

## پتانسیل و فرصت‌های صرفه‌جویی و بهینه‌سازی مصرف انرژی در صنعت کاشی و

### سرامیک

سمیرا فاضلی ویسری<sup>۱</sup> - امیر دودابی نژاد<sup>۲</sup> - احسان رومی زاده<sup>۳</sup> - علیمحمد میرشمس<sup>۴</sup>

۱ و ۲ - سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا)، ۳ و ۴ - شرکت مهندسی آسیاوات

ایران

کاشی و سرامیک، راهکار، بهینه‌سازی مصرف انرژی، پتانسیل صرفه‌جویی

### چکیده

در این مقاله پس از ارائه خلاصه‌ای از وضعیت صنعت کاشی و سرامیک کشور و مقایسه با وضعیت جهانی، راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی در کارخانه‌های کاشی و سرامیک کشور و پتانسیل صرفه‌جویی مربوط به هر راهکار ارائه شده است. در این تحقیق تلاش شده است با مطالعه وضعیت کارخانه‌های کشور و تکنولوژی‌های به کار رفته شده در آن‌ها و پس از پایش وضعیت کارخانجات کاشی و سرامیک از نظر مصرف انرژی، راهکارهای بهینه‌سازی به تفکیک کارخانه‌هایی که هر راهکار در آن قابلیت اجرا دارد، ارائه شده و برنامه‌های کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت برای اجرای راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی در کارخانجات کشور تدوین شود.

### ۱- مقدمه

بهره‌برداری نامناسب از تجهیزات مصرف‌کننده انرژی الکتریکی و فسیلی در صنایع کشور از جمله صنعت کاشی و

سرامیک و عدم توجه و دقت کافی به استفاده بهینه از انرژی در صنایع، باعث افزایش مصرف انرژی ویژه الکتریکی و حرارتی در فرآیندهای تولید صنعتی در کشور شده است. صنعت سرامیک ایران در ده سال اخیر رشد چشمگیری داشته به طوری که در طی ۱۰ سال گذشته تعداد کارخانه‌ها بیش از دو برابر و میزان تولید محصول بیش از سه برابر شده است. این افزایش تولید ناشی از اضافه شدن تعداد کارخانه‌ها و همچنین افزایش تعداد خطوط و یا بازسازی و افزایش ظرفیت خطوط قدیمی در کارخانه‌ها می‌باشد. با رشد روز افزون تولید کاشی در کشور، ایران تا پایان سال ۲۰۰۶ میلادی با تولید بیش از ۱۵۰ میلیون متر مربع کاشی که حدود ۲ درصد کل تولید جهانی می‌باشد از مقام پانزدهم به مقام نهم ارتقا پیدا کرده است، که رشد چشمگیر تولید در این صنعت را نشان می‌دهد. برآوردها نشان می‌دهد صنعت کاشی و سرامیک کشور سالانه بیش از ۱۲۰۰ میلیون کیلووات ساعت انرژی الکتریکی و ۴۰۰۰۰۰ تراژول انواع حامل‌های انرژی حرارتی را مصرف می‌نماید. با توجه به جدید بودن بیش از نیمی از کارخانجات طی تخمین‌های اولیه پیش‌بینی

می‌شود با اجرای راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی پتانسیل صرفه‌جویی بیش از ۱۵۰ میلیون کیلووات ساعت الکتریکی در کارخانجات کشور وجود دارد.

## ۲- مدل‌سازی

به منظور تدوین برنامه‌های اجرایی کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت برای اجرای راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی در صنعت کاشی و سرامیک، در ابتدا توضیح مختصری برای هر راهکار الکتریکی به تفکیک ارائه شده و متوسط پتانسیل صرفه‌جویی حاصل از اجرای راهکار در کارخانه‌های کشور برآورد و میزان هزینه سرمایه‌گذاری مورد نیاز پیش‌بینی شده است. سپس با توجه به زمان بازگشت سرمایه، راهکارها اولویت‌بندی شده و در نهایت پتانسیل صرفه‌جویی مصرف انرژی در بخش الکتریکی در کل صنعت کاشی و سرامیک کشور برآورد شده است.

