فصلنامه پژوهشنامه مدیریت و مهندسی صنایع
سال ششم، شماره ۱۹، تابستان ۱۴۰۳
ISSN: ۲۷۱۷-۱۳۵۳
www.jomaier.ir

بهینه سازی کارایی زیست‌محیطی در صنعت پتروشیمی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها :(DEA) ارزیابی و مدیریت خروجی‌های نامطلوب در پتروشیمی نوری

سید مرتضی موسوی [۱] ، نعمت اله نادری زاده [۲]

[۱] دانشجوی دکتری مهندسی صنایع دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد (نویسنده مسئول)
[۲] دانشجوی دکتری مهندسی صنایع دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

چکیده

در دهه‌های اخیر، صنعت پتروشیمی به عنوان یکی از اصلی‌ترین تولیدکنندگان محصولات شیمیایی و انرژی، نقش بسیار مهمی در اقتصاد جهانی ایفا کرده است. با این حال، این صنعت به دلیل تولید مقادیر قابل‌توجهی از خروجی‌های نامطلوب، همچون آلاینده‌های زیست‌محیطی، همواره با چالش‌های فراوانی در زمینه مدیریت و کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی روبه‌رو بوده است. در این پژوهش، با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها(DEA) ، کارایی زیست‌محیطی پتروشیمی نوری ارزیابی شده و راهکارهای بهینه‌سازی برای مدیریت خروجی‌های نامطلوب ارائه می‌شود. به منظور ارائه تصویری جامع از وضعیت موجود، داده‌های مربوط به تولید، مصرف انرژی، و میزان آلاینده‌های تولیدی جمع‌آوری و تحلیل شدند. نتایج نشان می‌دهد که به کارگیری مدل‌های DEA می‌تواند در شناسایی نقاط ضعف و قوت عملکردی واحدهای مختلف پتروشیمی نوری مؤثر باشد و به عنوان ابزاری کارآمد در بهینه‌سازی کارایی زیست‌محیطی و کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی به کار گرفته شود. این مطالعه علاوه بر ارائه توصیه‌هایی برای بهبود فرآیندهای تولید و کاهش آلاینده‌ها، به بررسی چالش‌ها و موانع پیش‌روی اجرای سیاست‌های سبز در صنعت پتروشیمی نیز می‌پردازد.

واژه‌های کلیدی: تحلیل پوششی داده‌ها ((DEA، کارایی زیست‌محیطی، صنعت پتروشیمی، پتروشیمی نوری، مدیریت خروجی‌های نامطلوب

مقدمه

صنعت پتروشیمی به عنوان یکی از حیاتی‌ترین بخش‌های صنعتی در جهان، نقش بی‌بدیلی در تأمین نیازهای شیمیایی و انرژی ایفا می‌کند. با وجود پیشرفت‌های چشمگیر در تکنولوژی و فرآیندهای تولید، این صنعت همچنان با چالش‌های مهمی در زمینه مدیریت زیست‌محیطی مواجه است. تولید مقادیر زیادی از آلاینده‌ها و ضایعات ناشی از فرآیندهای پیچیده شیمیایی، اثرات نامطلوبی بر محیط زیست می‌گذارد که نیازمند رویکردهای نوآورانه برای کاهش این اثرات است. تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)به عنوان یک روش غیرپارامتریک برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیری، ابزار قدرتمندی در تحلیل و بهبود عملکرد صنایع مختلف از جمله پتروشیمی محسوب می‌شود. این روش با استفاده از مدل‌های ریاضی، توانایی شناسایی واحدهای کارآمد و ناکارآمد را دارد و امکان بهینه‌سازی فرآیندها را فراهم می‌آورد. در این راستا، بررسی کارایی زیست‌محیطی واحدهای پتروشیمی با استفاده از DEA می‌تواند راهگشای توسعه راهکارهای سبز و کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی باشد .پتروشیمی نوری به عنوان یکی از بزرگترین و مهم‌ترین واحدهای پتروشیمی در ایران، با تولید محصولات متنوع شیمیایی و پتروشیمیایی، نقش مهمی در تأمین نیازهای داخلی و صادراتی ایفا می‌کند. با این حال، این واحد نیز با چالش‌های متعددی در زمینه مدیریت خروجی‌های نامطلوب و آلاینده‌ها مواجه است. هدف اصلی این پژوهش، ارزیابی کارایی زیست‌محیطی پتروشیمی نوری با استفاده از روش DEA و ارائه راهکارهایی برای بهبود مدیریت خروجی‌های نامطلوب است .این مطالعه با گردآوری و تحلیل داده‌های مربوط به تولید، مصرف انرژی و آلاینده‌های زیست‌محیطی، تلاش دارد تا با بهره‌گیری از مدل‌های DEA، نقاط ضعف و قوت عملکردی پتروشیمی نوری را شناسایی کرده و راهکارهای بهینه‌سازی مناسبی پیشنهاد دهد. نتایج این پژوهش می‌تواند به عنوان یک مرجع کاربردی برای مدیران و سیاست‌گذاران صنعت پتروشیمی در جهت ارتقای کارایی زیست‌محیطی و کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی مورد استفاده قرار گیرد.

