

بررسی پتانسیل های عملی کاهش مصرف انرژی در شرکت سیمان ممتازان

کرمان پس از راه اندازی کارخانه

مهدی گلستانی^۱ حتکنی

^۱مدیر برق و کنترل و انرژی، شرکت سیمان ممتازان کرمان golestani59@gmail.com

چکیده

امروزه موضوع بهینه سازی مصرف انرژی در کارخانجات سیمان به عنوان یک عامل تاثیرگذار در قیمت تمام شده محصول محسوب گردیده و از دیدگاه مدیریت سازمانها جدی تر از گذشته در حال پیگیری می باشد. در همین راستا این مقاله ضمن بررسی پتانسیل های اجرایی موجود در زمینه کاهش مصرف انرژی در شرکت سیمان ممتازان کرمان به ارائه نتایج بعضی از پروژه های انجام شده که نقش بسیار مهمی در کاهش قیمت تمام شده محصول و حفظ منابع انرژی برای استفاده آیندگان بوده می پردازد.

کلید واژه ها: صنعت سیمان، بهینه سازی، انرژی الکتریکی، انرژی حرارتی

مقدمه

شرکت سیمان ممتازان کرمان در شهریور سال ۱۳۸۶ با همت بخش خصوصی راه اندازی و با توجه به دیدگاه مدیریت ارشد و سرمایه گذاران مجموعه از همان ابتدای کار کمیته انرژی متشکل از مدیران کارخانه، تولید، برق و کنترل، مکانیک، کنترل کیفی، تضمین کیفیت، مهندسی و برنامه ریزی زیر نظر مدیریت ارشد سازمان به صورت ماهیانه تشکیل و در مواقع نیاز مدیران آموزش، اداری و منابع انسانی و مالی و اقتصادی به کمیته فوق اضافه می گردید. پس از تعیین خط مشی ها و اهداف سازمان در زمینه بهینه سازی مصرف انرژی، موارد فوق به صورت روزانه، ماهیانه و سالیانه در حال پایش قرار گرفت. از آنجائیکه سیمان ممتازان تقریباً جزو کارخانه های با تکنولوژی های جدید در کشور می باشد در سالهای ابتدائی هدف حفظ مصارف انرژی در حد استانداردهای تعریف شده در داخل تعریف گردید ولی با افزایش قیمت های حامل های انرژی و تاثیر زیاد آن در قیمت تمام شده محصول و از طرفی دیدگاه مدیریت ارشد سازمان مبنی بر استفاده صحیح از مصارف انرژی و حفظ آن برای آیندگان و همچنین کاهش حد مجاز مصرف انرژی توسط اداره استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، اهمیت موضوع دو چندان گردیده و هدف شرکت فوق فراتر از قبل و با چشم انداز رعایت مصارف انرژی در حد استانداردهای جهانی تعریف گردید. لذا از این دیدگاه شرکت قدم های اساسی در زمینه شناسائی مصارف انرژی و تلاش جهت رفع آنها برداشت که در این مقاله ضمن معرفی پروژه های انجام شده به بعضی از پتانسیل های موجود جهت کاهش مصرف انرژی اشاره گردیده است.

- وظایف و اهداف کمیته انرژی

- کمیته انرژی شرکت سیمان ممتازان متشکل از تیم تخصصی مدیران و کارشناسان جهت تصمیم گیری پروژه های حوزه های مختلف و با کمک تیم اجرایی متشکل از کلیه پرسنل کارخانه، نسبت به پیگیری و اجرای اهداف و وظایف ذیل می پردازد.
- تشکیل جلسات ماهیانه و بررسی و پایش میزان مصارف انرژی دپارتمانها و کل کارخانه
 - آگاه سازی پرسنل از اهمیت بحث بهینه مصرف نمودن انرژی و لزوم توجه به چگونگی استفاده از انواع انرژی
 - مطالعه و مقایسه مصرف انرژی سیمان ممتازان با حدود مجاز جهانی، کشور و صنعت سیمان

- مطالعه و محاسبه میزان اثرات منفی مصرف نادرست انرژی بر سود شرکت و محیط زیست
- ایجاد روحیه همکاری بین مدیران و پرسنل به منظور پیاده سازی پروژه های بهینه سازی مصرف انرژی
- تعریف Action Plan شامل زمان مشخص، برنامه مشخص، نفقات و نیروی کارشناسی مشخص، هزینه مشخص و کلیه شرایط اجرا
- تعریف شاخص های خرد برای هر بخش جهت رسیدن به اهداف کلان
- اندازه گیری پارامترهای مختلف موثر بر تولید(برق، مکانیک، کنترل کیفی و ...) در راستای کاهش مصرف انرژی

- پروژه های انجام شده در زمینه بهینه سازی مصرف انرژی

از آنجائیکه موضوع بهینه سازی مصرف انرژی بایستی به صورت مکرر پیش گردد لذا در حین پایش و بررسی های مربوطه روش های مختلف جهت کاهش مصرف انرژی شناسائی می گردد که بعضی از این روشها با پیشرفت تکنولوژی ایجاد و بعضی نیز به دلیل ماهیت مصرف در یک منطقه یا کشور تعریف می گردد که می توان مهمترین موارد را به شرح ذیل در صنعت سیمان و کارخانه سیمان ممتازان کرمان نام برد.

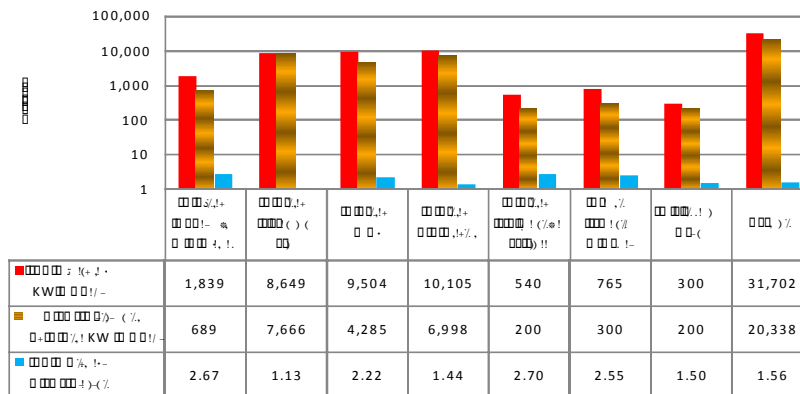
۱- اجرای مدیریت بار از طریق رعایت ساعت های پیک و انتقال بار به ساعات کم باری

مدیریت بار یکی از راههای کاهش مصرف برق می باشد که به مجموعه اقداماتی که برای کاهش بار مشترکین مختلف در ساعات اوج بار انجام می شود اطلاق می گردد. که این کاهش بار از طریق حذف مصارف غیرضروری و یا جابجائی زمان مصرف انجام می گیرد که به سود مصرف کننده و تولید کننده می باشد. لذا با توجه به اینکه نرخ تعرفه های برق در ساعات مختلف متفاوت و در ساعات پیک مطابق شکل ۱ بیشترین مقدار می باشد با تدابیر اخذ شده و با هماهنگی انجام شده با واحدهای تعمیراتی جهت انجام تعمیرات دپارتمانها در ساعات پیک، کلیه تجهیزات به استثناء دپارتمان پخت در کلیه روزهای سال به استثناء جمعه ها در ساعات پیک متوقف و میزان مصرف برق کارخانه حدود ۱۴ مگاوات کاهش می یابد.

