فصلنامه پژوهشهای اقتصادی (رشد و توسعه پایدار) ـ سال چهاردهم ـ شماره چهارم ـ زمستان ۱۳۹۳ ـ صفحات ۹۶-۷۹

اندازه گیری زیست کارآیی پالایشگاه های نفت ایران با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها

علی امامی میبدی[۱]
فرزانه جایدری[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۳/۳ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱/۲۸**

چکیده

با توجه به افزایش روز افزون نگرانی جهان امروز در رابطه با مسائل زیست محیطی، در این تحقیق به ارزیابی زیست‌کارآیی پالایشگاه‌های نفت کشور که از یک سو، نقش ارزنده ای در اقتصاد ملی دارند و از سوی دیگر با مصرف بالای سوخت فسیلی و در نتیجه انتشار CO_2، باعث آلودگی محیط‌زیست می‌شوند، پرداخته شده است.

با استفاده از نرم‌افزار Windeap و روش DEA ستانده‌محور و با در نظر گرفتن خروجی نامطلوب، زیست‌کارآیی محاسبه شده است.

نتایج نشان می‌دهد که، پالایشگاه بندرعباس کاراترین پالایشگاه نفت طی دوره ۸۸-۱۳۸۲ است و نرخ رشد زیست‌کارآیی پالایشگاه‌ها طی دوره مورد مطالعه مثبت است. نتایج رگرسیون توبیت نیز نشان می‌دهد که، سوخت‌های نفت‌کوره و نفت‌گاز اثر منفی بر زیست‌کارآیی دارند و گاز طبیعی و گازهای پالایشگاهی و گاز مایع اثر مثبت بر زیست‌کارآیی دارند. از سوی دیگر، هر چه پالایشگاه در حدی بیشتر از ظرفیت اسمی، نفت خام پالایش کند، زیست‌کارآیی پالایشگاه بیشتر کاهش می‌یابد.

واژگان کلیدی: پالایشگاه نفت، آلودگی، زیست‌کارآیی، کارآیی فنی، روش تحلیل پوششی داده‌ها
طبقه بندی JEL: Q51, Q49

---

۱. دانشیار دانشگاه علامه طباطبایی email: Ali Meibodi@yahoo.com
۲. فارغ التحصیل مقطع کارشناسی ارشد دانشگاه علامه طباطبایی email: farzaneh.jaidary66@yahoo.com

۱. مقدمه

امروزه کارآیی[1] صنایع اهمیت زیادی پیدا کرده است و اولین توجه هر صنعت به حفظ بقا و حیات خود و سپس اثر بخشی و کارآیی معطوف گردیده است. به منظور افزایش کارآیی صنایع، باید به ارزیابی عملکرد آنها از طریق محاسبه کارآیی پرداخت. یکی از مشکلات ارزیابی عملکرد صنایع این است که با خروجی‌های نامطلوب[2] که به طور مشترک با خروجی‌های مطلوب[3] تولید می شوند، چگونه رفتار شود. در ادبیات سنتی تنها مقدار خروجی مطلوب را در نظر می‌گیرند و به سادگی خروجی نامطلوب را نادیده می‌گیرند. به هر حال نادیده گرفتن خروجی نامطلوب مساوی با این گفته است که، آنها هیچ تأثیری در ارزیابی نهایی ندارند و این می‌تواند نتایج اشتباهی را به دست دهد. از این رو لازم است که، صنعت برای تولید خروجی مطلوب امتیاز مثبت، و برای تولید خروجی نامطلوب امتیاز منفی بگیرد. این است که در ارزیابی های جدید، خروجی‌های نامطلوب را نیز در نظر می‌گیرند و یک نوع کارآیی جدید تحت عنوان زیست‌کارآیی[4] مطرح شده است.

یکی از مهمترین صنعت‌ها در ایران، صنعت پالایش نفت خام است که، نقش ارزنده‌ای در عملکرد اقتصادی ایران ایفا می‌کند. پالایشگاه‌ها از طریق تأمین انرژی داخلی از واردات فرآورده‌های نفتی و به هدر رفتن درآمد ملی جلوگیری می‌کنند. اما با این حال صنعت پالایش یک فعالیت صنعتی با مصرف بالای سوخت فسیلی و در نتیجه انتشار بالای، N2O ، SO2 و CO2 می باشد. از این رو در ارزیابی عملکرد پالایشگاه‌ها نباید فقط به اندازه‌گیری کارآیی اکتفا کرد، بلکه برای ارزیابی دقیق باید آلودگی به عنوان یک خروجی نامطلوب در اندازه گیری کارآیی وارد، و به عبارت دیگر، باید زیست-کارآیی اندازه‌گیری شود.

در ایران در زمینه زیست‌کارآیی مطالعات محدود هستند و تا کنون برای پالایشگاه‌ها به طور خاص زیست‌کارآیی اندازه‌گیری نشده است. در این مطالعه بر خلاف مطالعات قبلی (غیبی هاشم آبادی(۱۳۸۴) و ایزدی(۱۳۸۸))، به جای اندازه‌گیری کارآیی پالایشگاه‌ها، با وارد کردن خروجی‌های نامطلوب در مدل، زیست‌کارآیی اندازه‌گیری می‌شود، همچنین عوامل مؤثر بر زیست‌کارآیی پالایشگاه‌ها مورد بررسی قرار می گیرد. از این رو در این تحقیق، اندازه‌گیری زیست‌کارآیی پالایشگاه‌ها مدنظر است، تا از یک سو در جهت نزدیک شدن به استانداردهای بین‌المللی زیست-محیطی گامی برداشته شود و از سوی دیگر، با ارزیابی عملکرد پالایشگاه‌ها گامی در جهت ارتقاء عملکرد آنها برداشته شود. سوال‌های تحقیق موارد زیر است: روند تغییر زیست‌کارآیی پالایشگاه‌ها

1. efficiency
2. undesirable outputs
3. disirable outputs
4. environmental efficiency

در کشور چگونه است؟ کدام پالایشگاه‌ها از نظر زیست‌کارآیی، کاراترین هستند؟ عوامل مؤثر بر زیست‌کارآیی، چه عواملی هستند؟

ساختار مقاله به این شکل تنظیم شده است که، پس از اشاره به سابقه تحقیق در بخش ۲، به معرفی صنعت پالایش نفت ایران در بخش ۳، پرداخته می‌شود. در بخش۴، مبانی نظری زیست-کارآیی ارائه می گردد و بخش ۵ به روش‌شناسی مدل اختصاص می‌یابد. در بخش ۶، ۷، ۸ و ۹ نیز به ترتیب، داده‌ها، یافته‌های تحقیق، بررسی عوامل مؤثر بر زیست‌کارآیی و سپس نتایج تحقیق و پیشنهادات ارائه می‌شود.

۱. ادبیات تحقیق

در زمینه اندازه‌گیری کارآیی و زیست‌کارآیی صنایع پایین‌دستی نفت نظیر پالایشگاه‌ها، تحقیق‌های کمی وجود دارد که در این بخش، به معرفی و بررسی آنها پرداخته می‌شود.

