

The 9th International Energy Conference

نقشه راه بهینه‌سازی مصرف انرژی در صنعت کاشی و سرامیک کشور

سمیرا فاضلی ویسری^۱ - امیر دودابی نژاد^۲ - احسان رومی زاده^۳ - محمد اکبری سیار^۴

۱ و ۲ و ۴: سازمان بهره‌وری انرژی ایران - ۳: شرکت آسیاوات

fazeli@saba.org.ir

a.doudabi@saba.org

ehsanroomizadeh@yahoo.com

akbari@saba.org.ir

چکیده

در این مقاله پس از ارائه خلاصه‌ای از وضعیت صنعت کاشی و سرامیک کشور و مقایسه با وضعیت جهانی، توضیح مختصری از راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی در کارخانه‌های کاشی و سرامیک کشور 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، میزان کاهش شاخص مصرف انرژی در اثر اجرای راهکار در هر کارخانه، تعداد کارخانه‌هایی که هر راهکار در آن قابلیت اجرا دارد، میزان متوسط سرمایه‌گذاری مورد نیاز برای اجرای هر راهکار و پتانسیل صرفه‌جویی هر راهکار در کل کشور ارائه شود. در ادامه با توجه به اطلاعات حاصله، برنامه‌های کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت برای اجرای راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی در کارخانجات کشور تدوین شده است. پس از ارائه شاخصهای هدف و برنامه‌های کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت برای کاهش مصرف انرژی در این صنعت، ارگانهای مؤثر در دستیابی به این اهداف و برنامه‌ها معرفی و نقش این ارگانها بررسی می‌شود. در نهایت با توجه به برنامه‌های ارائه شده و اهداف در نظر گرفته شده، نقشه راه در خصوص ارتقاء وضعیت فعلی مصرف انرژی در این صنعت، مورد توجه قرار می‌گیرد.

کلید واژه

کاشی و سرامیک- نقشه راه- بهینه‌سازی مصرف انرژی- پتانسیل صرفه‌جویی مصرف انرژی

است. از این نظر فرایند تولید به ۳ گروه کلی خشک و تر (دوغایی) و اکستروژن تقسیم می شود.

اکستروژن

در روش اکستروژن بجای تولید مواد اولیه خشک و یا دوغایی، مواد اولیه مشابه با صنعت آجر و چینی به صورت خمیری تهیه شده و بوسیله دستگاه اکسترودر، اکستروژن می شوند و پس از آن به بدنه کاشی تبدیل می شوند. کاربرد این روش تنها برای تولید انواع خاصی از کاشی می باشد و عمومیت ندارد.

روش تر

در روش تر یا دوغایی که رایج ترین روش تولید کاشی می باشد، مواد را پس از خردایش اولیه بوسیله آسیاب تر مخلوط نموده و پس از سایش تا دانه بندی مورد نیاز آنرا بوسیله اسپری درایر خشک می نمایند. محصول این بخش که گرانول نامیده می شود با درصد رطوبت کمی وارد پرس شده و تبدیل به بدنه کاشی می شود. در روش خشک مواد به صورت خشک ترکیب شده و بجای گرانول تولید پودر کاشی می نماید.

روش خشک

فرایند خشک در مقایسه با فرایند تر از نظر تولید دارای محدودیتهایی می باشد و قابلیت تولید همه انواع کاشی را ندارد بنابراین همانند روش اکستروژن دارای کاربرد محدود می باشد و در عوض از نظر مصرف انرژی و اقتصادی تر می باشد. در جدول زیر مصارف این دو روش با یکدیگر مقایسه شده است.

استانداردهای مصرف انرژی در کشور

با توجه به اینکه روش مرسوم در تولید کاشی همان روش دوغایی می باشد، لذا مصرف انرژی در کارخانه های مختلف نیز که از یک نوع تجهیزات و تکنولوژی تولید استفاده می نمایند به علل مختلف دارای نوسانات زیادی به شرح زیر می باشد.

