دانش مديريت، سال ۲۱، شماره ۸۱، تابستان ۱۳۸۷ ، از صفحه ۱۲۷ تا ۱۴۴

ارائه یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی جهت ارزیابی پالایشگاه‌های نفت کشور

[۱]محمدرضا مهرگان*، [۲]امین کامیاب مقدس، [۳]عالیه کاظمي

۱. دانشیار گروه مدیریت صنعتي دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، ایران
۲. کارشناس ارشد مدیریت صنعتي دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، ایران
۳. دانشجوي دکتري مدیریت تحقیق در عملیات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/۴/۲۶، تاریخ تصویب: ۱۳۸۶/۲/۱۱)

چکیده

مقاله حاضر به موضوع ارزیابي عملکرد پالایشگاه‌هاي نفت کشور بر مبناي عملکرد سال‌هاي ۸۰ ، ۸۱ ، ۸۲ و ۸۳ پرداخته است. مبناي ارزیابي در این تحقیق مدل‌سازي با استفاده از مدل‌هاي برنامه‌ریزي در تحقیق در عملیات بوده و بدین منظور از میان مدل‌هاي مختلف برنامه‌ریزي ریاضي یك مدل از ترکیب تکنیك هاي تحلیل پوششي داده‌ها و برنامه‌ریزي آرماني طراحي و ساخته شده که با دقت به مراتب بیشتري نسبت به مدل‌هاي کلاسیك تحلیل پوششي داده‌ها کارایي و بهره‌وري پالایشگاه‌هاي نفت کشور را اندازه‌گیري کرده و ضمن رتبه‌بندي آن‌ها میزان ناکارایي نسبي و دلایل این ضعف را شناسایي مي‌نماید. این بررسي بر بهره‌برداري بهینه از فرایندهاي پالایشي با توجه به ظرفیت‌ها و امکانات موجود با هزینه پالایشي کمتر و قابلیت تولید فرآورده‌هاي با ارزش افزوده بیشتر تاکید مي‌نماید.

واژه‌هاي کلیدي: تحلیل پوششي داده‌ها، برنامه‌ریزي ریاضي، ارزیابي عملکرد، کارایي، پالایشگاه.

* نویسنده مسؤول
Email: mehregan@ut.ac.ir

مقدمه

مباحث مربوط به ارزيابي و اندازه‌گيري به دليل ارائه يك بازخور از نحوه عمل واحدها و نيز سعي در يافتن مشكلات و رسيدن به سطح عملكرد مطلوب همواره از توجه و اهميتي خاص برخوردار بوده است. اين موضوع طي دوران مختلف و در علوم گوناگون مطرح بوده و به‌ويژه با بنيانگذاري مكتب مديريت علمي تيلور و برقراري و تدوين استانداردهاي مشخص كاري رواج بيشتري يافت[۳]. با توسعه علوم تصميم‌گيري در مديريت همچون تحقيق در عمليات مبنا و پايه علمي و رياضي اين اندازه‌گيري دقيقتر گرديد و ارزيابي‌ها بيشتر از حالت كيفي به كمي تبديل شد. اين علوم كاربردي به طور قابل ملاحظه‌اي در بهبود كيفيت تصميمات مديران موثر واقع مي‌شود. در اين مقاله سعي بر آنست كه با به‌كارگيري تكنيك‌هاي جديد و پيشرفته تحقيق در عمليات، عملكرد پالايشگاه‌هاي نفت كشور ارزيابي و كارايي آن‌ها اندازه‌گيري شود به گونه‌اي كه ضمن رتبه‌بندي آن‌ها نقاط ضعف و علل كارايي كمتر برخي واحدهاي پالايشگاهي شناسايي و راهكارهايي علمي جهت بهبود وضعيت آن‌ها ارائه شود. بررسي مقالات مرتبط با ارزيابي شركت‌هاي معتبر نفتي دنيا نيز حاكي بهره‌گيري از اين مدل‌ها در اندازه‌گيري‌هاي مورد نظر است[۱۳] [۱۴] [۱۵] [۱۶] [۱۷] [۱۸] [۱۹] [۲۰].

كشور ما به دليل برخورداري از منابع سرشار و عظيم نفتي و گازي دنيا مزيت نسبي عمده‌اي نسبت به ديگر كشورها دارد. اين موضوع اگر چه موجب وابستگي عظيم اقتصادي كشور به اين منابع شده اما به خودي خود يك مزيت و برتري است. درآمد حاصل از اين منبع اغلب با فروش نفت خام به عنوان ماده اوليه عايد كشور مي‌شود. در حالي‌كه با انجام عمليات پالايش و جداسازي و تبديل نفت خام به فرآورده‌هاي نفتي ارزش افزوده آن به مراتب افزايش مي‌يابد و ضمن تأمين نيازهاي بازار داخلي به اين محصولات مي‌توان بخشي از نيازهاي بازارهاي بين‌المللي را نيز برطرف نمود و درآمد به‌مراتب بالاتري را در اين بخش عايد كشور كرد [۱]. بنابراين موضوع سنجش عملكرد پالايشگاه‌ها به عنوان ركن اصلي اين تبديل و فرآوري در اين مهم نقشي حياتي دارد.

رويكرد تحليل پوششي داده‌ها، كه براي محاسبه كارايي واحدهاي سازماني مورد استفاده قرار مي‌گيرد و واحدهاي سازماني كارا را از واحدهاي ناكارا جدا كرده و به بررسي و شناخت علل ناكارآمدي واحدهايي با كارايي كمتر مي‌پردازد [۸]، اساس

مدل‌سازي ما را در اين تحقيق تشكيل مي‌دهد. اما از آنجا كه قدرت تفكيك پذيري مدل‌هاي كلاسيك تحليل پوششي داده‌ها، آنگاه كه تعداد واحدهاي تحت بررسي از ميزان مشخصي كمتر باشد، كاهش يافته و مدل قادر به تفكيك مناسب واحدهاي كارا از ناكارا نيست [۸]، در اين مقاله تلاش بر اين است تا ضمن ساخت و حل مدل كلاسيك ارزيابي واحدها، با تركيب و به‌كارگيري مدل آرماني تحليل پوششي داده‌ها و حل آن اين مشكل را برطرف نماييم.

اين تحقيق هم از جهت به‌كارگيري جديدترين و پيشرفته‌ترين تكنيك‌هاي تحقيق در عمليات و هم از اين حيث كه اين نوع ارزيابي براي اولين بار در صنعت نفت كشور و به‌طور خاص در مورد پالايشگاه‌هاي نفتي كشور انجام گرفته است، تازه و بديع مي‌باشد.