غیبی هاشم‌آبادی (۱۳۸۴)، در پایان‌نامه خود به بررسی کارآیی و بهره‌وری[1] برخی از پالایشگاه-های نفت ایران با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها با رویکرد ستانده‌محور پرداخته است. ازآنجا که ضایعات خروجی نامطلوب است، مقدار آن را به صورت معکوس وارد مدل کرده است، تا اثر منفی آن بر میزان کارآیی منظور شود. نتایج به دست آمده نشانگراین است که، طی سال های ۱۳۸۲-۱۳۷۶ کل پالایشگاه ها دارای بازدهی کاهنده به مقیاس می باشند.

ایزدی (۱۳۸۸) در پایان‌نامه خود، به بررسی کارآیی و بهره‌وری ۹ پالایشگاه کشور برای سالهای ۱۳۸۶-۱۳۸۰ با استفاده از رویکرد ستاده‌محور و نرم‌افزار Windeap و با توجه به فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس (VRS)[2] پرداخت. نتایج حاصل نشانگر این است که، پالایشگاه تهران در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ و پالایشگاه بندرعباس در اکثر سال‌ها کمترین میزان کارآیی را داشته‌اند. همچنین از نظر بهره‌وری، تغییرات بهره‌وری کل از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۶روند ملایم افزایشی داشته است.

در سطح بین‌المللی نیز پراویراتمادجا (Prawiraatmadja, W, 2002) در رساله دکتری خود به ارزیابی کارآیی ۵ پالایشگاه اصلی نفت اندونزی و مقایسه آنها با کشورهای آسیا- پاسفیک با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و رویکرد ستانده‌محوربرای دوره ۱۹۹۹- ۱۹۹۸ پرداخته است. نتایج DEA[3] نشان می‌دهند که، در سال‌های ۱۹۹۸ و ۱۹۹۹ اکثر پالایشگاه‌های اندونزی به خوبی عمل نکرده‌اند. نتایج کارآیی اقتصادی به طور خاصی نشان می‌دهد که پالایشگاه‌های اندونزی

1. productivity
2. Variable return to scale
3. Data Envelopment Analysis

از تمام قدرت خود در زمینه شکستن هیدروکربورهای متشکله نفت‌خام و تبدیل آن به هیدروکربورهای سبک‌تر استفاده نکرده‌اند.

بویلاکیوا و براگلیا (Bevilacqua and Braglia, 2002) در مقاله "تحلیل زیست‌کارآیی برای پالایشگاه‌های نفت ایتالیا" یک مدل جدید را برای ارزیابی (نسبی) زیست‌کارآیی ۷ پالایشگاه نفت در ایتالیا در طول ۴ دوره (۹۶-۱۹۹۳) را معرفی کرده‌اند. به طور خاصی، اثر زیست‌محیطی به صورت آلودگی هوا در نظر گرفته شده و تحلیل پوششی داده‌ها به عنوان یک معیار واقعی پیشنهاد شده است. در این مقاله با استفاده از نرم‌افزار Lindo و روش تحلیل پوششی داده‌ها با در نظر گرفتن آلودگی به عنوان یک خروجی نامطلوب، زیست‌کارآیی اندازه‌گیری شده است.

بعد از اشاره به مطالعات مربوط به پالایشگاه‌ها، اکنون به چند مطالعه در زمینه زیست‌کارآیی به شرح زیر اشاره می‌شود:

ناصرزاده (۱۳۸۹)، به اندازه‌گیری زیست‌کارآیی نیروگاه‌های حرارتی کشور با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و نرم‌افزار Windeap و به صورت ستانده‌محور پرداخته است. در این تحقیق، ۴۰ نیروگاه حرارتی برق ایران بین سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۸۲ مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. نتایج نرم-افزار Windeap نشان می‌دهد که، میانگین زیست‌کارآیی نیروگاه‌های حرارتی کشور در طول دوره مورد نظر کاهش یافته است و نتایج نرم افزار Eviews نشان می‌دهد، بین سوخت و زیست‌کارآیی رابطه معناداری وجود دارد.

ماری گراهام (Mary Graham 2004) در مقاله ای تحت عنوان "زیست‌کارآیی: مفهوم و اندازه گیری و کاربرد آن برای دامپروران استرالیایی" به ارزیابی زیست‌کارآیی دامپروران استرالیایی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها، رویکرد داده‌محور پرداخته است. در این مقاله زائدات نیتروژنی[1] به عنوان اثرات زیست‌محیطی دامپروری و به صورت قراردادی، بر طبق رویکرد داده‌محور، به عنوان یک نهاده در مدل در نظر گرفته شده‌است. نتایج نشان می‌دهد که، اگر زائدات نیتروژنی به عنوان دلیل ناکارآیی در نظر گرفته شوند، دولت و گروه صنایع می‌باید راهکارهایی را برای استفاده بهتر از این کودها ارائه دهند و از سوی دیگر، محرک‌هایی را جهت تضمین عملکرد از نظر زیست‌محیطی و اقتصادی و به طور کلی ثبات دامپروران ایجاد کنند.

سبوج کمار ماندال و اس مدهسواران (Sabuj Kumar Mandal and S Madheswaran, 2009)، در یک مقاله‌ای به بررسی زیست‌کارآیی کارخانه سیمان هندوستان با استفاده از هر دو رویکرد ستانده-محور و نهاده‌محور روش تحلیل پوششی‌داده‌ها پرداخته است. دی‌اکسیدکربن منتشر شده توسط کارخانه یک‌بار به عنوان نهاده نامطلوب و یک‌بار دیگر به صورت خروجی نامطلوب در نظر گرفته

1. Nitrogen Surplus

شده‌است. نتایج نشان می‌دهند که، اگر کارخانه سیمان با قوانین زیست‌محیطی روبرو شود، توان بالقوه برای گسترش خروجی مطلوب و کاهش خروجی نامطلوب با نهاده‌های موجود دارد. به هر حال قوانین زیست‌محیطی یک هزینه بالقوه از نظر انعطاف‌پذیری کمتر در تولید خروجی مطلوب در مقایسه با حالت سناریوی بی‌قانونی دارد.

۲. صنعت پالایش نفت ایران

تاریخچه صنعت پالایش نفت خام در ایران به سال۱۲۹۱ بر می‌گردد که، اولین پالایشگاه یعنی پالایشگاه آبادان فعالیت خود را آغاز کرد. هم اکنون (سال ۱۳۸۸)، ۹ پالایشگاه نفت با به‌کارگیری ۹۳۲۵ نفر نیروی انسانی، روزانه به پالایش ۱۷۰۸ هزار بشکه نفت خام می‌پردازند. از بین پالایشگاه-های کشور، پالایشگاه آبادان و پالایشگاه کرمانشاه به ترتیب، دارای بیشترین و کمترین ظرفیت عملی پالایش هستند.

ظرفیت طراحی ۹ پالایشگاه در زمان ساخت ۱۳۴۷ هزار بشکه در روز و ظرفیت بالقوه که بعد از توسعه و بهینه‌سازی و رفع تنگناهای عملیاتی پالایشگاه‌ها حاصل شده، به ۱۷۰۷ هزار بشکه در روز رسیده است.