-نوع مواد اولیه مصرف شده

-تکنولوژی تولید و نحوه استفاده از تجهیزات

-نوع و ابعاد محصول

صنعت کاشی در ایران در ده سال اخیر رشد چشمگیری داشته به طوری که در طی ۱۰ سال گذشته تعداد کارخانه ها بیش از ۱۰۰٪ و میزان تولید محصول بیش از ۳۰۰ درصد افزایش یافته است. این افزایش تولید ناشی از اضافه شدن تعداد کارخانه ها و همچنین افزایش تعداد خطوط و یا بازسازی و افزایش ظرفیت خطوط قدیمی در کارخانه ها می باشد. در طی این مدت متوسط رشد سالیانه جهانی تولید کاشی در حدود ۴/۸ درصد و در ایران بیش از ۱۸٪ بوده است. ظرفیت کارخانجات کاشی در ایران از ۶۰ میلیون متر مربع در سال ۱۳۷۹ به حدود ۲۸۰ میلیون متر مربع در پایان سال ۱۳۸۸ رسیده است و پیش بینی می شود تا سال ۱۳۹۳ به حدود ۳۴۰ میلیون متر مربع افزایش یابد. در سال ۱۳۷۸ حدود ۴/۴ میلیارد متر مربع انواع کاشی در جهان تولید شده که بزرگترین تولیدکنندگان آن به ترتیب چین، ایتالیا، اسپانیا و ترکیه بوده اند و ایران مقام پانزدهم را از نظر تولید داشته است. 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 ۳ درصد کل تولید جهانی می باشد از مقام پانزدهم به مقام نهم ارتقا پیدا کرده است که رشد چشمگیر تولید در این صنعت را نشان می دهد. در حال حاضر حدود ۹۰ واحد فعال تولید کاشی و سرامیک و در حدود ۱۵ کارخانه تولید مواد اولیه و لعاب در کشور فعال می باشد. در این مقاله تلاش شده است با بررسی وضعیت فعلی کارخانه های کشور و با توجه به پتانسیلهای موجود در کشور و تکنولوژیهای نوظهور این صنعت در کشورهای صنعتی نقشه راه بهینه سازی مصرف انرژی در صنعت کاشی و سرامیک کشور تدوین شود.

انواع تکنولوژی ها

تقسیم بندی تکنولوژی ها- قدیمی - متوسط - بروز و جدید (بر اساس شدت مصرف انرژی)

تکنولوژی تولید کاشی به ۳ بخش کلی آماده سازی و شکل دهی و پخت تقسیم بندی می شود. بیشترین تفاوت در این فرایند مربوط به مرحله آماده سازی و شکل دهی

The 9th International Energy Conference

-شرایط محیطی

هدف گذاری

هدف اصلی از تدوین نقشه راه شناخت وضعیت موجود از نقطه نظر مصرف انرژی، شناسایی وضعیت مطلوب و روشهای حصول از وضعیت موجود به مطلوب می باشد.

هدف کلی (نقطه هدف)

عبارتست از کل مصارف انرژی فعلی این صنعت اعم از برق و سوخت

در تدوین اهداف کلی بهینه سازی مصرف انرژی در صنعت کاشی فرضیات زیر در نظر گرفته شده است

-تعداد واحدهای فعال در سال ۱۴۰۴ نسبت به سال ۹۰، ۴۰٪ افزایش خواهد داشت.

-میزان تولید تا سال ۱۴۰۴ با افزایش ۶۷٪ نسبت به سال پایه (۱۳۹۰) روبرو خواهد بود.

-هدف کلی با توجه به فرضیات فوق، کاهش شدت مصرف انرژی الکتریکی در مقایسه با شاخصهای جهانی و راهکارهای ارائه شده در قسمت بعدی ارائه خواهد شد.