عنوان	تعرفه سابق	تعرفه جدید گزینه ۱	تعرفه جدید گزینه ۲	تعرفه جدید گزینه ۳
هزینه دیماندا(تومان)	1187.01	3200.00	1200.00	0.00
هزینه ساعت عادی(ریال)	134.51	340.00	390.00	430.00
هزینه ساعت پیک(ریال)	443.96	680.00	780.00	860.00
هزینه ساعت کم باری(ریال)	33.68	170.00	195.00	215.00
هزینه ساعت پیک جمعه(ریال)	337.41	340.00	390.00	430.00

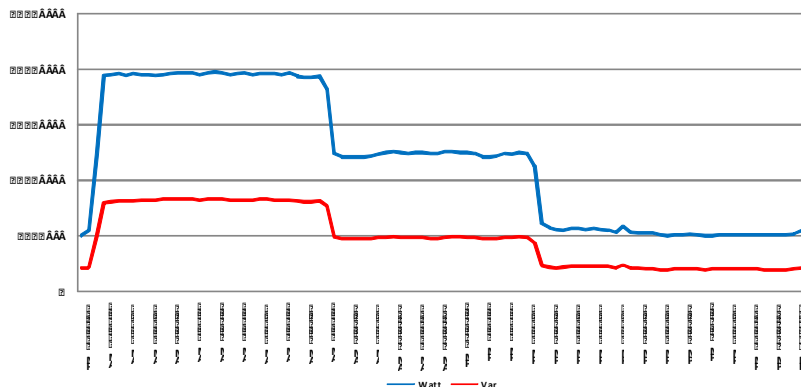
جدول ۱- نرخ تعرفه های برق کارخانه

از آنجائیکه دپارتمانهای آسیا مواد خام و آسیا سیمان بیشترین مصرف را مطابق اطلاعات جدول ۲ دارند این دپارتمانها در اولویت توقف نسبت با سایر دپارتمانها در ساعت پیک قرار دارند.



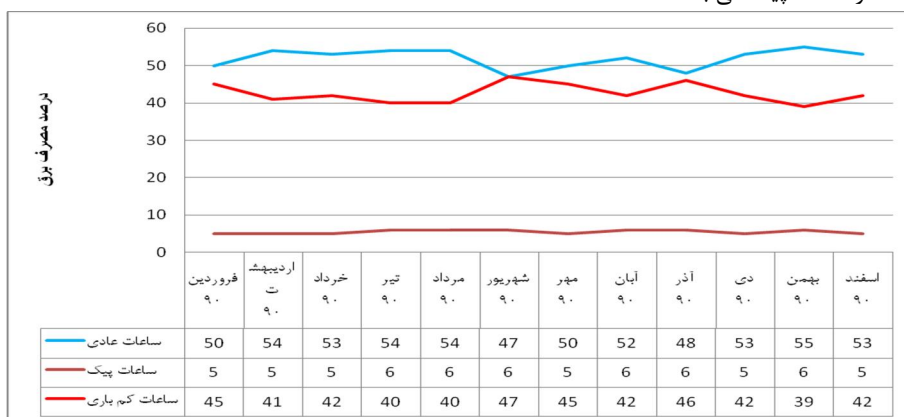
جدول ۲- وضعیت مصرف برق تجهیزات خط تولید

لذا با تدابیر انجام شده به نحوه ای مدیریت بار در شرکت سیمان ممتازان انجام می پذیرد که با اولویت مصرف انرژی و برآورده کردن نیاز بازار، مطابق شکل ۱ بیشترین میزان مصرف و تولید در ساعات کم باری و سپس بر حسب نیاز در ساعات عادی و پیک، تجهیزات استارت می گردد.



شکل ۱- منحنی بار کارخانه سیمان ممتازان در یک روز هفته

که در نتیجه فعالیت های فوق درصد مصرف برق در ساعات مختلف مطابق شکل ۲ می باشد که این خود نشانه حداکثر استفاده در ساعات کم باری و حداقل استفاده در ساعات پیک می باشد.



شکل ۲- درصد مصرف برق کارخانه سیمان ممتازان در ساعات مختلف

که در نتیجه انجام فعالیت های فوق مطابق جدول ذیل مبلغ ۱۵۳۸۰۲۵۰۰۰ ریال به عنوان پاداش توسط شرکت برق منطقه ای کرمان پرداخت و مبلغ ۱۵۳۶۶۰۰۰۰۰ ریال به دلیل کاهش مصرف برق در فصل تابستان، هزینه ها کاهش یافته است.

۲- کاهش زمان روشن بودن موتورها در زمان بیکاری

با برنامه ریزی های انجام شده و از طریق استفاده از سیستم اتوماسیون PCSV در کارخانه تقریباً گروههای کاری دپارتمانها با توجه به دستورالعمل سازنده پس از اتمام کار طبق برنامه به صورت اتوماتیک متوقف می گردند و در واقع از این طریق مصارف اضافی حذف و مصرف انرژی کاهش می یابد.

۳- کاهش تجهیزات اضافی در زمان توقف دپارتمانها

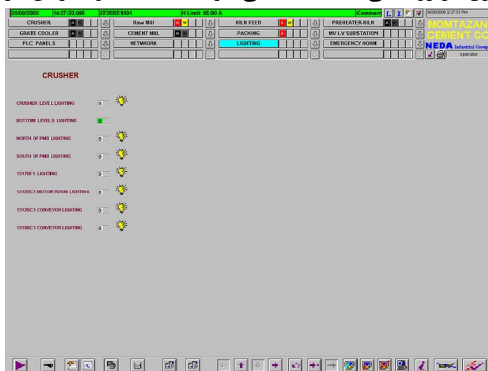
از آنجائیکه معمولاً در کارخانجات به دلایل مختلف بعضی از مسائل به صورت سنتی شروع و ادامه می یابد معمولاً باعث وجود تلفاتی در سیستم از حیث انرژی می گردد به عنوان نمونه با توجه به بررسی های انجام پذیرفته با توقف تجهیزات مربوط به پمپ های فشار ضعیف آسیا سیمان و آسیا مواد خام در ساعات پیک، حدود ۵۰ کیلووات در ساعت مصرف انرژی کارخانه کاهش یافته است و این در حالیست که این تجهیزات طبق یک رسم سنتی در ساعات پیک استارت بود.

۴- اجرای اتوماسیون روشنایی و بهینه سازی روشنایی

علیرغم کم بودن تاثیر میزان مصارف روشنایی در مقابل سایر مصارف در کارخانه سیمان، از طریق سه روش ذیل نسبت به بهینه سازی مصارف روشنایی اقدام گردید.

- ✓ آموزش پرسنل و ایجاد فرهنگ کاهش مصرف برق
- ✓ اتوماسیون روشنایی و استفاده از ساعت های نجومی و تایمرها در قسمت های مختلف

- ✓ استفاده از لامپ های کم مصرف و انرژی خورشید جهت تولید روشنایی
 - ✓ حذف روشنایی های غیرضروری و یا بهینه کردن فضای استفاده از روشنایی
 - ✓ بالانس بارهای روشنایی در ورودی تابلوهای دیپارتمانها و حذف نامتعادلی جریان ورودی تابلوها
- مشابه مورد فوق در واقع سیستم روشنایی خط تولید به عنوان بخشی از برنامه و فرآیند خط تولید محسوب گردیده و در زمانهای مورد نیاز و یا در زمان استارت تجهیزات از طریق سیستم کنترل، از روشنایی ها استفاده می گردد که یک نمونه از آن در شکل ۳ نمایش داده شده است.