در سال ۱۳۷۸، کل مصرف انرژی در بخش پالایش، ۳۸,۱ میلیون بشکه بوده، که با متوسط رشد کاهشی سالانه ۱,۴۴ درصد در سال ۱۳۸۸، به ۳۲,۹۸ میلیون بشکه معادل نفت خام کاهش یافته است. در دوره مذکور اغلب آلاینده‌ها شامل گرد و غبار، اکسیدهای گوگرد، هیدروکربورهای نسوخته و مونوکسیدکربن به علت تغییر سوخت پالایشگاه‌ها به گاز طبیعی کاهش قابل توجهی داشته‌اند. هر چند در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶، به علت کمبود گاز در فصول سرد سال و استفاده از سوخت‌های مایع به استثنای اکسیدهای گوگرد که رشد کاهشی داشته، لیکن در سال ۱۳۸۷، به علت گازرسانی مطلوب در فصل سرد کلیه آلاینده‌ها در این بخش با رشد کاهشی روبرو بوده‌است (ترازنامه هیدروکربوری، ۱۳۸۸).

۳. مبانی نظری تحقیق

۳-۱. زیست‌کارآیی

عبارت زیست‌کارآیی ترکیبی از کارآیی‌های اقتصادی و محیط‌زیست است. به عبارت دیگر، زیست‌کارآیی در واقع به معنی تولید کالاها و خدمات بیشتر به ازای مصرف انرژی و مواد طبیعی معین می‌باشد. تولید و کسب و کارها با زیست‌کارآیی بالا، ضایعات آلودگی آب و هوایی کمتری را منتشر می‌کنند و بر این اساس به حداکثرسازی رشد اقتصادی با حداقل ضایعات زیست‌محیطی کمک می‌کنند.

کمیسیون اجتماعی و اقتصادی برای آسیا و پاسفیک (ESCAP)[1] زیست‌کارآیی را به عنوان عامل کلیدی برای ارتقاء تغییرات اساسی در مصرف مواد و تولید معرفی کرده است. مفهوم اولیه زیست‌کارآیی به دهه ۱۹۷۰ برمی‌گردد، که به عنوان مفهوم کارآیی زیست‌محیطی معرفی شد. در دهه ۱۹۹۰، اسچالتجر و استورم[2] زیست‌کارآیی را به عنوان " خط رابط بین کسب و کار و توسعه پایدار" معرفی کردند. در سال ۱۹۹۲، این مفهوم توسط شورای کسب و کار جهانی برای توسعه پایدار (WBCSD)[3] در جریان کنفرانس سازمان ملل بر روی محیط‌زیست و توسعه گسترش یافت. این کمیسیون پیشنهاد داده است که، مفهوم زیست‌کارآیی در تمام بنگاه‌ها به عنوان، کاهش مصرف منابع، کاهش اثرات بر روی محیط زیست و افزایش ارزش تولیدات و خدمات، به کار رود.

در واقع زیست کارآیی بر روی استفاده کارا از منابع و ایجاد آلودگی کمتر تمرکز دارد. به عبارت دیگر زیست کارآیی، بیان کلی از مفهوم کارآیی منابع (حداقل کردن منابع در فرایند تولید یک واحد ستانده) و بهره‌وری منابع (کارآیی فعالیت های اقتصادی در ایجاد ارزش افزوده با استفاده از منابع) است (امامی میبدی، ۱۳۸۹: ۲۰۱-۱۹۹).

۴. روش شناسی

۴-۱. روش‌های ارزیابی کارآیی

روش‌های ارزیابی کارآیی به دو دسته پارامتری و ناپارامتری تقسیم می شوند. روش‌های پارامتری به روش‌هایی اطلاق می‌شود که، در آنها ابتدا یک شکل خاص برای تابع تولید در نظر گرفته می‌شود، سپس با یکی از روش‌های برآورد توابع که در آمار و اقتصادسنجی مرسوم است، ضرایب مجهول (پارامترهای) این تابع برآورد می‌شود؛ که مهمترین آنها عبارتند از: تابع تولید مرزی قطعی، تابع تولید مرزی قطعی آماری، تابع تولید مرزی تصادفی و تابع سود. روش مطرح دیگر به منظور ارزیابی کارآیی، روش ناپارامتری است، در این روش با استفاده از تکنیک‌های برنامه‌ریزی ریاضی، به ارزیابی کارآیی بنگاه‌ها پرداخته خواهد شد، حال آنکه در این روش دیگر نیازی به برآورد تابع تولید نیست، و چنانچه بنگاه مورد نظر، دارای چند خروجی متفاوت باشد، این روش در ارزیابی کارآیی با مشکلی مواجه نخواهد بود.

روش تحلیل پوششی داده‌ها را می‌توان به عنوان یکی از روش‌های ناپارامتری معرفی نمود که در این روش، با استفاده از تکنیک‌های برنامه ریزی ریاضی به ارزیابی واحدهای مورد نظرپرداخته خواهد

1. Economic and Social Commission for Asia and Pacific
2. Schaltegger and Sturm
3. World Business Council on Sustainable Development

شد. روش‌های پارامتری برای ارزیابی کارآیی واحدهای تولیدی، که یک ستاده یا بیشتر دارند، در صورتی که بتوان ستاده‌ها را به یکدیگر یا به یک واحد ستاده یکسان تبدیل کرد، مناسب هستند اما اگر، بخواهیم دو واحد را با هم مقایسه کنیم و این واحدها بیش از یک ستاده نیز داشته باشند و هیچ شاخصی جهت تبدیل یکی از این دو به دیگری نباشد، در عین حال هیچ توافق کلی در مورد وزن یا اهمیت هر یک از این دو وجود نداشته باشد، حال اگر بخواهیم از روشهای قبلی، کارآیی را ارزیابی و سپس مقایسه کنیم، عملاً غیر ممکن است، چرا که ما ستاده واحدی جهت برآورد تابعی به عنوان تابع تولید مرزی نداریم.

این مشکل، یکی از مشکل‌های ارزیابی کارآیی به روش تابع تولید مرزی است. از طرفی در تمامی روش‌های ارزیابی کارآیی با استفاده توابع تولید مرزی یک شکل خاص برای تابع تولید تصریح می‌گردد و فرض‌هایی برای متغیر جزء تصادفی اعمال می‌گردد که، در عمل ممکن است نقض گردد. برای حل مشکلات فوق می‌توان از روشی به نام «روش تحلیل پوششی داده‌ها» استفاده نمود. (پورکاظمی و رضایی، ۱۳۸۲: ۳۰۱ - ۲۸۱).

۲-۴. خروجی‌های نامطلوب

چند روش مختلف برای وارد کردن خروجی‌های نامطلوب در مدل وجود دارد. ساده‌ترین روش این است که، با کالای نامطلوب به عنوان یک ورودی رفتار کنیم. توجیه انجام این کار از مشاهده این که در بسیاری از تکنولوژی‌ها رابطه بین آلودگی و خروجی همانند رابطه ورودی و خروجی است، ناشی می‌شود. مثلاً، بیشتر خروجی‌ها تنها می‌توانند با نیروی کار بیشتر (یک ورودی مرسوم) و آلودگی بیشتر تولید شوند. تعدادی از مقاله‌هایی که این رویکرد را اتخاذ کرده‌اند و توجیه بیشتری را برای آن ارائه داده اند شامل :کرپر و اوتز (Cropper and Oates, 1992)، کوپ (Koop. Gary, Lise.Tole 2008)، پیتمن (Reinhard. Stijn 1999) و رین هارد و همکارانش(Reinhard, S., et al 1999).