تمهیدات لازم برای بهینه سازی مصرف انرژی در صنعت کاشی و سرامیک کشور

۱- برگزاری سمینار، کارگاه، نمایشگاه و ... با هدف ارائه راهکارهای کاهش مصرف انرژی و تکنولوژیهای جدید به صورت تخصصی

۲- قیمت گذاری

مکانیزم قیمت گذاری بازار آزاد بازار فروش آزاد

۳- تدوین سیاستهای حمایتی و تشویقی از صادرات کاشی و سرامیک و اجرای تسهیلات لازم برای صادرات و بازاریابی برای جذب مشتریان خارج از کشور

۴- تدوین سیاستهای حمایتی و تشویقی به منظور اجرای راهکارهای کاهش مصرف انرژی

۵- ایجاد الزام برای رعایت استانداردهای مصرف انرژی

با در نظر عوامل موثر، معیارهایی برای مصرف انرژی در این صنعت تدوین شده است که کارخانه ها ملزم به رعایت آن می باشند. معیارها برای انواع محصول به شرح جدول زیر می باشند.

نوع محصول	مصرف ویژه انرژی حرارتی (مگاژول بر کیلوگرم)	مصرف ویژه انرژی الکتریکی (کیلووات ساعت بر کیلوگرم)	مصرف ویژه انرژی کل (مگاژول بر کیلوگرم)
کاشی کف	$SEC_{th} \leq 5/45$	$SEC_e \leq 0/175$	$SEC_t \leq 7/34$
کاشی دیوار	تک پخت	$SEC_{th} \leq 5/26$	$SEC_e \leq 0/175$
	۲ پخت	$SEC_{th} \leq 7/0$	$SEC_e \leq 9/05$
کاشی پرسلا نی	بدون لعاب	$SEC_{th} \leq 5/67$	$SEC_e \leq 0/205$
	لعابدار	$SEC_e \leq 0/175$	$SEC_t \leq 7/56$

معیارهای جهانی مصرف انرژی در صنعت کاشی

مهمترین کشورهای تولید کننده کاشی و تجهیزات و ماشین آلات خطوط تولید در جهان شامل ایتالیا، اسپانیا و چین می باشند. عملاً شاخصهای مصرف انرژی در این کشور به عنوان شاخصهای مصرف در این صنعت مورد قبول می باشد. ضمن اینکه عوامل موثر در مصرف که برای کارخانه های داخلی ذکر گردید در این بخش نیز تاثیر گذار می باشند. شاخصهای مصرف انرژی صنعت کاشی و سرامیک در این کشورها به شرح جداول زیر می باشد.

کشور	مصرف ویژه انرژی فسیلی (Gj/t)	مصرف ویژه انرژی الکتریکی (kwh/t)
ایتالیا	۵/۹	۱۱۶
چین	۶/۹	۱۰۵
اسپانیا	۵/۸	۱۱۸

The 9th International Energy Conference

۶- اجراء پروژه پايولوت (نمونه) برای اجرای هر راهکار انرژی

۷- تاسيس موسسه تحقيقاتی - پژوهشی جهت آموزش اصول طراحی کارخانه کاشی و سرامیک و ارائه راهکارهای کاهش مصرف انرژی جدید

۸- بازرسی و تجزیه و تحلیل برای نشان دادن مصرف انرژی

۹- انتقال تکنولوژی در مدیریت انرژی

اهداف عمده در اتخاذ تکنیکهای فرآیندی مدرن در تولید کاشی و سرامیک به شرح زیر هستند:

بهسازی بهره وری ظرفیت

صرفه جویی در مصرف انرژی

بهسازی محیط

استفاده از گرمای اتلافی

استفاده از محصولات جانبی، مواد اتلافی، سوختها و مواد خام جایگزین

برآوردن نیازهای بازار از نظر کیفیت و انواع کاشی و سرامیک (اطمینان از کیفیت)

پایین آوردن هزینه‌ای سرمایه‌گذاری و کاهش هزینه تولید

۱۰- تولید محصولات جدید

پتانسیلهای صرفه‌جویی انرژی با توجه به راهکارهای عمومی، فرآیندی و تکنولوژیکی

برای موارد فوق اقدامات بهبود در قالب تقسیم بندی زیر انجام می گیرند.