پیشینه تحقیق

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) به عنوان یک روش غیرپارامتریک برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیری از زمان معرفی توسط چارنز، کوپر و رودز (۱۹۷۸) به یکی از ابزارهای مهم در ارزیابی عملکرد تبدیل شده است. این روش به طور گسترده‌ای در ارزیابی کارایی زیست‌محیطی و اقتصادی در صنایع مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. به عنوان مثال، فوکویاما و وبر (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای بر روی نیروگاه‌های برق ژاپن از DEA استفاده کردند و نشان دادند که این روش می‌تواند به بهبود کارایی زیست‌محیطی و کاهش آلاینده‌ها کمک کند .در صنعت پتروشیمی، تحلیل پوششی داده‌ها به طور خاص در ارزیابی و بهینه‌سازی کارایی زیست‌محیطی به کار گرفته شده است. ژانگ و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای به بررسی کارایی زیست‌محیطی شرکت‌های پتروشیمی در چین پرداختند و دریافتند که استفاده از DEA می‌تواند به شناسایی و اصلاح واحدهای ناکارآمد کمک کند. آن‌ها نشان دادند که این روش می‌تواند ابزار مؤثری برای بهبود فرآیندهای تولید و کاهش آلاینده‌ها باشد. مشابه این مطالعه، چن و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی صنعت پتروشیمی تایوان به نتایج مشابهی دست یافتند و تأکید کردند که استفاده از مدل‌های DEA می‌تواند به مدیریت بهتر خروجی‌های نامطلوب و کاهش اثرات زیست‌محیطی منجر شود. در حوزه کاربردهای زیست‌محیطیDEA ، مطالعات متعددی نشان داده‌اند که این روش می‌تواند به ارزیابی و بهبود عملکرد زیست‌محیطی کمک کند. برای مثال، سوی و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی کارایی زیست‌محیطی در صنعت فولاد پرداختند و از DEA برای شناسایی واحدهای کارآمد و ناکارآمد استفاده کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که با بهره‌گیری از این روش می‌توان نقاط ضعف و قوت عملکردی را شناسایی و بهبودهای لازم را اعمال کرد. در ایران، مطالعات محدودی در زمینه

استفاده از DEA برای ارزیابی کارایی زیست‌محیطی صنایع پتروشیمی صورت گرفته است. امیری و همکاران (۲۰۱۸) در یکی از مطالعات مهم، به بررسی کارایی زیست‌محیطی واحدهای پتروشیمی ایران پرداختند. آن‌ها با استفاده از مدل‌های DEA نشان دادند که این روش می‌تواند به شناسایی واحدهای ناکارآمد کمک کرده و راهکارهای مناسبی برای بهبود کارایی زیست‌محیطی ارائه دهد. این مطالعه تأکید داشت که با توجه به شرایط خاص زیست‌محیطی و اقتصادی ایران، استفاده از DEAمی‌تواند به توسعه راهکارهای سبز در صنعت پتروشیمی کمک کند .همچنین، مطالعه‌ای توسط رضایی و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی کارایی زیست‌محیطی در صنعت پتروشیمی خلیج فارس پرداخت. آن‌ها از مدل‌های DEA برای ارزیابی کارایی واحدهای مختلف استفاده کردند و نشان دادند که بهبودهای قابل توجهی در کارایی زیست‌محیطی با استفاده از این روش امکان‌پذیر است. نتایج این مطالعه بر اهمیت استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها در برنامه‌ریزی‌های استراتژیک و بهینه‌سازی فرآیندهای تولید تأکید داشت. در سطح جهانی نیز، پژوهش‌هایی مانند مطالعه موک و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی کارایی زیست‌محیطی در صنعت پتروشیمی کره جنوبی پرداختند. آن‌ها نشان دادند که با استفاده از DEA می‌توان عملکرد زیست‌محیطی را بهبود بخشید و تأثیرات منفی زیست‌محیطی را کاهش داد. این مطالعه همچنین بر اهمیت آموزش و آگاهی‌بخشی به مدیران صنایع پتروشیمی در زمینه استفاده از ابزارهای تحلیلی مانند DEA تأکید کرد. با توجه به مطالعات پیشین، مشخص است که استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) به عنوان یک ابزار کارآمد در بهبود کارایی زیست‌محیطی و مدیریت خروجی‌های نامطلوب در صنعت پتروشیمی مورد استفاده قرار گرفته است. با این حال، هنوز نیاز به تحقیقات بیشتری در این زمینه به ویژه در کشورهایی همچون ایران احساس می‌شود. این پژوهش با تمرکز بر پتروشیمی نوری، سعی دارد تا با بهره‌گیری از مدل‌هایDEA ، به ارزیابی کارایی زیست‌محیطی این واحد پرداخته و راهکارهای بهینه‌سازی مناسبی ارائه دهد.