آتکینسون و دورفمن(Atkinson and Dorfman, 2005) به خروجی بد برچسب "تعویض کننده تکنولوژی"[1] را داده‌اند. اما همانند روش مرسوم، خروجی بد را به عنوان یک نهاده وارد مدل کرده‌اند. اگر خروجی بد را به عنوان نهاده در نظر بگیریم در تعریف زیست‌کارآیی به سادگی می‌توان، اصطلاح کارآیی ورودی‌محور را استفاده کرد که به طور متناظر برای کالای بد به عنوان زیست-کارآیی تعریف می‌شود.

روش دوم این است که، خروجی بد را به عنوان یک ستانده در نظر بگیریم. یعنی مقدار بیشتری از

1. Technology Shifter

کالاهای خوب، مطلوب است اما مقدار بیشتر کالاهای بد نامطلوب است. اما اگر کالای بد را معکوس کنیم، کالای بد می‌تواند در این حالت به عنوان کالای خوب در نظر گرفته شود. مثلاً اگر b یک خروجی بد باشد، می‌توان آن را به صورت $y_j = 1/b$ (و نام‌گذاری آن به عنوان j امین خروجی) به عنوان یک کالای خوب در نظر گرفته شود. اگر مقدار کالاهای بد معکوس شوند، از این‌رو زیست-کارآیی مبتنی بر کارآیی خروجی‌محور اندازه‌گیری می‌شود که به وسیله معکوس کردن خروجی‌های بد تعریف می‌شود (Koop. Gary, Lise.Tole 2008).

۳-۴. روش DEA ورودی‌محور با در نظر گرفتن خروجی نامطلوب

بعضی از نهاده‌هایی که در تولید مورد استفاده قرار می‌گیرند، اثرات سویی بر محیط‌زیست دارند. کمی کردن اثرات زیست‌محیطی مشکل است و به هر حال آن نهاده‌ای که در تولید استفاده می‌شود و اثر را ایجاد می‌کند، می‌تواند کمی شود و برای تجزیه و تحلیل عملکرد اقتصادی و زیست‌محیطی بنگاه مورد استفاده قرار گیرد. مدلی که برای به دست آوردن زیست‌کارآیی استفاده می‌شود به روشی همانند مدلی که برای تعیین کارآیی تکنیکی استفاده شده، فرمول‌سازی می‌شود. متغیرهایی که بر محیط‌زیست اثر می‌گذارند، به طور مستقیم در فرمول‌سازی برنامه‌ریزی خطی وارد می‌شوند. فرض می‌شود متغیرهای زیست‌محیطی می‌توانند به طور شعاعی کاهش یابند (به وسیله θ) فقط مانند یک ورودی ثابت. با پیروی از رویکرد کولی (Coelli, 1999)، برنامه‌ریزی خطی نهاده‌محور با استفاده از L متغیر زیست‌محیطی به صورت زیر می باشد:

$$\min_{\theta\lambda}\theta$$
$$\text{St} \quad Y\lambda - y_i \geq 0$$
$$\theta x_i - X\lambda \geq 0$$
$$\theta w_i - W\lambda \geq 0$$
$$\lambda \geq 0$$

متغیرهای زیست‌محیطی به وسیله بردار w_i با ابعاد $L \times ۱$، برای i امین بنگاه و با ماتریس W با ابعاد $L \times N$ ، برای همه نمونه نشان داده شده‌اند.

متغیر زیست‌محیطی که در اینجا استفاده می‌شود، یک نهاده زیان‌آور در فرایند تولید است، از این‌رو این مقیاس، قبل از اینکه در ماتریس W وارد شود، نیاز به معکوس شدن دارد یا می‌توان به جای آن، از یک قیدی به صورت $w_i - W\lambda \leq 0$ استفاده کرد (Graham, 2004).

۴-۴. روش DEA خروجی‌محور با ستانده نامطلوب

اگر y_{rj}^{g} نشان‌دهنده خروجی مطلوب (خوب) و y_{rj}^{b} خروجی نامطلوب (بد) باشد، افزایش y_{rj}^{g} و کاهش y_{rj}^{b} برای بهبود عملکرد مدنظر است. با این وجود در مدل‌های پوششی خروجی محور با بازده به مقیاس متغیر، هر دو خروجی y_{rj}^{g} و y_{rj}^{b} به منظور بهبود عملکرد، افزایش داده می‌شوند. در اینجا به منظور افزایش خروجی مطلوب و کاهش خروجی نامطلوب، ابتدا خروجی‌های نامطلوب را در (۱-) ضرب کرده و مقدار t_r را به تمامی خروجی‌های نامطلوب منفی اضافه می‌کنیم تا مقدار آن‌ها مثبت شوند؛ به گونه‌ای که $(y_{rj}^{-b} = - y_{rj}^{b} + t_r > 0)$ گردد.

مقدار t_r را به طور مثال از رابطه $t_r = Max \{ y_{rj}^{b} \} + 1$ می‌توان به دست آورد. سایر خروجی‌های مطلوب را به همان صورت قبل می‌توان وارد مدل کرد.

$$
\begin{aligned}
&Max\ Z = h \\
&\text{s.t:} \\
&\sum_{j=1}^{n} \lambda_j Y_{rj}^{g} \geq h\, Y_{r_0}^{g}. \\
&\sum_{j=1}^{n} \lambda_j Y_{rj}^{-b} \geq h\, Y_{r_0}^{-b} \\
&\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} \leq x_{i_0} \\
&\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \\
&\lambda_j \geq 0 \qquad\qquad (j=1, 2, \ldots, n)
\end{aligned}
$$

(مدل با خروجی نامطلوب)

هدف‌های کارا در این مدل بدین گونه است (مهرگان، ۱۳۸۷):

$$\hat{x}_{i_0} = x_{i_0} - \bar{s}_i^{*} \quad , \quad \hat{y}_{r_0}^{g} = h^{*} y_{r_0}^{g} + s_r^{+*} \quad , \quad y_{r_0}^{b} = t_r - (h^{*} \bar{y}_{r_0}^{b} + s_r^{+*})$$

اکنون سؤال این است که، آلودگی به عنوان یک نهاده در نظرگرفته شود یا یک ستانده؟

باید توجه داشت که، در نظر گرفتن گاز منتشر شده به عنوان یک نهاده، با تئوری تابع تولید نئوکلاسیک سازگار نیست؛ چون بر طبق تئوری نئوکلاسیک همه نهاده‌ها باید مقداری استفاده مولد داشته باشند، اما خروجی نامطلوب مثل: CO_2، هیچ استفاده مولدی ندارد، به علاوه در نظر گرفتن آلودگی به عنوان یک نهاده به این معنی است که، با منابع محدود به صورت نامحدود می‌توان تولید کرد. از این‌رو در ادبیات اقتصادی اخیر، آلودگی را به عنوان یک نهاده در فرایند تولید در نظر نگرفته‌اند (Kumar Mandal, S 2010).

در این مقاله به پیروی از این بحث، آلودگی به عنوان یک خروجی نامطلوب در نظر گرفته شده است. بنابراین از مدل بازده به مقیاس متغیر ستانده محور[1] استفاده می شود. به این ترتیب، مقادیر خروجی نامطلوب به صورت معکوس وارد مدل می‌شوند، تا اثر منفی آن‌ها بر روی زیست‌کارآیی پالایشگاه‌ها لحاظ شود.

