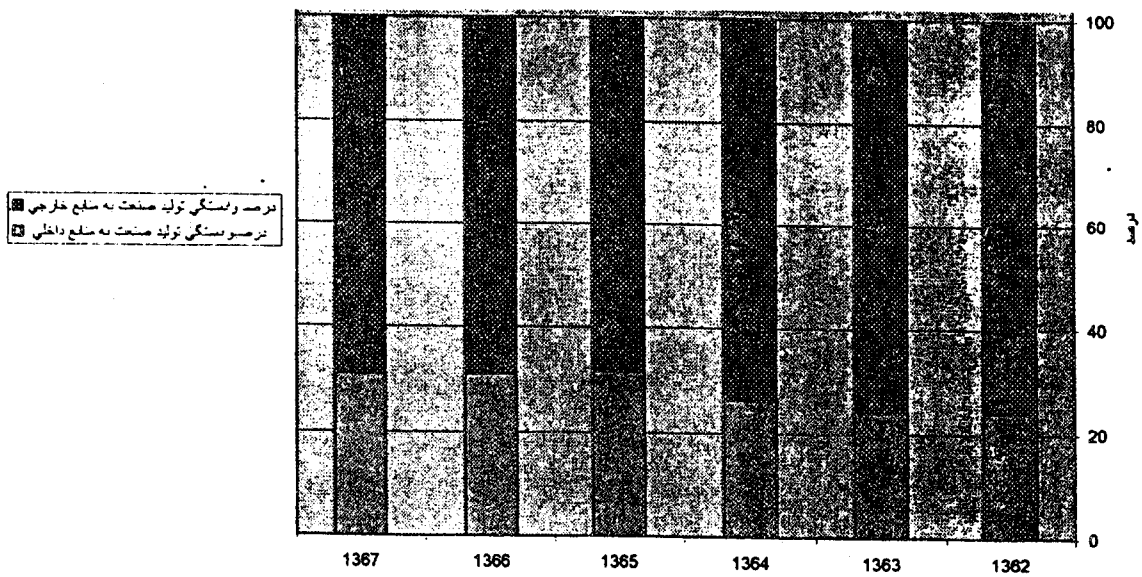
۳-۲. ظرفیت‌های بدون استفاده

یکی از دیگر شاخص‌های مهم برای بررسی عملکرد صنعت، درصد بهره‌برداری از ظرفیت است. با این حال، بسیاری از صنایع ایران از ظرفیت‌های بدون استفاده بالایی برخوردار هستند، به نحوی که صنایع چای، نشریات ادواری، نانوایی، سلاح و مهمات از کمتر از ۲۰ درصد، تولید اسباب بازی، تولید موتوسیکلت، کشتی‌سازی و تولید کفش از کمتر از ۴۰ درصد، قند و شکر، فراورده‌های لبنی، فرش ماشینی و موکت از کمتر از ۶۰ درصد، صنعت لاستیک، تولید الیاف مصنوعی دباغی و تکمیل چرم، تولید خوراک دام و حیوانات، تولید طناب و نخ و ریسمان و تولید جعبه کارتن از کمتر از ۸۰ درصد ظرفیت خود استفاده می‌کنند (اقتصاد ایران، تیر ۱۳۷۹).

۴-۲. وابستگی تولید به دنیای خارج

وابستگی صنایع ایران به نهاده‌های خارجی با صنعت گستری در ایران سابقه یکسان دارد. در مطالعه‌ای که تحت عنوان «بررسی نارسایی‌ها و وابستگی‌های کارگاه‌های بزرگ صنعتی کشور» در ۱۳۵۸ توسط مرکز آمار ایران انجام شده کل وابستگی صنایع به ماشین آلات و لوازم یدکی خارج ۸۶/۴ درصد و کل وابستگی صنایع به مواد اولیه خارجی مصرفی ۵۶/۷ درصد به دست آمده و طی سال‌های بعد، این ویژگی چندان تغییری نکرده است. در نمودار (۲) وابستگی تولید صنعت به منابع داخلی و خارجی نشان داده شده است. طی این سال‌ها حداکثر وابستگی خارجی بیش از ۷۵ درصد و حداقل آن ۵/ ۶۸ درصد بوده است.

به این ترتیب وابستگی صنایع ایران از لحاظ فن‌آوری، ماشین‌آلات، قطعات یدکی و مواد اولیه کاملاً مشهود است. به دلیل چنین وابستگی شدیدی که در صنایع بزرگ به شدت آن افزوده می‌شود، نوسانات بخش صنعت مطابق با نوسانات ارزی بوده و تغییر چندانی در آینده نزدیک در این ویژگی به چشم نمی‌آید.



نمودار (۲)درصد وابستگی تولید منابع داخلی و خارج

مأخذ: براساس نتایج سرشماری عمومی صنعت و معدن مرکز آمار ایران سال‌های مختلف

۵-۲. عقب‌ماندگی بافت فنی تولید

در سال‌های پس از انقلاب بهمن ۵۷، و به ویژه طی دو برنامه توسعه اول و دوم در صنایع ایران پسرفت فنی اتفاق افتاده است. نرخ این پسرفت نیز ۸/۵ درصد بوده است. به عبارت دیگر به جای پیشرفت فنی طی دو برنامه حرکت رو به عقب اتفاق افتاده، به طوری که اکنون صنایع ایران غالباً مستعمل، مونتاژی، سرمایه‌بر و کاربر هستند (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۷۳).

شاید عمده‌ترین دلیل چنین پسرفت فنی تأسف باری ورود صنایع و ماشین‌آلات دست دوم و از رده خارج به جای فن‌آوری‌های مدرن روز باشد؛ زیرا فن‌آوری‌های مدرن معمولاً از طریق سرمایه‌گذاری مستقیم منتقل می‌شوند.

از جمله دلایل دیگر این پسرفت، هزینه‌های اندک تحقیق و توسعه در ایران است. هزینه تحقیق و توسعه در ایران حدود ۰/۵ درصد تولید ناخالص داخلی است در حالی که این رقم برای کشورهای توسعه یافته به بیش از ۶ برابر یعنی ۳ درصد تولید ناخالص داخلی می‌رسد.

تحصیلات نیروی کار شاغل در صنعت نیز عامل دیگری است که نمی‌توان نقش آن را

نادیده گرفت متوسط تحصیلات نیروی انسانی شاغل در بخش صنعت کمتر از دوره ابتدایی برآورد شده است (ابراهیمی و همکاران،۱۳۷۳).

۶-۲. ناتوانی در ایجاد اشتغال

یکی از توقعات اولیه از صنعت گستری در ایران ایجاد اشتغال بوده است. هر چند که انتظار حل مشکل بیکاری از صنعت می‌تواند مورد سؤال واقع شود. در جدول (۱) اطلاعات مربوط به اشتغال در کشور و اشتغال صنعتی طی ۷۴-۱۳۶۸ آمده است. جدول مذکور نشان می‌دهد که طی این سال‌ها اشتغال در کشور و اشتغال صنعتی هر دو افزایش یافته‌اند اما متوسط نرخ رشد سالانه اشتغال در کشور ۵ درصد و در اشتغال صنعتی ۱ درصد است.

بنابراین سهم نسبی اشتغال صنعتی در کل اشتغال روندی رو به کاهش داشته است. ردیف سوم جدول (۱) این موضوع را به سادگی نشان می‌دهد.

اولاً با توجه به اینکه طی این سال‌ها هیچ‌گاه سهم ارزش افزوده بخش صنعت در تولید ناخالص داخلی از ۱۴ درصد کمتر نبوده (نمودار ۱) سهم اشتغال صنعتی در کل از ۶ درصد کمتر بوده؛ ثانیاً سهم اشتغال صنعتی رو به کاهش بوده، در حالی که نسبت سرمایه‌گذاری صنعتی به کل سرمایه‌گذاری در کشور بین ۸/۳ تا ۱۴/۴ درصد در نوسان بوده است. به عبارت دیگر می‌توان گفت که با وجود سرمایه‌گذاری صنعتی با نسبتی بیش از نسبت اشتغال صنعتی، سهم اشتغال صنعتی کاهش یافته که خود به معنی سرمایه‌بر بودن صنایع جدیدالاحداث و نهایتاً کم‌توانی صنعت در ایجاد اشتغال است.