شکل ۳- اجرای سیستم اتوماسیون روشنایی کارخانه

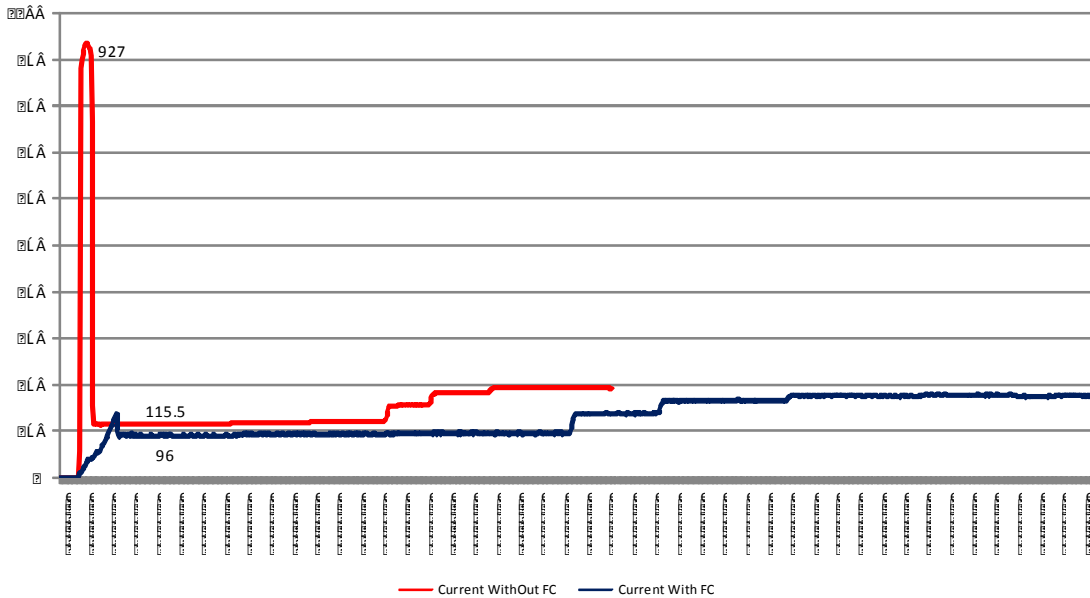
به عنوان نمونه دیگر می توان به میزان مصرف روشنایی و تجهیزات جنبی ساختمان کنترل مرکزی کارخانه که در روزهای کاری معادل ۱۰۰ کیلووات و در روزهای تعطیل معادل ۳۰ کیلووات بوده و کاهش آن به مقدار ۱۰ کیلووات در ساعت در روزهای کاری از طریق بهینه نمودن مصارف اشاره نمود. و در نتیجه از طریق انجام کلیه روش های فوق در بخش روشنایی حدود ۱۰۰ کیلووات کاهش مصرف در کارخانه مشاهده گردید که در شکل ۴ نمایش داده شده است.



شکل ۴- میزان مصارف روشنایی کارخانه

۵- نصب FC به جای SoftStarter جهت فن های اضطراری گریت کولر

با توجه به اینکه در لحظه راه اندازی الکتروموتورهای فن های اضطراری کارخانه مطابق شکل ۵، حدود ۳ برابر جریان نامی با سافت استارتر کشیده می شود لذا در لحظه راه اندازی باعث تریپ دیزل ژنراتورها در مواقع اضطراری می گردید که جهت رفع مشکل فوق از یک دستگاه کنترل دور جهت راه اندازی استفاده گردید که ضمن کاهش مقدار جریان راه اندازی باعث کاهش استهلاک تجهیزات مکانیکی و همچنین کاهش مصرف انرژی از طریق کاهش دور می گردید.



شکل ۵- منحنی مقایسه جریان راه اندازی راه انداز نرم و کنترل دور

۶- افزایش راندمان گریت کولر جهت افزایش میزان تولید و کاهش مصرف سوخت

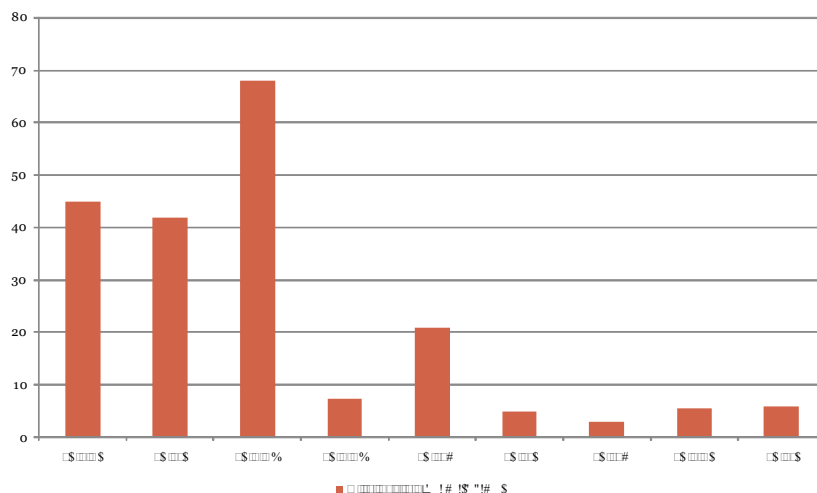
با توجه به اینکه عمده مصرف انرژی حرارتی کارخانه سیمان در دپارتمان پخت می باشد با تمهیدات انجام شده و افزایش راندمان گریت کولر میزان Kcal/kgclinker به نحو چشم گیری کاهش پیدا نمود که در حال حاضر این مقدار با ارزش حرارتی ۸۲۱۷.۵ نه تنها زیر حد مجاز استاندارد ایران بوده بلکه در حد استانداردهای جهانی مطابق شکل ۶ می باشد.



شکل ۶- میزان مصرف انرژی حرارتی کارخانه

۷- استقرار سیستم نگهداری و تعمیرات و پایش وضعیت جهت کاهش مصرف انرژی و افزایش عمر تجهیزات

با توجه به برنامه ریزی های انجام شده در زمینه تعمیرات و نگهداری کارخانه میزان توقفات کارخانه مطابق شکل ۷ به شدت کاهش و منجر به افزایش تولید و کاهش میزان مصرف انرژی گردیده است. همچنین با استفاده صحیح از تجهیزات و روش صحیح بهره برداری طول عمر نسوز کارخانه افزایش و در نتیجه میزان توقفات و تعمیرات مربوطه به شدت کاهش یافته که این خود باعث افزایش میزان تولید و کاهش مقدار Kwh/ton گردیده است.



شکل ۷- درصد توقعات غیر مجاز به کل توقعات

۸- تولید سیمان های پوزولانی

از آنجائیکه در پروسه تولید سیمان حداقل ۶۵٪ مصرف انرژی مربوط به تولید کلینکر و مابقی آن مربوط به تولید کلینکر به سیمان می باشد هر چه درصد افزودنی ها به سیمان بیشتر باشد مصرف انرژی کاهش خواهد یافت. لذا شرکت سیمان ممتازان با تولید انواع سیمانهای پوزولانی و پوزولانی ویژه تا حد زیادی توانسته مصرف انرژی را کاهش دهد.

۹- فرهنگ سازی و آموزش پرسنل جهت کاهش مصرف انرژی

در زمینه فرهنگ سازی، با تشویق های مادی و معنوی تعیین شده توسط مدیریت ارشد کارخانه و همچنین نصب اطلاعیه ها در قسمت های مختلف کارخانه و نوشتن شعارهای بهینه سازی مصرف انرژی در فیش های حقوقی، موضوع بهینه سازی انرژی به صورت جدی پیگیری می گردد به نحوی که این مورد جزو اولویت های کارخانه می باشد. در نتیجه با اقدامات انجام شده کاهش مصرف انرژی الکتریکی جزو اولویت های کاری پرسنل و بخشی از فرهنگ زندگی کاری و خانوادگی آنها شده است.

۱۰- پروژه ممیزی انرژی

در راستای ممیزی میزان مصارف انرژی، شرکت سیمان ممتازان بنا به پیشنهاد سابا توسط شرکت احداث کنترل ممیزی انرژی گردیده که نتایج آن کاملاً در محدوده استاندارد و به شرح ذیل گزارش گردید.

مقدار الکتریکی:

$$\text{Sec e} = 104.2 \text{ kWh/ton Cément}$$

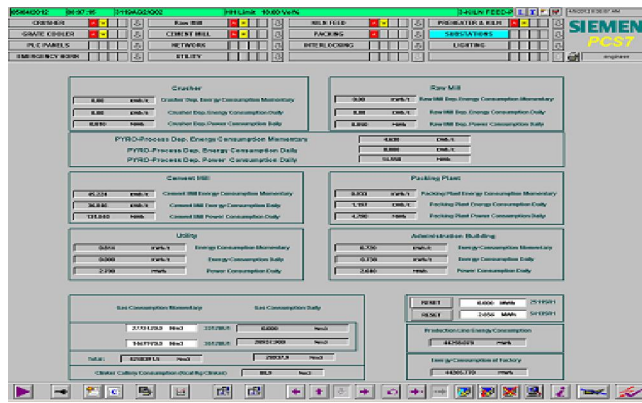
مقدار حرارتی:

$$\text{Sec th.} = 864.8 \text{ Kcal/Kg Clinker}$$

همچنین در بررسی فوق بعضی از پتانسیل های کاهش مصرف انرژی مشاهده گردید که در دستور کار کارخانه جهت بررسی و رفع قرار گرفت که نتایج آن در کاهش Kwh/ton کارخانه در سال بعد نقش داشت.

۱۱- پروژه مانیتورینگ انرژی الکتریکی و حرارتی در اتاق کنترل

با توجه به وجود بعضی از بسترهای نمایش مصرف انرژی در اتاق کنترل، پروژه فوق توسط پرسنل کارخانه شروع و خوشبختانه در حال حاضر وضعیت مصرف انرژی الکتریکی و حرارتی کلیه دپارتمانها به صورت لحظه ای و روزانه نمایش و پایش می گردد که در شکل ۸ نمونه ای از آن نمایش داده شده است.



شکل ۸- نمایش مصارف انرژی به صورت لحظه ای در اتاق کنترل

در واقع سیستم فوق وضعیت مصارف انرژی دپارتمانهای مختلف را به صورت لحظه ای در اختیار بهره بردار قرار داده و در صورتیکه مصرف از حد خود خارج گردد بلافاصله شناسائی و رفع می گردد.

۱۲- افزایش ظرفیت سالن خاک

در راستای کاهش مصرف انرژی، با بررسی های به عمل آمده و افزایش ظرفیت سالن خاک از ۶۰۰۰۰ تن به حداکثر ۶۶۰۰۰ تن، حدود ۰.۱۵Kwh/ton مصرف انرژی کاهش پیدا نمود که این مورد علاوه بر کاهش مصارف انرژی الکتریکی در سایر هزینه های شرکت نیز نقش مستقیم داشت.

۱۳- توقف سیستم انتقال آسیا مواد در زمان توقف آسیا با انتقال برگشتی مواد به تغذیه کوره

با توجه به بررسی های به عمل آمده توسط واحدهای کنترل کیفیت و تولید، در زمان کارکرد دپارتمان پخت و توقف آسیا مواد خام می توان بار برگشتی دپارتمان پخت را مستقیماً به سمت کور هدایت و کلیه تجهیزات مربوط به انتقال مواد به داخل سیلوهای مواد را متوقف نمود که در نتیجه انجام موارد فوق حدود ۱۵۰ کیلووات در ساعت معادل ۵۰۰۰۰۰ کیلووات ساعت به صورت سالیانه کاهش مصرف انرژی به همراه داشت.

۱۴- کاهش دور چین های الکتروفیلترهای گریت کولر

از آنجائیکه دور بالای چین کانوایرها معمولاً باعث استهلاک تجهیزات و پارگی زنجیر و توقف دپارتمان می گردد، با توجه به مقایسه ظرفیت الکتروفیلتر گریت کولر و چین کانوایرهای آن با موارد مشابه در صنایع سیمان و بررسی دور آنها، با نصب کنترل دور بر روی تجهیزات فوق دور آنها به ۳۰٪ کاهش و در نتیجه علاوه بر کاهش استهلاک تجهیزات مکانیکی، مصرف انرژی نیز کاهش یافت. لازم به ذکر است از آنجائیکه در کارخانجات سیمان سیستمهای انتقال زیادی استفاده می گردد، شاید با بررسی های بیشتر بتوان موارد مشابه مورد فوق که باعث کاهش هزینه های تعمیراتی و انرژی می گردد را شناسائی و رفع نمود.

۱۵- کاهش دور الواتورهای بارگیرخانه

مشابه مورد فوق از آنجائیکه در مواقع زیادی مشاهده گردید الواتورهای بارگیرخانه به صورت خالی در حال کار بوده و دور بالای آنها باعث استهلاک بیش از حد می گردید با نصب کنترل دور و کاهش دور آنها از ۱۵۰۰ به ۱۰۰۰ دور علاوه بر کاهش مصرف انرژی در کاهش استهلاک تجهیزات و هزینه های تعمیراتی اثرگذار بوده است.

۱۶- بهینه نمودن دم رینگ آسیا مواد خام و استفاده بهینه از دمپر میل فن

با توجه به اینکه در آسیاهای غلطکی با کم و زیاد کردن دم رینگ امکان کم و زیاد کردن بستر مواد و در نتیجه کاهش مصرف انرژی وجود دارد با انجام مورد فوق و بهینه نمودن دم رینگ و همچنین بهینه نمودن درصد دمپر میل فن مصرف انرژی دپارتمان فوق به مقدار ۱kWh/ton کاهش یافته است.

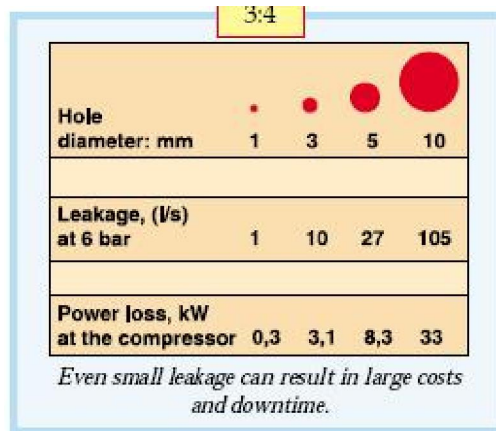
۱۷- استفاده از کنترل دور جهت کنترل آب کارخانه

از آنجائیکه استارت تک ضرب پمپ های آب علاوه بر مصرف انرژی بالا باعث ایجاد ضربه به پمپ و افزایش استهلاک تجهیزات مکانیکی می گردد با نصب کنترل دور جهت کلیه پمپ های آب صنعتی، شرب، کشاورزی و ... در مصرف انرژی صرفه جوئی گردیده است. به نحوی که با انجام مورد فوق دور پمپ بر اساس میزان مصرف آب تنظیم و در نتیجه مصرف انرژی کاهش یافته است.

۱۸- بهینه سازی مصرف هوای فشرده

از آنجائیکه هوای فشرده به عنوان یکی از عوامل تاثیر گذار در مصرف انرژی کارخانجات سیمان می باشد با بررسی های به عمل آمده سعی گردیده تا حد امکان نسبت به انجام موارد ذیل در زمینه بهینه سازی مصرف انرژی اقدام گردد.