اهداف تحقيق

اهداف اين تحقيق كاربردي از منظر صنعت كمك به ارزيابي و اندازه‌گيري عملكرد پالايشگاه‌هاي نفت كشور به‌منظور بهره‌برداري بهينه از منابع و تجهيزات نفتي مي‌باشد كه شامل شناسايي پالايشگاه‌هاي كارا و ناكارا در دوره ارزيابي و رتبه‌بندي آن‌ها براساس شاخص‌هاي علمي كارائي، تعيين نقاط ضعف واحدهاي ناكارا و هدف‌گذاري و ارائه راه‌كارهاي علمي جهت بهبود كارائي واحدهاي ناكارا مي‌باشد.

از ديدگاه علمي به‌كارگيري و ارائه جديدترين و دقيق‌ترين مدل‌هاي تحقيق در عمليات و شاخص‌هاي علمي جهت اين ارزيابي در صنعت و به‌كارگيري نتايج آن از عمده‌ترين اهداف جهت ارتباط هر چه بيشتر و بهتر دانشگاه و صنعت و بسط و نشر اين علوم از چارچوب دانشگاه به حوزه كار و صنعت مي‌باشد.

پالايشگاه‌هاي نفت كشور

پالايش نفت خام و تهيه انواع فرآورده‌هاي اصلي نفت در كشور توسط ۹ شركت پالايشي با مجموع ظرفيت اسمي يك ميليون و سيصد و چهل و هفت هزار بشكه در روز به‌منظور تامين نيازهاي داخل كشور و صادرات پاره‌اي از فرآورده‌هاي مازاد بر مصرف داخلي به خارج از كشور انجام مي‌پذيرد [۱۰]. نگاره شماره (۱) ظرفيت پالايشگاه‌ها را به نمايش مي‌گذارد.

نگاره (۱): ظرفيت پالايشگاه‌هاي نفت كشور[۱]

نام	ظرفيت اسمي (هزار بشكه)	سهم توليد (در سال ۱۳۸۲- درصد)
شركت پالايش نفت آبادان	۳۵۰	۲۲/۵
شركت پالايش نفت اصفهان	۲۰۰	۲۳/۳
شركت پالايش نفت اراك	۱۵۰	۱۱/۴
شركت پالايش نفت تهران	۲۲۰	۱۳/۱
شركت پالايش نفت بندرعباس	۲۳۲	۱۷
شركت پالايش نفت تبريز	۱۱۰	۶
شركت پالايش نفت كرمانشاه	۲۵	۱/۵
شركت پالايش نفت شيراز	۴۰	۳/۴
شركت پالايش نفت لاوان	۲۰	۱/۸
جمع	۱۳۴۷	۱۰۰

تحليل پوششي داده‌ها

تحليل پوششي داده‌ها تكنيكي است كمي كه به‌منظور اندازه‌گيري كارايي فني نسبي واحدهاي سازماني مختلف مورد استفاده قرار مي‌گيرد [۷]. اين مدل در سال ۱۹۷۶ اول بار در رساله دكتري «ادوارد رودز» به راهنمايي «كوپر» تحت عنوان «ارزيابي پيشرفت تحصيلي دانش‌آموزان مدارس ملي آمريكا» ابداع و در سال ۱۹۷۸ با چاپ مقاله «اندازه‌گيري كارايي واحدهاي تصميم گيرنده» توسط «چارنز، كوپر و رودز» به جهان علم معرفي و به مدل CCR كه از حروف اول اسامي اين سه تشكيل مي‌گردد معروف گرديد. مدل CCR براي واحدهاي سازماني قابل استفاده است كه بازده آن‌ها نسبت به مقياس ثابت باشد [۲]. اين محدوديت بعدها توسط مدل BCC كه توانايي اندازه‌گيري كارايي واحدهايي با بازده متغير را نيز داشت برطرف گرديد [۲]. اما دو مشكل عمده مدل‌هاي كلاسيك تحليل پوششي داده‌ها يعني ضعف قدرت تفكيك و توزيع غير واقعي وزن ورودي و خروجي‌هاي مدل موجب شد تا اين مدل‌ها با ديگر مدل‌هاي برنامه‌ريزي رياضي نظير برنامه‌ريزي آرماني ادغام گردد و مدل‌هاي ارزيابي از نوع تركيبي ايجاد نمايد كه از آن به عنوان مدل‌هاي تحليل پوششي داده‌هاي چند هدفه نام برده مي‌شود [۶].

تعداد زياد ورودي و خروجي واحدهاي مورد بررسي و نيز مقياس‌هاي اندازه‌گيري

متفاوت هـر متغيـر در ايـن تحقيـق و بـه‌عـلاوه توانـايي و دقـت بـالاي ايـن مـدل‌هـا در اندازه‌گيري كارايي واحدها، موجب شد از ميان مدل‌هاي برنامه‌ريزي موجود، تكنيـك تحليل پوششي داده‌ها اساس مدل‌سازي و ارزيابي ما را تشكيل دهد.

مقايسه وضع كنوني ارزيابي عملكرد پالايشگاه‌ها با طرح و مدل‌هاي پيشنهادي

در خصوص شيوه‌هاي فعلي ارزيابي و اندازه‌گيري كارايي پالايشگاه‌ها مي‌تـوان بـه گزارشات ارزيابي شركت ملي پالايش و پخش فرآورده‌هاي نفتي ايران اشاره نمود. در شركت ملي پالايش و پخش فرآورده‌هـاي نفتـي ايـران كـه مـسئوليت سياسـتگذاري و تعيين خط مشي توليدي پالايشگاه‌ها را با توجه به ظرفيـت توليـدي و وضـعيت موجـود آن‌هـا برعهـده دارد ارزيـابي‌هـا عمـدتا مبتنـي بـر مـسايل فنـي پالايـشگاه‌هـا، كـاركرد تجهيزات، نياز مصرف و كنترل عملكرد دستگاه‌ها و بـه‌عبـارت ديگـر بـرآوردن برنامـه توليد با توجه به برنامه پيش‌بيني و تعيين ميزان انحرافات و علل آن‌هاست. به بيان ديگـر اين‌گونه ارزيابي‌ها بيشتر جنبه فني و عملياتي دارند كه البته جهت ثبات وضـعيت توليـد و مصرف فرآورده‌هاي نفتي لازم و ضروري است. براي مثـال مـي‌تـوان بـه گزارشـات عملكرد شركت‌هاي نه گانه پالايش نفـت كـه توسـط شـركت ملـي پـالايش و پخـش به‌صورت ماهانه و سالانه منتشر مي‌شود اشاره كرد. ميزان خوراك، مقايسه برنامه توليـد با پيش‌بيني و تعيين ميزان انحرافات، برنامه تعميرات اساسي يا اتفـاقي دسـتگاه‌هـا، آمـار مصرف انرژي و ميزان پرسنل هر پالايـشگاه و نيـز نكـات ديگـري كـه مـرتبط بـا سـاير شركت‌هاي تابعه شركت ملي پالايش و پخش است از ديگر موارد مي‌باشد [۹].