-اقدامات مدیریتی

-اقدامات کوتاه مدت - با بازگشت سرمایه ۱-۲ سال

-اقدامات میان مدت - با بازگشت سرمایه ۳-۵ سال

-اقدامات بلند مدت - با بازگشت سرمایه بیش از ۵ سال

برای دستیابی به این هدف، اهداف خرد و میانی به شرح ذیل می باشد.

الف- اقدامات مدیریتی:

این اقدامات در قالب دوره های آموزشی، استقرار واحد مدیریت انرژی در تمامی واحدهای موجود، استقرار

سیستم مدیریت انرژی ISO 50001 در واحدهای موجود تعریف میشوند. اقدامات مذکور به صورت برگزاری دوره- های آموزشی با تخفیف ویژه و مدرک معتبر، قانونی نمودن وجود واحد مدیریت انرژی در واحدهای صنعت کاشی

تعلیم و آموزش رایگان مدیران انرژی، برگزاری دوره های آموزشی مرتبط با سیستم مدیریت کیفیت برای شرکت ها، ارائه مشاوران جهت استقرار سیستم مدیریت انرژی به شرکت ها و ... با همکاری وزارتخانه های نیرو و نفت و با مشارکت واحدهای تولید کننده کاشی و سرامیک در دوره های کوتاه مدت (۰-۲ سال) انجام می شوند.

ب- راهکارهای مرتبه اول (بازه اجرا تا ۵ سال)

به منظور دستیابی به این اهداف اجرای راهکارهای ذیل پیشنهاد می گردد.

۱- حذف نشتیها در سیستم هوای فشرده

۲- استفاده از فن دمنده بجای هوای فشرده در خطوط کاشی و لعاب

۳- کاهش و حذف استفاده‌های نابجا و قابل جایگزین از هوای فشرده

۴- استفاده از ظرفیت بهینه تجهیزات از جمله بالمیلهای تهیه بدنه، اسپری درایر و سنگ شکنها

۵- تفکیک بارگیری بالمیلهای بدنه بر اساس سختی مواد ورودی

۶- حداکثر استفاده از روشنایی روز و مدیریت مصرف روشنایی

۷- بهبود عملکرد موتورهای کم‌بار در صورت تغییر اتصال از حالت مثلث به ستاره

۸- کاهش اصطکاک و روانکاری الکتروموتورها

۹- پیک سایی در تجهیزاتی نظیر بالمیلهای بدنه ناپیوسته و سنگ شکنها

۱۰- استفاده از خروجی خنک کاری کوره ها به منظور گرمایش سالن تولید

The 9th International Energy Conference

۱۱- استفاده از خروجی خنک کاری کوره ها به منظور پیشگرم هوای احتراق مشعلهای کوره

۱۲- استفاده از VSD برای کمپرسورهای هوای فشرده

۱۳- استفاده از خروجی خنک کاری کوره ها به منظور تغذیه هوای ورودی به اسپری درایر

۱۴- رسیدگی به وضعیت الکتروموتورها (تهویه، روانکاری و نظافت) و تسمه های انتقال توان

پیش بینی می شود با اجرای این گروه از راهکارها شدت مصرف انرژی در صنعت کاشی و سرامیک حدود ۲ درصد در مصرف انرژی الکتریکی و ۱۶ درصد در مصرف انرژی فسیلی صرفه جویی شود. در کل شدت مصرف انرژی این صنعت در بخش الکتریکی و فسیلی به ترتیب به ۱۶۷ کیلووات ساعت بر متر مربع و ۵/۴۲ مگاژول بر متر مربع کاهش یابد.