## ۳- راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی:

نکات مهم و موثر در مصرف انرژی کارخانه‌های کاشی پیش از بهره‌برداری (در مرحله طراحی و احداث)

- در نظر گرفتن جهت باد و شرایط آب و هوایی منطقه

### در هنگام احداث سالنهای تولید

در بسیاری از کارخانه‌های واقع در مناطق سردسیر این مسئله تاثیر مهمی در مصرف سوخت تجهیزاتی نظیر کوره، اسپری درایر و خشک کن دارد. جهت و نحوه طراحی سالنها باید به گونه ای انتخاب شود که حداقل نفوذ هوای محیط به سالن تولید را بویژه در فصل سرد سال داشته باشیم. رعایت این نکته باعث کاهش تلفات حرارتی، گرمتر ماندن سالن تولید و افزایش دمای هوای احتراق کوره و خشک کنها شده و در نتیجه کاهش مصرف سوخت را در پی خواهد داشت.

- توجه به جانمایی تجهیزات در سالن تولید

استفاده حداکثر از فضای سالن تولید به نحویکه حداقل فواصل و جابجاییها را در سالن داشته باشیم تا هم از

مصرف انرژی اضافه در فرایند جابجایی جلوگیری شود و هم با حفظ دمای کاشی در مراحل مختلف باعث کاهش مصرف سوخت برای جبران سرد شدن ناشی از مسیر طولانی انتقال گردد.

- استفاده از حداکثر روشنایی روز در طراحی سالنها

- توجه به پارامتر مصرف انرژی و مصرف ویژه انرژی در هنگام خرید تجهیزات

در هنگام خرید تجهیزات بجز موارد اصلی نظیر قیمت، ظرفیت تولید، ابعاد و ... مصرف انرژی ویژه تجهیزات نیز باید به عنوان پارامتر تعیین کننده اصلی در نظر گرفته شده و از طرف سازنده با توجه به نوع محصول در نظر گرفته شده در مرحله طراحی اولیه تضمین شود.

- تهیه بهترین فرمولاسیون با کمترین پرت حرارتی

### (L.O.I.)

یکی از پارامترهای موثر در مصرف انرژی و مواد اولیه، مقدار پرت حرارتی محصول پس از پخت می‌باشد. در کارخانه‌هایی که فرمولاسیون خاک به خوبی انتخاب شده باشد درصد پرت حرارتی محصول پخته کمتر از ۵٪ می‌باشد. (۳ تا ۴٪ به صورت میانگین) ولی در بسیاری از کارخانه این مقدار به ۷ تا ۹٪ نیز افزایش می‌یابد. علت آن عدم تهیه فرمولاسیون مناسب بدنه و یا امکان تهیه مواد اولیه مناسب می‌باشد. افزایش پرت حرارتی محصول با مقدار مصرف مواد اولیه و انرژی نسبت مستقیم دارد.

- بررسی فنی و اقتصادی تاثیر مواد مصرفی بر میزان

### کارکرد و مصرف انرژی تجهیزات و ماشین آلات

نقش مواد اولیه مصرفی در مصرف انرژی تجهیزات تنها مربوط به خاک نمی‌باشد، مواد اولیه دیگر از جمله مواد مصرفی در بالملها، (گلوله و رونساز) نقش مهمی در مصرف انرژی و میزان کارکرد تجهیزات مربوطه داشته و لازم است پیش از بهره‌برداری تحلیل فنی- اقتصادی این موضوع انجام شود و نسبت هزینه اضافه مصرف شده بابت

(شامل استفاده به عنوان همزن در مخازن دوغاب، خنک کاری گیربکسها و ...) در کارخانه‌های کاشی بیشترین محل نشتی از اطراف پرسهای بیسکویت می‌باشد. مهم‌ترین استفاده از هوای فشرده نیز شامل تخلیه بالمیل‌های بچ، نظافت سطوح در خطوط لعاب، جکها، دمپرها، سیستم کنترل‌های کوره و سیستم چیدمان و جابجایی کاشی است. بنابراین با اجرای راهکارهای بدون هزینه و یا با هزینه جزئی در این سیستم مجموعاً ۱ تا ۲٪ از کل مصرف برق کارخانه کاسته می‌شود.