- رفع نشتی های هوای فشرده
 - استفاده از حالت اختلاف فشار در بگ فیلترها جهت کنترل پالس زدن بگ فیلترها
 - پیگیری نصب کنترل دور جهت کاهش مصرف هوای فشرده بر روی کمپرسورها
 - پروژه مانیتورینگ و کنترل هوای فشرده در اتاق کنترل جهت نمایش میزان کارکرد و مصرف کمپرسورها
- شکل ۹ اهمیت رفع نشتی های هوای فشرده در راستای کاهش مصرف انرژی را بیشتر نمایش می دهد.



شکل ۹- ضرورت رفع نشتی هوای فشرده جهت کاهش مصرف انرژی

۱۹- نصب کنترل دور بر روی فن ها

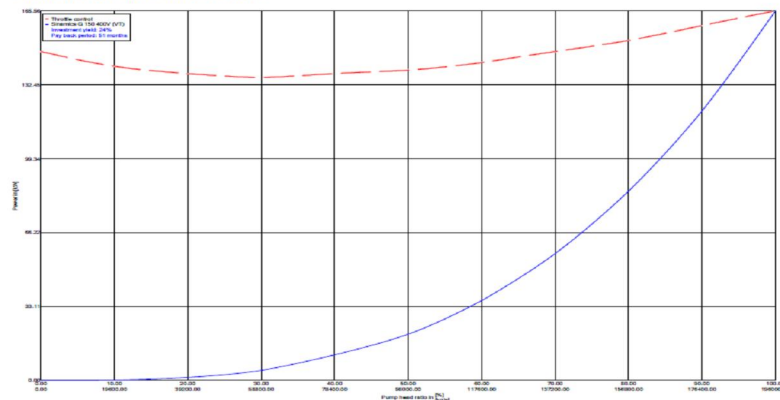
با توجه به بررسی های به عمل آمده بر روی بعضی از فن های کارخانه می توان با نصب کنترل دور علاوه بر حذف دمپرها و کاهش استهلاک تجهیزات مکانیکی تا ۲۰٪ صرفه جوئی انرژی الکتریکی انجام داد به عنوان نمونه در کارخانه سیمان ممتازان علاوه بر تعدادی از فنها که از ابتدا دارای کنترل دور بوده می توان با نصب کنترل دور بر روی فن های بگ هاوس خروجی و سپراتور آسیا سیمان و یا سایر فن های دیگر مطابق شکل ۱۰ نسبت به کاهش مصرف اقدام نمود. لازم به ذکر است که منحنی آبی رنگ استفاده از کنترل دور و منحنی قرمز رنگ استفاده از دمپر و تفاوت آنها میزان صرفه جوئی انرژی را نشان می دهد.

SIEMENS

Automation & Drives

Customer: Kerman Momtazan Cement Company
Plant: 5417FN1.M01
Date: 02/07/2011 - 11:19:15
Project: Bag House
Editor: Mahdi Golestani
Comment: This fan use for cement mill department

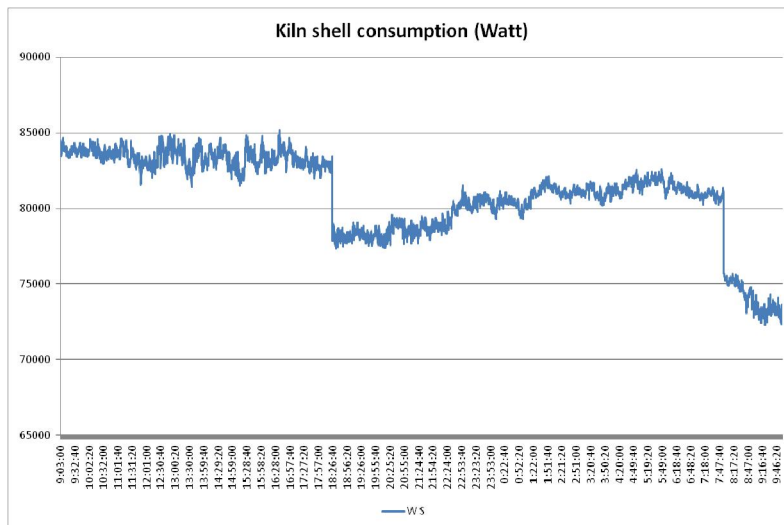
Characteristic of flow rate



شکل ۱۰- استفاده از کنترل دور جهت کاهش مصرف انرژی

۲۰- کاهش مصرف فن های بدنه کوره

در کارخانجات سیمان جهت خنک کردن بدنه کوره از فن استفاده و این فن ها با توجه به نیاز در نقاط مختلف بدنه نصب می گردد و از آنجائیکه دمای بدنه کوره سیمان ممتازان مشابه سایر کوره های سیمان بالا می باشد از فن های زیادی استفاده گردیده است که با توجه به بررسی های به عمل آمده امکان کاهش تعدادی از این فن ها در صورت کاهش دمای بدنه کوره وجود دارد. لذا همانگونه که در شکل ۱۱ نمایش داده شده، در صورتیکه دمای بدنه کاهش یابد هر ساعت حداقل ۷۰ کیلووات و سالیانه بیش از ۵۰۰۰۰۰ کیلووات ساعت کاهش مصرف انرژی خواهیم داشت که در نتیجه آن حدود ۰.۵kWh/ton مصرف انرژی کارخانه کاهش پیدا خواهد نمود.



شکل ۱۱- میزان مصرف فن های بدنه کوره سیمان ممتازان کرمان

۲۱- استفاده از الکتروموتورهای با توان مناسب

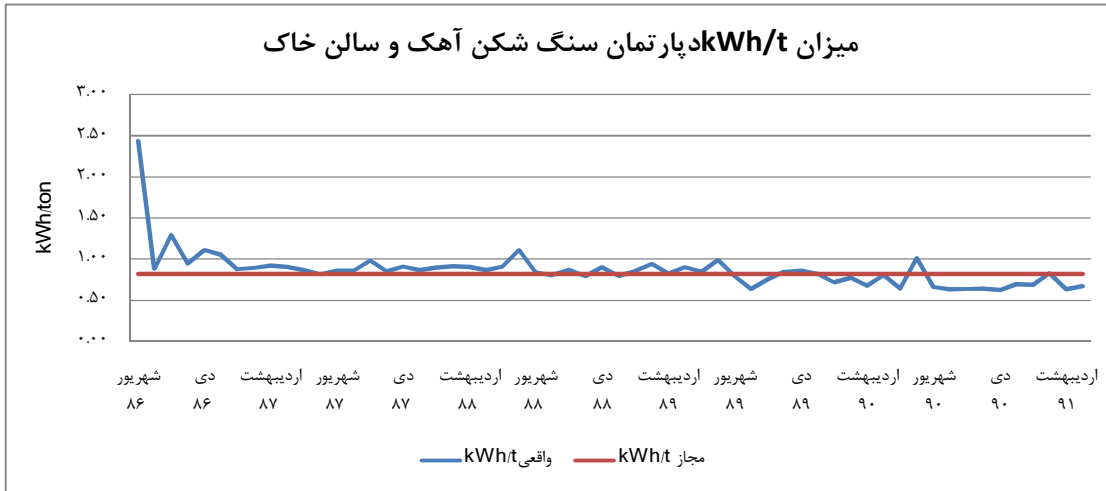
در سیمان ممتازان با آنالیز توان انجام پذیرفته بر روی کلیه الکتروموتورها، نسبت به شناسائی تجهیزاتی که توان نامی آنها از توان مصرفی بیشتر می باشد اقدام و در یک برنامه زمان بندی به صورت مرحله ای، الکتروموتورهای با توان بالا با الکتروموتورهای با توان متناسب با بار جایگزین گردید. به عنوان نمونه با بررسی به عمل آمده الکتروموتور فن آلکالی از ۱۱۰ کیلووات به ۷۰ کیلووات کاهش داده شد.

۲۲- استفاده از تجهیزات با مصرف انرژی کم

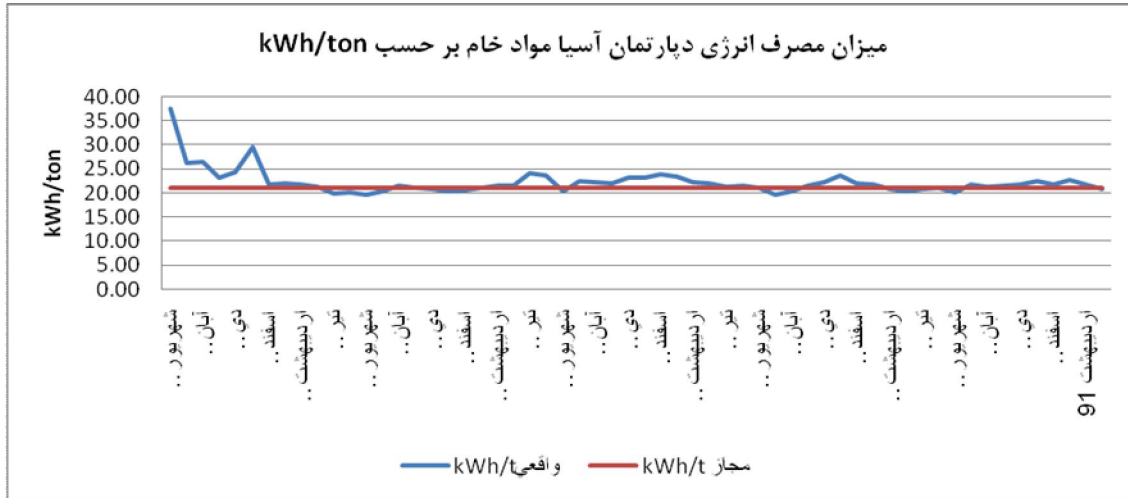
با توجه به اینکه امروزه تجهیزات با مصارف انرژی متفاوت در بازار موجود می باشد با درخواست کمیته انرژی و تأیید مدیریت، واحد بازرگانی موظف به خریداری تجهیزات با مصرف انرژی کم و کلاس مناسب مصرف انرژی می باشد.

۲۳- مقایسه مصرف انرژی دیپارتمانها

از آنجائیکه جهت پایش صحیح میزان مصرف انرژی بایستی هر دیپارتمان به صورت جداگانه پایش گردد لذا با در نظر گرفتن این موارد همانگونه که در شکل های ۱۲ الی ۱۶ مشاهده می گردد روند مصرف انرژی کلیه دیپارتمانها در دوره پس از راه اندازی به صورت کاهشی می باشد، که این خود نمایانگر حرکت رو به رشد در زمینه کاهش مصرف انرژی می باشد.



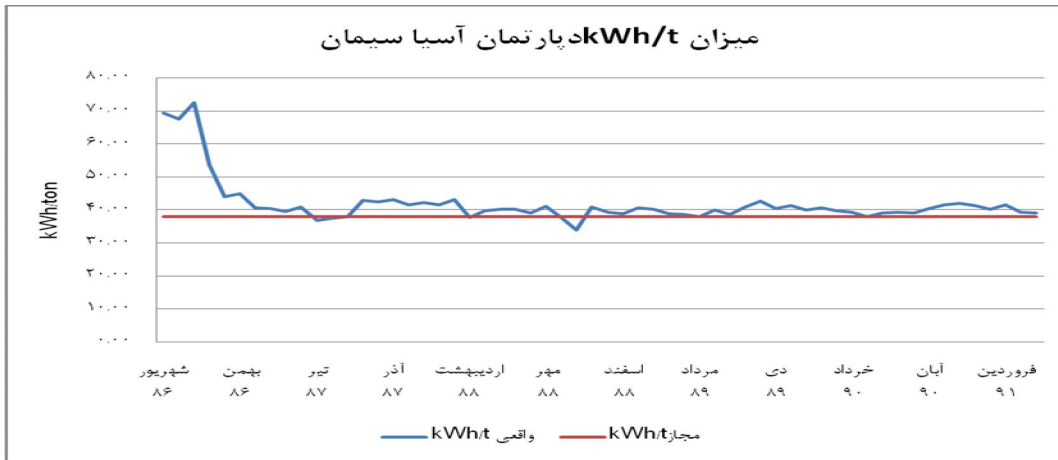
شکل ۱۲



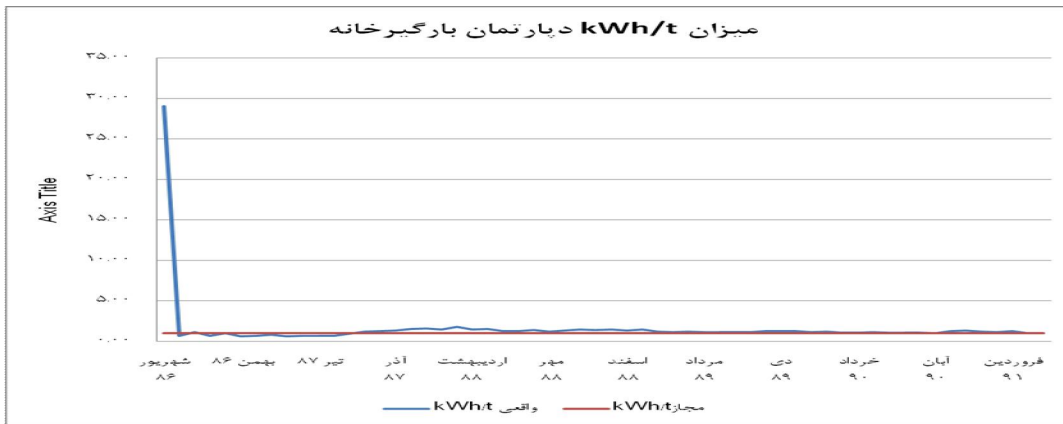
شکل ۱۳



شکل ۱۴

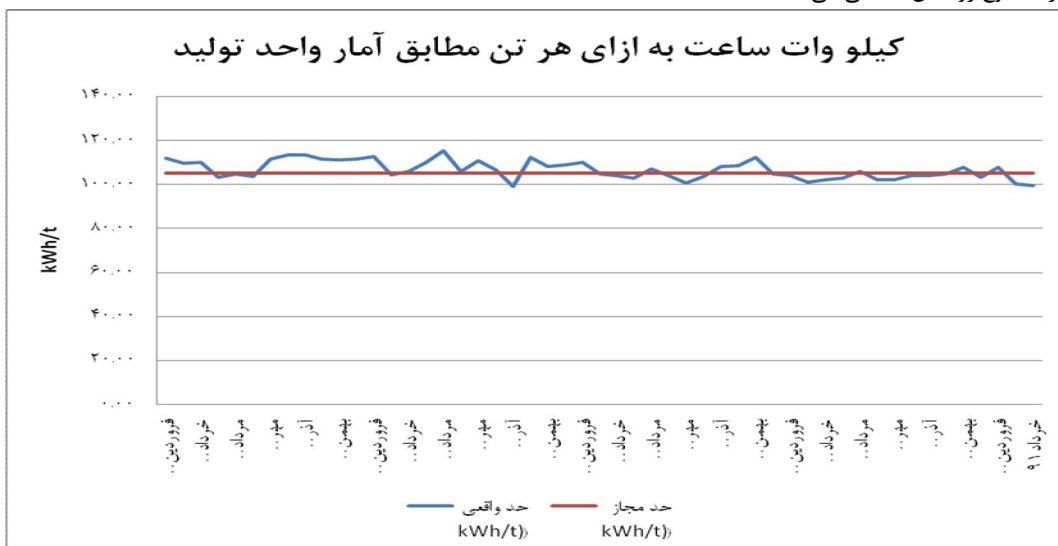


شکل ۱۵



شکل ۱۶

لذا با توجه به کلیه موارد فوق میزان کیلووات ساعت به ازاء هر تن کارخانه به استثناء ساختمانهای جنبی در پنج سال گذشته مشابه شکل ۱۷ می باشد که در مجموع روند آن کاهشی می باشد.

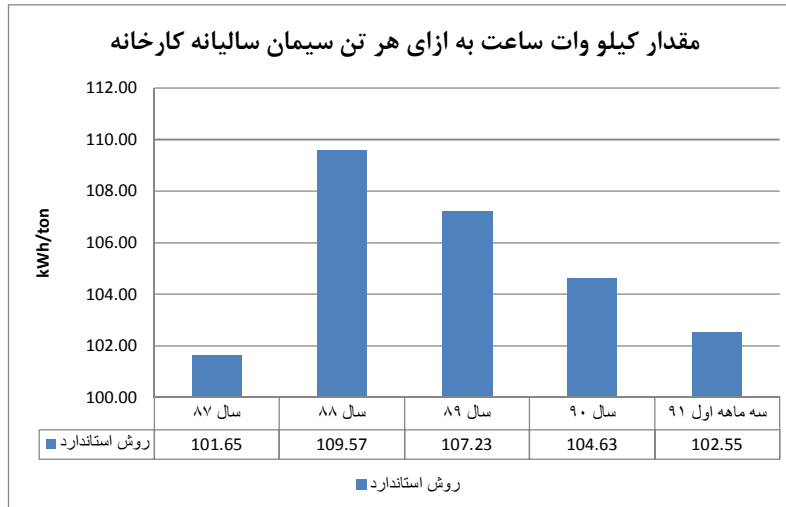


شکل ۱۷ - روند میزان مصرف انرژی کارخانه از سال ۸۷ الی ۹۱

۲۴- میزان کاهش مصرف انرژی سالیانه

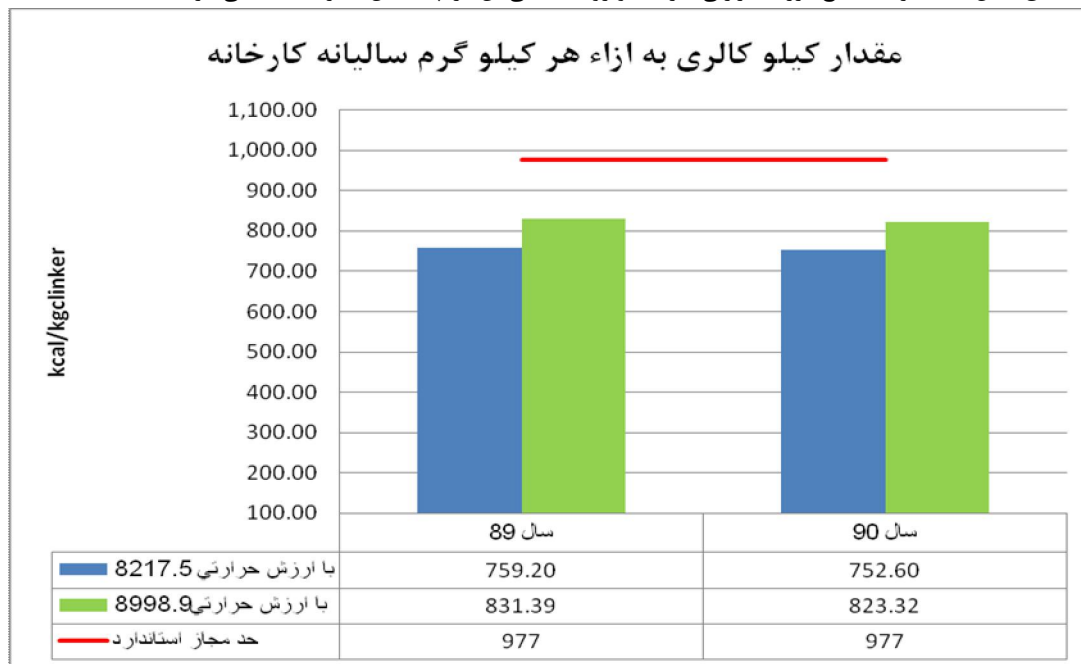
همانگونه که در شکل ۱۸ مشاهده می گردد میزان مصرف سالیانه انرژی کارخانه با اقدامات انجام شده، روند کاملاً کاهشی داشته که این خود نشان دهنده استفاده صحیح از منابع انرژی می باشد. لازم به ذکر است در سال ۱۳۸۷ به دلیل تولید بالای سیمان پوزولانی و همچنین میزان تولید سالیانه زیاد، مقدار kWh/ton شدیداً کاهش یافته است. ضمناً از آنجائیکه سیمان ممتازان کرمان فقط دارای یک دستگاه کنتور می باشد نمودار

ذیل شامل کلیه مصارف کارخانه شامل خط تولید، ساختمانهای جنبی، محوطه و سایر مصارف دیگر می باشد و در صورتیکه فقط مصارف خط تولید در نظر گرفته شود مقدار Kwh/ton در سه ماهه اول سال ۹۱ به ۱۰۰ می رسد.



شکل ۱۸

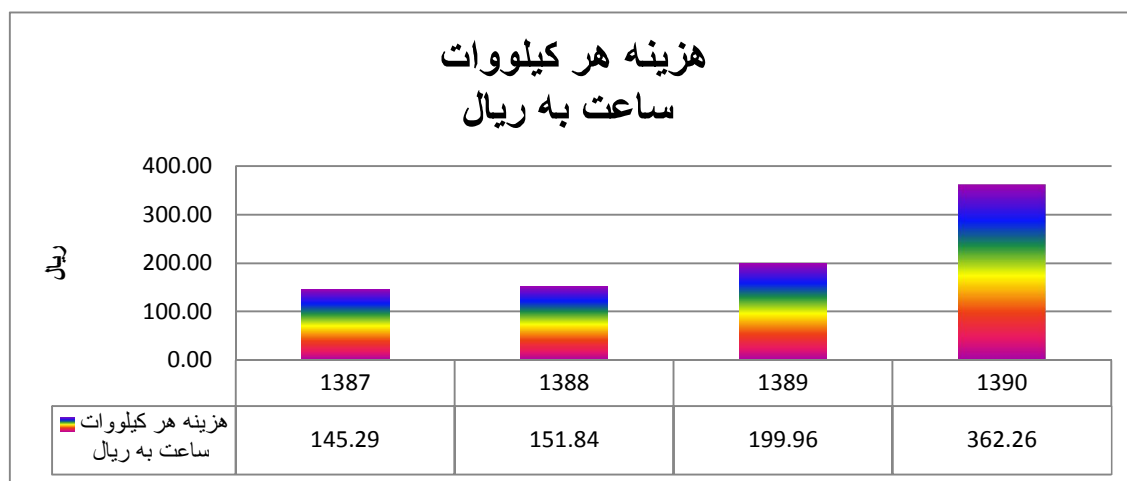
همچنین مطابق شکل ۱۹ مصرف صحیح انرژی حرارتی کارخانه و روند کاهشی آن در چند سال اخیر مشاهده می گردد.



شکل ۱۹

۲۵- هزینه پرداختی انرژی سالیانه

با توجه به موارد فوق هزینه هر کیلووات ساعت بر حسب ریال با در نظر گرفتن درصد مالیات بر ارزش افزوده طی سالهای مختلف مطابق شکل ۲۰ می باشد. لازم به ذکر است دلیل افزایش قیمت طی سالهای مختلف افزایش قیمت حامل های انرژی می باشد.



شکل ۲۰

لذا با توجه به منحنی فوق می توان گفت با مجموع اقدامات انجام شده هزینه هر کیلووات ساعت جهت تولید محصول با اقدامات انجام شده در حال حاضر حدود ۶۰ ریال کمتر از حد تعیین شده بر اساس تعرفه های برق می باشد که این خود نشانه مدیریت صحیح مصرف انرژی بوده که هم به نفع تولید کننده و هم به نفع مصرف کننده خواهد بود که سالیانه حدود ۶ میلیارد ریال خواهد بود.

روش بررسی

این مقاله بخشی از یک تحقیق کاربردی در زمینه بهینه سازی مصرف انرژی جهت کاهش قیمت تمام شده یک تن محصول سیمان در کارخانه سیمان ممتازان کرمان بوده که در انجام این روش به تاریخچه مصرف انرژی در کارخانه فوق پس از راه اندازی اشاره گردیده و همچنین پروژه های انجام شده در راستای کاهش مصرف انرژی و نتایج آن در دوره فوق مورد بررسی اجمالی قرار گرفته و در انتها با استفاده از دانش فوق و تجربیات کسب شده توسط تیم کمیته انرژی کارخانه روشهای اجرایی جهت کاهش مصرف انرژی پیشنهاد گردیده است. در واقع این تحقیق در پی یافتن راههایی جهت بهینه سازی مصرف انرژی در کارخانه فوق می باشد، هر چند که روشهای اجرا شده و پیشنهادی برای بیشتر کارخانجات دیگر نیز قابل اجرا بوده و حتی بعضاً اجرا شده است. همچنین این تحقیق از نوع مشاهده مستقیم بوده که محقق در زمان بررسی و اجرا کلیه موارد، در محل کارخانه حضور و موارد را از نزدیک مشاهده و بررسی و روند مربوطه در سیستم کنترل ثبت گردیده و از آنجائیکه خود مشاهده گر از افراد مستقیم حل مسئله بوده هیچگونه مزاحمتی در انجام تحقیق ایجاد نگردیده است. از دیگر موارد تحقیق فوق می توان به حمایت کامل مدیریت ارشد کارخانه و استفاده محقق از تجربیات کلیه پرسنل کارخانه و کارشناسان خبره داخلی و خارجی، سیستم اینترنت و سایر امکانات فنی موجود در کارخانه سیمان ممتازان کرمان و سایر کارخانجات سیمان جهت اجرای پروژه ها اشاره نمود. نکته بسیار مهم توجه پژوهشگر به روش های ساده و ارزان کاهش مصرف انرژی در صنعت سیمان بوده و در اجرای روش ها هیچگاه به روش های هزینه بر اشاره ننموده است که این شاید خود بیانگر پتانسیل بالای کاهش مصرف انرژی در کارخانجات سیمان ایران باشد.

نتیجه گیری

امروزه با توجه به اهمیت موضوع بهینه سازی مصرف انرژی و نگهداشت آن جهت استفاده جامعه آینده، روش های زیادی جهت کاهش مصرف انرژی در صنعت سیمان وجود دارد که از آن جمله می توان به استفاده از سوخت های جایگزین، نیروگاههای بازیافت حرارتی و ... نام برد که تمامی این روشها به دلیل نیاز به سرمایه اولیه بالا هیچگاه در کشور ما به صورت گسترده اجرایی نشده است. اما با اطلاعات بیان شده در این مقاله می توان به پتانسیل بالای صنعت سیمان جهت کاهش مصرف انرژی بدون استفاده از روش های هزینه بر نام برد. در مجموع پتانسیل ها و راهکارهای اجرایی کاهش مصرف انرژی در شرکت سیمان ممتازان به شرح جدول ۳ می باشد. هر چند که انجام بعضی موارد مانند ردیف ۱۰ به دلیل هزینه بر بودن فعلاً مقرون به صرفه نمی باشد ولی با افزایش قیمت حامل های انرژی نه تنها مقرون به صرفه می گردد بلکه از لحاظ کاهش سایر هزینه ها نیز توجیه اقتصادی خواهد داشت.

پتانسیل های اجرایی کاهش مصرف انرژی در شرکت سیمان ممتازان کرمان		
مقدار بر حسب Kwh/ton	شرح	ردیف
0.5	رفع نشتی های هوای فشرده و استفاده از درایو جهت راه اندازی و کنترل هوای فشرده	۱
0.5	پائین بودن دمای بدنه کوره و توقف فن های بدنه کوره (حدود ۷۰ درجه دمای بدنه کمتر)	۲
0.5	توقف بلوئرهای ایرلیفت آسیا مواد در زمان توقف آسیا و کارکرد کوره	۳
1	بهینه نمودن دم رینگ آسیا مواد خام و استفاده بهینه از میل فن	۴
0.5	کاهش مصرف ساختمانهای جنبی، محوطه و روشنایی خط تولید کارخانه	۵
2	کارکرد آسیا سیمان کارخانه با تناژ کامل	۶
0.5	استفاده از کنترل دور جهت بعضی از فن ها، پمپ ها و یا سایر تجهیزات دیگر	۷
0.3	توقف کامل تجهیزات در ساعات بیکاری و تنظیم دمپر تجهیزات در حین کارکرد	۸
3	استفاده از الواتور به جای ایرلیفت	۹
8.8	جمع کل (Kwh/ton)	

شکل ۳

همانگونه که در جدول فوق مشاهده می گردد با مدیریت دقیق و با استفاده از سیستم های اتوماسیون می توان با روش های ساده و با هزینه کم مصرف انرژی یک کارخانه را تا حد زیادی کاهش داد و زمانی هزینه کردن در زمینه پروژه های با قیمت بالا قابل توجیه می باشد که از پتانسیل های موجود و یا سایر پتانسیل های مشابه استفاده کامل شده باشد. لازم به ذکر است که بعضی از موارد فوق مانند ردیف ۶ بستگی کامل به بازار فروش و مصرف سیمان داشته و به راحتی می تواند کم و یا زیاد گردد.

تقدیر و تشکر

در پایان لازم می دانم از مدیریت، اعضاء کمیته انرژی و کلیه پرسنل کارخانه که در معرفی و اجرایی نمودن پروژه های تعریف شده در زمینه بهینه سازی انرژی با اینجانب همکاری داشته اند تقدیر و تشکر نمایم.

علائم

Kwh/ton	کیلو وات ساعت به ازاء هر تن سیمان
Kcal/kgclinker	کیلو کالری به ازاء هر کیلو گرم کلینکر
Action plan	برنامه زمان بندی استقرار پروژه
Soft starter	راه انداز نرم
Frequency Convertor	کنترل دور

مراجع

- ۱- استاندارد ۷۸۷۳ اداره استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
- ۲- مستندات فنی و اطلاعات شرکت سیمان ممتازان کرمان
- ۳- سایت های مربوط به اطلاعات صنعت سیمان ایران و جهان