ج- راهکارهای مرتبه دوم (بازه اجرا ۵-۱۰ سال)

به منظور دستیابی به این اهداف اجرای راهکارهای ذیل پیشنهاد می گردد.

۱- استفاده از خروجی خنک کاری به منظور استفاده در پیشگرمکنهای کاشی

۲- حذف لامپهای بخار جیوه و جایگزینی با لامپهای بخار سدیم

۳- بهبود تسمه ها و سیستمهای انتقال توان

۴- نصب راه انداز نرم برای الکتروموتور بالمیها

۵- استفاده از VSD برای کمپرسورهای هوای فشرده

۶- استفاده از سیستم energy box برای تامین آبگرم مورد نیاز مجموعه از کمپرسورها

۷- استفاده از مبدل برای خنک کاری سیستم هیدرولیک پرسها

پیش بینی می شود با اجرای این گروه از راهکارها شدت مصرف انرژی در صنعت کاشی و سرامیک حدود ۳ درصد در مصرف انرژی الکتریکی و ۴ درصد در مصرف انرژی فسیلی نسبت به دوره ۵ ساله قبل از آن صرفه جویی

شود. در کل شدت مصرف انرژی این صنعت در بخش الکتریکی و فسیلی به ترتیب به ۱۶۰ کیلووات ساعت بر متر مربع و ۵/۲۰ مگاژول بر متر مربع کاهش یابد.

د- راهکارهای مرتبه سوم (بازه اجرا ۱۰-۱۵ سال)

به منظور دستیابی به این اهداف اجرای راهکارهای ذیل پیشنهاد می گردد.

۱- بازیافت حرارت از گاز دود خروجی از آگروز کوره ها به منظور استفاده در اسپری درایر و هوای احتراق مشعلهای کوره

۲- نصب راه انداز نرم برای الکتروموتور بالمیها

۳- استفاده از سیستم energy box برای تامین آبگرم مورد نیاز مجموعه از کمپرسورها

۴- استفاده از مبدل برای خنک کاری سیستم هیدرولیک پرسها

۵- استفاده از گلوله های آلومینی در بالمیلهای بدنه

۶- جایگزینی بالمیلهای پیوسته بجای ناپیوسته

۷- افزایش دانسیته و کاهش رطوبت دوغاب

۸- استفاده از فرمولاسیون بدنه سفید بجای قرمز

۹- جایگزینی الکتروموتورهای راندمان بالا بجای انواع قدیمی

۱۰- خرید پرسهای جدید با تولید بیشتر و مصرف انرژی کمتر در صورت نیاز به تعویض

۱۱- جایگزینی کمپرسورهای اسکرو و ون بجای پیستونی پیش بینی می شود با اجرای این گروه از راهکارها شدت مصرف انرژی در صنعت کاشی و سرامیک حدود ۳ درصد در مصرف انرژی الکتریکی و ۳/۸ درصد در مصرف انرژی فسیلی نسبت به دوره ۵ ساله قبل از آن صرفه جویی شود. در کل شدت مصرف انرژی این صنعت در بخش الکتریکی و فسیلی به ترتیب به ۱۵۵ کیلووات ساعت بر متر مربع و ۵ مگاژول بر متر مربع کاهش یابد. با اجرای راهکارهای مختلف پیش بینی کاهش مصرف به شرح جدول زیر می باشد.

The 9th International Energy Conference

به اینکه تولید و توزیع انرژی در اختیار این وزارتخانه‌ها قرار دارد، لذا سیاستگذاری‌های مرتبط با انرژی نیز در آنها انجام می‌شود.

در این بخش سیاست‌های متنوعی قابل اجرا می‌باشد که از آن جمله می‌توان به تدوین معیارهای مصرف انرژی، حمایت از اجرای راهکارهای مصرف و کمک به انجام ممیزی انرژی در صنایع را نام برد. این ارگانها عمدتاً با استفاده از مشاور در بخشهای مختلف اقدام به اجرا و اعمال سیاستهای تشویقی، تنبیهی و کنترلی می‌نمایند.