۷-۲. رقابت ناپذیری در بازارهای جهانی و ناتوانی در ارتقای جایگاه اقتصادی کشور در سطح منطقه و احراز هویت اقتصادی متناسب برای ایران در مقیاس بین‌المللی

صادرات صنعتی یکی از شاخص‌های مهمی است که می‌تواند چنین کارکردی را توضیح دهد.

در جدول (۲) ارقام مربوط به صادرات طی دوره ۷۴-۱۳۶۸ آمده است. با آن که درصد صادرات غیرنفتی به کل صادرات و درصد صادرات صنعتی به صادرات غیر نفتی طی این دوره هر دو روندی افزایشی طی کرده‌اند و در سال ۱۳۷۴ حدود ۴۰ درصد صادرات غیر نفتی ایران را صادرات صنعتی تشکیل می‌داده اما هنوز سهم صادرات صنعتی در کل صادرات بسیار ناچیز است.

بنابراین بخش صادرات صنعتی از جایگاه واقعی خود برخوردار نبوده و این باعث شده که سهم ایران در تجارت جهانی حدود ۰/۳۴ درصد برآورد شود که با نسبت جمعیت آن به جمعیت جهان یعنی حدود ۱/۱۷ درصد فاصله بسیار زیادی دارد.

جدول (۱) اشتغال و اشتغال صنعتی سال‌های منتخب

سال	۱۳٦۸	۱۳٦۹	۱۳۷۰	۱۳۷۱	۱۳۷۲	۱۳۷۳	۱۳۷٤	متوسط رشد سالانه
اشتغال کل کشور (میلیون نفر)	۱۱/۸	۱۲/۲	۱۲/٦٥	۱۳/٤٥	۱٤/۹۳	۱٤/۹	۱٥/۸	٥
اشتغال صنعتی (هزار نفر)	-	٦٤۷/۲	۷۱٦/٥	۷۲۷/۸	۷۱۸/۳	۷۰۸/۲	۷۰۸	۱
نسبت اشتغال صنعتی به کل اشتغال	-	٥/۳۰	٥/٦٦	٥/٤۱	٤/۸۱	٤/۷٥	٤/٤۸	

*** اشتغال صنعتی در کارگاه‌های بیش از ۱٥ نفر کارکن**

منبع: بانک مرکزی، آمار حساب‌های ملی، سال‌های مختلف.

جدول (۲) صادرات ایران طی ۷٤-۱۳٦۸

سال	۱۳٦۸	۱۳٦۹	۱۳۷۰	۱۳۷۱	۱۳۷۲	۱۳۷۳	۱۳۷٤
کل صادرات (میلیون ریال)	۱۳۰۸۱	۱۹۳۰٥	۱٦٦۱	۱۹۸٦۷	۱۸۰۸۰	۱۹٤٤٤	۱۸۳۷٥
صادرات غیرنفتی (میلیون ریال)	۱۰٤۳/۹	۱۳۱۲/٥	۲٦٤۸/۷	۲۹۸۷/۷	۳۷٤٦/۸	٤۸۲٤	۳۲۳٤
صادرات نفتی	۱۲۲/٦	۲٤۱/٥	٦٦۰	۹۷۰/۹	۱۱۹۰	۱۲۲٥/۲	۱۳۰۰
نسبت صادرات غیر نفتی به کل (درصد)	۷/۹	٦/۸	۱٤/۲	۱٥	۲۰/۷	۲٤/۸	۱۷/٦
نسبت صادرا صنعتی به صادرات غیر نفتی (درصد)	۱۱/۷	۱۸/٤	۲٤/۹	۳۲/٥	۲٦/۸	۲۷/٥	٤۰

مأخذ وزارت صنایع، هشت سال تلاش صنعت، ۱۳۷٦، ص ۱٥، برگرفته از جدول شماره ۱.

در تراز بازرگانی بخش صنعت همواره کسری وجود دارد این کسری در حال حاضر حدود ۲ میلیارد دلار است. مجموع این ویژگی‌ها باعث شده که کشور ما از لحاظ کسب و کار بین ۶۰ کشور جهان در فاصله ۹۷-۱۹۳۳ رتبه ۵۳ را به خود اختصاص دهد و پیش‌بینی می‌شود که این رتبه برای ۲۰۰۲-۱۹۹۸ به ۵۹ تنزل یابد (بررسی‌های بازرگانی، مهر ۱۳۷۷). این در حالی است که «در جهان امروز، حرف اول را کشوری می‌زند که کالاهایش در بازار جهانی قادر به رقابت باشند و ملتی می‌تواند فرهنگ و تاریخش را حفظ کند که با تحولات جهانی به خصوص در زمینه توسعه انسانی، صنعت و تکنولوژی مدرن همگام باشد.» (امیراحمدی، ۱۳۷۷).

۸-۲. بهره‌وری اندک نیروی کار

با وجود اهمیت فوق‌العاده بهره‌وری، آمارها حکایت از آن دارند که بهره‌وری نیروی کار در صنایع ایران بسیار اندک است. در جدول (۳) سرانه ارزش افزوده صنعتی به عنوان شاخصی برای توصیف بهره‌وری نیروی کار طی ۷۴-۱۳۶۲ آمده است. این جدول نشان می‌دهد که بیشترین سرانه ارزش افزوده مربوط به ۱۳۷۴ معادل ۳۱۹۸ هزار ریال در سال بوده است. به عبارت دیگر بیشترین ارزش تولید سرانه یک کارگر حدود ۳۲۰ هزار تومان در سال بوده که قطعاً به مراتب کمتر از حقوق چند ماه او بوده است.

اگر به رقم میانگین توجه شود، میانگین تولید سالانه هر کارگر بین ۶۷-۱۳۶۲ حدود ۱۵۰ هزار تومان طی ۷۴-۱۳۶۹ حدود ۲۹۰ هزار تومان بوده که با احتساب هزینه‌های نیروی کار مثل بیمه و مالیات، مازادی برای سرمایه‌گذاری باقی نمی‌ماند.

آنچه طی ۸ بند فوق تحت عنوان کاستی‌های صنعت ایران ذکر شد فقط نمونه‌ای است والا می‌توان این فهرست را طولانی‌تر نمود. به هر حال، باید این واقعیت که صنعت ایران از کارایی لازم برخوردار نبوده پذیرفته شده تلقی گردد، اما قبول این واقعیت تلخ به معنای چشم‌پوشی از صنایع و کارخانه‌های موجود نیست.

سرمایه‌ای هنگفت در این صنایع به کار گرفته شده، شمار قابل توجهی از هموطنان در این صنایع مشغول به کار هستند کالاهای تولیدی این صنایع بخش قابل توجهی از نیازهای جامعه را تأمین می‌کنند، الگوی مصرف جامعه را شکل داده‌اند و آثار قابل توجهی دارند. از دگر سو، نه امکانات جامعه گسترش کمّی کارخانه‌ها را اجازه می‌دهد و نه به نظر صحیح می‌رسد که باز هم واحدهای تولیدی ناکارا ایجاد شوند. پس راه حال نهایی این مسأله افزایش کارایی صنایع موجود است.

بر این اساس، مسأله اصلی پژوهش حاضر ارایه چارچوبی برای سنجش کارایی نسبی صنایع یران در نظر گرفته شده است.

جدول (۳) سرانه ارزش افزوده نیروی کار ۷۴-۱۳۶۲ (هزار ریال ۱۳۶۱)

سال	۱۳۶۲	۱۳۶۳	۱۳۶۴	۱۳۶۵	۱۳۶۶	۱۳۶۷	۱۳۶۸	۱۳۶۹	۱۳۷۰	۱۳۷۱	۱۳۷۲	۱۳۷۳	۱۳۷۴
سرانه‌ارزش افزوده	۱۵۶۷	۱۶۰۸	۱۵۸۳	۱۴۱۳	۱۴۱۹	۱۴۲۴	-	۲۶۳۷	۲۸۰۳	۲۸۵۰	۲۸۸۰	۳۰۲۳	۳۱۹۸

از ۱۳۶۸ به بعد فقط شاغلین در کارگاه‌های دارای بیش از ۱۵ نفر کارکن منظور شده‌اند.