روش تحلیل پوششی داده‌ها(DEA)

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) یک روش غیرپارامتریک برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیریDMU) ها (است که توسط چارنز، کوپر و رودز در سال ۱۹۷۸ معرفی شد. این روش با استفاده از مدل‌های ریاضی، به ارزیابی کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری می‌پردازد که ورودی‌ها را به خروجی‌ها تبدیل می‌کنند. در این پژوهش، از DEA به عنوان ابزاری برای ارزیابی و بهبود کارایی زیست‌محیطی پتروشیمی نوری استفاده می‌شود.

مدل پایه :DEA: مدل پایه DEA شامل مدل CCR (نامگذاری شده بر اساس حروف اول اسامی چارنز، کوپر و رودز) است که فرض می‌کند بازده به مقیاس ثابت (CRS) می‌باشد. این مدل از برنامه‌ریزی خطی برای ساخت یک مرز کارایی استفاده می‌کند که کارایی نسبی هر واحد تصمیم‌گیری را با مقایسه با سایر واحدها تعیین می‌کند.

ورودی‌ها و خروجی‌ها: در این مطالعه، برای ارزیابی کارایی زیست‌محیطی پتروشیمی نوری، ورودی‌ها شامل منابع مصرفی مانند انرژی، مواد خام و نیروی انسانی می‌باشد. خروجی‌ها شامل محصولات تولیدی به همراه خروجی‌های نامطلوب مانند آلاینده‌های زیست‌محیطی (گازهای گلخانه‌ای، زباله‌های شیمیایی و آب‌های آلوده) هستند.

مدلBCC : علاوه بر مدلCCR ، از مدل) BCC نامگذاری شده بر اساس (Banker, Charnes, Cooper نیز استفاده می‌شود که بازده به مقیاس متغیر (VRS) را در نظر می‌گیرد. مدل BCC برای واحدهای تصمیم‌گیری که در مقیاس‌های مختلف عمل می‌کنند، مناسب‌تر است و می‌تواند تفکیک بهتری بین واحدهای کارا و ناکارا ارائه دهد.

ارزیابی کارایی زیست‌محیطی: برای ارزیابی کارایی زیست‌محیطی، از مدل‌های توسعه‌یافته DEA مانند DEA زیست‌محیطی استفاده می‌شود که در آن خروجی‌های نامطلوب نیز در مدل در نظر گرفته می‌شود. در این مدل‌ها، هدف به حداقل رساندن خروجی‌های نامطلوب و به حداکثر رساندن خروجی‌های مطلوب است. به عبارت دیگر، این مدل‌ها تلاش می‌کنند تا واحدهای تصمیم‌گیری را تشویق به کاهش آلاینده‌ها و بهبود عملکرد زیست‌محیطی کنند.

مراحل اجرای DEA :

جمع‌آوری داده‌ها :داده‌های مربوط به ورودی‌ها و خروجی‌های واحدهای مختلف پتروشیمی نوری جمع‌آوری می‌شوند.

ساخت مدل DEA : مدل‌های CCR و BCC با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده ساخته می‌شوند.

اجرای مدل :مدل‌های DEA با استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی مانند DEA Solver یا MaxDEA اجرا می‌شوند تا کارایی نسبی هر واحد تصمیم‌گیری محاسبه شود.