وزارت صنعت، معدن و تجارت و بانکها

با توجه به سیاستگذاری‌های صورت گرفته در ارگانهای متولی موضوع انرژی، این وزارتخانه در راستای نوسازی کارخانجات قدیمی و به روز رسانی تکنولوژی تولید، می‌تواند با استفاده از معرفی کارخانه‌ها به سیستم بانکی و فراهم آوردن تسهیلات مورد نیاز در زمینه ورود تجهیزات و تکنولوژی باعث تسريع در فرایند بهینه‌سازی تولید و مصرف انرژی به صورت توانمند گردد. با توجه به تعامل این وزارتخانه با بانکهای عامل و به ویژه بانک صنعت و معدن، تسريع فرایند دسترسی به تسهیلات مورد نیاز در کارگروه‌های مربوطه بسیار در این زمینه تاثیر گذار می‌باشد.

موسسه استاندارد

موسسه استاندارد مسئول اجرای قوانین تدوین شده در هر زمینه می‌باشد. سیاستگذاری‌های صورت گرفته در زمینه انرژی که به صورت استانداردهای مصرف انرژی تدوین می‌شود نیز در همین گروه قرار دارد. استانداردهای مصرف انرژی با همکاری وزارتخانه‌های نفت و نیرو تدوین می‌شود و اجرای آن به وسیله موسسه استاندارد باعث الزام به بهینه‌سازی مصرف در صنایع قدیمی و یا صناعی که معیارهای مصرف در آنها رعایت نمی‌شود خواهد گردید.

انجمن صنفی کاشی و سرامیک

انجمن صنفی کاشی و سرامیک با ایجاد تعاملات لازم با وزارت صنایع و معادن و وزارت نیرو، تلاش برای ارتباط با کلیه صاحبان صنایع در دست احداث، اطلاع رسانی صحیح و سریع و ارائه آموزشها و مشاوره‌های تخصصی به صاحبان صنایع در دست احداث، نقش مؤثری در تحقق نقشه راه صنعت کاشی و سرامیک کشور داشته باشد. انجمن با

شرح راهکار	صرفه جویی در مصرف انرژی الکتریکی (kwh/year)	صرفه جویی در مصرف انرژی فسیلی (Gj/year)	کاهش شاخص مصرف ویژه انرژی فسیلی (Mj/Kg)	کاهش شاخص مصرف ویژه انرژی الکتریکی (Kwh/Kg)
راهکارهای مدیریتی	۱۶۲۵۶۰۰۰	-	۲٪	-
راهکارهای کم هزینه	-	۲۹۴۷۸۴ ۲	۱۳٪	-
راهکارهای با هزینه متوسط	۱۱۴۰۸۰۰۰	۲۵۶۸۰۸۰	۱/۴	۱۱/۴
راهکارهای پرهزینه	۷۲۵۵۲۰۰۰	-	۸/۹	-
مجموع	۱۰۰۲۱۶۰۰ ۰	۵۵۱۵۹۲ ۲	۱۲/۳	۲۳/۳

نقش ارگانهای دولتی

برای دستیابی به اهداف مورد نظر و برنامه‌های مذکور، ارگان‌های دولتی در بخشهای مختلف نقش تاثیر گذاری به ویژه در بخشهای سیاست‌گذاری، آموزش و حمایت‌های مالی به شرح زیر دارند.

