دوفصلنامه اقتصاد پولی، مالی(دانش وتوسعه سابق) دوره جدید، سال بیستم، شمارۀ۶، پاییز و زمستان ۱۳۹۲

ارزیابی کارایی انرژی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران (مطالعه موردی: صنعت سیمان)

هوشنگ تقی زاده [*1]
دانشیار و عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز
میروحید پوررربی [1]
کارشناس ارشد حسابداری، دانشگاه پیام نور تهران

تاریخ دریافت : ۱۳۹۱/۱۰/۲۵ **تاریخ پذیرش:** ۱۳۹۲/۴/۹

چکیده

در تحقیق حاضر به بررسی کارایی انرژی شرکت‌های صنعت سیمان پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته شده است. تعداد واحدهای تشکیل دهنده جامعه آماری براساس اطلاعات بورس اوراق بهادار تهران، ۲۳ شرکت می‌باشد. در این مقاله، با تهیه و تدوین مهم‌ترین شاخص‌ها، ورودی‌ها و خروجی‌های مدل DEA مشخص شده است. ورودی‌ها شامل هزینه سوخت (گازوئیل، مازوت و ...)، هزینه گاز طبیعی، هزینه برق و هزینه آب می‌باشد. خروجی‌های در نظر گرفته شده نیز فروش خالص، افزایش (کاهش) در موجودی کالای ساخته شده، افزایش (کاهش) در موجودی کالای درجریان ساخت و سود حاصل از سرمایه گذاری هستند.

بر اساس اطلاعات موجود نتایج کارایی هر یک از شرکت‌ها با استفاده از نرم افزار DEAP2 بدست آمده است. درنهایت کاراترین آنها به عنوان الگو انتخاب و معرفی شده‌اند. ضمن مقایسه، شرکت‌های ناکارا می‌توانند خود را به شرکت‌های کارا نزدیک نموده تا به سطح کارایی لازم دسترسی پیدا کنند.

واژه‌های کلیدی: تحلیل پوششی داده ها، انرژی، بورس اوراق بهادار تهران، کارایی

طبقه‌بندی JEL : Q40 و R15

---

* - نویسنده مسئول: taghizadeh@iaut.ac.ir

1- pourrabbi@yahoo.com

Evaluating the Energy Efficiency of the Companies Admitted to Tehran Stock Exchange
(A Case Study: Cement Industry)

Houshang Taghizadeh
Department of Management, Tabriz Branch, Islamic Azad University
Mir Vahid Pourrabbi
Department of Accounting, P ayame Noor University, Tehran

Received: 14 Jan 2013 **Accept:** 30 Jun 2013

Abstract

In this paper, the efficiency of Cement industry firms Listed on Tehran Stock Exchange is evaluated, by using data envelopment analysis. The survey population includes 23 firms using Tehran stock exchange data. In this paper, inputs and outputs of DEA are determined through selecting the most important criteria. Inputs include: cost of fuel (gasoline, mazut and …), cost of natural gas, cost of electricity and cost of water. Outputs include net sells, increasing (decreasing) on finished products, increasing (decreasing) on products in process, and the benefits of investments. On basis of existing data the efficiency of each firm was calculated using $DEAP_2$ software. At last, the most efficient firms were introduced as patterns. Through comparison inefficient firms could come closer to patterns and reach the efficiency level.

Keywords: Data Envelopment Analysis (DEA), Energy, Tehran Stock Exchange, Efficiency.
JEL Classification: R15, Q40

۱. مقدمه

بخش‌های تولیدی متمرکز بر انرژی، مواد اولیه را به وسیله مواد شیمیایی (نه فیزیکی) به کالاهای ساخته شده تبدیل می‌کنند. حرارت برای تولید آنها ضروری است. گاز طبیعی، سوخت‌های فسیلی و محصولات فرعی آن مهم‌ترین منابع انرژی برای این گروه می‌باشند. آنها به دلیل مصرف بالای انرژی و اثرات محیطی از اهمیت زیادی برخوردار هستند. بنابراین ارزیابی و بهینه کردن میزان کل مصرف انرژی برای پیدا کردن فرصت‌هایی برای بهبود کارایی و بهترین ترکیب مصرف انرژی دارای اهمیت می‌باشد. مدل‌های مختلفی برای ارزیابی کارایی انرژی در