رويكرد فعلي ارزيابي هم از لحاظ ديدگاه و هم چارچوب و نيز روش با طـرح ايـن تحقيق كاملا متفاوت است. در اين تحقيـق بـا ديـد سيـستمي و جـامع و نيـز بـا ديـدگاه مديريت صنعتي به بررسي و اندازه‌گيـري عملكـرد و كـارايي پالايـشگاه‌هـا بـا در نظـر گرفتن يك پالايشگاه به‌عنوان سيستمي با ورودي‌هـا و خروجـي‌هـاي مـشخص و قابـل اندازه‌گيري پرداختيم.

متدولوژي طراحي مدل تركيبي تحليل پوششي داده‌ها با برنامه‌ريزي آرماني

در اين مـدل مقـادير خـوراك و توليـد هـر پالايـشگاه بعنـوان متغيرهـاي ورودي و خروجي مدل در نظر گرفته مـي‌شـوند. بـه‌عبـارت ديگـر مقـدار خـوراك نفـت خـام و

ميعانات گازي و ديگر افزودني‌ها متشكل از فرآورده‌هاي نيمه نهايي كه به مصرف فرايند توليد مي‌رسد برحسب متر مكعب در روز، پرسنل و نيروي كار شاغل برحسب نفر- ساعت در روز و انرژي مصرفي متشكل از برق و سوخت بر حسب ميليون BTU در روز به‌عنوان ورودي‌هاي هر پالايشگاه شناخته مي‌شوند. هم‌چنين مقادير توليد هر يك از فرآورده‌هاي اصلي پالايشگاه‌ها يعني گاز مايع، بنزين، نفت سفيد، نفت‌گاز و نفت كوره و نيز مجموع مقدار توليد فرآورده‌هاي نفتي ويژه همچون خوراك واحدهاي پتروشيمي، روغن خام، نفت سفيد صنعتي، سوخت‌هاي سبك و سنگين هواپيما، نفتا، حلال‌ها، انواع قير، گوگرد و فرآورده‌هاي نيمه نهايي به‌عنوان ساير فرآورده‌ها بر حسب متر مكعب در روز به‌عنوان خروجي‌هاي هر پالايشگاه تعيين مي‌گردند. بنابراين تمام ورودي‌ها و خروجي‌هاي سيستمي ذكر شده را در قالب سه متغير ورودي و شش متغير خروجي طبقه‌بندي كرده‌ايم.

با توجه به ارزش متفاوت ورودي‌ها و خروجي‌هاي در نظر گرفته شده و تاثير آن در نتايج مدل وزن نسبي هر يك از متغيرها با توجه به ارزش آن‌ها مشخص مي‌شود. به‌طوريكه با در نظر گرفتن قيمت هر يك از فرآورده‌ها در بازارهاي بين‌المللي، نسبت قيمتي هر فرآورده به مجموع قيمت فرآورده‌ها با مقياس اندازه‌گيري واحد محاسبه شده و اين نسبت درمقدار آن فرآورده براي هر واحد مورد بررسي ضرب مي‌شود. در خصوص ورودي‌ها نيز با در نظر گرفتن معادل مقدار انرژي هر ميليون BTU با يك بشكه نفت خام و نيز محاسبه درصدي از كل هزينه پالايش كه به هزينه‌هاي پرسنلي بستگي دارد ارزش هر يك از ورودي‌ها با يك مقياس واحد به‌دست مي‌آيد كه با ضرب هر يك در مقدار ورودي‌ها بدين شكل داده‌هاي مدل ارزيابي موزون مي‌گردد.

حال براي كاهش انحرافات موجود تا حد ممكن، مقادير داده‌ها را نرمالايز مي‌كنيم. به اين صورت كه نسبت مقدار موزون هر ورودي يا خروجي را در پالايشگاه مورد بررسي j به كل مقادير همان ورودي يا خروجي در همه پالايشگاه‌ها محاسبه و آن را در مدل پالايشگاه مورد بررسي j قرار مي‌دهيم [۵].

جهت طراحي اين مدل تركيبي در قالب يك مدل برنامه‌ريزي آرماني سه نوع مدل تحليل پوششي داده‌ها مورد استفاده قرار گرفتند. طبق اين الگو مشخصه پارامترها و متغيرهاي مورد استفاده در مدل تركيبي در نگاره‌ها (۲، ۳ و ۴) نشان داده مي‌شود.

نگاره(۲) مشخصه ورودي‌هاي مدل

نام ورودي	خوراك	مقدار انرژي	كار پرسنل
پارامتر (مقدار)	X_1	X_2	X_3
متغير (وزن)	V_1	V_2	V_3

اين مشخصه‌ها درخصوص خروجي‌هاي مدل مطابق نگاره (۳) است.

نگاره (۳): مشخصه خروجي‌هاي مدل

نام خروجي	گاز مايع	بنزين	نفت سفيد	نفت گاز	نفت كوره	ساير فرآورده‌ها
پارامتر (مقدار)	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6
متغير (وزن)	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6

$$MaxZ = \sum_{r=1}^{s} u_r y_{r0} + w \qquad (۱)$$

$$\sum_{i=1}^{m} v_i x_{i0} = 1 \; st:$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} + w \le 0$$

$u_r \ge 0, v_i \ge 0, w$ آزاد در علامت

در مدل اول كه يك مدل كلاسيك از نوع BBC ورودي محور است هدف كسب حداكثر ميزان خروجي با ثابت در نظر گرفتن ورودي‌هاي مدل است. به‌عبارت ديگر در اين مدل نسبت مجموع موزون خروجي‌ها به مجموع موزون ورودي‌هاي مدل حداكثر مي‌شود. به‌علاوه ميزان بازده نسبت به مقياس نيز جهت در نظر گرفتن تغييرات احتمالي، متغير در نظر گرفته مي‌شود.

$$MinZ = \sum_{j=1}^{n} d_j \qquad (۲)$$

$$st: \sum_{i=1}^{m} v_i x_{i0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} + d_j = 0$$

$$u_r \ge 0, v_i \ge 0, d_j \ge 0$$

در مدل دوم كه مجموع متغيرهاي انحرافي را حداقل مي‌كند مقادير d_j متغيرهاي انحراف از آرمان براي هر واحد را بيان مي‌كند و ميزان كارايي هر پالايشگاه از رابطه $1-d_j$ بدست مي‌آيد.