منبع: براساس منابع آماری رسمی مختلف مرکز آمار ایران

۳. اهمیت مسأله پژوهش

بیش از یک دهه قبل اقتصاددان شهیر آلمانی فردریک لیست[5] فصلی از کتاب معروف خود با نام «نظام ملی اقتصاد سیاسی» را «قدرت صنعتی، خاستگاه قدرت فردی، اجتماعی، سیاسی و تولیدی یک ملت» نام نهاد. به نظر می‌رسد امروزه این جمله لیست معنای بارزتری به خود گرفته است زیرا در حال حاضر صنعت هم‌معنا و هم‌اهمیت تازه‌ای برای تمامی کشورهای جهان یافته است. جهانی شدن، انقلاب صنعتی سوم و رویدادهایی که در پس این دو رخ داده‌اند برای کشورهای در حال توسعه که قصد صنعتی شدن دارند، شرایط کاملاً جدید و متفاوتی به وجود آورده است. تجارب برخی از کشورهای جهان به ویژه کشورهای آسیای جنوب شرقی که طی سال‌های اخیر توانسته‌اند به جرگه کشورهای صنعتی بپیوندند روشن می‌سازد که برای رویارویی با این شرایط کاملاً جدید و متفاوت هیچ چاره‌ای جز صنعتی شدن از طریق تدوین یک سیاست صنعتی منسجم وجود ندارد.

تدوین سیاست صنعتی منسجم برای کشور ما نیز از جمله ضروریات است. با توجه به موجودی صنعت در کشور و اینکه به دلایل چندی از جمله محدودیت عواید ارزی نمی‌توان به سرمایه‌گذاری‌های جدید صنعتی چندان امیدوار بود، سیاست صنعتی مورد نظر بایستی متکی به موجودی فعلی صنعت و براساس افزایش کارایی آن تدوین شود. بنابراین سیاست صنعتی پیشنهادی بایستی از اصول چندی برخوردار باشد، رئوس این اصول عبارتند از:

الف) ارزیابی عملکرد صنایع به منظور شناسایی ضعف‌ها و قوت‌ها با هدف بهبود کارایی و بهره‌وری.

ب) گزینش صنایع پیشرو و قادر به رقابت در دنیای امروز. قدر مسلم این دسته از صنایع همان صنایعی هستند که با کارایی قابل قبول کار می‌کنند.

5- Friedrik liest

ج) ایجاد صنایع مدرن امروزی مثل صنایع الکترونیک و انفورماتیک به جهت خلق مزیت‌های رقابتی و افزایش صادرات در کنار صنایع کارا و پیشرو.

براساس چنین سیاست صنعتی اولین گام مهم و ضروری ارزیابی عملکرد صنایع موجود است. این ارزیابی می‌تواند وضعیت کارامدی و ناکارآمدی صنایع را روشن ساخته و مقدمات لازم برای بهبود عملکرد آنها را فراهم آورد. به دیگر سخن، ارزیابی مدبرانه و سنجیده عملکرد اقتصادی صنایع می‌تواند مهم‌ترین عامل در شکست چرخه باطل ناکارآمدی صنایع به شمار رود. در صورتی که دور باطل ناکارآمدی صنایع شکسته شود می‌توان تغییرات شگرفی را در مناسبات اجتماعی، اقتصادی و سیاسی انتظار داشت. تجربه بسیاری از کشورهایی که در یکی از دو دهه گذشته به رشد و توسعه قابل ملاحظه‌ای رسیده‌اند نشان می‌دهد که عامل اصلی توانمندسازی اقتصاد، تولید، تأمین امنیت ملی و حتی موازنه قدرت نظامی، صنعت و توسعه صنعتی در این کشورها بوده است. به عبارت دیگر توسعه تمامی فعالیت‌های اقتصادی — اجتماعی با برخورداری از صنایع کارآمد امکان‌پذیر خواهد بود.

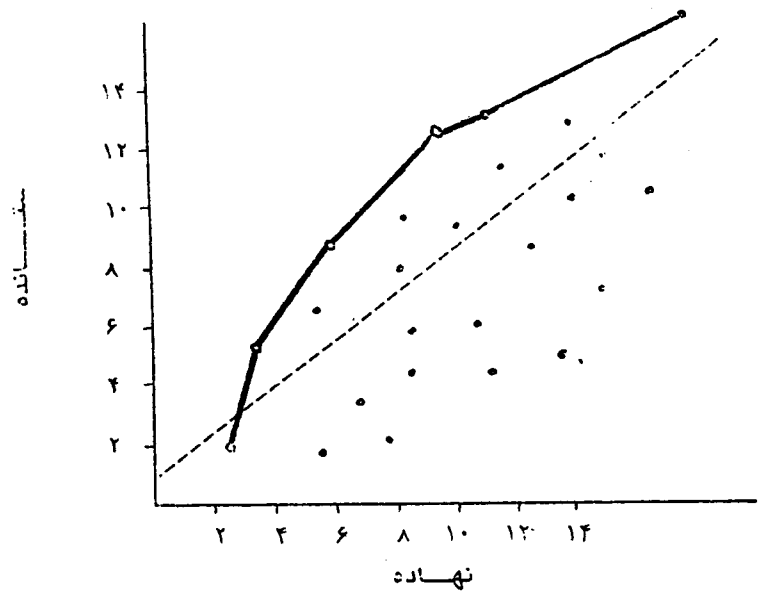
۴. سابقه و مبانی نظری پژوهش

مسأله ارزیابی عملکرد و سنجش کارایی نسبی نظام‌ها از گذشته‌های دور توجهات بسیاری را به خود معطوف داشته، آن گونه که سوابق نشان می‌دهند در ۱۶۸۸ م شاه گریگوری[6] برای نخستین بار با هدف مقایسه و ارزیابی کارایی نسبی کشورهای انگلستان، هلند و فرانسه به مقایسه درآمد و هزینه ملی این کشورها با یکدیگر مبادرت نمود. اقدام در خور توجه دیگر در این زمینه از طرف آدام اسمیت (۱۷۷۶) با انتشار کتاب بسیار معروف «ثروت ملل» صورت پذیرفت. فردریک تیلور (۱۸۵۰) با ارایه مبانی مدیریت علمی در این حوزه جایگاهی قابل ذکر یافته است.

از پی این پیشگامان محققان بسیاری در این زمینه تلاش نموده‌اند. پرواضح است که ثمره این تلاش‌ها تدوین و توسعه روش‌های گوناگون به منظور سنجش کارایی نسبی و مقایسه عملکرد نظام‌های گوناگون بوده است.

در یک تقسیم‌بندی کلی مدل‌های سنجش کارایی را می‌توان به دو دسته مدل‌های پارامتریک و مدل‌های غیر پارامتریک تقسیم نمود. برای روشن شدن تفاوت بین این دو دسته از مدل‌ها، فرض می‌شود مجموعه مشاهداتی مثل شکل (۱) در دست باشد. هدف مدل‌های پارامتریک؛ بهینه‌سازی یک معادله رگرسیون است که به بهترین نحو رفتار ستانده را در مقابل تغییر رفتار نهاده توضیح دهد (٦).

6- Gregory king



شکل (۱) مقایسه روش‌های پارامتریک و غیرپارامتریک

لذا از تمام مشاهدات به یکباره برای به دست آوردن این معادله رگرسیون استفاده می‌شود. این روش مستلزم پذیرفتن یا تحمیل شکل تابعی مشخص برای نحوه ارتباط متغیر وابسته به متغیر مستقل است.

معمول‌ترین توابع، تابع تولید کاب – داگلاس، باکس-کاکس، تابع کندریک و تابع سولو است.