جدول (۱): صرفه‌جویی حاصل از اصلاح سیستم هوای فشرده

تعداد کارخانه قابل اجرا	حداقل درصد کاهش مصرف برق	مقدار تقریبی کاهش مصرف برق در کل کشور (Mwh/y)	هزینه اجرا در هر کارخانه (میلیون ریال)
۴۰	۱	۵۷۰۰	بدون هزینه

#### استفاده از تجهیزات در ظرفیت بهینه

استفاده از ظرفیت کامل تجهیزات در کاهش مصرف ویژه انرژی موثر است. این موضوع به ویژه در بالمیل‌های تهیه بدنه که از مصرف‌کنندگان مهم برق هستند، بسیار تاثیرگذار است. بیش از ۸۰٪ دوغاب تولید شده در کارخانه‌های کاشی به وسیله بالمیل‌های ناپیوسته تولید می‌شود. به دلیل ماهیت کاری، بالمیل‌ها اغلب به صورت کامل در طول سال مشغول تولید بوده و متناسب با نیاز اسپری درایرهای هر کارخانه دوغاب تولید می‌کنند. بررسی‌های آماری نشان می‌دهد بارگیری حدود ۲۰٪ از بالمیل‌های دوغاب‌سازی کمتر از ظرفیت نامی می‌باشد و به منظور جبران کمبود دوغاب تولید شده عموماً تعداد بالمیل‌های در حال کار را افزایش می‌دهند که این موضوع باعث افزایش مصرف برق و استهلاك تجهیزات می‌شود. رعایت ظرفیت نامی بالمیل‌ها باعث کاهش مصرف و استهلاك بالمیل‌ها خواهد شد. این کاهش با توجه به ظرفیت دوغاب‌سازی کارخانه‌ها از ۱ تا ۳٪ مصرف برق را کاهش می‌دهد. این موضوع درباره

خرید مواد بهتر نسبت به کاهش زمان کارکرد تجهیزات و کاهش هزینه‌های انرژی و استهلاك ماشین‌آلات استخراج گردد.

امکان سنجی افزایش ظرفیت تجهیزات مهم مصرف‌کننده انرژی الکتریکی به نحویکه در ساعات اوج مصرف برق امکان خروج از چرخه تولید را داشته باشد.

این موضوع شامل سنگ شکنها و بالمیل‌های تهیه بدنه می‌باشد که به صورت میانگین در حدود ۳۰٪ مصرف انرژی الکتریکی را شامل می‌شود.

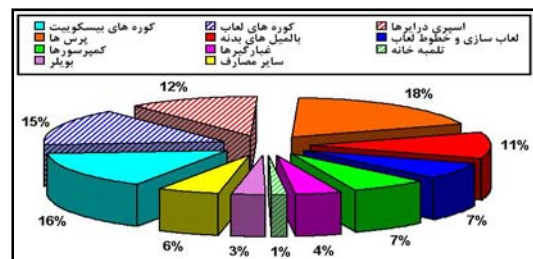
#### راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی برای کارخانه‌های در دست بهره‌برداری

راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی با توجه به هزینه سرمایه‌گذاری به چهار دسته مدیریتی، کم‌هزینه، راهکارهای با هزینه متوسط و راهکارهای پرهزینه تقسیم‌بندی شده است.

#### الف- راهکارهای مدیریتی

##### سیستم هوای فشرده

بررسی‌ها نشان می‌دهد راهکارهای مدیریتی در بخش هوای فشرده تاثیر مهمی در کاهش مصرف انرژی این بخش دارد. شکل زیر نشان‌دهنده مصرف ۷ درصدی هوای فشرده از کل مصارف الکتریکی در چند کارخانه اندازه‌گیری شده است. این مقدار در کارخانه‌های مختلف از ۴ تا ۷٪ متغیر می‌باشد.



شکل (۱): سهم مصرف هوای فشرده از کل مصرف در کارخانه کاشی در سیستم‌های هوای فشرده بویژه در کارخانه‌های قدیمی در حدود ۱۰ تا ۱۵٪ نشتی و استفاده ناصحیح وجود دارد.

درایر، تا زمان خاموشی و سرویس اسپری الکتروموتور بالمیلها به دلیل وزن کمتر در حین راهاندازی کمتر شده و در مجموع حدود ۱ تا ۲٪ از مصرف انرژی کل کارخانه کاسته خواهد شد.

جدول (۳): صرفه‌جویی حاصل از تفکیک بارگیری مواد

تعداد کارخانه قابل اجرا	حداقل درصد کاهش مصرف برق	مقدار تقریبی کاهش مصرف برق در کل کشور (Mwh/y)	هزینه اجرا در هر کارخانه (میلیون ریال)
۴۰	۱-۲	۵۷۰۰	بدون هزینه

- بهبود عملکرد موتورها (تغییر اتصال از حالت

مثلث به ستاره)

همانگونه که پیشتر گفته شد در بارهای سبک (۳۰٪ یا کمتر) با تغییر اتصال موتورها راندمان آن افزایش می‌یابد. این راهکار در بخش سنگ‌شکن اغلب کارخانه‌ها قابل اجرا می‌باشد. ماهیت کاری سنگ شکنها به نحوی است که بار واقعی آنها اغلب در حدود ۳۰٪ توان واقعی الکتروموتور می‌باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد اجرای این راهکار در حدود ۳۰٪ از کارخانه‌های کاشی امکان پذیر بوده و باعث صرفه‌جویی حدود ۰/۵ درصدی مصرف در این بخش می‌شود. صرفه‌جویی ناشی از دو راهکار فوق به شرح زیر می‌باشد.

جدول (۴): صرفه‌جویی حاصل از تغییر اتصال موتورها

تعداد کارخانه قابل اجرا	حداقل درصد کاهش مصرف برق	مقدار تقریبی کاهش مصرف برق در کل کشور (Mwh/y)	هزینه اجرا در هر کارخانه (میلیون ریال)
۳۰	۰/۵	۲۰۰۰	هزینه جزئی

ب- راهکارهای کم‌هزینه

اسپری درایرها و برخی از سنگ‌شکنها نیز صادق می‌باشد. در برخی از کارخانه‌ها به دلیل گرفتگی لانسهای اسپری از تعداد کمتری نازل استفاده می‌شود. این موضوع باعث کاهش تولید گرانول شده که به منظور جبران آن باید زمان کارکرد اسپری و یا تعداد اسپری در حال کار را اضافه نمود. با توجه به اینکه مصرف سوخت اسپری درایر متناسب با دوغاب ورودی تغییر می‌کند، این موضوع در مقدار مصرف سوخت تغییری ایجاد نمی‌نماید ولی باعث افزایش مصرف برق به دلیل کارکرد پمپها، فن مشعل و آگزوز فن می‌شود.

جدول (۲): صرفه‌جویی حاصل از استفاده از ظرفیت بهینه تجهیزات

تعداد کارخانه قابل اجرا	حداقل درصد کاهش مصرف برق	مقدار تقریبی کاهش مصرف برق در کل کشور (Mwh/y)	هزینه اجرا در هر کارخانه (میلیون ریال)
۲۰	۳-۱	۲۸۵۰	بدون هزینه

- تفکیک بارگیری بالمیلهای بدنه براساس سختی

مواد ورودی

بدنه کاشی‌ها با توجه به نوع آن از مواد مختلفی تشکیل شده است که از نظر سختی در برابر سایش متفاوت می‌باشد. پس از تعیین فرمولاسیون به وسیله آزمایشگاه بارگیری بالمیلها در یک مرحله انجام می‌شود. بدین ترتیب مواد نرم و سخت همزمان وارد چرخه سایش می‌شوند. سختی مواد از بسیار نرم نظیر تالک (سختی ۲) تا فلدسپاتها (سختی ۶) متفاوت می‌باشد. در فرآیند سایش مواد نرمتر در زمان کوتاهی سایش پیدا کرده و عملاً بخش قابل توجهی از ظرفیت بالمیل را اشغال کرده و باعث طولانی‌تر شدن فرآیند سایش مواد سخت‌تر می‌شوند. تفکیک بارگیری مواد براساس سختی نه تنها باعث کاهش قابل توجه زمان فرآیند سایش می‌شود، بلکه از اعمال فشار بر نیز جلوگیری می‌نماید. با انجام این کار زمان چرخش بالمیل در حدود ۵٪

تعداد کارخانه قابل اجرا	حداقل درصد کاهش مصرف سوخت	مقدار تقریبی کاهش مصرف سوخت در کل کشور ( $Mm^3/y$ )	هزینه اجرا در هر کارخانه (میلیون ریال)
۷۰	۳-۵	۲۵	۱۵۰

#### - استفاده از کنترل دور برای کمپرسورهای هوای فشرده

اجرای این راهکار با توجه به عمومیت آن در اغلب کارخانه های کاشی قابل اجرا است. حداقل صرفه جویی در مصرف برق کمپرسورهای هوای فشرده با استفاده از کنترل دور در حدود ۱۵٪ می باشد. با توجه به اینکه به طور میانگین در حدود ۷٪ از برق کارخانه های کاشی در این بخش مصرف می شود، صرفه جویی ناشی از اجرای این راهکار در کارخانه های مربوطه حداقل ۱٪ از کل مصرف کارخانه خواهد بود.

جدول (۷): صرفه جویی حاصل از استفاده از کنترل دور برای کمپرسورهای هوای فشرده

تعداد کارخانه قابل اجرا	حداقل درصد کاهش مصرف برق	مقدار تقریبی کاهش مصرف برق در کل کشور ( $Mwh/y$ )	هزینه اجرا در هر کارخانه (میلیون ریال)
۶۰	۱	۸۵۰۰	متغیر

#### - استفاده از جعبه انرژی (ENERGY BOX)

صرفه جویی ناشی از این سیستم متناسب با مقدار آبگرم مصرفی کارخانه است و باعث صرفه جویی در مصرف انرژی حرارتی در موتورخانه های تامین آبگرم خواهد شد. از آنجاییکه مقدار مصرف آبگرم با توجه به موقعیت و شرایط کارخانه بسیار متنوع می باشد، مقدار کاهش سوخت ناشی از این راهکار نیز بسیار متفاوت خواهد بود.

راهکارهای این گروه شامل استفاده از روشهای بازیافت مستقیم و غیر مستقیم گرما از خنک کاری می باشد. این راهکارها اقتصادی ترین روش صرفه جویی در کارخانه های کاشی بوده و در اکثر کارخانه های کشور قابل اجرا است. با توجه به اقلیم محل کارخانه مقدار بازیافت و محل استفاده متفاوت است. در مناطق سردسیر سهم گرمایش بیشتر بوده و در مناطق دیگر امکان استفاده در اسپری درایر یا پیشگرمکن هوای احتراق بیشتر است. به طور کلی گرمای قابل بازیافت از کوره ها در حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد از انرژی ورودی و در حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد از کل انرژی گرمایی کارخانه می باشد.

جدول (۵): صرفه جویی حاصل از بازیافت حرارت از خنک کاری کوره ها

تعداد کارخانه قابل اجرا	حداقل درصد کاهش مصرف سوخت	مقدار تقریبی کاهش مصرف سوخت در کل کشور ( $Mm^3/y$ )	هزینه اجرا در هر کارخانه (میلیون ریال)
۷۰	۱۰-۱۵	۸۰	۱۰۰

#### ج- راهکارهای با هزینه متوسط

#### - (بازیافت حرارت خروجی از خنک کاری و آگزوز کوره)

مهمترین راهکار در این گروه بازیافت حرارت از گاز دود کوره ها می باشد که نیازمند طراحی و ساخت مبدل حرارتی است. گاز دود بازیافت شده به این روش همانند خروجی خنک کاری در بخش های مختلف قابل استفاده می باشد. میانگین تلفات انرژی به صورت گاز دود در حدود ۲۰ تا ۲۵٪ از انرژی ورودی کوره است که در حدود ۵۰٪ از آن قابل بازیافت می باشد. این مقدار در حدود ۳ تا ۵٪ از کل انرژی فسیلی استفاده شده در کارخانه است.

جدول (۶): صرفه جویی حاصل از بازیافت حرارت از گاز دود کوره ها

جدول (۸): صرفه‌جویی حاصل انرژی باکس

تعداد کارخانه قابل اجرا	حداقل درصد کاهش مصرف سوخت	مقدار تقریبی کاهش مصرف سوخت در کل کشور (Mm <sup>3</sup> /y)	هزینه اجرا در هر کارخانه (میلیون ریال)
۸۰	۰/۵	۴/۵	۷۰

#### د- راهکارهای پرهزینه

این گروه از راهکارها عموماً شامل خرید تجهیزات و اصلاح سیستمهای فرایندهای و یا مواد مصرفی موثر در کاهش مصرف انرژی به شرح زیر می باشد.

#### - استفاده از گلوله های آلومینیومی در بالمیلهای بدنه

به دلیل کاهش قابل توجه زمان چرخش بالمیل در هنگام استفاده از این گلوله ها مصرف انرژی الکتریکی به میزان قابل توجهی کاهش می یابد. در حدود ۳۰٪ از کارخانه های کاشی کشور در حال حاضر از گلوله های سرامیکی استفاده می نمایند. در صورت جایگزینی استفاده از این گلوله ها علاوه بر کاهش قابل توجه هزینه برق کارخانه ها، استهلاک الکتروموتورها نیز کاهش یافته و مصرف لاینر نیز به مراتب کمتر خواهد شد. با جایگزینی گلوله های آلومینیومی زمان کارکرد بالمیلها در حدود ۵۰ درصد و مصرف برق کارخانه در حدود ۸ الی ۱۰ درصد کمتر می شود.

جدول (۹): صرفه‌جویی حاصل از جایگزینی گلوله آلومینیومی

تعداد کارخانه قابل اجرا	حداقل درصد کاهش مصرف برق	مقدار تقریبی کاهش مصرف برق در کل کشور (Mwh/y)	هزینه اجرا در هر کارخانه (میلیون ریال)
۲۵	۸-۱۰	۶۴۰۰۰	۱۲۰۰

#### - افزایش دانسیته دوغاب

افزایش دانسیته دوغاب ورودی به اسپری درایر یکی از عوامل کیفی موثر در مصرف انرژی این بخش است. دانسیته دوغاب تابع عوامل متعددی است که اهم آن شامل فرمولاسیون بدنه کاشی و نوع روانساز استفاده شده است.

فرمولاسیون بدنه در موارد متعددی از قبیل کاهش پرت حرارتی محصول، شرایط دوغاب‌سازی و دانسیته آن بسیار تاثیر گذار می باشد. ساخت بهترین فرمولاسیون بدنه مستلزم صرف هزینه و انجام آزمایشهای متعدد و امکان دسترسی به منابع خاک مناسب می باشد. از دیگر موارد موثر در دانسیته دوغاب، روانسازها هستند. هزینه خرید روانسازهای مرغوب (فسفات) در حدود ۴ برابر انواع کربناته می باشد و در عوض از نظر کیفیت روانسازی بسیار بهتر بوده و در افزایش دانسیته دوغاب کاملاً موثر است. به دلیل هزینه خرید بالای این روانسازها بسیاری از کارخانه ها استفاده از نوع کربناته را ترجیح می دهند، زیرا افزایش مصرف انرژی در فرایند دوغاب سازی و اسپری آن برای تولید کننده ملموس و قابل محاسبه و مقایسه با هزینه مستقیم مصرف شده برای خرید روانساز نمی باشد.

جدول (۱۰): صرفه‌جویی حاصل از استفاده از روانساز مرغوب

تعداد کارخانه قابل اجرا	کاهش مصرف (%)		مقدار تقریبی کاهش مصرف برای کل کارخانجات		هزینه اجرا در هر کارخانه (میلیون ریال)
	برق	سوخت	برق (Mwh/y)	سوخت (Mm <sup>3</sup> /y)	
۴۰	۱	۱	۵۷۰۰	۶	۱۰۰۰

#### - جایگزینی کمپرسورها اسکرو یا ون بجای پیستونی

جدول (۱۱): صرفه‌جویی حاصل از جایگزینی کمپرسورهای پیستونی

تعداد کارخانه قابل اجرا	حداقل درصد کاهش مصرف برق	مقدار تقریبی کاهش مصرف برق در کل کشور (Mwh/y)	هزینه اجرا در هر کارخانه (میلیون ریال)
۲۰	۱	۲۸۰۰	۱۵۰۰

در کنار راهکارهای ذکر شده برخی راهکارها ( در مرحله پیش از بهره برداری و پس از بهره برداری از کارخانه) نیز به

مشاهده می‌شود علیرغم جوان بودن بیش از نیمی از کارخانه-های کشور، پتانسیل بالایی برای اجرای راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی در این صنعت وجود دارد که این امر مستلزم اجرای سیاست‌های حمایتی از جانب ارگانهای ذیربط برای تشویق کارخانه‌ها به اجرای طرح‌های بهینه‌سازی می‌باشد.

#### مراجع:

- 1- Reference Document on Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry- august 2007- august 2007- European Commission
- 2- Energy saving concepts for the European ceramic industry CERAMIN
- ۳- تدوین نقشه راه شناسایی و تنظیم پروژه اجرایی بهینه‌سازی مصرف انرژی در صنعت کاشی و سرامیک کشور- سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا)- ۱۳۹۱
- ۴- مدیریت مصرف انرژی در کارخانه کاشی تک سرام- سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا)- ۱۳۸۴
- ۵- بهبود کارایی انرژی در صنعت سرامیک- سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا)- ۱۳۸۰

شرح زیر وجود دارند که پتانسیل صرفه‌جویی و هزینه سرمایه‌گذاری در آنها قابل برآورد نمی‌باشد.  
 -توجه به جانمایی تجهیزات در سالن تولید  
 -تهیه بهترین فرمولاسیون با کمترین پرت حرارتی (L.O.I.)  
 -استفاده از فرمولاسیون بدنه سفید بجای قرمز  
 -استفاده از مبدل برای خنک کاری روغن پرسها  
 -جایگزینی الکتروموتورهای راندمان بالا بجای انواع قدیمی  
 -جایگزینی پرسهای راندمان بالا

#### ۴- نتایج

با توجه به اطلاعات ارائه شده مجموع هزینه و صرفه جویی حاصل برای تعدادی از راهکارهای معرفی شده که از نظر هزینه اجرا و صرفه جویی حاصل شده به صورت کمی قابل محاسبه هستند، به شرح زیر می باشد.

جدول (۱۲): جمع بندی هزینه و فایده اجرای راهکارهای کاهش مصرف در کل کشور

شرح راهکار	صرفه جویی در مصرف انرژی الکتریکی (Mwh/year)	صرفه جویی در مصرف انرژی فسیلی (Mm <sup>3</sup> /year)
راهکارهای مدیریتی	۴۲۰۰۰	-
راهکارهای کم هزینه	-	۸۰
راهکارهای با هزینه متوسط	۸۵۰۰	۳۰
راهکارهای پرهزینه	۷۲۵۰۰	۶
مجموع	۱۲۳۰۰۰	۱۱۶

جدول فوق نشان‌دهنده پتانسیل بالای صرفه‌جویی و اقتصادی بودن اجرای راهکارهای پیشنهاد شده در این صنعت می‌باشد. با در نظر گرفتن سایر راهکارهای با پتانسیل بالا نظیر جایگزینی الکتروموتورهای راندمان بالا به جای انواع قدیمی،