نگاره (۴): متغيرهاي انحراف از آرمان

پالايشگاه	آبادان	تهران	اصفهان	تبريز	شيراز	كرمانشاه	لاوان	اراك	بندرعباس
انحراف	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7	d_8	d_9

اين مدل شامل نه متغير تصميم (سه ورودي و شش خروجي)، نه متغير انحراف از آرمان و ده محدوديت كاركردي است.

مدل ديگر تحليل پوششي داده‌ها كه به‌عنوان مدل سوم جهت تركيب مورد استفاده قرار مي‌گيرد، مدلي جهت حداقل كردن حداكثر ميزان انحراف مي‌باشد.

$$MinZ = M \qquad (۳)$$

$$st: \sum_{i=1}^{m} v_i x_{i0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} + d_j = 0$$

$$M - d_j \geq 0$$

$$u_r \geq 0, v_i \geq 0, d_j \geq 0$$

در اين مدل M حداكثر ميزان انحراف از آرمان‌ها را نشان مي‌دهد. اين مدل شامل نه متغير تصميم (سه ورودي و شش خروجي)، نه متغير انحراف از آرمان، يك متغير براي نشان دادن حداكثر ميزان انحراف و نوزده محدوديت كاركردي است. هم‌چنين براي يافتن جواب جمعاً نه مدل (براي نه پالايشگاه) حل شده است.

مدل تحليل پوششي داده‌هاي چند هدفه

با در نظر گرفتن مدل‌هاي (۱) تا (۳)، يك مدل برنامه‌ريزي خطي چند هدفه با سه معيار حداقل كردن انحراف واحد تحت بررسي، حداقل كردن مجموع متغيرهاي انحراف از آرمان و حداقل كردن حداكثر ميزان انحراف طراحي و ساخته شد كه در واقع تركيبي از اين سه آرمان است و هم‌زمان بدنبال بهينه نمودن همه معيارها است.

$$MinZ_1 = d_0 \qquad (۴)$$

$$MinZ_2 = M$$

$$MinZ_3 = \sum_{j=1}^{n} d_j$$

$$st: \sum_{i=1}^{m} v_i x_{i0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} + d_j = 0$$

$$M - d_j \geq 0$$

$$u_r \geq 0, v_i \geq 0, d_j \geq 0$$

همه پارامترها، متغيرها و مشخصه‌هاي اين مدل در نگاره‌ها قبلي مشخص و تعريف شده است.

اين مدل نيز همانند مدل قبل شامل نه متغير تصميم (سه ورودي و شش خروجي)، نه متغير انحراف از آرمان، يك متغير براي نشان دادن حداكثر ميزان انحراف و نوزده محدوديت كاركردي است. براي يافتن جواب، با ثابت در نظر گرفتن ترتيب توابع هدف نه مدل (براي نه پالايشگاه) حل مي‌شود، اما چنانچه ترتيب اولويت اين توابع جابجا شود روي‌هم پنجاه و چهار مدل مي‌بايست حل گردد.

نگاره (۵) نتايج حاصل از حل مدل برنامه‌ريزي خطي كلاسيك (مدل ۱) را براي هر يك از پالايشگاه‌هاي كشور نشان مي‌دهد. همان‌طور كه ملاحظه مي‌شود در اين مدل اغلب نمرات كارايي برابر يا نزديك به يك مي‌باشد و مدل قادر به تفكيك كامل پالايشگاه‌ها از يكديگر نمي‌باشد.

نگاره (۵) نتايج حل مدل برنامه‌ريزي كلاسيك پالايشگاه‌ها

پالايشگاه	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6	V_1	V_2	V_3	W	كارايي	رتبه
آبادان	۸۶	۱۵	۱۰	۹	۲۲	۱۸	۱۸	۰	۵	۱۹۶	۰/۹۹۹	۲
تهران	۱۴۱	۲۴	۱۶	۱۵	۳۵	۲۹	۳۰	۰	۸	۳۲۰	۱/۰۰۰	۱
اصفهان	۸۹	۱۵	۱۰	۹	۲۲	۱۸	۱۹	۰	۵	۲۰۲	۱/۰۰۰	۱
تبريز	۳۱۱	۵۳	۳۵	۳۳	۷۸	۶۴	۶۶	۰	۱۷	۷۰۹	۱/۰۰۰	۱
شيراز	۵۸۴	۹۹	۶۶	۶۲	۱۴۷	۱۲۱	۱۲۳	۰	۳۲	۱۳۲۹	۱/۰۰۰	۱
كرمانشاه	۱۸۶	۴۱	۳۷	۵۵	۱۷۸	۰	۱۵۴	۰	۶۱	۱۲۲۳	۰/۹۹۵	۳
لاوان	۱۰۸	۱۸	۰	۱۱	۲۷۲	۰	۲۲۹	۰	۵۹	۲۴۶۹	۰/۹۹۳	۴
اراك	۱۸۸	۳۲	۲۱	۲۰	۴۷	۳۹	۴۰	۰	۱۰	۴۲۸	۱/۰۰۰	۱
بندرعباس	۱۲۰	۲۰	۱۴	۱۳	۳۰	۲۵	۲۵	۰	۷	۲۷۳	۱/۰۰۰	۱

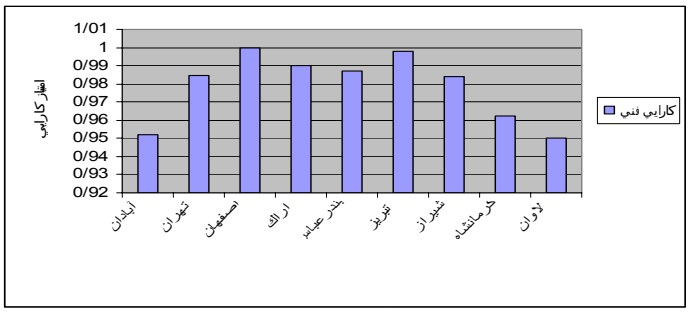
نگاره (۶) نتايج حاصل از حل مدل عددي آرماني تحليل پوششي داده‌هاي (مدل ۴) ساخته شده در مورد هر يك از پالايشگاه‌هاي كشور را نشان مي‌دهد.