ادبیات مدیریت انرژی منتشر شده است. با این حال تلاش‌های کمی بر اساس روش‌های سیستماتیک برای مقایسه کارایی نسبی بخش‌های تولیدی که انرژی زیادی مصرف می‌کنند صورت گرفته است. تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) یک مدل برنامه‌ریزی خطی خاصی برای ارزیابی کارایی نسبی واحدهای تصمیم گیرنده با چندین ورودی و خروجی است. مصرف انرژی در بخش تولیدی انرژی محور تابعی از سه شاخص، فعالیت، ساختار و کارایی می‌باشد. این موضوع باعث ایجاد مشکل تصمیم گیری چند بعدی می‌شود که با استفاده از تجزیه و تحلیل چند متغیره از جمله DEA قابل حل است (Azadeh et al., 2007). تحلیل پوششی داده‌ها یک مدل برنامه ریزی خطی است که با استفاده از اطلاعات واحدهای تولیدی و سازمان‌ها به عنوان واحدهای تصمیم‌گیری منجر به ایجاد مرز کارایی می‌شود. این مرز بر اساس اطلاعات ورودی و خروجی و نتایج متوالی برنامه‌ریزی خطی ایجاد می‌شود. در حقیقت میزان کارایی هر واحد تصمیم گیرنده برابر با فاصله میان آن واحد و مرز کارایی است (Roa et al., 2003). در این روش به منظور پیروی از ترکیب بهینه برای افزایش کارایی در هر واحد، مجموعه‌ای از مرجع‌ها برای واحد ناکارا مشخص می‌شود و کارایی واحدهای مختلف با واحدهای کارا مقایسه می‌شود (Shang & Sueyoshi., 1995).

۲. پیشینه تحقیق

در رابطه با ارزیابی کارایی انرژی با استفاده از روش DEA تحقیقات فراوانی انجام شده است؛ برخی از آنها عبارتند از:

بوید و همکاران کارایی را در سطح کارخانه در صنعت شیشه تخت و ظروف شیشه‌ای مورد بررسی قرار داده‌اند (Boyed et al., 2000).

رمناثان با استفاده از DEA به بررسی کارایی انرژی مدل‌های جایگزین حمل و نقل پرداخته است (Ramanathan, 2000).

فیلیپین کارایی انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در ۱۵ مدرسه دولتی در منطقه مرکزی آرژانتین را مورد بررسی قرار داده است (Filippin, 2000).

رمناثان با استفاده از DEA مصرف انرژی در کشورهای شمال و شرق میانه آفریقا را مورد

تجزیه و تحلیل قرار داده است (Ramanathan, 2005).

هیو و همکاران از مدل تحلیل پوششی داده‌ها برای پیدا کردن راه‌هایی برای صرفه‌جویی انرژی در اقتصادهای سازمان همکاری‌های اقتصادی آسیا و اقیانوسیه بدون کاهش در تولید ناخالص داخلی سالانه آنها استفاده کرده‌اند. در تحقیق مذکور، انرژی، نیروی کار و سرمایه به عنوان ورودی و تولید ناخالص داخلی به عنوان خروجی مدل تعیین شده‌اند (Hu et al., 2007).

آزاده و همکاران روش DEA یکپارچه‌ای برای ارزیابی کارایی انرژی در بخش‌های تولید انرژی ارائه نموده‌اند (Azadeh et al., 2007).

آنوت و سونر مصرف انرژی و کارایی آن در شرکت‌های کوچک و متوسط ترکیه را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند (Onut and soner, 2007).

وی و همکاران کارایی انرژی بخش آهن و استیل چین در دوره ۲۰۰۳-۱۹۹۴ را با استفاده از شاخص مالم کوئیست مورد ارزیابی قرار داده‌اند (Wei et al., 2007).

ژو و همکاران در تحقیقی با در نظر گرفتن هر دو خروجی‌های مطلوب و نامطلوب به عنوان خروجی مدل تحلیل پوششی داده‌ها به ارزیابی کارایی انرژی پرداخته‌اند (Zhuo et al., 2008).

لی با به‌کارگیری DEA به ارزیابی کارایی کل انرژی با استفاده از پیش بینی میزان مصرف انرژی به عنوان خروجی و میزان انرژی مصرف شده به عنوان ورودی، پرداخته است (Lee, 2008).

مخرجی با استفاده از DEA کارایی انرژی در بخش تولید انبوه و هم‌چنین در بخش‌هایی که بالاترین مصرف انرژی را دارند برای دوره ۲۰۰۱-۱۹۷۰ مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و چندین مدل جایگزین نیز ارائه داده است (Mukherjee, 2008).

هنما و همکاران با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها کارایی کل انرژی در ژاپن را به صورت منطقه‌ای مورد بررسی قرار داده‌اند (Honma et al., 2008).

مخرجی از مدل تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی کارایی انرژی در بخش تولید هند استفاده کرده است (Mukherjee, 2008).

تقی زاده و همکاران در تحقیقی به بررسی نقش سیستم مدیریت انرژی در بهینه سازی مصرف انرژی در صنایع کانی غیر فلزی پرداخته‌اند (Taghizadeh et al., 2009).

نصیری و همکاران، کارایی مصرف انرژی را در تولید محصول شالیزار با استفاده از تکنیک

DEA مورد ارزیابی قرار داده‌اند (Nasiri et al., 2009).