مجلس

مجلس می‌تواند از طریق تصویب آیین‌نامه‌ها و تصویب تخصیص وامهای کم‌بهره با بازپرداخت طولانی (در جهت کاهش تلفات اساسی انرژی به واحدهای کاشی و سرامیک در جهت ارتقاء وضعیت موجود کمک نماید. البته این امر مستلزم تأمین و تخصیص بودجه‌های مورد نیاز و برقراری تعاملات لازم با مجلس توسط دولت است و بدون همکاری وزارت صنایع و معادن با دولت و مجلس در خصوص تخصیص مناسب تسهیلات و ابلاغ بخشنامه‌های تصویب شده به انجمن کاشی و سرامیک ممکن نیست.

وزارتخانه‌های نفت و نیرو

وزارتخانه‌های نفت و نیرو ارگانهای اصلی و متولی تدوین و سیاست‌گذاری در بخش انرژی کشور می‌باشند. با توجه

The 9th International Energy Conference

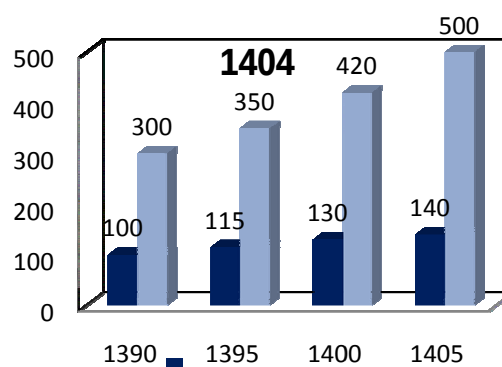
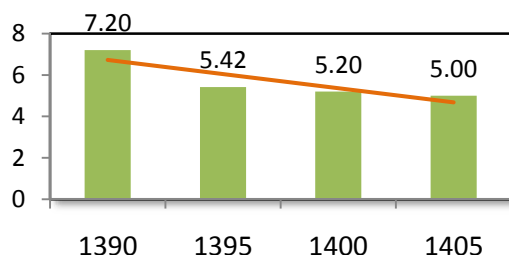
همکاری وزارت صنایع و معادن اقدام به تهیه و به روز رسانی بانک اطلاعاتی جامع از کلیه کارخانجات موجود در کشور و وضعیت مصرف انرژی در آنها نماید و سپس از طریق تسهیل شرایط عضویت در انجمن، امکان عضویت کلیه صنایع در انجمن کاشی و سرامیک را فراهم کند. همچنین با ایجاد تعاملات لازم با وزارت صنایع و معادن و وزارت نیرو، تلاش برای ارتباط با کلیه صاحبان صنایع در دست احداث، اطلاع رسانی صحیح و سریع و ارائه آموزش-ها و مشاوره‌های تخصصی به صاحبان صنایع در دست احداث، می‌تواند نقش مؤثری در تحقق نقشه راه صنعت کاشی و سرامیک کشور داشته باشد.

جمع بندی:

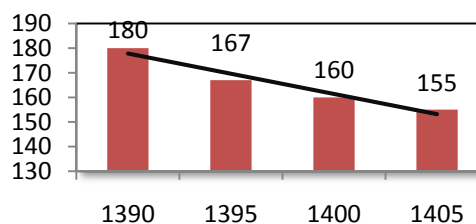
با در نظر گرفتن شرایط فعلی کارخانه‌های کاشی و سرامیک کشور، راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی در کارخانجات و نقاط هدف در نظر گرفته شده، جمع بندی برنامه ها و اهداف در نظر گرفته شده برای کاهش مصارف انرژی الکتریکی و فسیلی به شرح زیر می‌باشد:

روند کاهش مصرف ویژه انرژی

فسیلی (Mj/Kg)



(kWh /Kg)



مراجع

[1] Reference Document on Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry (2007). European Commission

[2] Energy saving concepts for the European ceramic industry CERAMIN (2008).

[۳] تدوین نقشه راه شناسایی و تنظیم پروژه اجرایی بهینه‌سازی مصرف انرژی در صنعت کاشی و سرامیک کشور (۱۳۹۱). سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا)

[۴] بهبود کارایی انرژی در صنعت سرامیک (۱۳۸۰). سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا)