



آلودگی محیط زیست در اثر تولید دی اکسید کربن در سیمان و کاهش آن از طریق بهینه سازی مصرف انرژی

*مهدی اکبری¹، پوریا رهبر²، میلاد حیدریان³

1- استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

2- دانشجوی کارشناسی دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

3- دانشجوی کارشناسی دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

خلاصه

توسعه‌ی انرژی منجر به مصرف انرژی بیشتر، انتشار گازهای گلخانه‌ای و همچنین افزایش آلاینده‌های هوا می‌شود. کارخانه‌های سیمان نقش مهمی را در انتشار گازهای گلخانه‌ای ایفا می‌کنند. هدف از این تحقیق، بررسی نقش صنایع سیمان ایران و سهم آن‌ها در انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌باشد. فیلترهای سنجش میزان انتشار، نشان می‌دهد که میزان دی‌اکسید کربن ناشی از سوختن مازوت در صنایع سیمان، تقریباً 2.7 برابر سوختن گاز در کارخانه‌های سیمان می‌باشد. تجزیه و تحلیل قدرت و ضعف و فرصت و تهدید (SWOT) نشان می‌دهد که بهترین روش‌های مقابله با گازهای گلخانه‌ای در کارخانه‌های سیمان ایران، بکارگیری از اقدامات بهینه‌سازی مصرف انرژی می‌باشد. افزون بر اینکه، تجزیه و تحلیل ماتریس موقعیت استراتژیک و ارزیابی فعل و انفعالات (QSPM) نشان می‌دهد که صنایع سیمان ایران در معرض خطر می‌باشند. بنابراین، بهره‌برداری از فرصت‌ها باید با دقت همراه شود. یکی از این فرصت‌ها، استفاده از کمک مالی است که همراه با مکانیسم پیشرفته آلودگی‌زدایی فراهم می‌شود. شواهد نشان می‌دهد که جایگزینی آسیاب‌های سیمان گلوله‌ای[§] با آسیاب‌های غلطکی عمودی^{*} مصرف انرژی را از 44.6 kWh/ton به 28 kWh/ton کاهش می‌دهد. نتیجه‌ی چنین جایگزینی حدود 720 kWh/y انرژی برق ذخیره خواهد شد (یعنی تقریباً یک نیروگاه برق با ظرفیت 125 MW). گرچه استفاده از آسیاب‌های جدید برای صاحبان صنایع سیمان به صرفه نیست، اما به طور کلی سود حاصل از آن برای دولت ایران حدود 304 میلیون دلار خواهد بود. چنانچه مدت زمان چنین اقدام بهینه‌سازی 12 سال منظور گردد، کاهش یا خروجی CO₂ به 4.3 میلیون تن خواهد رسید.

کلمات کلیدی: انرژی، بهینه‌سازی، صنایع سیمان، گازهای گلخانه‌ای.

* Corresponding author: استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

Email: akbari@semnan.ac.ir

[†] - Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats (SWOT)

تجزیه و تحلیل سازمانی که به سازمان‌ها کمک می‌کند تا بتوانند منابع داخلی خود را در دوره‌های قدرت و ضعف تجزیه و تحلیل کرده و آنها را در برابر محیط خارجی در دوره‌های فرصت‌ها و تهدیدها با هم هماهنگ کنند.

[‡] -strategic position and action evaluation matrix analysis

[§] - Ball Mill

^{**} - Vertical Roller Mill



1. مقدمه

از دیرباز؛ انرژی، بهینه‌سازی و محیط اهمیت زیادی داشته و از ابعاد گوناگون مورد توجه بسیاری از محققان بوده است [1]. کارخانه‌های سیمان از مقادیر انرژی بسیاری استفاده می‌نمایند که منجر به اثرات محیطی در همه‌ی مراحل فرایند تولید می‌شود [2]. این تأثیرات شامل آلودگی هوا به شکل غبار، گازها، سرو صدا و لرزش هنگام عملیات ماشین‌آلات و انفجار معادن سنگ می‌شود [3]. مشخص است که هزینه‌ی انرژی صنایع سیمان میزانی قابل توجه بوده و 25 تا 35٪ از کل هزینه‌های مستقیم را شامل می‌شود. در نتیجه، این صنعت دائماً مورد بررسی قرار گرفته می‌شود و تکنولوژی‌هایی برای بهره‌وری بیشتر از انرژی به منظور سودآوری و رقابت بیشتر اتخاذ می‌گردد [4]. انتشار گازهای گلخانه‌ای با سیاست‌های مطرح شده برای زیربخش‌های انرژی در سال 1389 از $Gg752156$ به $Gg560791$ ، CO_2 کاهش یافته است [5]. بنابراین، دانستن میزان دقیق مصرف انرژی در کارخانه‌های سیمان کشور و در نتیجه اقدامات مناسب برای کاهش آلاینده‌ها، مانند گازهای گلخانه‌ای حائز اهمیت می‌باشد. یکی از ساده‌ترین روش‌ها در کاهش CO_2 ناشی از تولید سیمان ذخیره‌سازی CO_2 می‌باشد [6]. توسعه‌ی بهینه‌سازی انرژی و تنظیم نشر آلاینده‌های ناشی از وسایل نقلیه، ابزار مؤثری برای کاهش تأثیرات منفی اقتصادی و محیطی در سیستم حمل و نقل شهری فراهم می‌آورد [7]. در تحقیق حاضر، جنبه‌های درونی و بیرونی و همچنین نقش کارخانه‌ها با بازدهی بالا در ذخیره‌سازی انرژی مورد مطالعه قرار گرفته است. توان بالقوه برای کاهش کربن نیز مورد بحث واقع شده است. این تحقیق در سال 1388 صورت پذیرفت و بیشتر کارخانه‌های سیمان کشور ایران را تحت پوشش قرار داد.

2. مواد اولیه و روش‌ها

سه کارخانه سیمان تهران، اردبیل و شاهرود با حیطه‌های کاربردی گوناگون برای سنجش سوابق انتخاب شدند. بنابراین، نتایج میانگین آن‌ها به کل صنایع سیمان کشور قابل تعمیم است. علاوه بر این، از روش نمونه‌برداری پیوسته که از مقیاس تصادفی و لحظه‌ای معتبرتر است، استفاده شده -است. سنجش آلودگی در 32 ساعت به طور پیوسته انجام گرفت. در هر کدام از سه کارخانه مذکور حدود 265 قرائت صورت پذیرفت. غلظت آلاینده‌ها توسط واریپ و آنالیزو (MRV) مورد سنجش قرار گرفت. جدول 1 آلاینده‌ها و روش اندازه‌گیری آن‌ها را نشان می‌دهد.

جدول 1. روش‌های سنجش آلودگی در کارخانه‌های سیمان

مواد آلاینده	روش	واحد
CO	سنسورهای مادون قرمز غیر افتراقی (NDIR)	ppm
CO ₂	سنسورهای مادون قرمز غیر افتراقی (NDIR)	Vol (%)
SO ₂	الکتروشیمیایی	ppm
O ₂	الکتروشیمیایی	Vol (%)
NO _x	الکتروشیمیایی	ppm
H ₂ S	الکتروشیمیایی	ppm
HC	سنسورهای مادون قرمز غیر افتراقی (NDIR)	ppm(CH ₄)



ضریب پراکندگی با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$MER = Q_N M W . C^{10-6} / V . 1000$$

$$Q_N = Q(P_a^{273}) / [760(T_s + 273)] \quad (1)$$

که ،

MER: مقدار جریان آزاد شده (Kg/h)

Q_N: حجم انتشار جریان یافته در شرایط عادی (Nm³/h)

C: غلظت آلاینده‌ها (ppm)

MW: وزن مولکولی آلاینده (gr/gr-mol)

V: حجم مولار گاز ایده‌آل در شرایط عادی (0/0224m³/g-mol)

T_s: دمای خروجی گاز سیال از دهانه (K)

P_a: فشار اتمسفر (mmHg) می‌باشد.

علاوه بر این، نقش و اهمیت سیستم مدیریتی برای کاهش گازهای گلخانه‌ای از منظر استراتژیک با استفاده از تجزیه و تحلیل SWOT و ماتریس QSPM مورد ارزیابی قرار گرفته است.