مندل کارایی مصرف انرژی را با در نظر گرفتن انتشار آلاینده‌های مرتبط با آن در صنعت سیمان هند با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) مورد بررسی قرار داده است (Mandal, 2010).

باین و همکاران، کارایی منابع (از جمله: انرژی، آب و ...) و محیط زیست را به طور همزمان با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها که منجر به ارائه شاخصی برای تجزیه و تحلیل همزمان کارایی انرژی واحدهای تصمیم گیرنده و محیط زیست می‌شود، مورد ارزیابی قرار داده‌اند (Bian et al., 2010).

چنگ و همکاران رشد کارایی انرژی برای مناطق چین را با استفاده از شاخص کارایی کل انرژی[1] مورد بررسی قرار داده‌اند (Chang et al., 2010).

لی و همکاران با استفاده از فرایند سلسله مراتب تحلیل فازی و تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی نسبی عملکرد تحقیق و توسعه در بخش توسعه تکنولوژی انرژی هیدروژن از دیدگاه اقتصادی را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند (Lee et al., 2010).

مینگ شی و همکاران، کارایی انرژی در صنعت چین را بررسی نموده و حداکثر میزان صرفه جویی انرژی بالقوه در ۲۸ منطقه اداری در چین را نیز اندازه‌گیری نموده‌اند (Ming Shi et al., 2010).

امید و همکاران با استفاده از DEA درجه کارایی فنی و مقیاس بخش‌های تولیدی که ورودی‌های آنها شامل نیروی انسانی، دیزل، ماشین آلات، کود، مواد شیمیایی، آب ، بذر و برق می باشد مورد ارزیابی قرار داده‌اند (Omid et al.).

در کل مطالعات قبلی نشان می‌دهد که در ایران در زمینه ارزیابی کارایی انرژی در صنعت سیمان مطالعه‌ای انجام نگرفته است. بنابراین در تحقیق حاضر از روش تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی کارایی انرژی شرکت‌های فعال در صنعت سیمان پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران استفاده شده است.

1- Total-Factor Energy Productivity Index (TFEPI)

به‌طور کلی، هدف اصلی این پژوهش ارزیابی کارایی انرژی صنعت سیمان با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و مقایسه شرکت‌های فعال در این صنعت از دیدگاه کارایی می‌باشد. در مجموع، اهداف پژوهش را می‌توان به شرح زیر خلاصه کرد:

۱) اندازه‌گیری کارایی انرژی شرکت‌های مختلف صنعت سیمان با استفاده از میانگین شاخص‌ها در طول ۸ سال و نشان دادن میزان کارایی یا عدم کارایی آنها.

۲) اندازه‌گیری کارایی انرژی صنعت سیمان در طول سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۱ .

۳) مشخص نمودن شرکت‌های ناکارا و مجموع شرکت‌های مرجع آنها.

۳. روش تحقیق، جامعه آماری و شیوه جمع‌آوری داده‌ها

با توجه به این واقعیت که هدف اصلی این پژوهش ارزیابی کارایی شرکت‌ها می‌باشد، بنابراین روش پژوهش از نوع توصیفی است. در این راستا، اطلاعات دقیقی از متغیرهای ورودی و خروجی در مطالعه صنعت سیمان ایران وجود دارد. جامعه آماری تحقیق شامل شرکت‌های سیمان پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد که ۲۳ شرکت فعال در بورس اوراق بهادار بین سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۱ انتخاب و مورد بررسی قرار گرفته است. منبع اخذ داده‌ها، صورت‌های مالی شرکت‌های تحت مطالعه است که در سایت سازمان بورس اوراق بهادار تهران ارائه شده است.

۴. مدل مورد استفاده در این پژوهش

DEA دو مدل دارد: مدل چارنز، کوپر و رودز [1](CCR) و مدل بنکر، چارنز و کوپر [2](BCC). مدل CCR بر اساس بازده ثابت به مقیاس فعالیت‌ها ایجاد شده اما مدل BCC بر اساس بازده متغیر به مقیاس فعالیت‌ها ساخته شده است. دو روش برای هر یک از مدل‌های CCR و BCC وجود دارد. یک روش از مدل‌ها سعی در کم کردن ورودی‌ها بدون کاهش در خروجی می‌باشد، این مدل ورودی محور نامیده می‌شود. نوع دیگر مدل‌ها که خروجی محور نامیده می‌شود سعی در

1- Charnes, Cooper and Rhodes (CCR)
2- Banker, Charnes and Cooper (BCC)

افزایش خروجی‌ها بدون افزایش در ورودی‌ها می‌باشد (Onut & Soner, 2007). مدل تحقیق حاضر، مدل ورودی محور چارنز، کوپر و رودز (CCR) و بنکر، چارنز و کوپر (BCC)، با هدف کاهش در ورودی‌های شرکت‌ها می‌باشد.

برای ارزیابی کارایی انرژی با استفاده از DEA متغیرهای ورودی و خروجی مورد نیاز می‌باشد. در این پژوهش، متغیرهای خروجی متمرکز بر خروجی‌های مطلوب شرکت‌ها از جمله محصولات تولید شده می‌باشد. متغیرهای ورودی نیز شامل اقلام مختلف انرژی مصرف شده در بخش‌های تولیدی، اداری و فروش می‌باشد. در جدول ۱ متغیرهای ورودی و خروجی مشخص شده است.

جدول (۱): متغیرهای ورودی و خروجی

متغیرهای خروجی	متغیرهای ورودی
۱. فروش خالص	۱. هزینه سوخت (گازوئیل، مازوت و ...)
۲. افزایش (کاهش) در موجودی کالای ساخته شده	۲. هزینه گاز طبیعی
۳. افزایش (کاهش) در موجودی کالای در جریان ساخت	۳. هزینه برق
۴. سود حاصل از سرمایه‌گذاری	۴. هزینه آب

توضیح مختصری در خصوص هر یک از متغیرهای ورودی و خروجی مدل در زیر آورده شده است.

متغیرهای خروجی

۱) فروش خالص: مبلغ کل فروش منهای تخفیف‌ها و برگشتی فروش در یک دوره معین.

۲) افزایش (کاهش) در موجودی کالای ساخته شده: موجودی کالای ساخته شده پایان سال منهای موجودی کالای ساخته شده اول سال.

۳) افزایش (کاهش) در موجودی کالای در جریان ساخت: موجودی کالای در جریان ساخت پایان سال منهای موجودی کالای ساخته شده اول سال.

۴) سود حاصل از سرمایه‌گذاری: سود اوراق قرضه، سود حاصل از سرمایه‌گذاری در سهام سایر شرکت‌ها، سود سپرده‌های کوتاه مدت و بلندمدت بانکی.

متغیرهای ورودی

۱) هزینه سوخت (گازوئیل، مازوت و ...) : هزینه سوخت مصرف شده در بخش‌های تولیدی،

اداری و فروش.

۲) هزینه گاز طبیعی: هزینه گاز مصرف شده در بخش‌های تولیدی، اداری و فروش.

۳) هزینه برق: هزینه برق مصرف شده در بخش‌های تولیدی، اداری و فروش.

۴) هزینه آب: هزینه آب مصرف شده در بخش‌های تولیدی، اداری و فروش.

۵. تجزیه و تحلیل الگوی تحقیق

در این پژوهش، ابتدا کارایی انرژی هر یک از شرکت‌ها با استفاده از میانگین متغیرهای ورودی و خروجی در طول سال‌های ۱۳۸۱ الی ۱۳۸۸ با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها (با دو فرض بازدهی ثابت و متغیر نسبت به مقیاس) و با نگرش نهاده‌ای بررسی شده است. سپس کارایی انرژی صنعت سیمان در همان سال‌ها با دو فرض بازده ثابت و متغیر به مقیاس مورد ارزیابی قرار گرفته است. جدول ۲ نتایج تحلیل داده‌های هر شرکت تحت شرایط بازده ثابت و بازده متغیر به مقیاس را نشان می‌دهد (برای محاسبه کارایی هر یک از شرکت‌ها در طول سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۱ میانگین هر یک از ورودی و خروجی‌های شرکت‌ها محاسبه شده و سپس بر اساس آنها کارایی هر یک از شرکت‌ها محاسبه گردیده است).

جدول (۲): کارایی انرژی هر شرکت تحت شرایط بازده ثابت و بازده متغیر به مقیاس

شماره شرکت	بازده متغیر به مقیاس (VRS)	بازده ثابت به مقیاس (CRS)	شماره شرکت	بازده متغیر به مقیاس (VRS)	بازده ثابت به مقیاس (CRS)	شماره شرکت	بازده متغیر به مقیاس (VRS)	بازده ثابت به مقیاس (CRS)
1	1	1	9	1	1	17	۰/۸۸۷	۰/۵۶۶
2	۰/۶۳۶	۰/۶۳۴	10	۰/۶۹۳	۰/۶۹۲	18	۰/۵۹۸	۰/۵۱
3	۰/۷۴۳	۰/۷۴۳	11	1	1	19	1	۰/۹۱۱
4	1	۱	12	۰/۹۵۵	۰/۹۱۷	20	1	1
5	۰/۸۴۶	۰/۷۱۱	13	۰/۸۲۲	۰/۷۵	21	1	1
6	۰/۹۵۷	۰/۹۵	14	1	1	22	۰/۸۱۹	۰/۸۱
7	1	۰/۷۷۷	15	۰/۵۹۲	۰/۵۲۱	23	۰/۷۲۶	۰/۷۲
8	۰/۷۲	۰/۵۷۸	16	1	۰/۷۸۷			
میانگین کارایی شرکت‌ها							۰/۸۶۹	۰/۸۰۸

منبع: محاسبات محقق

نتایج به‌دست آمده از جدول بالا نشان می‌دهد که میانگین کارایی انرژی بر اساس بازده متغیر به مقیاس ۸۶/۹ درصد می‌باشد. از ۲۳ شرکت مورد مطالعه، ۱۰ شرکت دارای کارائی ۱۰۰ درصد و کارائی بقیه شرکت‌ها از ۱۰۰ درصد کمتر می‌باشد. هم‌چنین بر اساس بازده ثابت به مقیاس میانگین کارایی انرژی ۸۰/۸ درصد بوده که ۷ شرکت دارای کارائی ۱۰۰ درصد و کارائی بقیه شرکت‌ها از ۱۰۰ درصد کمتر می‌باشد. تحت شرایط CRS شرکت شماره ۱۸ و تحت شرایط VRS شرکت شماره ۱۵ کمترین کارایی را در مقایسه با سایر شرکت‌ها دارند.

جدول (۳): نسبت جبران در متغیرهای ورودی برای هر یک از شرکت‌ها

بازده ثابت به مقیاس (CRS)				بازده متغیر به مقیاس (VRS)				
هزینه آب	هزینه برق	هزینه گاز طبیعی	هزینه سوخت (گازوئیل، مازوت و ...)	هزینه آب	هزینه برق	هزینه گاز طبیعی	هزینه سوخت (گازوئیل، مازوت و ...)	شماره شرکت
۰/۳۷	۰/۴۵	۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۳۶	۰/۴	۰/۴۱	۰/۴۱	۲
۰/۲۶	۰/۳۱	۰/۳۶	۰/۳۴	۰/۲۶	۰/۳۲	۰/۳۶	۰/۳۴	۳
۰/۲۹	۰/۳	۰/۲۹	۰/۳۱	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۱۸	۵
۰/۰۵	۰/۳۶	۰/۳۷	۰/۳۶	۰/۰۴	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۷	۶
۰/۲۲	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	۰	۰	۰	۰	۷
۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۵	۰/۴۶	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۳	۰/۳۱	۸
۰/۳۱	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۴	۰/۳۱	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۲	۱۰
۰/۲۸	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۱۷	۰/۲۵	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۱۲	۱۲
۰/۲۵	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۲۱	۱۳
۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۵۱	۰/۴۸	۰/۴۱	۰/۴۱	۰/۴۵	۰/۴۱	۱۵
۰/۲۱	۰/۲۷	۰/۲۳	۰/۲۱	۰	۰	۰	۰	۱۶
۰/۴۳	۰/۴۴	۰/۴۷	۰/۴۳	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۱۱	۱۷
۰/۴۹	۰/۵۴	۰/۴۹	۰/۵۱	۰/۴	۰/۴۵	۰/۴	۰/۴۴	۱۸
۰/۰۹	۰/۱	۰/۰۹	۰/۰۹	۰	۰	۰	۰	۱۹
۰/۱۹	۰/۴۱	۰/۴	۰/۴	۰/۱۸	۰/۲۴	۰/۲۳	۰/۲۴	۲۲
۰/۲۸	۰/۲۹	۰/۲۸	۰/۳	۰/۲۷	۰/۲۹	۰/۲۷	۰/۲۹	۲۳
۰/۲۹	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۲۵	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۲۹	میانگین

منبع: محاسبات محقق

بر اساس خروجی نرم افزار DEAP2 و با استفاده از نرم افزار EXCEL میزان کاهش در

میانگین متغیرهای ورودی در طول هشت سال برای هر یک از شرکت‌ها جهت رسیدن به کارایی ۱۰۰ درصد محاسبه شده و نتایج در جدول ۳ آورده شده است (به عنوان نمونه، میانگین هزینه گاز طبیعی شرکت شماره ۲ در طول هشت سال ۱۳۶۳۲ میلیون ریال می‌باشد و رقم ارائه شده در خروجی نرم افزار DEAP2 برای همان متغیر در شرایط بازده متغیر به مقیاس برای رسیدن به مرز کارایی ۸۰۲۲ میلیون ریال می‌باشد، بنابراین شرکت شماره ۲ برای رسیدن به کارایی ۱۰۰ درصد هزینه گاز طبیعی خود را باید ۴۱ درصد ($\frac{13632-8022}{13636}=0/41$)کاهش بدهد).

در تحقیق حاضر در هر دو روش VRS و CRS از مدل ورودی محور استفاده شده است. در این مدل تاکید بر کاهش در ورودی‌ها بدون کاهش در متغیرهای خروجی برای رسیدن به کارایی ۱۰۰ درصد می‌باشد. در روش VRS، ۱۳ شرکت و در روش CRS، ۱۶ شرکت غیر کارا می‌باشند، بنابراین برای افزایش کارایی، نسبت صرفه جویی در هر یک از متغیرهای ورودی برای شرکت-های مذکور، در جدول ۳ نشان داده شده است. به طور میانگین در هر دو روش نسبت صرفه‌جویی در هزینه‌های چهار حامل انرژی اختلاف زیادی با یکدیگر ندارند.

در ادامه کارایی انرژی صنعت سیمان برای هر یک از سال‌های مورد مطالعه محاسبه شده است (به عنوان نمونه، میانگین ورودی‌ها و خروجی‌های شرکت‌های مورد بررسی در سال ۱۳۸۱ محاسبه شده و بر اساس آنها کارایی مشخص شده است). نتایج بررسی کارایی انرژی صنعت سیمان درطول سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۱ در جدول ۴ و نمودار ۱ نشان داده شده است.

جدول(۴): کارایی صنعت سیمان بر اساس میانگین ورودی‌ها و خروجی‌های شرکت‌های تحت مطالعه در طول سالهای ۱۳۸۸-۱۳۸۱

بازده ثابت به مقیاس (CRS)	بازده متغیر به مقیاس (VRS)	دوره مالی
۰/۸۱۸	۰/۸۷۷	1381
۰/۷۹۸	۰/۸۷۴	۱۳۸۲
۰/۷۹۳	۰/۸۹۷	۱۳۸۳
۰/۷۵۳	۰/۸۲۴	۱۳۸۴
۰/۷۴۶	۰/۸۴۴	۱۳۸۵
۰/۳۲۷	۰/۷۵۸	۱۳۸۶
۰/۴۵۷	۰/۷۸۴	۱۳۸۷
۰/۷۲۴	۰/۷۷۳	۱۳۸۸

منبع: محاسبات محقق

نمودار (۱): منحنی کارایی انرژی صنعت سیمان در طول سال های ۱۳۸۸-۱۳۸۱

منبع: محاسبات محقق

نمودار و جدول بالا نشان دهنده کارایی انرژی در هر دو روش VRS و CRS می‌باشد. در روش VRS کارایی انرژی در سال ۱۳۸۳ در بالاترین حد و در سال ۱۳۸۶ در پایین ترین حد بوده است. در روش CRS نیز در سال ۱۳۸۱ در بالاترین حد و در سال ۱۳۸۶ در پایین‌ترین حد بوده است. در کل و در هر دو روش، کارایی انرژی در طول هشت سال روند تقریباً نزولی داشته است.

در جدول زیر میزان کاهش در متغیرهای ورودی برای صنعت سیمان برای سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۱ برای رسیدن به کارایی ۱۰۰ درصد نشان داده شده است (به عنوان نمونه، میانگین هزینه برق شرکت‌های مورد بررسی در سال ۱۳۸۸ مبلغ ۱۷۴۱۵۴ میلیون ریال می‌باشد و رقم ارائه شده در خروجی نرم افزار DEAP2 برای همان متغیر در شرایط بازده متغیر به مقیاس برای رسیدن به مرز کارایی ۹۲۷۲۴ میلیون ریال می‌باشد، بنابراین صنعت سیمان در سال ۱۳۸۸ برای رسیدن به کارایی ۱۰۰ درصد باید هزینه برق خود را ۴۷ درصد ($\frac{174154-92724}{174154}=0/47$) کاهش بدهد).

در صنعت مورد بررسی در طول هشت سال به طور میانگین در روش بازده متغیر به مقیاس گاز طبیعی به صورت کارا و آب به صورت ناکارا و در روش بازده ثابت به مقیاس نیز انرژی سوخت (گازوئیل، مازوت و ...) به صورت کارا و آب به صورت ناکارا مورد استفاده قرار گرفته است. میزان کاهش مصرف انرژی برای رسیدن به مرز کارایی در اکثر شاخص‌های انرژی بیشتر از ۲۰ درصد می‌باشد و این نشان دهنده زمینه بالقوه برای کاهش مصرف انرژی در صنعت مربوطه می-باشد.

جدول (۵): نسبت صرفه جویی در متغیرهای ورودی در صنعت سیمان از سال ۱۳۸۸-۱۳۸۱

بازده ثابت به مقیاس (CRS)				بازده متغیر به مقیاس (VRS)				
هزینه آب	هزینه برق	هزینه گاز طبیعی	هزینه سوخت (گازوئیل، مازوت و ...)	هزینه آب	هزینه برق	هزینه گاز طبیعی	هزینه سوخت (گازوئیل، مازوت و ...)	دوره مالی
۰/۳۲	۰/۲	۰/۲۳	۰/۱۷	۰/۲۸	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۱	۱۳۸۱
۰/۲۳	۰/۲۷	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۲۵	۱۳۸۲
۰/۳۳	۰/۲۸	۰/۲۹	۰/۲۷	۰/۲۳	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۵	۱۳۸۳
۰/۳۱	۰/۲۸	۰/۲۴	۰/۳	۰/۲۸	۰/۲۵	۰/۱۹	۰/۲۵	۱۳۸۴
۰/۴۱	۰/۳۱	۰/۳۷	۰/۳	۰/۲۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۷	۱۳۸۵
۰/۸۴	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۸	۰/۲۴	۰/۲۷	۰/۲۴	۰/۲۶	۱۳۸۶
۰/۲۲	۰/۲۱	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۱	۰/۳۵	۰/۲۲	۱۳۸۷
۰/۴۵	۰/۵	۰/۲۶	۰/۲۹	۰/۴۴	۰/۴۷	۰/۲۲	۰/۲۴	۱۳۸۸
۰/۳۹	۰/۳۶	۰/۳۴	۰/۳۲	۰/۲۷	۰/۲۳	۰/۲	۰/۲۱	میانگین