از آنجاکه فرم تابع در نظر گرفته شده برای معادله رگرسیون همواره با تردیدهایی همراه بوده، مدل‌های غیرپارامتریک مورد توجه قرار گرفته‌اند. در روش‌های غیرپارامتریک (برنامه‌ریزی ریاضی) بهینه‌سازی به طور مجزا بر روی هر یک از مشاهدات صورت می‌گیرد. به این ترتیب در این مدل‌ها به هیچ فرضی درباره شکل تابع نیاز نیست. این انعطاف‌پذیری و آزادی عمل در به‌کارگیری مدل‌های غیرپارامتریک، توجه بسیاری از محققان را جلب نموده است.

در این پژوهش نیز چارچوبی برای استفاده از مدل‌های غیرپارامتریک (برنامه‌ریزی ریاضی) برای سنجش کارایی نسبی صنایع ایران معرفی خواهد شد.

۵. روش اجرای پژوهش

۵-۱. طبقه‌بندی صنایع ایران

از آنجایی که هدف این پژوهش سنجش کارایی نسبی صنایع ایران است، در بدو امر به یک نظام طبقه‌بندی صنایع احساس نیاز می‌شود. به این منظور از «استاندارد بین‌المللی طبقه‌بندی صنعتی»[7] استفاده خواهد شد. براساس I.S.I.C کد یک رقمی ۳ به بخش صنعت و کدهای دو رقمی ۳۱ تا ۳۹ به صنایع نه‌گانه به شرح جدول (۴) اختصاص داده شده است.

در ادامه این مقاله از کدهای دو رقمی برای معرفی صنایع استفاده می‌شود.

جدول (٤) طبقه‌بندی بین‌المللی فعالیت‌های صنعتی

ردیف	صنعت	کد
۱	صنعت	۳
۲	موادغذایی، آشامیدنی و دخانیات	۳۱
۳	نساجی، پوشاک و چرم	۳۲
٤	چوب و محصولات چوبی	۳۳
٥	کاغذ، مقوا، چاپ و صحافی	۳٤
٦	محصولات صنایع شیمیایی	۳٥
۷	محصولات کانی غیرفلزی	۳٦
۸	محصولات فلزات اساسی	۳۷
۹	صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات	۳۸
۱۰	صنایع متفرقه	۳۹

7- International standard Industrial classification-I.S.I.C

۵-۲. دوره زمانی مطالعه

برای این پژوهش دوره زمانی ۱۳۵۸ تا ۱۳۷۷ یعنی یک دورهٔ ۲۰ ساله که سال‌های بعد از انقلاب بهمن ۵۷ را در برمی‌گیرد در نظر گرفته شده است. آمارگیری از صنایع توسط مرکز آمار ایران طی این دوره انجام شده و استخراج متغیرهای مستقل این پژوهش از نتایج این آمارگیری‌ها که به طور سالیانه منتشر می‌شود، امکان‌پذیر است.

۵-۳. متغیرهای پژوهش

الف) متغیرهای مستقل

متغیرهای مستقل در نظر گرفته شده برای پژوهش حاضر به دو دسته یکی نهاده‌ها و دیگری ستانده‌های فعالیت‌های صنعتی به قرار جدول (۵) تقسیم شده‌اند.

انتخاب این هفت متغیر به عنوان متغیرهای مستقل پژوهش به دو دلیل توجیه‌پذیر است. اول؛ در توصیه‌های I.S.I.C این نهاده‌ها و ستانده‌ها به عنوان مهمترین معرفی شده و اطلاعات مربوط به آنها جمع‌آوری می‌شود. دوم اینکه؛ در پژوهش‌های انجام شده در سایر کشورها، متغیرهایی کم و بیش مشابه به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گفته شده‌اند. به عنوان مثال در پژوهشی مشابه که در چین انجام شده (۷) متغیرهای ستانده، ارزش کل تولیدات صنعتی، ارزش کل خرده فروشی، ظرفیت حمل

جدول (۵) متغیرهای مستقل پژوهش

نهاده‌ها (X)	نماد	ستانده (Y)	نماد
۱- شمار کارکنان	X_1	۱- ارزش تولیدات	Y_1
۲- جبران خدمات	X_2	۲- ارزش افزوده	Y_2
۳- مواد اولیه	X_3	۳- سایر ستانده‌ها	Y_3
٤- انرژی	X_4		

و نقل و متغیرهای نهاده، سرمایه‌گذاری داخلی و سرمایه‌گذاری خارجی بوده‌اند. در پژوهشی دیگر که در فلسطین اشغالی انجام شده (۸) متغیرهای نهاده شامل مواد اولیه، دروندادهای عمومی، هزینه نیروی کار، نفر ساعت کار انجام شده و متغیرهای ستانده فروش در بازار محلی، درآمد صادرات، درآمد ناشی از کار برای سایر صنایع و سرمایه ناخالص بوده‌اند.

ب- متغیر وابسته

متغیر وابسته این پژوهش نیز کارایی نسبی است. کارایی نسبی هر صنعت به صورت شاخصی عددی از مقایسه عملکرد صنعت kام $K\in k=\{۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴، ۳۵، ۳۶، ۳۷، ۳۸، ۳۹\}$ در سال zام $j\in j=\{۱۳۵۸،۱۳۵۹،...،۱۳۷۶،۱۳۷۷\}$ با عملکرد همان صنعت kام در سال‌های مجموعه j محاسبه خواهد شد. به این ترتیب از آنجاکه عملکرد سال‌های مختلف صنعت Kام با یکدیگر مقایسه خواهد شد، شرط همگنی برای مقایسه رعایت خواهد شد.

۴-۵. مدل‌های سنجش کارایی نسبی

به منظور محاسبه شاخص کارایی نسبی صنعت kام در سال zام، ابتدا مدل نسبتی[8] CCR از مدل‌های تحلیلی پوششی داده‌ها، [9] DEA، حل خواهد شد، لذا ذیلاً مدل نسبتی CCR معرفی می‌شود:

صنعت k از $k\in K = \{۳۱ و ... ۳۹\}$ در سال $j\in J = \{۱۳۵۸ ... ۱۳۷۷\}$ با استفاده از ۴ نهاده، x_{ij} ($i = ۱ ... ۴$) سه ستانده، y_{rj} ($r = ۱ ... ۳$) تولید می‌کند، بنابراین در مدل

8- Charnes, Cooper and Rhodes model.

9- Data Envelopment Analysis.

نسبتی CCR معیار زیر برای عملکرد صنعت kام در سال jام به کار می‌رود.

$$h_{kj} = \frac{\sum_{r=1}^{3} u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^{4} v_i x_{ij}} = \frac{\text{مجموع ستانده موزون}}{\text{مجموع نهاده موزون}}$$

که در آن v_i (I = ۱ و ... ۴) و u_r، (r = ۱ و ... ۳) به ترتیب وزن نهاده‌ها و ستانده‌ها برای ترکیب ۴ نهاده و ۳ ستانده صنعت هستند. این وزن‌ها با حل مسأله برنامه‌ریزی ریاضی زیر برای kام در سال jام به دست می‌آیند (۹).

$$\max h_{kj}(u, v) = \frac{\sum_{r=1}^{3} u_r y_{ri}}{\sum_{i=1}^{4} v_i x_{ij}} \qquad k=۳۱ \text{ و ... و } ۳۹$$

s.t.

$$\frac{\sum_{r=1}^{3} u_r y_{ri}}{\sum_{i=1}^{4} v_i x_{ij}} \le ۱ \qquad j=۱۳۵۸ \text{ و ...و } ۱۳۷۷$$

$$u_r \ge \zeta \qquad r = ۱ \text{ و } ۲ \text{ و } ۳$$

$$v_i \ge \zeta \qquad I = ۱ \text{ و } ۲ \text{ و } ۳ \text{ و } ۴$$

در مدل فوق با تغییر j از ۱۳۵۸ تا ۱۳۷۷ برای صنعت kام مقدار تابع هدف بهینه h_{kj}^* به همراه مجموع وزن‌های بهینه (u_r^* و v_i^*) به ازاء صنعت kام در سال j ام به دست می‌آید. واضح است که مقدار بزرگتر h_{kj}^* معرف کارایی نسبی بیشتر (عملکرد بهتر) و مقدار کوچکتر h_{kj}^* معرف کارایی نسبی کمتر (عملکرد ضعیف‌تر) برای صنعت kام در سال jام است؛ با این حال، با توجه به محدودیت‌های مدل، بزرگترین مقدار ممکن برای h_{kj}^* معادل ۱ است. بنابراین اگر $h_{kj}^* = ۱$ باشد، صنعت kام در سال jام در مقایسه با بقیه سال‌های مورد مطالعه همین صنعت کارا بوده و اگر چنانچه $h_{kj}^* < ۱$ باشد صنعت kام در سال jام در مقایسه با بقیه سال‌های مورد مطالعه همین صنعت ناکارا بوده است.

مدل نسبی CCR همانند سایر مدل‌های DEA اساساً برای افراز مجموعه سال‌های ۲۰ گانه عملکرد صنعت kام به دو زیر مجموعه سال‌های کارا و ناکارا کاربرد دارد. به عبارت دیگر، برای صنعت kام می‌توان نوشت:

J=EJUNJ

$j \in EJ$ اگر $h_{kj}^* = ۱$

$j \in NJ$ اگر $h_{kj}^* < ۱$

که EJ زیر مجموعه سال‌های کارا و NJ زیر مجموعه سال‌های ناکارا برای صنعت را نشان می‌دهد.

در حال حاضر، یکی از زمینه‌های تحقیقاتی، رتبه‌بندی کامل از کاراترین به ناکاراترین سال عملکرد صنعت است. به طور کلی در زمینه مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، DEA، در خصوص رتبه‌بندی کامل واحدهای مورد مطالعه از کاراترین به ناکاراترین پژوهش‌های چندی صورت گرفته است.

Anderson and Peterson (1993) فقط واحدهای کارا را رتبه‌بندی نموده‌اند، Cook and Kress (1991) براساس ترجیحات ترتیبی به رتبه‌بندی واحدها اقدام نموده‌اند، Cooper and tone (1997) براساس مقدار متغیرهای کمکی مدل‌های DEA به رتبه‌بندی واحدها پرداخته‌اند.

Mehrabian, Alirezaee and Jahanshahloo (1999) یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی برای این منظور ارایه داده‌اند. Oral, Kettani and Lang (19991) Doyle and Green (1994) از روش کارایی متقابل به این منظور بهره گرفته‌اند، فرهاد حسین‌زاده لطفی در رساله دکتری ریاضی کاربردی خود از برنامه‌ریزی چند هدفه استفاده کرده است. با این حال هنوز هم تحقیقات قابل توجهی در این زمینه صورت می‌گیرد، حتی اخیراً بعضی از روش‌های آمار چند متغیره در این خصوص پیشنهاد و به کار گرفته شده است.

در پژوهش حاضر نیز یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی کسری به منظور رتبه‌بندی کامل از کاراترین به ناکاراترین معرفی شده است. این مدل که توسط نگارنده مدل ماکسی‌مینی (Maximin) نام‌گذاری شده برای صنعت kام به صورت زیر نوشته و بهینه‌سازی می‌شود.

$$\max\left\{\min_j \frac{\sum_{r=1}^{3} u_r y_{ri}}{\sum_{i=1}^{4} v_i x_{ij}}\right\}$$

چنانچه $z_k = \min_j \frac{\sum_{r=1}^{3} v_r y_{ri}}{\sum_{i=1}^{4} u_i x_{ij}}$ باشد آنگاه

مدل ماکسی‌مینی را می‌توان به صورت زیر بازنویسی نمود.

$$\text{Max} \quad z_k$$

s.t.

$$z_k \le \frac{\sum_{r=1}^{3} u_r y_{ri}}{\sum_{i=1}^{4} v_i x_{ij}} \qquad j \in J$$

$$Z, u_r, v_i \ge \zeta$$

با حل مدل ماکسی‌مینی هر بار برای یک صنعت، بردار وزن‌های بهینه برای صنعت kام یعنی $(u_1^* \text{ و } u_2^* \text{ و } u_3^*) = u_k^*$ و $(v_1^* \text{ و } v_2^* \text{ و } v_3^* \text{ و } v_4^*) = v_k^*$ به دست می‌آید. پس آنگاه کارایی نسبی هر $j \in J$ از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$e_{kj} = \frac{\sum_{r=1}^{3} u_r^* y_{ri}}{\sum_{i=1}^{4} v_i^* x_{ij}}$$

واضح است که مقدار e_{kj} بزرگتر از صفر بوده اما کران بالا ندارد بنابراین براساس مقدار e_{kj} می‌توان سال‌های عملکرد صنعت kام را رتبه‌بندی کامل نمود به نحوی که سال دارای بزرگترین e_{kj} بالاترین رتبه و سال دارای کوچکترین e_{kj} کمترین رتبه کارایی را دریافت نماید.

در بیان مفهوم مدل ماکسی‌مین باید اشاره نمود که ویژگی اساسی تمام مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، دادن آزادی عمل به هر یک از واحدهای تحت ارزیابی برای انتخاب بردار وزن‌های V,U منحصر به همان واحد به قسمی است که کارایی نسبی آن را حداکثر سازد. به عبارت دیگر مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها این اجازه را به هر واحدها تحت ارزیابی می‌دهند که کارایی نسبی خود را تا جایی که کارایی نسبی کلیه واحدها از ۱ بیشتر نشود افزایش دهند.

این ویژگی مثل این است که حتی به ضعیف‌ترین واحد از لحاظ کارایی نسبی یعنی واحدی که حداقل نسبت $\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} / \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}$ را دارد نیز اجازه داده شود که کارایی نسبی خود را تا حد ممکن افزایش دهد. بنابراین چنانچه مدلی تعریف شود که بیشینه‌سازی دارنده حداقل نسبت ستانده موزون به نهاده موزون را انجام دهد، انتظار می‌رود که همان نتایج اجرای مدل تحلیل پوششی داده‌ها را در پی داشته باشد. مدل ماکسی‌مین چنین خاصیتی دارد.

۵-۵. آزمون آماری

مدل نسبتی CCR سال‌های دوره مورد مطالعه صنعت kام را به دو زیر مجموعه افراز می‌کند. یکی زیر مجموعه سال‌های کارا و دیگری زیر مجموعه سال‌های ناکارا. اکنون باید بررسی شود که آیا نتایج رتبه‌بندی کامل با استفاده از مدل ماکسی‌مین با نتایج اجرای مدل CCR مطابقت دارد یا خیر. به این منظور از آزمون مجموع رتبه‌های من-ویتنی[10] برای دو نمونه مستقل استفاده می‌شود.

فرض صفر و فرض مقابل در این آزمون به صورت زیر است:

H_0: مجموع رتبه‌های اختصاص یافته به اعضای زیر مجموعه EJ برابر با مجموع رتبه‌های اختصاص یافته به اعضای زیر مجموعه NJ است.

H_1: مجموعه رتبه‌های اختصاص یافته به اعضای زیر مجموعه EJ کمتر از مجموع رتبه‌های اختصاص یافته به اعضای زیر مجموعه NJ است.

اگر فرض صفر رد شود، آنگاه می‌توان نتیجه گرفت که، برای صنعت kام، آن سال‌هایی که توسط مدل CCR کارا تشخیص داده شده‌اند به طور متوسط توسط مدل ماکسی‌مین رتبه‌های کمتری (امتیاز کارایی بیشتری) دریافت می‌کنند. در غیر این صورت می‌توان نتیجه گرفت که روش رتبه‌بندی کامل با مدل CCR مطابقت ندارد.

پژوهشگران متعددی در این زمینه از آزمون من-ویتنی استفاده کرده‌اند از آن جمله Brocket and Golany (1996), Friedman and Sinuany-Stern (1998) به علاوه این پژوهشگران تأکید کرده‌اند که در این حوزه آزمون‌های ناپارامتری در مقایسه با آزمون‌های پارامتری مناسب‌تر هستند.

۶. تجزیه و تحلیل داده‌ها و نتایج

در این بخش داده‌های جمع‌آوری شده، تجزیه و تحلیل و بررسی خواهند شد. در ابتدا نتایج حاصل از اجرای مدل نسبتی تحلیل پوششی داده‌های CCR بررسی شده است.

گفته شد که به ازاءهر صنعت $k \in K$ ابتدا مدل تحلیل پوشش داده‌ها حل خواهد شد. مقدار تابع هدف این مدل برای صنعت k در سال jام، h_{kj} است که در حالت بهینگی اگر برابر با یک

10- Mann-Whitney test.

باشد نشان‌دهنده آن است که صنعت k در سال j ام کارا بوده است و چنانچه $h_{kj}^* < 1$ باشد مبین آن است که صنعت k در سال jام ناکارا بوده است. مقادیر h_{kj}^* برای صنایع نه‌گانه در جدول (۶) نشان داده شده است.

خلاصه‌ای از اطلاعات جدول (۶) در جدول (۷) آورده شده است. براساس جدول (۷) به جز صنایع کانی غیر فلزی (کد ۳۶) که در این دوره ۲۰ ساله ۱۳ سال-معادل ۶۵٪ سال‌ها-کارا بوده بقیه صنایع حتی کمتر از نیمی از این دوره را کارا عمل کرده‌اند. در این میان صنایع شیمیایی فقط ۳ سال از ۲۰ سال یعنی ۱۵٪ سال‌ها را کارا عمل نموده و ۸۵٪ از سال‌ها ناکارا بوده و از این بابت پایین‌ترین رتبه را دریافت می‌نماید. رتبه‌بندی صنایع نه‌گانه از لحاظ تعداد سال‌های عملکرد کارا به قرار زیر است:

- صنایع کانی غیرفلزی کد	(۳۶)	با	۶۵٪	سال‌ها کارا رتبه اول
- صنایع کاغذ، مقوا، چاپ و صحافی کد	(۳۴)	با	۴۵٪	سال‌ها کارا رتبه دوم
- صنایع مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات کد	(۳۱)	با	۴۰٪	سال‌ها کارا رتبه سوم
- صنایع چوبی و محصولات چوبی کد	(۳۳)	با	۳۵٪	سال‌ها کارا رتبه چهارم
- صنایع فلزات اساسی کد	(۳۷)	با	۳۵٪	سال‌ها کارا رتبه چهارم
- صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات کد	(۳۸)	با	۳۵٪	سال‌ها کارا رتبه چهارم
- صنایع متفرقه کد	(۳۹)	با	۳۰٪	سال‌ها کارا رتبه پنجم
- صنایع نساجی، پوشاک و چرم کد	(۳۲)	با	۲۰٪	سال‌ها کارا رتبه ششم
- صنایع شیمیایی کد	(۳۵)	با	۱۵٪	سال‌ها کارا رتبه هفتم

جدول (٦) مقدار تابع هدف مدل تحلیل پوششی داده‌های CCR برای صنایع نه‌گانه

ردیف	سال (j)	h۳۹	h۳۸	h۳۷	h۳٦	h۳٥	h۳٤	h۳۳	h۳۲	h۳۱
۱	۱۳٥۸	۰/۲٥٤٦	۰/٤٥۸٥	۰/۹۹۹۹	۱	۰/۲۰۸٤	۰/۹۱٤٥	۰/۷۱۹۰	۰/٦٤٤۸	۰/٦۲۱۱
۲	۱۳٥۹	۰/٤٤۳٦	۰/٥٥۳۲	۰/٦۳۸٥	۰/٦٤٤۲	۰/۲۰٤۹	۰/۷٥۷۱	۰/۷۰۱٥	۰/٦۱۳۲	۰/٦٤٦۰
۳	۱۳٦۰	۰/۲٦۱۹	۰/٦۱۰٦	۰/۹٥۹۰	۰/٦۱۳۸	۰/۲۰۳٦	۰/۷۲٦۱	۰/۷۱۰۰	۰/٦۲۲۳	۰/۷۷٦۲
٤	۱۳٦۱	۰/۱٤٦۷	۰/٥۸۷۱	۰/۸٦۷۷	۰/٦۲۰۷	۰/۳۲٦٦	۰/۷٤٤۲	۰/٦۰۲۹	۰/۰۰۳٥	۰/٤۳٥۲
٥	۱۳٦۲	۰/۲٦۸۹	۱	۰/۷۳۱۰	۰/٦۹٤۹	۰/۳۲۹۰	۰/۸٦۰٦	۰/۸۰۸۷	۰/۷۰۸٤	۱
٦	۱۳٦۳	۰/٥۱۷۹	۰/۷۷۸۲	۰/۳٤۱٦	۰/۷٤۲۷	۰/٤٤۰٤	۱	۰/٦۸۲۸	۰/۷۱۳٦	۰/۸۹۱۳
۷	۱۳٦٤	۰/۷۸٦۳	۰/٦۷۹٤	۰/٦۸٥٥	۰/۸۲٦۸	۰/٤۸۷٥	۱	۰/٦٤۱٦	۰/۷۳۰۷	۰/۹۲۳۸
۸	۱۳٦٥	۰/٥۳۰۹	۰/٥۸۸۱	۰/٦٥۹۰	۱	۰/۳۲٥۸	۰/٦۷٦٤	۰/۸٦۳۲	۰/۸٦۳۲	۰/٤۳۲۱
۹	۱۳٦٦	۰/٦۰۹۸	۰/۳۰۰٥	۰/٥۷۷٤	۱	۰/٥۷۹٥	۱	۱	۰/۸۱۷۰	۰/٤٤۲۸
۱۰	۱۳٦۷	۰/۷۱۸۳	۰/۷۳۷۲	۰/۷۰۹٦	۰/۷۸۹۸	۰/٦۱۹۷	۰/۸۳۸۳	۱	۰/۸۹۰۲	۰/۲٦۸۳
۱۱	۱۳٦۸	۰/٥٤٦۳	۱	۱	۱	۰/٥۰۷۳	۰/۹٤۸٦	۰/۷۲۱۸	۰/۹۸۹۳	۱
۱۲	۱۳٦۹	۰/۳۳٦٥	۱	۱	۱	۰/۹۷۳۸	۱	۱	۱	۰/٤۰٥٤
۱۳	۱۳۷۰	۱	۱	۰/۷۷۷۹	۱	۰/٤۰٥۹	۰/۹۷۳۲	۰/۹۹۳٥	۱	۰/٤۷٦۲
۱٤	۱۳۷۱	۱	۱	۱	۱	۰/٤٤۲۸	۱	۰/۷۱٤۰	۰/۹۳۸۷	۰/٥۲۲۷
۱٥	۱۳۷۲	۱	۰/۹۹۱۸	۱	۱	۰/٥٦۸٤	۰/۸٦۱۸	۱	۰/۹۱۲٤	۱
۱٦	۱۳۷۳	۱	۰/۷٦۳٥	۱	۱	۱	۱	۰/۹۸۳۸	۱	۱
۱۷	۱۳۷٤	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۹۸۱٦	۰/۷۹۲۸	۱
۱۸	۱۳۷٥	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۹	۱۳۷٦	۰/۷۸۳٤	۰/٤۱۸٤	۰/۹۷٤۸	۱	۰/۹۰۲٦	۰/۹۹۳٦	۱	۰/۱۹۲۲٥	۱
۲۰	۱۳۷۷	۰/٦۸۲۳	۰/٥۸۷۳	۰/۹۳٦۷	۱	۰/۸۱٤۳	۰/۹۸۲۸	۱	۰/۸٦٤۷	۱

جدول (۷) خلاصه اطلاعات کارایی سالیانه صنایع نه‌گانه

کد صنعت	۳۹	۳۸	۳۷	۳٦	۳٥	۳٤	۳۳	۳۲	۳۱
تعداد سال‌های کارا	٦	۷	۷	۱۳	۳	۹	۷	٤	۸
درصد سال‌های کارا	۳۰	۳٥	۳٥	٦٥	۱٥	٤٥	۳٥	۲۰	٤۰
تعداد سال‌های ناکارا	۱٤	۱۳	۱۳	۷	۱۷	۱۱	۱۳	۱٦	۱۲
درصد سال‌های ناکارا	۷۰	٦٥	٦٥	۳٥	۸٥	٥٥	٦٥	۸۰	٦۰

با وجود اینکه اختلاف قابل توجهی بین بیشترین سال‌های عملکرد کارا یعنی ۱۳ سال مربوط به صنایع کانی غیرفلزی و کمترین آن یعنی ۳ سال مربوط به صنایع شیمیایی وجود دارد - این اختلاف برابر با ۱۰ = ۳ − ۱۳ سال یعنی معادل نیمی از سال‌های دوره زمانی مورد مطالعه است- این امکان وجود دارد که این اختلاف‌ها از لحاظ آماری معنادار نباشند.

به منظور بررسی اینکه آیا تفاوت تعداد سال‌هایی که هر یک از صنایع نه‌گانه عملکرد کارا داشته‌اند از لحاظ آماری معنادار است یا خیر از آزمون مربع کای استفاده شده است. فرض صفر و فرض مقابل به شرح ذیل است:

H_0: نسبت سال‌های عملکرد کارا در تمام صنایع نه‌گانه یکسان است

H_1: نسبت سال‌های عملکرد کارا در حداقل دو صنعت از صنایع نه‌گانه یکسان نیست

مقدار کای دو جدول در سطح اطمینان ۰/۰۱ و درجه آزادی ۸ برابر ۲۰/۹ است که از کای دو محاسبه شده یعنی ۹/۴۱ بیشتر است. بنابراین H_0 پذیرفته شده و نتیجه گرفته می‌شود که تفاوت سال‌های عملکرد کارا در صنایع نه‌گانه معنادار نیست به عبارت دیگر، هیچ یک از شاخه‌های نه‌گانه صنعت موجود در ایران از نظر تعداد سال‌هایی که طی دوره مطالعه کارا بوده‌اند، برتری نسبت به دیگری ندارد.

این نتیجه می‌رساند که در تأسیس صنایع در ایران به ملاک‌هایی چون مزیت نسبی و مناسب بودن آن صنعت برای کشور توجه نشده بلکه صرفاً در نظر بوده هر آنچه نیاز است در داخل کشور تولید شود.

نتیجه اجرای مدل تحلیل پوششی داده‌ها برای صنایع نه‌گانه افزار مجموعه سال‌های عملکرد به دو زیر مجموعه سال‌های عملکرد کارا و عملکرد ناکارا است. در حالی که در این پژوهش قصد است که برای هر صنعت K $k\in$ یک رتبه‌بندی کامل از سال با بالاترین کارایی به سال با کمترین کارایی صورت گیرد. به این منظور مدل ماکسی‌مین در بخش (۴-۵) معرفی شد. این مدل برای تمام نه صنعت طی دوره ۲۰ ساله ۷۷-۱۳۵۸ اجرا شده و رتبه‌بندی سال‌های عملکرد هر صنعت براساس این مدل در جدول (۸) داده شده است.

برای آزمون تطابق نتایج مدل ماکسی‌مین با نتایج مدل تحلیل پوششی داده‌ها از آزمون مجموع رتبه‌های من-وتینی برای دو نمونه مستقل استفاده شده است. نتایج این

آزمون در مورد هر نه صنعت منجر به رد فرض صفر شده است. به این ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که مدل ماکسی‌مین رتبه‌های کمتر (امتیاز کارایی بیشتر) را به آن سال‌هایی اختصاص داده که توسط مدل تحلیل پوششی CCR کارا تشخیص داده شده‌اند. بالنتیجه اعتبار مدل ماکسی‌مین برای رتبه‌بندی صنایع براساس معیار کارایی نسبی تأیید می‌شود.

۷. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی برای سنجش کارایی نسبی صنایع نه‌گانه ایران معرفی شد. اعتبار این مدل ریاضی نیز توسط آزمون آماری مورد بررسی قرار گرفت. از آنجا که مدل‌های ریاضی دارای دقت قابل قبولی می‌باشند، می‌توان از چارچوب و مدل معرفی شده در این پژوهش برای ارزیابی‌های ادواری عملکرد اقتصادی صنایع ایران بهره گرفت.

مدل معرفی شده در این پژوهش-مدل ماکسی‌مین- برای صنایع نه‌گانه ایران طی سال‌های ۷۷-۱۳۵۸ اجرا و نتایج آن در جدول (۸) آورده شده است. نگاهی به این جدول روشن می‌سازد که تقریباً تمام صنایع نه‌گانه طی سال‌های نیمه اول دوره بررسی، یعنی سال‌های ۱۳۵۸ تا ۱۳۶۷ رتبه‌های بالایی از لحاظ کارایی نسبی گرفته‌اند به عبارت دیگر در این سال‌ها عملکرد ضعیف‌تری داشته‌اند. چنین عملکرد ضعیفی را می‌توان احتمالاً به وضعیت خاص سال‌های اول انقلاب و پس از آن آغاز جنگ نسبت داد. در نیمهٔ دوم دوره بررسی یعنی سال‌های ۱۳۶۸ تا ۱۳۷۷ عموماً رتبه‌های کمتر مشاهده می‌شود. به عبارت دیگر طی دهه ۷۷-۱۳۶۸ با پایان یافتن جنگ تحمیلی و استفاده از ظرفیت‌های بلااستفاده و بازسازی صنایع، کارایی نسبی صنایع نیز بهبود یافته است.

براساس جدول (۸) صنعت نساجی، پوشاک و چرم (۳۲) و صنایع شیمیایی (۳۵) در سال ۱۳۵۸ کمترین کارایی نسبی و به ترتیب در سال ۱۳۶۴ و ۱۳۷۵ بالاترین کارایی نسبی را داشته‌اند.

براین اساس، می‌توان نتیجه گرفت که صنعت نساجی، پوشاک و چرم توانسته در طی ۶ سال از کمترین کارایی نسبی به بالاترین سطح کارایی نسبی دست یابد در حالی که این تغییر برای صنایع شیمیایی به ۱۷ سال وقت نیاز داشته است.

صنعت کاغذ، مقوا، چاپ و صحافی (۳۴)، محصولات کافی غیرفلزی (۳۶) و محصولات فلزات اساسی (۳۷) در سال ۱۳۵۹ کمترین کارایی نسبی و به ترتیب در سال‌های ۱۳۷۴، ۱۳۷۲، ۱۳۷۳ بیشترین کارایی نسبی را داشته‌اند. برای این سه صنعت فاصله زمانی رسیدن به بیشترین کارایی نسبی تقریباً برابر و حداقل معادل ۱۳ سال بوده است.

صنعت چوب و محصولات چوبی (۳۳) در سال ۱۳۶۰ کمترین کارایی نسبی و در سال ۱۳۶۹ یعنی ده سال بعد بیشترین کارایی نسبی را داشته است.

صنعت ماشین‌آلات و تجهیزات (۳۸) در سال ۱۳۶۴ کمترین و در سال ۱۳۷۷ بیشترین کارایی نسبی را از آن خود نموده است.

صنعت مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات (۳۱) در سال ۱۳۶۶ کمترین کارایی را داشته و بالاخره صنایع متفرقه (۳۹)در سال ۱۳۶۸ کمترین و در سال ۱۳۷۲ یعنی فقط چهار سال بعد بیشترین کارایی نسبی را داشته است.

تحلیل فوق می‌رساند که صنایع متفرقه در کمترین دوره زمانی یعنی چهار سال از بدترین وضعیت از لحاظ کارایی نسبی به بهترین وضعیت ممکن رسیده در حالی که این تغییر کارایی برای صنایع شیمیایی ۱۷ سال به طول انجامیده است.

در پژوهش‌های آتی می‌توان نقش هر یک از نهاده‌ها و ستانده‌ها در عملکرد اقتصادی صنایع را مورد تأکید قرار داد.

ارزیابی عملکرد اقتصادی صنایع براساس معیار کارایی نسبی می‌تواند نهاده‌ها و ستانده‌های مؤثر بر کارایی را در صنعت مورد نظر شناسایی نموده و صنایع ناکارا را به سمت کارایی هدایت نماید.

کارا نمودن صنایع ناکارا می‌تواند از نیاز کشور به ایجاد و توسعه صنایع جدید کاسته، در مصرف نهاده‌های صنعت صرفه‌جویی ایجاد نموده و نیز قیمت تمام شده کالاهای تولیدی را کاهش دهد.

استفاده از مدل سنجش 'کارایی نسبی صنایع، می‌تواند به شناسایی صنایع مناسب برای ایران منجر شود. به علاوه از این مدل می‌توان برای ارزیابی عملکرد مدیران بخش‌های نه‌گانه صنعت نیز بهره گرفت.

در این پژوهش فقط از چهار نهاده و سه ستانده صنعت، جمعاً هفت متغیر، برای سنجش کارایی نسبی صنایع استفاده شده است. استفاده از سایر نهاده‌ها و ستانده‌های صنعت در این زمینه می‌تواند راهگشای پژوهش‌های بعدی باشد.

جدول (۸) رتبه‌بندی صنایع براساس معیار کارایی نسبتی مدل ماکسی‌مین

کد / سال	رتبه								
	۳۹	۳۸	۳۷	۳۶	۳۵	۳٤	۳۳	۳۲	۳۱
۱۳۵۸	۱۷	۱۸	۷	۱۷	۲۰	۱۲	۱۹	۲۰	۱٤
۱۳۵۹	۱٦	۱۵	۲۰	۲۰	۱۸	۲۰	۳	۱۵	۱۲
۱۳٦۰	۱۹	۱۱	۱٦	۱۸	۱۷	۱۸	۲۰	۲	۱۰
۱۳٦۱	۱۸	۱۹	۱۰	۱۹	۱٤	۱۹	۱۷	۵	۱۳
۱۳٦۲	۱۵	۱٦	۱۸	۱٦	۱۲	۱۷	۱٦	٤	۸
۱۳٦۳	۱۳	۱۲	۱٤	۱۵	۸	۹	۱۸	۳	۱۱
۱۳٦٤	۱۰	۲۰	۱۱	۱٤	۹	٦	۱۵	۱	۲
۱۳٦۵	۱۱	۱۷	۱۵	۱۳	۱۹	۱٤	۱٤	۱٦	۳
۱۳٦٦	۱۲	۱٤	۱۷	۱۱	۱۵	۱۳	۱۲	۱۹	۲۰
۱۳٦۷	٦	۱۳	۱۲	۱۲	۱٦	۱٦	۵	۱۷	۱۹
۱۳٦۸	۲۰	۱۰	۱۳	۹	۱۱	۱۵	۱۳	۱٤	۱۸
۱۳٦۹	۱٤	٦	۸	۸	۷	۱۱	۱	۸	۱۷
۱۳۷۰	۳	۷	۵	۷	۱۳	۸	۸	۷	۱٦
۱۳۷۱	۷	۵	۹	٦	۱۰	۲	۱۰	۹	۱۵
۱۳۷۲	۱	۸	۱۹	۱	٦	٤	۷	۱۱	۱٤
۱۳۷۳	۲	۹	۱	۲	۳	۷	۹	٦	۵
۱۳۷٤	٤	۲	۲	۳	۲	۱	٤	۱۸	۷
۱۳۷۵	۵	٤	۳	٤	۱	۳	۲	۱۰	٦
۱۳۷٦	۸	۳	٤	۵	٤	۵	٦	۱۳	۱
۱۳۷۷	۹	۱	٦	۱۰	۵	۱۰	۱۱	۱۲	۹

منابع و مآخذ

۱. امیراحمدی، هوشنگ، ابزارهای توسعه صنعتی، تداوم و گسست، ترجمه علیرضا طیب، شیرازه، ۱۳۷۷.

۲. ابراهیمی،امیرهوشنگ و همکاران «بخش صنعت، پیام ناکامی‌های برنامه اول برای برنامه دوم» مجلس و پژوهش، شماره هشتم. سال دوم، اردیبهشت ۱۳۷۳.

۳. حسین‌زاده لطفی، فرهاد، کاربرد برنامه‌ریزی چند هدفی برای رفع برخی از مشکلات تئوری و محاسباتی در تحلیل پوشش داده‌ها، رساله دکتری ریاضی کاربردی، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، سال تحصیلی ۷۹-۱۳۷۸.

۴. گریفین، کیت، راهبرد توسعه اقتصادی، ترجمه حسین راغفر و محمد حسین هاشمی، تهران، نشرنی، ۱۳۷۵.

۵. هیویت، تام و همکاران، صنعتی شدن و توسعه، ترجمه طاهره قادری، تهران، دانشگاه علامه طباطبایی ۱۳۷۷.

6. Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y. and seiford, L. Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications. Kluwer Academic Publishers, Bostan, 1995.
7. Cooper, W. W., Seiforsd, L. M. and Kaoru, T., Data Envelopment Analysis Kluwer Academic Publishers, Boston, 1998.
8. McClave, T. James., Benson, P. George. Statistics for Business and Economics. Fifth edition, Maxwell Macmillan International Editions, 1991.
9. Hwang, ching-Lai, Masud, A syed. Multiple Objective Decision Making, Methods and Applications. Springer-Verlag 1979.
10. Henderson, J. M. and Quant, R. E. Microeconomic Theory, a mathematical approach. 2nd ed. Mc graw-Hill, 1971.
11. Maddala, G. S., Econometrics, Mc Graw-Hill Inc. 1977.
12. RAO, S. S., Optimization Theory and Applications, Second Edition, New Age International (P) Limited, Publishers, 1984.
13. Anderson, P. and Peterson, C., Aprocedure for ranking efficient units in data envelopment analysis, management saience, vol 39. PP. 1261-1264, 1993.
14. Arnold, V. L, Bardhan, I. R., Cooper, W. W. and Klumbhaker, S. C., New uses of DEA and Statistical Regressions for Efficiency Evaluation and Estimation with an illustrative Application to bublic Secondary Schools in Texas., Annals of Operations Research 66:255-227, 1996.
15. Brockett, P. L. and Golany, B., Using Rank Statistics for determinig Programmatic efficiency difference in DEA., Management Science, 1996, 42, 466-472.
16. Charnes, A., Cooper, W. W. li, S., Using data envelopment analysis to evaluate efficiency in the economic Performance of chinese cities., Socio-Economic Planning Science, 1989, 23, 325-344.

17. Doyle, J. and Green, R. Efficiency and cross-efficiency in DEA:Derivations meaning, J Opl res. Soc. Vol 45, No 5, PP. 567-578, 1994.
18. Friedoman, L., Sinuany-Stern, Z,. Scaling units Via canonical correlation analysis in DEA context, European Journal of operational research 100 (1997) 629-637.
19. Friedoman, Lea, Sinuany-stern, Zilla,. Combining ranking scalles and selecting variables in DEA contex: the case of industrial branches. Computers Ops Res. Vol.25, Noq, PP. 781-791, 1998.
20. Jahanshahloo. J. R., and Alirezaee, M. R., Measuring the efficiency of academic units at the teacher traning university, the 26th Annual Iranian Mathematics Conferance, 1995, PP. 167-171.
21. Joro, T., Korhonen, P., and Wallenius, J., Structural Comparison of Data Envelopment Analysis and Multiple Objective linear Programming, Management science vol. 44, No. 7, July, 1998.
22. Mehrabian, S., Alirezaee, M. R. and Jahanshahloo, G. R., A Complete Efficiency ranking of desision making unit in Data Envelopment Analysis, Computational Optimization and Application, 14 (1999) 261-266.
23. Neogi, C. and Ghosh, B., Intertemporal efficiency Variation in Indian manufac turing industries., Journal of Productivity Analysis, 1994, 5, 301-324.
24. Sinuany-Stern, Z. and Friedman, L., DEA and the discriminant Analysis of ratios for ranking units, Euro. J. of apl. Res. 111 (1998), 470-478.
25. Sinuany-Stern, Z., Mehrez, A., Barboy, A Academic departments efficiency in DEA, Computer & OR, 1994, 21 (5), 543-556.
26. Sengupta, J. K., tests of efficiency in data envelopment analysis., Computer & OR, 1990 17 (2), 123-132.
27. Zhu, J., Data Envelopment Analysis vs. Principal Component Analysis: An illustrative Study of economic perfomance of chines cities, European Journal of operational research, 111 (1998) 50-61.
28. Zho, J., Robustness of the efficient DMUs in DEA European Journal of operational Research, 1996, 90, 451-460.