3. بحث و نتایج

میزان تولید CO₂ تا حد زیادی به فرآیندهای تولید سیمان وابسته است. به علاوه، مقادیر هنگفتی از CO₂ با آهکی شدن سنگ آهک آزاد می‌شود. فاکتورهای انتشار به دست آمده برای گازهای گلخانه‌ای همراه یا سایر آلاینده‌ها در جدول 2 و 3 نشان داده شده است.

لازم بذکر است که مقدار تولید سیمان در کارخانه سیمان تهران از 175 تا 180 تن در ساعت متغیر بوده است. همچنین در این کارخانه، مقدار مصرف مازوت سنگین از 8200 تا 9100 لیتر بر ساعت در هنگام نمونه‌برداری بوده است. بنابراین، تولید CO₂ بیشتر در کارخانه سیمان تهران مربوط به استفاده بیشتر مازوت سنگین نسبت به دو کارخانه دیگر می‌باشد. از آنجا که انتشار آلاینده برای یک تن آجر (کلینکر) معین می‌باشد، خواه‌ناخواه متغیرهای دیگری نظیر تکنولوژی و بهینه‌سازی انرژی در همان صنعت را نیز شامل می‌شود. میزان SO₂ زیاد در سه کارخانه سیمان بواسطه حذف سولفور توسط مواد آلكالین می‌باشد. در کارخانه سیمان شاهرود، مقدار تولید از 180 تا 187 تن در ساعت در حین زمان نمونه‌برداری متغیر می‌باشد. در عین حال، مصرف گاز حدود 1076 تا 10170 متر مکعب بر ساعت می‌باشد. در هنگام نمونه‌برداری مقدار تولید کارخانه سیمان اردبیل حدود 235 تن بر ساعت و نیز مصرف گاز و مازوت به ترتیب 4700 m³ و 5500 L/h گزارش شده است. جدول 2 و 3 نشان می‌دهند که از نظر میزان تغییر آب و هوا، سوختن گاز در مقایسه با مازوت، گازهای گلخانه‌ای کمتری تولید می‌نماید. بنابراین، جایگزین مازوت با گاز به عنوان یک سیاست کوتاه‌مدت و میان‌دوره برای کاهش گازهای گلخانه‌ای محسوب می‌شود.

جدول 2. عوامل انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های هوا در کارخانه‌های سیمانی که از سوخت گاز استفاده

می‌کنند. (کلینکر) Kg/ton

کارخانه سیمان	CO ₂	CO	NO	NO ₂	NO _x	SO ₂	CH ₄	PM
------------------	-----------------	----	----	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	----



تهران	211.6	0.03	0.257	0.019	0.276	0	0.119	0.0229
شاهرود	ND**	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
اردبیل*	296.3	1.808	0.604	0.048	0.653	0.0006	0.278	1.665
حداکثر	296.3	1.808	0.604	0.048	0.653	0.0006	0.278	1.665
حداقل	211.6	0.03	0.257	0.019	0.257	0	0.119	0.0229
میانگین	253.98	0.919	0.431	0.036	0.466	0.0003	0.258	0.855

*% 59.3 سوخت گاز و 40.7% مازوت ** ND یعنی نامشخص

جدول 3. عوامل انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های هوا در کارخانه‌های سیمانی که از سوخت مازوتی استفاده می‌کنند. (کلینکر Kg/ton)

کارخانه سیمان	CO ₂	CO	NO	NO ₂	NO _x	SO ₂	CH ₄	PM
تهران	734.6	0.198	0.606	0.050	0.657	0.041	0.761	0.1009
شاهرود	340	5.889	0.341	0.042	0.384	0	2.731	0.073
اردبیل*	296.3	1.808	0.604	0.048	0.653	0.00006	0.278	1.665
حداکثر	734.6	0.198	0.606	0.050	0.657	0.041	0.761	0.1009
حداقل	296.3	1.808	0.341	0.042	0.384	0	0.278	0.073
میانگین	456.9	2.631	0.517	0.046	0.564	0.0136	0.256	0.612

*% 59.3 سوخت گاز و 40.7% مازوت

با این وجود تجزیه و تحلیل‌ها نشان می‌دهد که سوای از سوخت‌های فسیلی، امکانات بیشماری برای کاهش کلی مصرف انرژی برق در کارخانه‌های سیمان کشور وجود دارد. جایگزین ساختن آسیاب‌های سیمان گلوله‌ای با آسیاب‌های غلطکی عمودی می‌تواند انرژی برق را از 44.6 kWh/ton به 28 kWh/ton کاهش دهد. به عبارت دیگر در این جایگزینی 16 kWh/ton انرژی برق ذخیره خواهد شد. در حال حاضر تولید کلی سیمان کشور در سال 1388 حدود 60 میلیون تن بوده است. حدود 15 میلیون تن از این میزان تولید، از آسیاب‌های غلطکی عمودی بهره‌برداری شده است. بنابراین امکان زیادی برای ذخیره مقادیر قابل توجه انرژی برق به واسطه تغییر سایر عوامل وجود دارد. آزمایش‌های سازمان بهینه‌سازی مصرف انرژی در ایران (EEOI، وزارت نیرو) نشان می‌دهند که هزینه کل برای جایگزین‌سازی آسیاب‌های گلوله‌ای با آسیاب‌های غلطکی عمودی حدود 25000 تن بر ساعت است. بنابراین، اگر چنین جایگزینی برای 45 میلیون تن سیمان (5137 تن بر ساعت) انجام شود، 128 میلیون دلار به عنوان سرمایه ثابت مورد نیاز خواهد بود. به عنوان یک نتیجه از چنین جایگزینی حدود 270 kWh/y میلیون انرژی برق ذخیره خواهد شد (یعنی تقریباً یک نیروگاه برق با ظرفیت 125 MW) متوسط انتشار CO₂ از نیروگاه‌های برق ایران حدود 0.5 Kg/kWh خواهد بود [5]. به عبارت دیگر از انتشار حدود 360000 تن CO₂ جلوگیری خواهد شد. اگر مدت چنین بهره‌وری به مدت 12 سال مورد بررسی قرار گیرد، کاهش یا خروجی کلی 3.4 CO₂ میلیون تن خواهد بود. در واقع هزینه کاهش CO₂ در کارخانه‌های سیمان کشور به واسطه تغییر آسیاب‌های سیمان حدود 29 دلار بر تن از تولید سیمان خواهد بود. گرچه چنین محاسباتی



انگیزه‌ی کافی برای اتخاذ جایگزینی مذکور را فراهم نمی‌آورد، اما به احتساب حذف یارانه انرژی برق، وضعیت تغییر خواهد کرد.

در یک دوره 12 ساله حدود 8640 kWh انرژی ذخیره می‌شود. یعنی درآمد کلی ایران حدود 432 میلیون دلار خواهد شد. گرچه، تجارت کربن بر اساس مکانیسم پیشرفته آلاینده زدایی (CDM) هزینه‌ای متفاوت یعنی تقریباً 10 تا 35 دلار ارائه می‌دهد [8].

تجزیه و تحلیل (SWOT) برای ارزیابی نقاط قدرت و ضعف و تهدیدها کارخانه‌های سیمان در سال 1388 استفاده شد (جدول 4).

جدول 4. دسته‌بندی نقاط قوت و ضعف کارخانه‌های سیمان ایران

عنوان	وزن	درجه ارزیابی	نمره نهایی
امکانات			
1 کاهش وابستگی به درآمد مازوت از طریق صادرات مواد غیرمازوتی	0.12	4	0.48
2 احتمال پیوستن به سازمان بازار جهانی	0.09	2	0.18
3 منابع غنی و ذخیره مواد خام اولیه	0.12	4	0.48
4 توان بالا برای کاهش انرژی	0.1	4	0.4
5 امکان استفاده از کمک مالی مکانیسم پیشرفته آلودگی زدایی	0.12	2	0.24
تهدیدات			
6 محدودیت‌ها و موانع قوانین کشور برای صادرات سیمان	0.09	3	0.27
7 عدم توجه به ذخیره انرژی	0.09	3	0.27
8 عدم دسترسی به تکنولوژی برای تجدید و جایگزین ساختن دستگاه و تجهیزات	0.09	4	0.36
9 ناتوانی کارخانه‌ها برای سرمایه‌گذاری در ساختن سکوها و بنادر خصوصی برای صادرات امن	0.1	3	0.3
10 نداشتن تکنولوژی برای مبارزه با گازهای گلخانه‌ای	0.08	2	0.16
کل			3.14

تجزیه و تحلیل ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک کمی (QSRM) برای ارزیابی استراتژی‌ها استفاده شده است (جدول 5).



جدول 5. دسته‌بندی فرصت‌ها و تهدیدات کارخانه‌های سیمان ایران

عنوان	وزن	درجه ارزیابی	نمره نهایی
امکانات			
1 کاهش وابستگی به درآمد مازوت از طریق صادرات موادغیرمازوتی	0.12	4	0.48
2 احتمال پیوستن به سازمان بازار جهانی	0.09	2	0.18
3 منابع غنی و ذخیره مواد خام اولیه	0.12	4	0.48
4 توان بالا برای کاهش انرژی	0.1	4	0.4
5 امکان استفاده از کمک مالی مکانیسم پیشرفته آلودگی زدایی تهدیدات	0.12	2	0.24
6 محدودیت‌ها و موانع قوانین کشور برای صادرات سیمان	0.09	3	0.27
7 عدم توجه به ذخیره انرژی	0.09	3	0.27
8 عدم دسترسی به تکنولوژی برای تجدید و جایگزین ساختن دستگاه و تجهیزات	0.09	4	0.36
9 ناتوانی کارخانه‌ها برای سرمایه‌گذاری در ساختن سکوها و بنادر خصوصی برای صادرات امن	0.1	3	0.3
10 نداشتن تکنولوژی برای مبارزه با گازهای گلخانه‌ای	0.08	2	0.16
کل			3.14

باید خاطر نشان ساخت که تحلیل (SWOT) و (QSRM) با کمک مدیرانی از کارخانه‌های سیمان، سیاست‌گزاران، وزارت نیرو و نفت، متخصصان سازمان‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی و دلالتان سیمان و ... آماده شده است. این تکنیک‌ها قبلاً در مدیریت محیطی مناطق ساحلی توسط (نوری و همکارانش، 1387) [9] به کار برده شده است. در تجزیه و تحلیل SWOT و QSRM (جدول 6) آشکار شده است.

جدول 6. ارجحیت استراتژی‌ها در صنایع سیمان ایران

QSPM	S1	S2	S3	S4
نقاط قوت	وزن	درجه مقدار	درجه مقدار	درجه مقدار



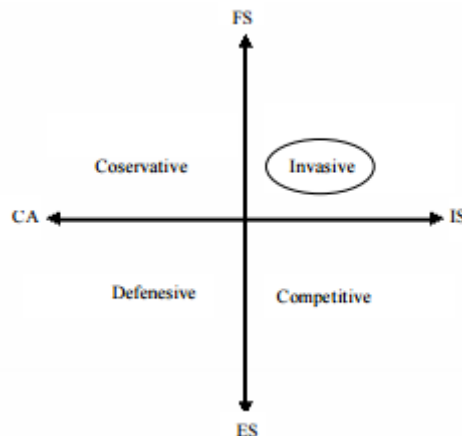
48	4	0.48	4	0.24	2	0.24	2	0.12	ارتقاء دانش محیطی در کارکنان حرفه‌ای	1
0.24	2	0.12	1	0.24	2	0.24	2	0.12	بهبود کیفیت	2
0.2	2	0.1	1	0.1	1	0.1	1	0.1	تقاضای فزاینده در ایران و کشورهای منطقه	3
0.3	3	0.3	3	0	1	0	0	0.1	قیمت مواد اولیه در مقایسه با قیمت‌های متوسط جهانی	4
0.48	4	0.36	3	0.48	4	0.24	2	0.12	وجود بخش‌های پژوهشی و پیشرفته در صنایع سیمان	5
0.09	1	0.09	1	0.09	1	0.09	1	0.09	نقاط ضعف حضور غیرفعال در بازارهای جهانی	1
0.08	1	0.08	1	0.16	2	0.16	2	0.08	کارایی کم در بسیاری از صنایع سیمان	2
0.08	1	0.08	1	0.18	1	0.08	1	0.08	عدم توجه به گوناگونی محصولات سیمان	3
0.18	2	0.18	2	0.27	3	0.18	2	0.09	عدم توجه به نقش نیروی انسانی در کارایی کلی	4
0.3	3	0.3	3	0.2	2	0.3	3	0.1	توجه کم به جنبه‌های محیطی امکانات	5
0.12	1	0.12	1	0.12	1	0.12	1	0.12	کاهش وابستگی به درآمد مازوت از طریق صادرات مواد غیرمازوتی	1
0.18	2	0.09	1	0.18	2	0.18	2	0.09	احتمال پیوستن به سازمان بازار جهانی	2
0.12	2	0.12	1	0.24	2	0.12	1	0.12	منابع غنی و ذخیره مواد خام اولیه	3
0.3	3	0.2	2	0.2	2	0.2	2	0.1	توان بالا برای کاهش مصرف انرژی	4
0.48	4	0.36	3	0.24	2	0.36	3	0.12	امکان استفاده از کمک مالی مکانیسم پیشرفته	5