منبع: محاسبات محقق

جدول (۶): شرکت‌های ناکارا و مجموعه شرکت‌های مرجع آنها

بازده ثابت به مقیاس (CRS)				بازده متغیر به مقیاس (VRS)			
شرکت‌های ناکارا	شرکت‌های مرجع	شرکت‌های ناکارا	شرکت‌های مرجع	شرکت‌های ناکارا	شرکت‌های مرجع	شرکت‌های ناکارا	شرکت‌های مرجع
12	20-21-14	2	20-1-4	13	20-11-7-14	2	20-1-4-11
13	1-20-14	3	1-20-11-4	15	7-11-20	3	11-1-14-4-20
15	20-4-21-1	5	21-20-1-4	17	16-4-1-20	5	14-16-20-1
16	4-20-1-11-21	6	1-20-11	18	20-16-9	6	4-1-20-14
17	20-1-4	7	20-1-14	22	11-20-4-1	8	20-4-9
18	20-9	8	21-20-9	23	1-21-11-4-20	10	20-4-11-1
19	20-9	10	20-1-4			12	20-1-14

منبع: محاسبات محقق

به منظور دستیابی به هدف افزایش کارایی، مدل تحلیل پوششی داده‌ها مجموعه‌ای از شرکت-های کارا را به عنوان مرجع برای شرکت‌های ناکارا معرفی می‌نماید. جدول ۶ شرکت‌های ناکارا و

مجموعه شرکت‌های مرجع برای هر شرکت را نشان می‌دهد.

با توجه به نتایج جدول (۴)، برای هر یک از شرکت‌های ناکارآ شرکت‌های مرجع (الگو) معین شده است که مدیریت هر یک از شرکت‌های ناکارآ، می‌توانند با توجه به الگو قرار دادن مجموعه مرجع مشخص شده خود را به مرز کارآیی جهت قرار گرفتن در پرتفوی شرکت‌های کارا برسانند. هم‌چنین با استفاده از مقادیر ورودی و خروجی شرکت‌های کارا می‌توان نسبت‌های بهبود شرکت‌های ناکارا را محاسبه کرد. این نسبت‌ها الگویی برای شرکت‌های ناکارا برای کارا شدن با استفاده از کاهش مقادیر متغیرهای ورودی با در نظر گرفتن مقادیر متغیرهای ورودی شرکت‌های مرجع، می‌باشند.

۶. جمع بندی و نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر به ارزیابی کارایی انرژی تک تک شرکت‌های فعال در صنعت سیمان با استفاده از میانگین هشت سال چهار متغیر ورودی به عنوان شاخص‌های انرژی، با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته است و نیز همچنین کارایی انرژی در صنعت مربوطه در طول سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۱ مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که شرکت‌ها به طور میانگین در روش بازده متغیر به مقیاس برای رسیدن به کارایی 100 درصد نیاز به افزایش کارایی به میزان ۱۳/۱ درصد و در روش بازده ثابت به مقیاس ۱۹/۲ درصد می‌باشند. شرکت‌های ناکارا برای افزایش کارایی خود به 100 درصد باید درصد جبران در متغیرهای ورودی خود را مورد توجه قرار داده و هم‌چنین روش‌های صرفه‌جویی انرژی و تکنولوژی تولید شرکتهای الگو را بررسی نموده و از این طریق کارایی خود را به کارایی شرکت‌های الگو نزدیکتر بکنند. نتایج حاصله از ارزیابی کارایی انرژی صنعت نشان دهنده روند رو به کاهش کارایی در طول سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۱ می‌باشد. برای بهبود کارایی انرژی در صنعت سیمان شرکت‌های فعال در این صنعت نیاز به بهبود روش‌های تولید، تکنیک‌های صرفه‌جویی انرژی و مدیریت مصرف انرژی می‌باشند.

References:

[1] Azadeh, A., M.S. Amalnick, S.F. Ghaderi & S.M. Asadzadeh (2007), "An integrated DEA PCA numerical taxonomy approach for energy efficiency assessment and consumption optimization in energy intensive manufacturing

sectors", Journal of Energy Policy, No. 35, PP. 3792–3806.
[2] Azadeh Yiwen & FengYang (2010), "Resource and environment efficiency analysis of provinces in China: A DEA approach based on Shannon's entropy", Journal of Energy Policy, No.38, PP. 1909–1917.
[3] Boyd, Gale A. & Joseph X. Pang (2000), "Estimating the linkage between energy efficiency and productivity", Journal of Energy Policy, Vol. 28, No 5, PP. 289-296.
[4] Chang, Tzu-Pu & Jin-Li Hu (2010), "Total-factor energy productivity growth, technical progress, and efficiency change: An empirical study of China", Journal of Applied Energy, No. 87, PP. 3262-3270.
[5] Filippín, C. (2000), "Benchmarking the energy efficiency and greenhouse gases emissions of school buildings in central Argentina", Journal of Building and environment, Vol. 35, No. 5, PP. 407-414.
[6] Honma, Satoshi & Jin-Li Hu (2008), "Total-factor energy efficiency of regions in Japan", Journal of Energy Policy, No. 36, PP. 821-833.
[7] Hu, Jin-Li & Chih-Hung Kao (2007), "Efficient energy-saving targets for APEC economics", Journal of Energy Policy, Vol. 35, No. 1, PP. 373-382.
[8] Lee, Seong Kon, Gento Mogi, Sang Kon Lee, K.S. Hui & Jong Wook Kim (2010), "Econometric analysis of the R&D performance in the national hydrogen energy technology development for measuring relative efficiency: The fuzzy AHP/DEA integrated model approach", Journal of hydrogen energy, No, 3 5, PP. 2 2 3 6 – 2 2 4 6.
[9] Lee, Wen-Shing (2008), "Benchmarking the energy efficiency of government buildings with data envelopment analysis", Journal of Energy and Buildings, No. 40, PP. 891-895.
[10] Mandal, Sabuj Kumar (2010), "Do undesirable output and environmental regulation matter in energy", Journal of Energy Policy, Vol. 38, NO. 10, PP. 6076-6083.
[11] Ming Shi, Guang, Jun Bi & Jin-Nan Wang (2010), "Chinese regional industrial energy efficiency evaluation based on a DEA model of fixing non-energy inputs", Journal of Energy Policy, Vol. 38, No. 10, PP. 6172-6179
[12] Mukherjee, Kankana (2008), "Energy use efficiency in the Indian manufacturing sector: An interstate analysis", Journal of Energy Policy, No. 36, PP. 662-672.
[13] Mukherjee, Kankana (2008), "Energy use efficiency in U.S. manufacturing: A nonparametric analysis", Journal of Energy Economics, Vol. 30, No. 1, PP. 76-96.
[14] Nassiri, Seyed Mehdi & Surendra Singh (2009), "Study on energy use efficiency for paddy crop using data envelopment analysis (DEA) technique", Journal of Applied Energy, No, 86, PP.1320–1325.
[15] Omid, M., F. Ghojabeige, M. Delshad & H. Ahmadi, "Energy use pattern and benchmarking of selected greenhouses in Iran using data envelopment analysis", Journal of Energy Conversion and Management, Article in Press, Corrected Proof.

[16] Onut, Semih & Selin Soner (2007), "Analysis of energy use and efficiency in Turkish manufacturing sector SMEs", Journal of Energy Conversion and Management, No. 48, PP. 384-394.

[17] Ramanathan, R. (2000), "A holistic approach to compare energy efficiencies of different transport modes", Journal of Energy Policy, Vol. 28, No. 11, PP. 743-747.

[18] Ramanathan, Ramakrishnan (2005), "An analysis of energy consumption and carbon dioxide emissions in countries of the Middle East and North Africa", Journal of Energy, Vol. 30, No. 15, PP. 2831-2842.

[19] Rao, D.S.P., O'Donnell, C. J. & Battese G.E. (2003), "Metafrontier Functions for the study of Inter-regional productivity Differences, Centre for Efficiency and Productivity Analysis", School of Economics, The University of Queensland, Working Paper No. 01.

[20] Shang, I. & Sueyoshi. T. (1995), "A unified Framework for the selection of A Flexible Manufacturing System, European", Journal of Operational Research, Volume 85, Issue (Month): 2, PP. 297-315.

[21] Taghizadeh, Houshang, Soltani Fesghandis, Gholamreza & Shokrani Majid(2010), A Study of the Role of Energy Management Systems in Optimizing Energy Consumption in the Non – Metal Inorganic Industries (Case Study: Tabriz Machine - Made Clay and Brick Factory), Quarterly Energy Economics Review; 6(23); PP.137-159. (in Persian).

[22] Wei, Yi-Ming, Hua Liao & Ying Fan (2007), "An empirical analysis of energy efficiency in China’s iron and steel sector", Journal of Energy, No. 32, PP. 2262-2270.

[23] Zhou, P. & B.W. Ang (2008), "Linear programming models for measuring economy- wide energy efficiency performance", Journal of Energy Policy, Vol. 36, No. 8, PP. 2911-2916.