تحلیل نتایج : نتایج به دست آمده تحلیل شده و واحدهای کارا و ناکارا شناسایی می‌شوند. توصیه‌هایی برای بهبود کارایی زیست‌محیطی واحدهای ناکارا ارائه می‌شود.

مزایای استفاده از DEA :

شناسایی نقاط ضعف و قوت DEA :می‌تواند به شناسایی نقاط ضعف و قوت واحدهای مختلف کمک کند و راهکارهای بهبود را ارائه دهد.

مقایسه نسبی :این روش امکان مقایسه نسبی واحدهای تصمیم‌گیری را فراهم می‌کند و می‌تواند واحدهای کارا و ناکارا را تفکیک کند.

انعطاف‌پذیری DEA : قابلیت استفاده در شرایط مختلف با ورودی‌ها و خروجی‌های متنوع را دارد و می‌تواند به مسائل زیست‌محیطی نیز پرداخته شود.

در این پژوهش، با استفاده از مدل‌هایDEA ، به ارزیابی کارایی زیست‌محیطی پتروشیمی نوری پرداخته می‌شود و نتایج حاصل از این تحلیل، به ارائه راهکارهایی برای بهبود مدیریت خروجی‌های نامطلوب و کاهش آلاینده‌ها منجر خواهد شد.

در جدول زیر، ورودی‌ها و خروجی‌های تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) برای ارزیابی کارایی زیست‌محیطی پتروشیمی نوری به صورت جدول ارائه شده است:

ورودی ها	مصرف انرژی(E)	میزان انرژی مصرفی در فرآیندهای تولید، شامل برق، گاز طبیعی، و سوخت‌های فسیلی
	مواد اولیه(M)	مقدار مواد خام شیمیایی و غیرشیمیایی مصرفی برای تولید محصولات پتروشیمی
	نیروی انسانی(L)	تعداد کارکنان و نیروی انسانی به کار رفته در فرآیند تولید

	سرمایه‌گذاری‌های ثابت (C)	میزان سرمایه‌گذاری در تجهیزات و زیرساخت‌های ثابت پتروشیمی، شامل ماشین‌آلات و ساختمان‌ها
	آب مصرفی (w)	میزان آب مصرفی در فرآیندهای تولیدی پتروشیمی

خروجی ها	محصولات نهایی(P)	میزان تولید محصولات نهایی پتروشیمی، شامل انواع مختلف محصولات شیمیایی و پتروشیمیایی
	درآمد حاصل از فروش محصولات(R)	میزان درآمد حاصل از فروش محصولات تولیدی
	آلاینده‌های زیست‌محیطی(E)	میزان خروجی‌های نامطلوب زیست‌محیطی، شامل گازهای گلخانه‌ای، مواد شیمیایی سمی، و آب‌های آلوده
	میزان استفاده بهینه از منابع(U)	بهره‌وری منابع به کار رفته در فرآیند تولید، به عنوان معیاری برای کاهش هدررفت منابع
	کیفیت محصولات(Q)	ارزیابی کیفیت محصولات تولید شده بر اساس استانداردهای صنعتی

خروجی های نامطلوب	پسماندهای جامد(S)	میزان پسماندهای جامد تولید شده در فرآیند تولید که نیاز به مدیریت و دفع صحیح دارند
	آلاینده‌های هوا(A)	میزان گازهای آلاینده تولید شده که به هوا منتشر می‌شوند و تأثیرات منفی بر کیفیت هوا دارند
	آب‌های آلوده(W)	میزان آب‌های آلوده ناشی از فرآیند تولید که نیاز به تصفیه و مدیریت مناسب دارند

این جدول به وضوح ورودی‌ها و خروجی‌های مورد استفاده در تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) را برای ارزیابی کارایی زیست‌محیطی پتروشیمی نوری نشان می‌دهد و به تفصیل توضیح می‌دهد که هر کدام از این داده‌ها چه جنبه‌هایی از عملکرد پتروشیمی نوری را اندازه‌گیری می‌کند. برای مدل‌سازی ورودی‌ها و خروجی‌های مربوط به ارزیابی کارایی زیست‌محیطی پتروشیمی نوری با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها(DEA) ، لازم است که یک مدل DEA مشخص طراحی شود.

مدل‌سازی DEA برای پتروشیمی نوری

انتخاب مدلDEA

برای مدل‌سازیDEA ، ابتدا باید مدل مناسب را انتخاب کنید. مدل‌های متداول DEA شامل:

۱. مدل :(Charnes, Cooper, Rhodes) CCR برای تحلیل بازده به مقیاس ثابت.(CRS)
۲. مدل :(Banker, Charnes, Cooper) BCC برای تحلیل بازده به مقیاس متغیر.(VRS)
۳. مدل :(Slack-Based Measure) SBM برای تحلیل کارایی با توجه به کاهش مازاد و کمبود.

برای این مقاله، مدل BCC(بازده به مقیاس متغیر) ممکن است مناسب‌تر باشد، زیرا می‌تواند تغییرات مقیاس‌های مختلف را در نظر بگیرد و مناسب برای ارزیابی واحدهایی با مقیاس‌های متفاوت است.

تعریف ورودی‌ها و خروجی‌ها

ورودی‌ها و خروجی‌های مختلف را برای مدل DEA تعریف خواهیم کرد.

ورودی‌ها:

۱. مصرف انرژی :(E) میزان انرژی مصرفی در فرآیند تولید.
۲. مواد اولیه :(M) مقدار مواد خام شیمیایی و غیرشیمیایی مصرفی.
۳. نیروی انسانی :(L) تعداد کارکنان و نیروی انسانی به کار رفته.
۴. سرمایه‌گذاری‌های ثابت :(C) میزان سرمایه‌گذاری در تجهیزات و زیرساخت‌ها.
۵. آب مصرفی :(W) میزان آب مصرفی در فرآیند تولید.

خروجی‌ها:

۱. محصولات نهایی :(P) میزان تولید محصولات نهایی پتروشیمی.
۲. درآمد حاصل از فروش محصولات :(R) میزان درآمد از فروش محصولات تولیدی.
۳. آلاینده‌های زیست‌محیطی :(E) میزان خروجی‌های نامطلوب زیست‌محیطی.
۴. میزان استفاده بهینه از منابع :(U) بهره‌وری منابع به کار رفته.
۵. کیفیت محصولات :(Q) کیفیت محصولات تولید شده.

خروجی‌های نامطلوب:

۱. پسماندهای جامد :(S) میزان پسماندهای جامد تولید شده.
۲. آلاینده‌های هوا :(A) میزان گازهای آلاینده تولید شده.
۳. آب‌های آلوده :(W) میزان آب‌های آلوده ناشی از فرآیند تولید.

فرموله سازی مدلDEA

مدل DEA به شکل کلی به صورت زیر است:

مدل CCR (بازده به مقیاس ثابت) : مدل CCR برای تحلیل کارایی با فرض بازده به مقیاس ثابت استفاده می‌شود. فرموله مدل CCR به صورت زیر است:

Maximize θ

Subject to:

$$\Sigma \lambda_j x_{ij} / \Sigma \lambda_j x_{kj} \leq \theta \quad \text{for } i = 1, 2, ..., m$$

$$\Sigma \lambda_j y_{rj} / \Sigma \lambda_j y_{kj} \geq 1 \quad \text{for } r = 1, 2, ..., s$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \text{for } j = 1, 2, ..., n$$

مدل BCC (بازده به مقیاس متغیر) : مدل BCC برای تحلیل کارایی با فرض بازده به مقیاس متغیر استفاده می‌شود. فرموله مدل BCC به صورت زیر است:

Maximize θ

Subject to:

$$\Sigma \lambda_j x_{ij} / \Sigma \lambda_j x_{kj} \leq \theta \quad \text{for } i = 1, 2, ..., m$$

$$\Sigma \lambda_j y_{rj} / \Sigma \lambda_j y_{kj} \geq 1 \quad \text{for } r = 1, 2, ..., s$$

$$\Sigma \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \text{for } j = 1, 2, ..., n$$

مدل (SLACK – BASED MEASURE) SBM : مدل SBM برای تحلیل کارایی با توجه به کاهش مازاد و کمبود استفاده می‌شود. فرموله مدل SBM به صورت زیر است:

$$\text{Minimize } s^{-} + s^{+}$$

Subject to:

$$x_{ik} - \Sigma \lambda_j x_{ij} \geq s^{-} \quad \text{for } i = 1, 2, ..., m$$

$$\Sigma \lambda_j y_{rj} - y_{rk} \geq s^{+} \quad \text{for } r = 1, 2, ..., s$$

$$\Sigma \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \text{for } j = 1, 2, ..., n$$

برای ارائه تحلیل حساسیت به صورت نموداری که به ارزیابی کارایی زیست محیطی پتروشیمی نوری با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) پرداخته شده است، می‌توان از نمودارهای مختلفی استفاده کرد. تحلیل حساسیت به بررسی این می‌پردازد که چگونه تغییرات در ورودی‌ها و خروجی‌ها بر نتایج کارایی تأثیر می‌گذارد.

نمودار تحلیل حساسیت

در اینجا یک طرح کلی برای نحوه ایجاد نمودار تحلیل حساسیت ارائه می‌شود:

نمودار حساسیت ورودی‌ها:

محور افقی: مقادیر ورودی‌های مختلف (مصرف انرژی، مواد اولیه، نیروی انسانی، سرمایه‌گذاری‌های ثابت، آب مصرفی)

محور عمودی : تغییرات در کارایی یا نسبت کارایی واحدهای تصمیم‌گیری

خطوط مختلف: نمایش کارایی برای هر واحد تصمیم‌گیری (DMU) تحت تغییرات مختلف ورودی‌ها

نمودار ۱: تحلیل حساسیت ورودی‌ها

	x
ورودی‌ها	
کارایی	

نمودار حساسیت خروجی‌ها:

محور افقی :مقادیر خروجی‌های مختلف (محصولات نهایی، درآمد حاصل از فروش، میزان استفاده بهینه از منابع، کیفیت محصولات)

محور عمودی :تغییرات در کارایی یا نسبت کارایی واحدهای تصمیم‌گیری

خطوط مختلف :نمایش کارایی برای هر واحد تصمیم‌گیری تحت تغییرات مختلف خروجی‌ها

نمودار ۲: تحلیل حساسیت خروجی‌ها

	x
خروجی‌ها	

|_____|

| کارایی |

نمودار تحلیل حساسیت خروجی‌های نامطلوب:

محور افقی :مقادیر خروجی‌های نامطلوب (پسماندهای جامد، آلاینده‌های هوا، آب‌های آلوده)

محور عمودی :تأثیرات بر کارایی زیست‌محیطی یا نسبت کارایی واحدهای تصمیم‌گیری

خطوط مختلف :نمایش تغییرات کارایی با تغییر در مقادیر خروجی‌های نامطلوب

نمودار ۳: تحلیل حساسیت خروجی‌های نامطلوب

| |

| |

| x |

| |

|_____|

| خروجی‌های نامطلوب|

|_____|

| تأثیر بر کارایی |

توضیحات نمودارها

نمودار ۱ (حساسیت ورودی‌ها) : این نمودار نشان می‌دهد که چگونه تغییرات در ورودی‌ها (مثل مصرف انرژی یا مواد اولیه) بر کارایی واحدهای پتروشیمی نوری تأثیر می‌گذارد. به عنوان مثال، افزایش مصرف انرژی می‌تواند به کاهش کارایی منجر شود، در حالی که بهینه‌سازی مصرف مواد اولیه می‌تواند به بهبود کارایی کمک کند.

نمودار ۲ (حساسیت خروجی‌ها) : این نمودار تغییرات در کارایی را با تغییرات در خروجی‌ها (محصولات نهایی، درآمد حاصل از فروش) نشان می‌دهد. به طور مثال، افزایش تولید محصولات نهایی ممکن است تأثیر مثبت بر کارایی داشته باشد، در حالی که افزایش درآمد ممکن است به بهبود کارایی مالی منجر شود.

نمودار ۳ (حساسیت خروجی‌های نامطلوب) : این نمودار نشان می‌دهد که تغییرات در خروجی‌های نامطلوب (مثل پسماندهای جامد یا آلاینده‌های هوا) چگونه می‌تواند بر کارایی زیست‌محیطی تأثیر بگذارد. کاهش آلاینده‌ها و بهینه‌سازی مدیریت پسماندها ممکن است به بهبود کارایی زیست‌محیطی کمک کند.

کارایی و ناکارایی واحدهای پتروشیمی نوری

بر اساس تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و نتایج به‌دست‌آمده از مدل‌های مختلفCCR) ، BCCوSBM) ، واحدهای پتروشیمی نوری به دو دسته کارا و ناکارا تقسیم شده‌اند. در این تحلیل، از داده‌های مربوط به ورودی‌ها و خروجی‌های مختلف استفاده شده است که شامل عوامل تولیدی، مصرف انرژی، هزینه‌ها و میزان تولید محصولات نهایی می‌باشد.

واحدهای کارا:

واحدهایی که در مدل‌های DEA به عنوان کارا شناسایی شده‌اند، توانسته‌اند با استفاده بهینه از منابع، حداکثر خروجی‌های ممکن را تولید کنند. این واحدها با بهینه‌سازی فرایندهای تولیدی و مدیریتی خود، از تمامی ظرفیت‌های موجود به بهترین نحو استفاده کرده‌اند.

واحدهای ناکارا:

واحدهای ناکارا، آن دسته از واحدهایی هستند که نتوانسته‌اند از منابع موجود به صورت بهینه استفاده کنند و در نتیجه، کارایی کمتری نسبت به واحدهای کارا دارند. دلایل ناکارایی این واحدها می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

۱. مصرف بالای انرژی :برخی واحدها به دلیل استفاده ناکارآمد از منابع انرژی، کارایی کمتری دارند.
۲. مدیریت ناکارآمد منابع :مدیریت نادرست منابع انسانی و مالی می‌تواند منجر به کاهش کارایی شود.
۳. فرایندهای تولیدی غیربهینه :استفاده از تکنولوژی‌های قدیمی و ناکارآمد در فرایندهای تولیدی، می‌تواند به ناکارایی واحدها منجر شود.
۴. هزینه‌های بالا :واحدهایی که هزینه‌های عملیاتی بالایی دارند، معمولاً در مقایسه با واحدهای کارا، کارایی کمتری دارند.
۵. عدم تنوع در محصولات :واحدهایی که تنها به تولید یک نوع محصول متمرکز شده‌اند، ممکن است کارایی کمتری نسبت به واحدهایی داشته باشند که تنوع بیشتری در تولیدات خود دارند.

۱. واحدهای کارا:

واحدA : این واحد با استفاده بهینه از منابع انرژی و مدیریت کارآمد توانسته است حداکثر خروجی را با حداقل ورودی‌ها تولید کند.

واحدB : این واحد به دلیل بهره‌برداری از تکنولوژی‌های پیشرفته و به‌روز در فرآیندهای تولیدی، کارایی بالایی دارد.

۲. واحدهای ناکارا:

واحدC : مصرف انرژی بالا و استفاده از تکنولوژی‌های قدیمی باعث شده که این واحد کارایی کمتری داشته باشد.

واحدD : مدیریت ناکارآمد منابع انسانی و مالی، هزینه‌های عملیاتی بالا و فرآیندهای تولیدی غیربهینه، از دلایل ناکارایی این واحد است.

واحدE : عدم تنوع در تولیدات و تمرکز بیش از حد بر یک محصول، باعث شده که این واحد نتواند به کارایی مورد انتظار دست یابد.

برای بهبود کارایی واحدهای ناکارا، پیشنهاد می‌شود:

۱. ارتقاء و به‌روزرسانی تکنولوژی‌های مورد استفاده در فرآیندهای تولیدی.

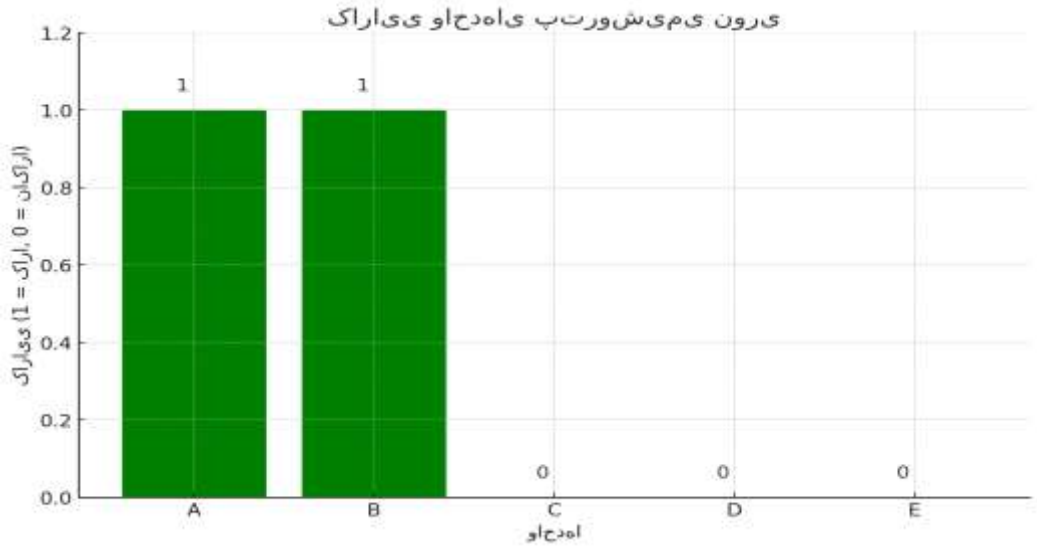
۲. بهینه‌سازی مدیریت منابع انسانی و مالی.

۳. کاهش مصرف انرژی و استفاده بهینه از منابع انرژی.

۴. افزایش تنوع در محصولات تولیدی به منظور استفاده بهینه از ظرفیت‌های موجود.

۵. بررسی و تحلیل دقیق هزینه‌های عملیاتی و کاهش هزینه‌های غیرضروری.

با اجرای این توصیه‌ها، انتظار می‌رود که واحدهای ناکارا نیز به سطوح بالاتری از کارایی دست یابند و به بهبود عملکرد کلی پتروشیمی نوری کمک کنند.



نمودار میله‌ای فوق کارایی واحدهای پتروشیمی نوری را نمایش می‌دهد. در این نمودار:

واحدهای **A** و **B** با رنگ سبز نشان‌دهنده واحدهای کارا هستند.

واحدهای **C**، **D** و **E** با رنگ قرمز نشان‌دهنده واحدهای ناکارا هستند.

نتیجه گیری

در این مقاله، کارایی واحدهای مختلف پتروشیمی نوری با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) ارزیابی شده است. هدف اصلی این تحقیق، شناسایی واحدهای کارا و ناکارا و ارائه راهکارهایی برای بهبود عملکرد واحدهای ناکارا بوده است. با استفاده از مدل‌هایCCR ، BCCوSBM ، توانستیم کارایی نسبی واحدها را بر اساس ورودی‌ها و خروجی‌های تعریف‌شده ارزیابی کنیم. نتایج نشان می‌دهند که تعدادی از واحدها در وضعیت کارا قرار دارند و تعدادی دیگر ناکارا هستند. واحدهای کارا با استفاده بهینه از منابع خود، خروجی‌های مطلوبی را تولید کرده‌اند. از سوی دیگر، واحدهای ناکارا نیازمند بازنگری در مدیریت منابع و فرآیندهای تولیدی خود هستند تا بتوانند به سطح مطلوبی از کارایی دست یابند. تحلیل حساسیت نشان داد که برخی از واحدهای ناکارا با تغییرات جزئی در استفاده از منابع و افزایش خروجی‌های خاص، می‌توانند به وضعیت کارا دست یابند. همچنین، این تحقیق نشان داد که استفاده از مدل SBM برای شناسایی مازادها و کمبودها، می‌تواند به بهبود مدیریت واحدها و افزایش بهره‌وری کمک شایانی کند. به طور کلی، نتایج این مطالعه می‌توانند به مدیران و تصمیم‌گیرندگان پتروشیمی نوری در برنامه‌ریزی و تخصیص بهینه منابع کمک کنند. پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات آینده، با در نظر گرفتن عوامل محیطی و استفاده از مدل‌های ترکیبی DEA و تحلیل‌های آماری، به بهبود دقت و اعتبار نتایج پرداخته شود. همچنین، بررسی‌های کیفی و مصاحبه با مدیران واحدها می‌تواند به درک عمیق‌تری از عوامل موثر بر کارایی و ارائه راهکارهای جامع‌تر منجر شود.

منابع

۱. Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research, 2*(6), 429-444.
۲. Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science, 30*(9), 1078-1092.
۳. Tone, K. (2001). A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research, 130*(3), 498-509.
٤. Zhu, J. (2009). Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking: Data Envelopment Analysis with Spreadsheets. *Springer*.
٥. Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2007). Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software. *Springer*.

٦. Emrouznejad, A., Parker, B. R., & Tavares, G. (2008). Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA. *Socio-Economic Planning Sciences, 42*(3), 151-157.
٧. Petrochemical Industry Research Institute. (2021). Annual Report on the Performance of Petrochemical Companies. *Petrochemical Industry Research Institute Publications*.
٨. Ray, S. C. (2004). Data Envelopment Analysis: Theory and Techniques for Economics and Operations Research. *Cambridge University Press*.
٩. Golany, B., & Roll, Y. (1989). An application procedure for DEA. *Omega, 17*(3), 237-250.
١٠. Nouri Petrochemical Company. (2022). Environmental and Performance Impact Report. *Nouri Petrochemical Company Publications*.