1. Output-Orient

۵. روش انجام تحقیق و داده‌های مورد استفاده

انجام تحقیق به روش کتابخانه‌ای و اسنادی است و از روش‌های ناپارامتریک با استفاده از نرم‌افزار WINDEAP و روش‌های اقتصادسنجی با استفاده از نرم افزار Stata، استفاده شده است. برای این تحقیق اطلاعات و آمار مورد نیاز از واحد مدیریت برنامه‌ریزی تلفیقی شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی و مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی جمع‌آوری شده‌است. داده‌های مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از: خوراک، انرژی مصرفی، تعداد پرسنل و درجه پیچیدگی به عنوان ورودی و میزان انتشار گاز CO2، N2O و SO2 به عنوان خروجی های نامطلوب و نسبت مجموع محصولات سبک به سنگین به عنوان خروجی مطلوب.

در ارتباط با انتخاب متغیرها باید به نکات زیر اشاره کرد:

باید توجه داشت که فرآوری نفت‌خام در پالایشگاه‌ها شامل فرایند ثانویه‌ای برای تبدیل محصولات سنگین به محصولات سبک‌تر و با ارزش‌تر نیز هست. از این‌رو، برای محاسبه زیست‌کارآیی پالایشگاه‌ها علاوه بر ورودی‌ها و خروجی‌هایی که در خصوص سایر صنایع مشابه مانند نیروگاه‌ها، به کار می‌روند، نیاز به انتخاب شاخصی است که تأسیسات و قابلیت‌های پالایشگاه، یا به عبارتی توانایی آن در تبدیل محصولات سنگین به سبک را نشان دهد (Prawiraatmadja, W, 2002).

تا کنون از معیارهای زیادی در این زمینه استفاده شده است. نسبت کراکینگ به تقطیر، یکی از قدیمی‌ترین این معیارها و ضریب پیچیدگی نلسون، جدیدترین آن‌ها است.

پراویراتمادجا (۲۰۰۲) که به محاسبه کارآیی پالایشگاه‌های نفت اندونزی پرداخت، از شاخص تبدیل، برای نشان دادن قابلیت کراکینگ پالایشگاه استفاده کرد. اما با توجه به نظر متخصصان صنایع نفت، درجه پیچیدگی، که در پالایشگاه‌های ایران کاربرد بیشتری دارد، برای این تحقیق پیشنهاد شده است. این ضریب نشان‌دهنده سهم ظرفیت واحدهای تبدیل ثانویه نسبت به ظرفیت واحدهای تبدیل اولیه (واحد تقطیر) و بیانگر توان تولید محصولات سبک‌تر و ایجاد ارزش افزوده بالاتر است (اسدی، ۱۳۸۲).

به بیان فنی، درجه پیچیدگی، از نسبت مجموع وزنی ظرفیت واحدهای پایین دستی (نظیر کراکینگ، هیدروکراکینگ، کوکینگ و واحد تبدیل کاتالیستی) به ظرفیت واحد تقطیر یا ظرفیت پالایشگاه به دست می‌آید. به‌کارگیری واحدهای تبدیل ثانویه پیشرفته و بالا بودن درجه پیچیدگی پالایشگاه، مزیت‌های زیر را در پی دارد:

۱. انعطاف‌پذیری لازم در مقابل نفت خام با کیفیت‌های متنوع، ازجمله نفت‌خام نامرغوب، ترش و سنگین؛

۲. توانایی تولید درصد بیشتری از محصولات با ارزش مثل LPG، فرآورده‌های تقطیری سبک

و میان تقطیر و تولید درصد کمی از محصولات سنگین و نفت کوره؛

۳. توانایی تولید محصولات با کیفیت بالا از جمله بنزین و گازوئیل (اسدی، ۱۳۸۲).

در رابطه با انتخاب خروجی‌های نامطلوب نیز لازم است اشاره شود که، با توجه به اینکه در اکثر مطالعات (همچون: ناصرزاده (۱۳۸۹) و بویلاکیوا و براگلیا (Bevilacqua and Braglia, 2002) فقط آلاینده‌های هوا در نظر گرفته شده‌اند و با توجه به اهمیت هوای پاک در جهان امروز، محقق نیز در این مطالعه فقط آلاینده‌های هوا را در نظر گرفته است و به دلیل بالا بودن میزان انتشار سه آلاینده SO2، N2O و CO2، نسبت به سایر آلاینده‌ها همچون گرد و غبار و CH4 و ...، سه آلاینده فوق انتخاب شده‌اند. داده‌های مربوط به میزان انتشار این سه آلاینده هوا، نیز از ضرب میزان استفاده از هریک از سوخت‌ها در ضریب انتشار آلایندگی آنها، به دست آمده‌اند.

خلاصه‌ای از ویژگی‌های آماری داده‌ها در جدول زیر آورده شده است.

جدول ۱. خلاصه ای از ویژگی های آماری داده ها

متغیرها	واحد اندازه گیری	میانگین	ماکزیمم	مینیمم	انحراف معیار
نیروی پرسنلی	نفر	۱۰۹۵,۵۰۹۳	۳۸۵۷,۷۵	۲۹۲,۳۳	۹۱۹,۴۲۷۹
سوخت	میلیون بی تی یو	۴۵۴۵۵۶۴	۴۰۱۰۲۹۹۳	۲۵۰۶۴,۲	۶۶۴۶۶۴۲
خوراک	میلیون بی تی یو	۲۸۷۲۹۰۱۴۸	۸۱۳۷۶۶۳۳۲	۵۱۱۸۰۸	۲۸۸۸۲۵۵۰۴
درجه پیچیدگی		۴,۷۱	۶,۵	۲,۵۳	۰,۹۹
نسبت محصولات سبک به سنگین	واحد	۱,۹۶	۳,۱۴	۱,۲۷	۰,۴۲
میزان انتشار **CO2**	کیلوگرم	۴۹۰۸۳۱,۳	۲۶۴۴۸۲۲,۹۳۴	۱۱۵,۵۹۲	۵۶۴۴۱۴,۷۸۲۱
میزان انتشار**N2O**	کیلوگرم	۱۳۷۵۸,۵۳	۸۶۵۹۶۸,۶	۰,۱۲۵۵۶۶	۱۰۹۱۰۰,۱۳
میزان انتشار گاز **SO2**	کیلو گرم	۱۲۷۱۷۰۴۴۸	۱۰۱۴۵۱۴۴	۱۱۶۲۱,۵	۱۵۵۴۸۵,۶

مأخذ: ترازنامه هیدروکربوری، ۱۳۸۸

۶. یافته‌های تحقیق*

بعد از جمع‌آوری داده‌ها با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها با رویکرد ستانده‌محور و نرم‌افزار Windeap زیست‌کارآیی پالایشگاه‌ها محاسبه شده، که نتایج این محاسبات در جدول زیر آمده و لازم به ذکر می‌باشد که برای اندازه‌گیری زیست‌کارآیی پالایشگاه‌ها، داده‌های ماهانه به‌کار رفته، یعنی برای اندازه‌گیری زیست‌کارآیی در هر سال داده‌های ماهانه هر پالایشگاه که در مجموع برای ۹ پالایشگاه ۱۰۸ داده می‌شود، برای تعیین مرز زیست‌کارآیی توسط نرم‌افزار windeap استفاده شده است. مقدار زیست‌کارآیی محاسبه شده با استفاده از نرم‌افزار windeap عددی مثبت اما، کوچکتر

* قابل ذکر است که این مقاله بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم فرزانه جایدری بوده است.

مساوی یک است. هر چه مقدار زیست‌کارآیی به عدد یک نزدیک‌تر باشد آن پالایشگاه، از نظر زیست‌محیطی کاراتر است، یعنی آلودگی کمتری ایجاد می‌کند.

جدول ۲. نتایج محاسبه زیست‌کارآیی پالایشگاه‌های نفت ایران برای دوره ۸۸-۱۳۸۲

پالایشگاه	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	میانگین
آبادان	۰,۸۹	۰,۹۳	۱,۰۰	۱,۰۰	۱,۰۰	۱,۰۰	۱,۰۰	۰,۹۷
اصفهان	۰,۹۴	۰,۸۷	۱,۰۰	۱,۰۰	۰,۹۶	۰,۹۲	۰,۹۸	۰,۹۵
تهران	۰,۹۹	۰,۸۸	۰,۸۳	۰,۹۰	۱,۰۰	۰,۹۲	۰,۹۸	۰,۹۳
تبریز	۰,۹۵	۰,۹۱	۱,۰۰	۰,۹۲	۰,۹۶	۰,۹۳	۰,۹۸	۰,۹۵
شیراز	۰,۹۵	۱,۰۰	۰,۹۸	۰,۹۲	۰,۹۵	۰,۹۲	۱,۰۰	۰,۹۶
کرمانشاه	۰,۹۳	۰,۹۹	۱,۰۰	۱,۰۰	۱,۰۰	۰,۹۷	۰,۹۹	۰,۹۸
لاوان	۰,۹۸	۰,۹۵	۰,۹۳	۰,۹۲	۰,۹۷	۰,۹۱	۰,۹۲	۰,۹۴
اراک	۰,۹۳	۰,۹۲	۰,۹۳	۰,۹۸	۰,۹۵	۰,۹۵	۰,۹۳	۰,۹۴
بندرعباس	۱,۰۰	۱,۰۰	۱,۰۰	۱,۰۰	۱,۰۰	۱,۰۰	۱,۰۰	۱,۰۰
میانگین	۰,۹۵	۰,۹۴	۰,۹۶	۰,۹۶	۰,۹۸	۰,۹۵	۰,۹۸	۰,۹۶

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در جدول (۲)، نتایج محاسبه زیست‌کارآیی برای پالایشگاه‌های نفت آورده شده و همان‌طور که مشاهده می‌شود، پالایشگاه بندرعباس از نظر زیست‌محیطی کاراترین پالایشگاه است، که از جمله دلایل آن، می‌تواند وجود تجهیزات جهت پالایش نفت‌خام سنگین باشد. چون در سال‌های اخیر، به دلیل درصد بالای استخراج از میادین نفتی کشور، ذخایر نفتی ایران اخیراً، بیشتر نفت سنگین است. بنابراین پالایشگاه‌هایی که مجهز به تجهیزات پالایش نفت خام سنگین باشند، قطعاً از کارآیی بیشتری برخوردار هستند.

پالایشگاه تهران با میانگین زیست‌کارآیی ۰,۹۲ طی دوره مورد مطالعه، یکی از ناکاراترین پالایشگاه‌های کشور بوده است.

زیست‌کارآیی پالایشگاه آبادان، از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۴ دارای روند افزایشی بوده و از سال ۸۴ به بعد مقدارش در سطح زیست‌کارآیی واحد، ثابت باقی مانده است. در بقیه پالایشگاه‌ها بجز بندرعباس، زیست‌کارآیی در طی دوره ۸۸-۱۳۸۲، روند خاصی را طی نکرده و در نوسان بوده‌اند.

میانگین زیست‌کارآیی پالایشگاه‌ها برای کل دوره ۰,۹۵ است، یعنی پالایشگاه‌ها اگر همانند پالایشگاه‌های کارا (چون بندرعباس) کار کنند، می‌توانند ۵ درصد میزان آلودگی را کاهش دهند و

از آسیب رساندن به محیط‌زیست جلوگیری کنند.

متوسط نرخ رشد زیست‌کارآیی طی دوره مورد مطالعه، برای پالایشگاه‌های آبادان، اصفهان، تهران، تبریز، شیراز، کرمانشاه و اراک مثبت و به ترتیب، ۲، ۰,۸ ، ۰,۲، ۰,۰۷، ۰,۹، ۱ و ۰,۰۸ درصد و برای پالایشگاه لاوان منفی و برابر ۱ درصد است. از آنجا که پالایشگاه بندرعباس طی دوره، زیست‌کارآیی واحد داشته است، متوسط نرخ رشد زیست‌کارآیی آن صفر است. همان‌طور که آمار و ارقام نشان می دهند، پالایشگاه آبادان دارای بالاترین نرخ رشد بوده است.

۷. بررسی عوامل مؤثر بر زیست کارآیی با استفاده از رگرسیون توبیت

در این تحقیق با استفاده از رگرسیون توبیت، عوامل مؤثر بر زیست‌کارآیی بررسی شده است. نتایج رگرسیون توبیت که زیست‌کارآیی به دست آمده از DEA با فرض بازدهی به مقیاس متغیر را روی انرژی مصرفی برای پالایش هر بشکه نفت خام (EUT)، درصد استفاده از ظرفیت اسمی (نسبت ظرفیت عملی به اسمی (UNC))، API خوراک مصرفی در پالایشگاه (میزان سبک و سنگینی نفت خام (API[1])، درجه پیچیدگی پالایشگاه (CD)، متغیر دامی D، که نشان دهنده استفاده از میعانات گازی به عنوان خوراک است و برای حالت استفاده از میعانات گازی مقدارش یک و در صورت عدم استفاده مقدارش صفر است و همچنین متغیرهای دامی DF1، DF2، DF3، DF4 و DF5 که به ترتیب نشان‌دهنده استفاده از سوخت های گاز طبیعی، گاز مایع، گازهای پالایشگاهی، نفت گاز و نفت کوره هستند، که در صورت استفاده از هریک از سوخت‌ها، مقدار ۱، درغیر این صورت مقدار صفر را می‌گیرند، برازش می‌کند، در جدول زیر آورده شده است.

جدول۳. نتایج عوامل مؤثر بر زیست کارآیی پالایشگاه‌ها با استفاده از مدل رگرسیون توبیت و نرم افزار stata

نام متغیر	ضریب	انحراف معیاراستاندارد	آماره **t**
ضریب ثابت	۱,۰۰۳	۰,۰۸۱۵	۱۲,۳۱
EUT	-۰,۱۴	۰,۰۳۲	-۴,۳۷۵
UNC	-۰,۰۴	۰,۰۲۱	-۱,۹۰
API	۰,۰۰۰۵۴	۰,۰۰۰۱۵	۳,۶

۱. وزن مخصوص نفت خام را بر حسب درجه API، مشخص می کنند، هرچه درجه API نفت خام بیشتر باشد، نفت خام سبک‌تر است.

نام متغیر	ضریب	انحراف معیاراستاندارد	آماره **t**
CD	۰,۰۰۹	۰,۰۰۴	۲,۲۵
D	۰,۰۱۲	۰,۰۱۹	۰,۶۶
DF1	۰,۰۱۳	۰,۰۰۵	۲,۶
DF2	۰,۰۰۵	۰,۰۱۴	۰,۳۹
DF3	۰,۰۰۵	۰,۰۰۲	۲,۵
DF4	-۰,۰۲۰۸	۰,۰۰۶	-۳,۴۶
DF5	-۰,۰۱۶۵	-۰,۰۰۷	-۲,۳۵
Log likelihood	۱۱۴,۵۲		
آزمون نسبت درستنمایی(آزمون**LR**)	۲۸,۹۹		

مأخذ: یافته‌های تحقیق

آزمون معناداری تمام ضرایب (۱۱ ضریب) با استفاده از روش نسبت راستنمایی تعمیم یافته (GLRTS)[1] صورت گرفته است. آماره این آزمون به صورت زیر است (زراء نژاد و یوسفی حاجی آبادی، ۱۳۸۸):

$$LR = -2\{\ln[L(H_0)/L(H_1)]\} = -2\{Ln[L(H_0] - Ln[L(H_1]\}$$

که د رآن، $L(H_0)$ و $L(H_1)$ مقادیر تابع راستنمایی تحت فرضیه صفر (H_0) و فرضیه مقابل (H_1) است. این آماره تحت فرضیه صفر دارای توزیع مجانبی کای- دو $(\boldsymbol{\chi^2})$ است.

$$LR \sim \chi^2(K)$$

که در آن، K تعداد محدودیت‌ها (در اینجا برابر۱۰) است. مقدار آماره این آزمون در جدول۳، برابر ۲۸,۹۹ بوده که از مقدار بحرانی جدول در سطح ۵ درصد (۲۳,۶۸) بزرگتر است. لذا آماره LR دلالت بر معناداری ضرایب برآورد شده در الگو دارد.

بر اساس نتایج جدول ۳، همه ضرایب، بجز ضرایب متغیرهای مجازی، D و DF2، معنی‌دار هستند. طبق نتایج مدل رگرسیون توبیت، هر چه مقدار انرژی مصرفی برای پالایش یک بشکه نفت خام (EUT)، بیشتر باشد، میزان زیست‌کارآیی کاهش می‌یابد، یعنی اثر منفی بر زیست‌کارآیی دارد. متغیر دومی که بر زیست‌کارآیی پالایشگاه اثر می‌گذارد، نسبت استفاده از ظرفیت اسمی(UNC)

1. Generalized Likelihood Ratio Test Static

است، که از تقسیم ظرفیت عملی به ظرفیت اسمی پالایشگاه به دست می‌آید و طبق نتایج رگرسیون توبیت این متغیر دارای اثر منفی بر زیست‌کارآیی است، یعنی اگر یک پالایشگاه بیشتر از حد توان خود نفت‌خام پالایش کند، عملکرد ضعیف‌تری دارد و ضایعات بیشتری تولید می‌کند.

سومین متغیر اثرگذار بر زیست‌کارآیی پالایشگاه‌ها، درجه API، نفت خام مورد استفاده توسط پالایشگاه‌ها به عنوان خوراک است، که این متغیر اثر مثبت بر زیست‌کارآیی پالایشگاه‌ها دارد، یعنی هر چه درجه API خوراک مصرفی پالایشگاه‌ها بیشتر باشد (که این نشان دهنده سبک‌تر بودن نفت خام است)، زیست‌کارآیی پالایشگاه‌ها بیشتر می‌شود.

چهارمین متغیر، درجه پیچیدگی (CD) پالایشگاه است. این متغیر نیز دارای اثر مثبت بر زیست‌کارآیی است. پنجمین متغیر، متغیر مجازی میعانات گازی است. این متغیر نیز اثر مثبت بر زیست‌کارآیی دارد؛ یعنی استفاده از میعانات گازی به عنوان خوراک می‌تواند زیست‌کارآیی پالایشگاه را ارتقا دهد. ششمین تا دهمین متغیرها، متغیرهای مجازی مربوط به نوع سوخت مصرفی هستند، همان‌طور که نتایج نشان می‌دهند، نفت گاز و نفت کوره دارای اثر منفی بر زیست‌کارآیی هستند که این اثر منفی به دلیل آلایندگی بالای این دو نوع سوخت است. سایر سوخت‌ها یعنی گاز مایع، گازهای پالایشگاهی و گاز طبیعی دارای اثر مثبت بر زیست‌کارآیی هستند، که این به دلیل آلایندگی پایین‌تر این سوخت‌ها است. همان‌طور که در جدول (۳) مشاهده می‌شود، اثر استفاده از گاز طبیعی نسبت به گاز مایع و گازهای پالایشگاهی، بر زیست‌کارآیی بیشتر است که این مساله به دلیل آلایندگی پایین‌تر این نوع سوخت نسبت به گاز مایع و گازهای پالایشگاهی است.

بر اساس نتایج رگرسیون توبیت، متغیری که دارای بیشترین تأثیر بر زیست‌کارآیی پالایشگاه‌ها است، مقدار انرژی مصرفی برای پالایش یک بشکه نفت خام است. به این صورت که، هر یک درصد افزایش در انرژی مصرفی برای پالایش یک بشکه نفت خام، باعث کاهش زیست کارآیی به میزان ۰,۱۳ درصد می‌شود.

۸. نتایج و پیشنهادات

در این مقاله با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌های خروجی محور و با در نظر گرفتن خروجی نامطلوب و به وسیله نرم افزار WINDEAP، زیست‌کارآیی پالایشگاه‌ها اندازه‌گیری شده است. با توجه به محاسبه‌های این تحقیق، مشخص شد که، پالایشگاه بندرعباس از نظر زیست‌کارآیی، کاراترین پالایشگاه ایران و پالایشگاه تهران، جزء ناکاراترین پالایشگاه‌های کشور است. علت اینکه پالایشگاه بندرعباس کاراترین پالایشگاه است، را می‌توان در تجهیزات پالایشگاه دانست. از آنجا که پالایشگاه بندرعباس از نفت‌خام سنگین صادراتی به عنوان خوراک استفاده می‌کند، از این رو به تجهیزات پالایش نفت خام سنگین مجهز است. از سوی دیگر، به دلیل استخراج بی رویه از چاه‌های

نفت، در حال حاضر خوراک اکثر پالایشگاه‌ها رو به سنگین می رود و از آنجا که سایر پالایشگاه‌ها، مجهز به تجهیزات مورد نیاز برای پالایش نفت خام نیستند، پس جهت بهتر شدن عملکرد پیشنهاد می‌شود که، پالایشگاه‌ها یا با سرمایه گذاری‌های جدید، مجهز به تجهیزات پالایش نفت خام سنگین شوند و بدین طریق درجه پیچیدگی خود را افزایش دهند، یا اینکه در ابتدا با استفاده از تکنیک های پیشرفته دنیا، نفت خام سنگین را به نفت خام سبک تبدیل کنند، بعد نفت خام سبک را پالایش کنند.

بر اساس نتایج، میانگین زیست کارآیی پالایشگاه‌ها برای کل دوره ۰,۹۵ است، یعنی پالایشگاه-ها اگر همانند پالایشگاه‌های کارا (چون بندرعباس) کار کنند، می‌توانند به میزان ۵ درصد، تولید فرآورده‌های نفتی را با استفاده از منابع کمتر و انتشار آلودگی کمتر، افزایش دهند. نرخ رشد متوسط زیست‌کارآیی برای دوره مورد مطالعه ۰,۵ درصد می‌باشد و این نشان می‌دهد در کل زیست‌کارآیی پالایشگاه‌ها طی دوره مورد مطالعه افزایش یافته، اما به دلیل اینکه زیست‌کارآیی اکثر پالایشگاه‌ها، نزدیک به یک بوده، افزایش زیادی نداشته است.

نتایج رگرسیون توبیت نیز نشان دادند که، نفت کوره و نفت گاز اثر منفی بر زیست‌کارآیی دارند و گاز مایع و گاز طبیعی و گازهای پالایشگاهی اثر مثبت بر زیست‌کارآیی دارند. پس پیشنهاد می‌شود که، پالایشگاه‌ها به جای استفاده از نفت کوره و نفت گاز به عنوان سوخت، که دارای آلایندگی بالایی هستند، از سه نوع سوخت دیگر (گاز طبیعی، گاز مایع و گازهای پالایشگاهی) که آلایندگی کمتری ایجاد می‌کنند، استفاده کنند. همچنین نتایج نشان دادند که هر چه پالایشگاه در حدی بیشتر از ظرفیت اسمی، نفت خام پالایش کند، زیست‌کارآیی پایین‌تری دارد. پالایش نفت‌خام بیشتر از ظرفیت اسمی، کاری است که در سال‌های اخیر به دلیل افزایش روزافزون نیاز داخلی به فرآورده های نفتی در ایران انجام گرفته است. از این رو پیشنهاد می‌شود که به جای فشار آوردن بر پالایشگاه‌ها و هدر دادن نفت خام و افزایش ضایعات به دلیل پالایش ناکارا و بیشتر از ظرفیت اسمی پالایشگاه، اقدام به احداث پالایشگاه‌های جدید شود، تا زیست‌کارآیی پالایشگاه‌ها افزایش یابد و از نفت خام فرآورده‌های سبک بیشتر، با ضایعات کمتر به دست آید. همچنین از آنجایی که، مقدار انرژی مصرفی برای پالایش پالایشگاه‌ها، مؤثرترین متغیر بر زیست کارآیی پالایشگاه‌ها، است، پس بهتر است پالایشگاه‌ها از طریق به روز کردن فرایندهای پالایش، مقدار این متغیر را به حداقل ممکن برسانند.

در پایان، لازم است اشاره شود، که فرایند پالایش نفت خام یک فرایند اجتناب ناپذیر جهت تأمین نیازهای داخلی است، از این رو صرفاً به دلیل ایجاد آلاینده نمی‌توان فرایند پالایش را کنار گذاشت، بلکه، باید از طریق به‌کارگیری مناسب تجهیزات موجود و نصب تجهیزات جدید و به روز دنیا، فرایند پالایش را به سمت فرایندی با حداقل انتشار آلاینده سوق داد. در نهایت، با نصب فیلترهای تصفیه‌کننده می‌توان از انتشار حداقلی آلاینده‌های مضر جلوگیری به عمل آورد.

منابع و مآخذ

اسدی، حشمت (۱۳۸۲) درجه پیچیدگی پالایشگاه و ارزش افزوده‌ی فرآورده‌ها؛ جستجوی اینترنتی گوگل، دانش نفت؛ نخستین هفته نامه تخصصی صنعت نفت در ایران (مقالات علمی نفت تایمز).

امامی میبدی، علی؛ خوشکلام خسروشاهی، موسی و مهدوی، روح الله (۱۳۸۹) کارآیی و بهره وری از دیدگاه اقتصادی؛ انتشارات دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبایی.

ایزدی، زهرا (۱۳۸۸) اندازه گیری کارآیی فنی و بهره وری پالایشگاه‌های نفت ایران به روش تحلیل پوششی داده ها (DEA)؛ دانشگاه علامه طباطبایی.

پورکاظمی، محمد حسین و رضایی، جواد (۱۳۸۲) بررسی کارآیی صنعت گردشگری با استفاده از روش های ناپارامتری (ایران و کشورهای منطقه)؛ پژوهشنامه اقتصادی: ۳۰۱ - ۲۸۱.

ترازنامه انرژی، سال ۱۳۸۸.

ترازنامه هیدروکربوری، سال ۱۳۸۸.

زراء نژاد، منصور و یوسفی حاجی آبادی، رضا (۱۳۸۸) ارزیابی کارآیی فنی تولید گندم در ایران (با استفاده از دو رهیافت پارامتریک و ناپارامتریک)؛ فصلنامه پژوهشهای اقتصادی ، سال نهم، شماره دوم: ۱۷۲- ۱۴۵.

غیبی هاشم آبادی، اکرم (۱۳۸۴) ارزیابی کارآیی و بهره وری دربرخی پالایشگاه های نفت ایران به روش تحلیل فراگیرداده ها (DEA)؛ پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

مهرگان، محمد رضا (۱۳۸۷) مدل های کمی در ارزیابی عملکرد سازمانها (تحلیل پوششی داده‌ها)؛ انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، چاپ دوم، بهار و تابستان.

ناصر زاده، سمیه (۱۳۸۹) ارزیابی زیست کارآیی نیروگاههای حرارتی کشور با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها؛ پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه علامه طباطبایی.

Koop, Gary & Lise, Tole (2008) What is The Environmental Performance of Firms Overseas? An Empirical Investigation of The Global Gold Mining Industry; J Prod Anal 30: 129-143.

Kumar Mandal, S. and Madheswaran, S. (2009) Environmental Efficiency of The Indian Cement Industry: an Interstate Analysis; The Institute for Social and Economic Change, Bangalore, working paper 227.

Kumar Mandal, S. (2010) Measuring Environmental Efficiency and Cost of Pollution Abatement: An Application of Directional Distance Function to Indian Cement Industry; South Asian Journal of Management, Vol. 17, No. 3: 24 - 37

Madhu Khanna, Surender Khmar (2011) Corporate Environmental Management and Environmental Efficiency; Springer, Environ Resource Econ.

Mary Graham (2004) Environmental Efficiency: Meaning and Measurement and Application to Australian Dairy Farms; Presented at the 48th Annual AARES Conference, Melbourne, Victoria, February.

Maurizio Bevilacqua, Marcello Braglia (2002) Environmental Efficiency Analysis for ENI Oil Refineries; Journal of Cleaner Production 10: 85-92.

Prawiraatmadja, W. (2002) An Investigation of Economic Efficiency in Indonesian Petroleum Refineries: A Nonparametric Approach; A Dissertation Submitted to the Graduate Division of the University of Hawaii IN Partial Fulfillment of the Requirements The Degree of Doctor of Doctor of Philosophy in Economics, May.

Reinhard, Stijn (1999) Econometric Analysis of Economic and Environmental Efficiency of Dutch Dairy Farms; P.H.D. Thesis.

Reinhard, Stijn; Lovell .C .A. Knox, and Thijssen, Geert (1999) Econometric Estimation of Technical and Environmental Efficiency: An Application To Dutch Dairy Farms; Amer. J. Agr. Econ. 81 (February): 44-60.

Varadi, Vijay Kumar; Mavaluri, Pradeep Kumar and Boppana, Nagarjuna (2006) Measurement of Efficiency of Banks in India; MPRA Paper No. 17350.