نگاره(۶) نتايج حل مدل برنامه‌ريزي چند هدفه پالايشگاه‌ها

متغير/ پالايشگاه	آبادان	تهران	اصفهان	تبريز	شيراز	كرمانشاه	لاوان	اراك	بندرعباس
U_1	۴۲۲	۶۷۱	۴۳۹	۱۴۶۶	۲۶۹۰	۶۵۱۴	۵۳۶۵	۸۹۲	۵۸۱
U_2	۷۶	۱۳۱	۷۹	۲۸۶	۵۲۶	۱۲۷۳	۱۰۴۹	۱۷۴	۱۱۴
U_3	۵۷	۱۲۵	۵۹	۲۷۳	۵۰۲	۱۲۱۵	۱۰۰۱	۱۶۶	۱۰۸
U_4	۵۹	۱۲۴	۶۱	۲۷۱	۴۹۸	۱۲۰۵	۹۹۲	۱۶۵	۱۰۸
U_5	۱۶۹	۲۲۶	۱۷۶	۴۹۴	۹۰۷	۲۱۹۵	۱۸۰۸	۳۰۰	۱۹۶
U_6	۱۱۴	۱۶۱	۱۱۹	۳۵۱	۶۴۵	۱۵۶۲	۱۲۸۷	۲۱۴	۱۳۹
V_1	۳۰	۴۵	۳۲	۹۹	۱۸۲	۴۴۱	۳۶۳	۶۰	۳۹
V_2	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
V_3	۱۳	۱۰	۱۴	۲۱	۳۹	۹۵	۷۸	۱۳	۸
d_1	۴۷۸۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
d_2	۱۵۴۸	۱۵۴۰	۱۶۱۱	۲۸۸۳۸	۵۲۹۴۱	۱۲۸۱۷۸	۱۰۵۵۷۷	۱۷۵۴۶	۱۱۴۴۲
d_3	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
d_4	۰	۰	۰	۱۹۰۰	۰	۰	۰	۰	۰
d_5	۰	۱۳۱۹۷	۰	۲۸۸۳۸	۱۶۰۰	۱۲۸۱۷۸	۱۰۵۵۷۷	۱۷۵۴۶	۱۱۴۴۲
d_6	۱۵۴۸	۰	۱۶۱۱	۰	۰	۳۷۸۰	۰	۰	۰
d_7	۱۵۴۸	۰	۱۶۱۱	۰	۰	۰	۵۰۰۰	۰	۰
d_8	۱۵۴۸	۴۰۷۳	۱۶۱۱	۸۹۰۰	۱۶۳۳۹	۳۹۵۵۹	۳۲۵۸۴	۱۰۲۰	۳۵۳۱
d_9	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۳۰۰
M	۱۵۴۸	۱۳۱۹۷	۱۶۱۱	۲۸۸۳۸	۵۲۹۴۱	۱۲۸۱۷۸	۱۰۵۵۷۷	۱۷۵۴۶	۱۱۴۴۲
كارايي	۰/۹۵۲۲	۰/۹۸۴۶	۱	۰/۹۹۸۱	۰/۹۸۴	۰/۹۶۲۲	۰/۹۵	۰/۹۸۹۸	۰/۹۸۷
رتبه	۸	۵	۱	۲	۶	۷	۹	۳	۴

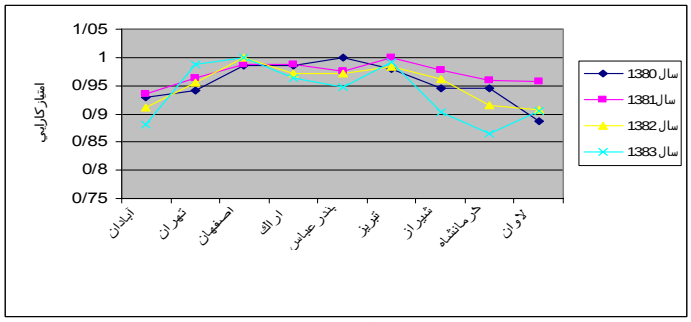
بررسي و تحليل نتايج

نمودار (۱) نتايج حاصل از مقايسه و اندازه‌گيري كارايي فني پالايشگاه‌هاي كشور را با استفاده از مدل برنامه‌ريزي خطي چندهدفه با قرار دادن متوسط مقادير پارامترهاي مطرح شده به‌عنوان متغيرهاي ورودي و خروجي در سال‌هاي ۸۳-۸۰ نشان مي‌دهد.



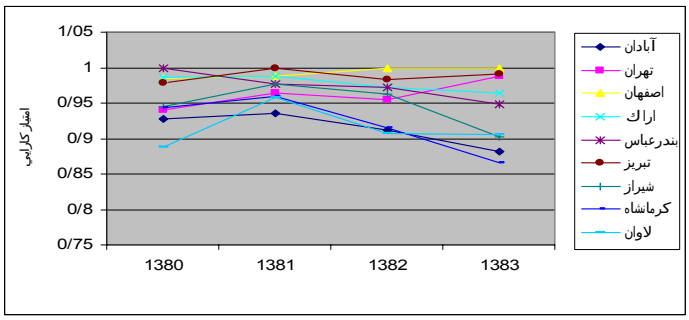
نمودار (۱): متوسط كارايي پالايشگاه‌هاي نفت كشور در سال‌هاي ۸۳- ۸۰

نمودار (۲) منحني كارايي پالايشگاه‌هاي نفت كشور را در هر يك از سال‌هاي ۸۰، ۸۱، ۸۲ و ۸۳ نشان مي‌دهد.



نمودار (۲): منحني كارايي پالايشگاه‌هاي كشور در سال‌هاي ۸۳- ۸۰

هم‌چنين نمودار (۳) منحني روند كارايي هر يك از پالايشگاه‌هاي نفت را در سال‌هاي ۸۰ تا ۸۳ نشان مي‌دهد.



نمودار (۳): منحني روند كارايي هر پالايشگاه در سال‌هاي ۸۳- ۸۰

توجه به این منحني‌ها و نیز دیاگرام ستوني حاصل از متوسط مقادیر داده‌ها در این سال‌ها مفاهیم و نتایج مهمي را در خصوص هر پالایشگاه عاید مي‌سازد. جهت سهولت در شناسایي علل ناکارایي واحدهاي مورد بررسي مقادیر متغیرهاي ورودي وخروجي حاصل شده را به معادل پولي آن به‌صورت هزینه و درآمد تبدیل نموده و واحد کاراي مدل را مبناي مقایسه قرار مي‌دهیم.

پالایشگاه نفت آبادان جایگاه رتبه‌اي بسیار پایيني را در این سال‌ها به خود اختصاص داده است. این پالایشگاه در سال‌هاي ۸۰ تا ۸۳ به لحاظ شاخص‌ها و متغیرهاي در نظر گرفته شده در مدل به ترتیب در رتبه‌هاي ۸، ۹، ۷ و ۸ قرار گرفته است. به‌عبارت دیگر میزان ناکارایي نسبي این پالایشگاه در این سال‌ها به ترتیب برابر با ۷، ۶، ۹ و ۱۲ درصد بوده است که آمار جالبي نمي‌باشد (چون در این‌جا کارایي نسبي اندازه‌گیري شده و موضوع کارایي مطلق و آرماني مد نظر نبوده است مي‌توان گفت تمامي واحدها با امتیاز کارایي کمتر از ۱۰۰ ناکارایي نسبي داشته‌اند).

بررسي نگاره‌ها حل مدل‌هاي عددي این پالایشگاه علت را ناشي از هزینه بالاي پالایش در این سال‌ها نشان مي‌دهد. به‌عبارت دیگر درآمد ناشي از تولید فرآورده‌هاي این پالایشگاه در سال‌هاي ۸۰ تا ۸۳ بازاي پالایش هر متر مکعب نفت خام ۱۱/۵۵ دلار کمتر از حد لازم البته با صرف ۶/۰۷ دلار هزینه کمتر جهت پالایش هر متر مکعب نفت خام مي‌باشد. از لحاظ مقداري نیز این پالایشگاه به‌طور متوسط ۲/۱۲ درصد کمتر از مقدار لازم براي کسب حداکثر کارایي ممکن تولید داشته است.

پالایشگاه نفت تهران جایگاه متوسطي را در این سال‌ها به‌خود اختصاص داده است. این پالایشگاه در سال‌هاي ۸۰ تا ۸۳ به ترتیب رتبه‌هاي ۷، ۶، ۵ و ۳ را به‌خود اختصاص داده است که نوسان زیادي را نشان داده و روندي صعودي و رو به بهبود را دنبال مي‌کند. میزان ناکارایي نسبي این پالایشگاه در این سال‌ها به ترتیب برابر با ۵/۹، ۳/۶، ۴/۵ و ۱/۲ درصد مي‌باشد.

تحلیل نگاره‌ها و نتایج حاصل از حل مدل این پالایشگاه نشان مي‌دهد که درآمد ناشي از تولید فرآورده‌هاي حاصل از پالایش هر متر مکعب نفت خام در این سال‌ها به‌طور متوسط ۴/۴۵ دلار کمتر با صرف ۲/۴۱ هزینه کمتر از مقادیري که طبق مدل با توجه به امکانات موجود قابل دستیابي است، بوده است. از لحاظ مقداري نیز این پالایشگاه با توجه به متغیرهاي در نظر گرفته شده به‌طور متوسط ۰/۷۷ درصد کمتر از

ميزان مطلوب توليد داشته است.

پالايشگاه نفت اصفهان در سال‌هاي مورد بررسي همواره جايگاه رتبه‌اي بالايي را در مقايسه با ديگر شركت‌هاي پالايش نفت كسب نموده است. اين پالايشگاه در سال‌هاي ۸۰ تا ۸۳ به ترتيب در رتبه‌هاي ۳، ۳، ۱ و ۱ قرار گرفته است و ميانگين بهترين امتيازات كارايي را در ميان همه واحدها از آن خود كرده است و توانسته از اكثر ظرفيت‌ها و امكانات موجود به نحو شايسته‌اي بهره‌مند شود. ميزان ناكارايي نسبي پالايشگاه اصفهان در اين سال‌ها به ترتيب برابر با ۱/۵، ۱/۲، ۰/۰، ۰/۰ درصد مي‌باشد.

بررسي نگاره‌ها و تحليل حساسيت آمار و ارقام در اين سال‌ها نشان مي‌دهد كه اين پالايشگاه در سال ۸۰ بازاي پالايش هر متر مكعب نفت خام ۱/۸۲ دلار درآمد كمتري از آنچه در مدل به‌عنوان حد مطلوب تعيين مي‌شود به‌دست آورده است اما به لحاظ هزينه در سطح مطلوبي قرار دارد. در سال ۸۱ نيز ۳/۴۳ دلار درآمد كمتر با صرف ۱/۲۲ دلار هزينه كمتر بازاي پالايش هر متر مكعب نفت خام به‌دست آورده است. از نظر مقادير نيز در اين دو سال توليدات آن به ترتيب ۱/۱ و ۱/۳۲ درصد كمتر از مقادير لازم جهت كسب حداكثر كارايي بوده است.

پالايشگاه نفت اراك نيز رتبه نسبتاً بالايي را به‌صورت ثابت و يكنواخت در اين سال‌ها در ميان پالايشگاه‌هاي كشور از آن خود نموده است به‌طوريكه در سال‌هاي ۸۰ تا ۸۳ به ترتيب در رتبه‌هاي ۲، ۲، ۳ و ۴ قرار داشته است. ميزان ناكارايي نسبي نيز در اين سال‌ها به ترتيب ۱/۴، ۱/۲، ۲/۸ و ۳/۶ درصد مي‌باشد.

بررسي و دقت در نتايج عددي مدل‌هاي اين پالايشگاه حاكي از كسب ۱/۲۵ دلار درآمد كمتر و صرف ۲/۱۴ دلار هزينه بيشتر از حد مطلوب پيش‌بيني در مدل ناشي از توليد فرآورده‌هاي حاصل از پالايش يك متر مكعب نفت خام است. از ديدگاه مقداري اين پالايشگاه در سال‌هاي مورد بررسي به‌طور متوسط ۰/۴۹ درصد كمتر از واحدهاي كاملاً كارا توليد داشته است.

پالايشگاه نفت بندرعباس جايگاه رتبه‌اي متوسطي را به‌طور ميانگين در سال‌هاي مورد بررسي از آن خود كرده است به‌طوريكه در سال‌هاي ۸۰ تا ۸۳ به ترتيب در رتبه‌هاي ۱، ۵، ۳ و ۵ قرار گرفته است. ميزان ناكارايي نسبي اين پالايشگاه نيز در اين سال‌ها برابر با ۰/۰، ۲/۴، ۲/۸ و ۵/۲ درصد مي‌باشد كه در مجموع نوسانات زيادي را نشان مي‌دهد.

نتايج ناشي از حل مدل اين پالايشگاه‌ها در سال‌هاي مورد بررسي حاكي از صرف به‌طور ميانگين ۴/۰۷ دلار هزينه كمتر و ۴/۵۸ دلار درآمد كمتر بازاي پالايش هر متر مكعب نفت خام مي‌باشد. به لحاظ مقادير خوراك - توليد نيز به‌طور متوسط اين پالايشگاه ۰/۶۷ درصد توليد كمتر از مقادير تعيين شده در مدل، براي كسب حداكثر كارايي داشته است.

پالايشگاه نفت تبريز نيز رتبه بالايي را به‌ويژه در سال‌هاي اخير در ميان پالايشگاه‌هاي كشور داشته است به‌طوريكه در سال‌هاي ۸۰ تا ۸۳ به ترتيب در رتبه‌هاي ۴، ۱، ۲ و ۲ قرار داشته است. ميزان ناكارايي نسبي نيز در اين سال‌ها به ترتيب ۲/۱، ۰/۰، ۱/۷ و ۰/۹ درصد مي‌باشد.

بررسي و دقت در نتايج عددي مدل‌هاي اين پالايشگاه در سال‌هاي مورد بررسي نشان از صرف به‌طور متوسط ۸/۶۴ دلار هزينه بيشتر البته با كسب ۲/۷۲ دلار درآمد بيشتر از حد مطلوب پيش‌بيني در مدل ناشي از توليد فرآورده‌هاي حاصل از پالايش يك متر مكعب نفت خام است. از ديدگاه مقادير خوراك - توليد اين نسبت در سال‌هاي مورد بررسي به‌طور متوسط ۰/۲۱ درصد كمتر از مقادير لازم كارايي است.

پالايشگاه نفت شيراز در مقايسه با ساير پالايشگاه‌هاي موجود كارايي متوسط رو به پاييني دارد و در سال‌هاي ۸۰ تا ۸۳ در رتبه‌هاي ۵ ، ۴ ، ۴ و ۷ قرار گرفته است. ميزان ناكارايي نسبي در اين پالايشگاه در اين سال‌ها به ترتيب برابر با ۵/۴ ، ۲/۳ ، ۳/۸ و ۹/۷ درصد بوده است كه عمدتاً به دليل هزينه نسبتاً بالاي پالايش در اين پالايشگاه مي‌باشد.

بررسي نگاره‌ها عددي حاصل از حل مدل‌ها براي اين پالايشگاه حاكي از صرف به‌طور متوسط ۷/۲۵ دلار هزينه بيشتر بازاي پالايش هر متر مكعب نفت خام و كسب ۰/۳۳ دلار درآمد كمتر ناشي از توليد فرآوردهاي نفتي مي‌باشد. هم‌چنين از ديدگاه مقادير خوراك - توليد اين نسبت در سال‌هاي مورد بررسي به‌طور متوسط ۰/۷۷ درصد كمتر از مقادير لازم كارايي است.

پالايشگاه نفت كرمانشاه عملكرد بسيار پاييني را در ميان پالايشگاه‌هاي كشور داشته است به‌طوريكه در سال‌هاي ۸۰ تا ۸۳ به ترتيب در رتبه‌هاي ۶ ، ۷ ، ۶ و ۹ قرار داشته است. ميزان ناكارايي نسبي نيز در اين سال‌ها به ترتيب ۵/۶ ، ۴/۱ ، ۸/۵ و ۱۳/۵ درصد مي‌باشد.

بررسي و دقت در نتايج عددي مدل‌هاي اين پالايشگاه در سال‌هاي مورد بررسي

نشان از صرف به‌طور متوسط ۲/۳۲ دلار هزينه بيشتر و همچنين كسب ۵/۹۸ دلار درآمد كمتر از حد مطلوب پيش‌بيني در مدل بازاي پالايش هر متر مكعب نفت خام است. به لحاظ مقادير خوراك به توليد نيز به‌طور متوسط اين نسبت در پالايشگاه كرمانشاه ۱/۶۱ درصد كمتر از مقادير تعيين شده در مدل، براي كسب حداكثر كارايي ممكن و قابل حصول است.

پالايشگاه نفت لاوان نيز عملكرد بسيار پاييني را در ميان ساير پالايشگاه‌هاي كشور داشته است و ميانگين كمترين امتياز كارايي را در سال‌هاي مورد بررسي از آن خود كرده است. به‌طوريكه در سال‌هاي ۸۰ تا ۸۳ به ترتيب در رتبه‌هاي ۹، ۸، ۸ و ۶ قرار داشته است. ميزان ناكارايي نسبي نيز در اين سال‌ها به ترتيب برابر با ۴/۲، ۵/۶، ۹/۳ و ۹/۵ درصد مي‌باشد.

تحليل حساسيت نگاره‌ها نتايج اين پالايشگاه در سال‌هاي مورد بررسي نشان از كسب ۹/۶۷ دلار درآمد كمتر از حد مطلوب پيش‌بيني در مدل با صرف به‌طور متوسط ۰/۴۵۷ دلار هزينه بيشتر بازاي پالايش هر متر مكعب نفت خام است. هم‌چنين به لحاظ مقداري اين نسبت در سال‌هاي مورد بررسي به‌طور متوسط ۲/۲۹ درصد كمتر از مقادير لازم براي كسب حداكثر كارايي واقعي است.

نتيجه‌گيري و پيشنهادها

نتايج رتبه‌بندي پالايشگاه‌ها در دو نگاره ۵ و ۶ كه مدل كلاسيك تحليل پوششي داده‌ها را با مدل آرماني تحليل پوششي داده‌ها در تحقيق مورد بررسي مقايسه مي‌كند، حاكي از يك بهبود نسبتاً چشمگير در نتايج نمرات كارايي پالايشگاه‌ها و رتبه‌بندي آن‌ها داشت. اين مدل از ديدگاه كارشناسان نفتي مدل معتبري است و شاخص‌هاي اندازه‌گيري و الگوي ارزيابي عملكرد پالايشگاه‌ها به لحاظ كمي با الگوي تجربي و برداشت‌هاي كارشناسي موجود كاملاً مطابقت دارد. در مجموع نيز چند پيشنهاد كاربردي در خصوص افزايش بهره‌وري كلي پالايشگاه‌ها مفيد به نظر مي‌رسد.

يكي از مسائلي كه در بسياري از واحدهاي مورد بررسي منجر به كاهش بهره‌وري گرديد هزينه بالاي پالايش در آن‌ها بود. اين موضوع بيشتر به دليل كهنه بودن تاسيسات و فرايندهاي پالايشي بوده كه منجر به افزايش ضايعات و اتلاف انرژي و سوخت شده و بر لزوم بازنگري در فرايندها و به‌كارگيري تكنولوژي‌هاي نوين تاكيد

دارد.

هم‌چنین لازم به‌ذکر است که بیشتر پالایشگاه‌هاي نفت کشور به‌جز پالایشگاه اراك، اصفهان و بندرعباس که بعد از انقلاب ساخته شده‌اند داراي عمري بیشتر از ۳۰ سال هستند و با محوریت تولید نفت سفید که در آن زمان اصلي‌ترین فرآورده مورد نیاز جهت سوخت خانگي و صنعتي محسوب مي‌شد طراحي شده‌اند، در حالیکه هم اکنون کشور ما از لحاظ این فرآورده صادرکننده محسوب مي‌شود و بنزین موتور عمده فرآورده مورد نیاز مصرف داخل مي‌باشد. از طرفي دیگر بخش اعظم خوراك ورودي به پالایشگاه‌ها به نفت کوره که فرآورده‌اي سنگین با ارزش افزوده کمتر و درجه آلایندگي بالا به‌عنوان سوخت است تبدیل مي‌شود[۴]. این نسبت تولید در مقایسه با پالایشگاه‌هاي کشورهاي توسعه یافته بسیار بالا است که خود بر لزوم به‌کارگیري فرایندها و تکنولوژي‌هاي جدید و پیشرفته‌تر پالایشي تاکید مي‌کند که البته به میزان سرمایه‌گذاري تخصیص یافته به این بخش بستگي دارد.

با توجه به حجم زیاد ذخایر نفت خام سنگین در کشور و ناسازگاري این نوع خوراك براي پالایشگاه‌هاي موجود در تولید فرآوردهاي سبك، بخش اعظمي از این نوع نفت خام صادر مي‌شود. این در حالي است که سرمایه‌گذاري و احداث پالایشگاه‌هاي نفت خام سنگین و فوق سنگین ارزش افزوده فرآورده‌هاي حاصل را به مراتب افزایش داده و درآمد به مراتب بالاتري را عاید مي‌سازد.

منابع

۱. اطلاعات انرژي كشور، شركت ملي نفت ايران، ۱۳۸۲.

۲. امامي ميبدي، علي؛ «اصول اندازه‌گيري كارايي و بهره‌وري»، موسسه مطالعات و پژوهش‌هاي بازرگاني، ۱۳۷۹.

۳. خاكي، غلامرضا؛ «آشنايي با مديريت بهره‌وري»، كانون فرهنگي انتشاراتي سايه‌نما، سال ۱۳۷۹.

۴. درخشان، مسعود، (مشتقات و مديريت ريسك در بازارهاي نفت)، انتشارات موسسه مطالعات بين‌المللي انرژي، سال ۱۳۸۳.

۵. كامياب مقدس، امين، «ارزيابي عملكرد پالايشگاه‌هاي كشور با مدل‌هاي رياضي»، پايان‌نامه كارشناسي ارشد، دانشگاه تهران، ۱۳۸۴.

۶. مهرگان، محمدرضا، «پژوهش عملياتي پيشرفته»، انتشارات سالك ، سال ۱۳۷۳.

۷. مهرگان، محمدرضا، «مدل‌سازي رياضي»، انتشارات دانشكده مديريت دانشگاه تهران و سمت، سال ۱۳۸۲.

۸. مهرگان، محمدرضا، «مدل‌هاي كمي در ارزيابي عملكرد سازمان‌ها»، انتشارات دانشكده مديريت دانشگاه تهران، سال ۱۳۸۳.

۹. گزارش عملكرد شركت ملي پالايش و پخش فرآورده‌هاي نفتي ايران، سال‌هاي ۱۳۸۰، ۱۳۸۱، ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳.

۱۰. نفت وتوسعه، انتشارات اداره كل روابط عمومي وزارت نفت، سال ۱۳۸۳

11. Coeli, Tim, Rao, D. S. Prasada, E. Battle George. (1998). “An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis.

12. D. Thomas Taylor, Russell G. Thompson. (1995). “DEA Best Practice Assesses Relative Efficiency, Profitability”, Oil & Gas Journal, Vol.

93, No. 46, pp: 60- 70.

13. Jung, E. J.; Kim, J. S. and Rhee, S. K. (2001). "The measurement of coroporate environmental performance and its application to the analysis of efficiency in oil industry", Journal of Cleaner Production, Vol. 9, pp: 551-563.

14. Emrouznejad, A. and thanassolis, E. (1997). "An Extension Bibliography of Data Envelopment Analysis Vol. 2, Journal Papers", University of Warwick.

15. Garrett, G. (2004). "Five Steps to Optimize Plant Efficiency and Equipment Performance", Tribology & Lubrication Technology, pp: 8- 10.

16. Byrne, I. W. (1992). "Measuring energy Efficiency with the National Home Energy Rating scheme", Petroleum Review, pp: 424- 426.

17. Rafael Brandao Rocha, Maria Aparecida Cavalcanti Netto. (2002). "A Data Envelopment Analysis Model for Rank Ordering Suppliers in the Oil Industry", Pesquisa Operational, Vol. 22, No. 2, pp: 123- 132.

18. Russell, G.; Thompson, P. S.; Dharmapala, Louis J. Rothenberg, Robert M. Thrall. (1996). "DEA/AR Efficiency and Profitability of 14 Major Oil Companies in U.S. Exploration and Production", Computers Ops Res. Vol. 23, No. 4, pp: 357- 373.

19. Sickles, R. C. and Streitwieser, M. L. (1992). "Technical inefficiency and productive decline in the U. S. interstate natural gas pipeline industry under the Natural Gas Policy Act", International Applications of Productivity and Efficiency Analysis. T. R. J. Gulledge and C. A. Knox-Lovell. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers: 115- 133.

20. Thompson, R.; Lee, E. et al. (1992). "DEA/AR-efficiency of US independent oil/gas producers over time", Computers & Operations Research, Vol. 19, No. 5, pp: 91- 377.

21. Thompson, R. G., Dharmapala, P. S. et al. (1994). "DEA ARs and CRs applied to worldwide major oil companies", Journal of Productivity Analysis, Vol. 5, No. 2, pp: 181- 203.

22. Toshiyuki Sueyoshi. (2000). "Stochastic DEA for restructure strategy: an application to a Japanese petroleum company", Omega (the international journal of management science), Vol. 28, pp: 385- 398.