آلودگی‌زدایی										1
تهدیدات										
0	0	0.09	1	0.18	2	0.09	1	0.09	محدودیت‌ها و موانع قوانین کشور برای صادرات سیمان	2
0.27	3	0.27	3	0.18	2	0.18	2	0.09	عدم توجه به ذخیره انرژی	
0.09	1	0.18	2	0.09	1	0.27	3	0.09	عدم دسترسی به تکنولوژی برای تجدید و جایگزین ساختن دستگاه و تجهیزات	4
0.1	1	0.1	1	0.2	2	0.2	2	0.1	ناتوانی کارخانه‌ها برای سرمایه‌گذاری در ساختن سکوها و بنادر خصوصی برای صادرات امن	
0.16	2	0.16	2	0.16	2	0.16	2	0.08	نداشتن سرمایه پایدار برای استفاده از تکنولوژی‌های جدید	دسته‌بندی
4.25	3.78		3.75		3.51		درجه بندی			
1	2		3		4					

بهترین استراتژی برای کاهش مقدار گازهای گلخانه‌ای در صنایع سیمان شامل موارد ذیل می‌شود:

- ارتقاء دانش محیطی از کارکنان حرفه‌ای با دوره‌های آموزشی
- تمرکز بر پروژه‌های پژوهشی و پیشرفته (D&R) برای توسعه بهینه‌سازی تولید جهت رقابت بهتر در بازارهای بین‌المللی
- تجهیز صنایع سیمان با امکانات پیشرفته کنترل‌کننده آلودگی به منظور کاهش هزینه‌های اجتماعی و محیطی مربوط به تولید سیمان
- بررسی کاربردهای جدید و نیاز به محصولات گوناگون سیمان به منظور کاربرد مناسب تکنولوژی‌های وابسته.
- کاربرد سیستم جامع مدیریت محیطی در صنایع سیمان کشور به دنبال قوانین و مقررات محکم‌تر وضع شده توسط دولت ایران.
- در نهایت، موقعیت صنایع سیمان در ایران در ارتباط با تجزیه و تحلیل موقعیت استراتژیک و ارزیابی فعل و انفعالات (SPACE) می‌باشد (شکل 1)
- هنگامی که یک بردار در ماتریس در منطقه خطر می‌باشد، سیستم در بهترین وضعیتش قرار دارد و با توجه به نیروهای درونی می‌تواند اقدامات زیر صورت گیرد:
- بهره‌برداری از فرصت‌های بیرونی
- زدودن نقاط ضعف درونی
- جلوگیری از تهدیدات خارجی



شکل 1. موقعیت کارخانه های سیمان با توجه به تجزیه و تحلیل فضا

4. نتیجه گیری

تحقیق حاضر نشان می دهد که با اقدامات ساده مانند جایگزین ساختن آسیاب های گلوله ای با آسیاب های غلطکی عمودی حدود 125 MW از نیروگاه برق می تواند ذخیره شود. هزینه کربن دی اکسید جایگزین آسیاب تقریباً برابر 29 دلار بر تن کربن دی اکسید خواهد بود. برای دولت ایران ارزشمند است که به منظور کمک مالی به صنایع سیمان کشور یارانه برق را برای اجرای معیارهای بهره روی انرژی پرداخت نماید. کارخانجات سیمان ایران به جهت حذف یارانه انرژی ارزان قیمت و در دسترس بودن مواد خام در وضعیت خطرناکی قرار دارند. اگر چالش های مربوط به صادرات به نحوی حل شوند، وضعیت بهتری برای صنایع سیمان بوجود خواهد آمد. می توان از بافت تغییرات آب و هوایی استنباط نمود که تولیدات ناشی از سوخت گاز، گازهای گلخانه ای کمتری تولید می نمایند. بنابراین جایگزین ساختن مازوت با گاز می تواند به عنوان یک سیاست کوتاه مدت و میان دوره برای کاهش گازهای گلخانه ای در نظر گرفته شود. جایگزین ساختن آسیاب های سیمان گلوله ای با آسیاب های غلطکی عمودی نیز می تواند میزان مصرف انرژی برق را از 44.6 kWh/ton به kWh/ton 28 کاهش دهد. علی رغم اینکه دولت ایران در موضع خود حذف یارانه انرژی سود خواهد برد و میزان آلودگی محیطی نیز کاهش خواهد یافت اما امکان شرکت صنایع سیمان در بازارهای بین المللی نیز کم خواهد شد.

5. مراجع

1. Barros, C. P.; Assaf, A., (2009). Bootstrapped efficiency measures of oil blocks in Angola. *Energ. Policy*, 37 (10), 4098-4103(6 pages).
- Panjeshahi, M. H.; Ataei, A., (2008). Application of an environmentally optimum cooling water system design to water and energy conservation. *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, 5 (2), 251-262 (12 pages).
- Zare, D.; Chen, G., (2009). Evaluation of a simulation model in predicting the drying parameters for deep-bed paddy drying. *Comput. Electron. Agri.*, 68 (1), 78-87 (10 pages).



2. Chiou, P.; Tang, W.; Lin, C. J.; Chu, H. W.; Ho, T. C., (2009). Comparison of atmospheric aerosols between two sites over Golden Triangle of Texas. *Int. J. Environ. Res.*, 3 (2), 253-270(18 pages).
3. Zerrouqi, Z.; Sbaa, M.; Oujidi, M.; Elkharmouz, M.; Bengamra, S.; Zerrouqi, A., (2008). Assessment of cement's dust impact on the soil using principal component analysis and GIS. *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, 5 (1), 125-134 (10 pages).
- Nasr, D.; Massoud, M. A.; Khoury, R.; Kabakian, V., (2009). Environmental impacts of reconstruction activities: A case of Lebanon. *Int. J. Environ. Res.*, 3 (2), 301-308 (8 pages).
4. Tehrani, S. M.; Karbassi, A. R., (2005). Application of Ecommerce in local home-shopping and its consequences on energy consumption and air pollution reduction. *Iran J. Environ. Health Sci. Eng.*, 2 (4), 247-250 (4 pages).
- Tehrani, S. M., Karbassi, A. R., Ghoddosi, J., Monavvari, S. M., Mirbagheri, S. A., (2009). Prediction of energy consumption and urban air pollution reduction in e-shopping adoption. *J. Food, Agric. Environ.* 7 (3-4), 132-137 (6 pages).
5. Karbassi, A. R.; Abduli, M. A.; Abdollahzadeh, M. E., (2007). Sustainability of energy production and use in Iran. *Energ. Policy*, 35 (10), 5171-5180 (10pages).
6. Barker, D. J.; Turner, S. A.; Napier-Moore, P. A.; Clark, M.; Davison, J. E., (2009). CO2 capture in the cement industry. *Energy Procedia.*, 1 (1), 87-94 (8pages).
7. Farzaneh, H.; Saboohi, Y., (2007). Evaluation of the optimal performance of passenger vehicle by integrated energyenvironment economic modeling. *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, 4 (2), 189-196 (8 pages).
8. Hustad, C. W., (2000). The Norwegian CO2-infrastructure initiative: A feasibility study. Paper presented at the 5th. International conference on greenhouse gas control technology. Cairns, Australia (13-16th. August).
9. Nouri, J.; Karbassi, A. R.; Mirkia, S., (2008). Environmental management of coastal regions in the Caspian Sea. *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, 5 (1), 43-52 (10 pages).