



## ارایه چارچوب شناسایی راهکارهای کاهش مصرف انرژی الکتریکی در صنعت سیمان (مطالعه موردی سیمان سپاهان اصفهان)

سعید موجودی<sup>۱\*</sup>، عاطفه امین دوست<sup>۲</sup>، مهرداد نیکبخت<sup>۳</sup>

مشخصات نویسنده اول

1 و \*- نویسنده مسوول: دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، اصفهان، ایران، [mojodysaeed@gmail.com](mailto:mojodysaeed@gmail.com)

مشخصات نویسنده دوم

2- استادیار، تصمیم گیری، تحقیق در عملیات، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، اصفهان، ایران، [atefeh\\_amindoust@yahoo.com](mailto:atefeh_amindoust@yahoo.com)

مشخصات نویسنده سوم

3- استادیار، سیستم های تولیدی صنعتی، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران، [nikbakht2020@yahoo.com](mailto:nikbakht2020@yahoo.com)

### چکیده

مدیریت کاهش مصرف مجموعه ای از روشها و راهبردهاست که به منظور بهینه سازی مصرف انرژی به کار گرفته می شود. مدیریت مصرف انرژی در برگیرنده همه اشکال انرژی است. لذا به دلیل کاربرد گسترده انرژی الکتریکی در زندگی بشر قسمت عمده فرآیندهای مدیریت مصرف مرتبط با مدیریت مصرف انرژی الکتریکی است. هدف اصلی این تحقیق نیز ارائه یک چارچوب و روشی است که به کمک آن راهکارهای کلیدی کاهش مصرف انرژی الکتریکی در کارخانه های سیمان شناسایی و تعیین شوند. بر این اساس، چارچوب ارائه شده دارای مراحل است که از طریق آن راهکارهای کاهش مصرف به تفکیک چهار دیدگاه (مدیریتی، فنی، کم هزینه و پر هزینه) و بر اساس ممیزی انرژی شناسایی و به عنوان عوامل کلیدی مصرف انرژی الکتریکی تعیین می شوند. مطابق با نتایج نظری و مدل مفهومی ارائه شده، کلیه مراحل در سیمان سپاهان اصفهان به عنوان مطالعه موردی انجام گردیده است.

**واژگان کلیدی:** انرژی الکتریکی، سیمان سپاهان اصفهان، مدیریت کاهش مصرف



## Provide a framework to identify ways to reduce electrical energy consumption in the cement industry (Case study Sepahan Cement)

### Abstract

Reducing consumption is a set of strategic management methods Which is used to optimize energy consumption. Energy management includes all forms of energy. Therefore, due to the widespread use of electrical energy consumption in human life an important part of management processes related to the management of electrical energy consumption. Accordingly, the proposed steps divided by the consumption reduction strategies based on the energy audit identified four views (management, technical, costly, lowcost) and the impact of each is analyzed and Finally, these solutions as a key factor in determining the electrical energy consumption. According to the results of the theoretical and conceptual model presented, all the stage in Sepahan cement as a case study.

**Keywords:** Management, reduce consumption, electricity, cement\_ Sepahan

### 1- مقدمه

انرژی، نقشی حیاتی در ادامه فعالیت های روزانه مردم و روند توسعه منابع انسانی در جوامع مختلف ایفا می کند [15]. طی دو دهه اخیر از انرژی به عنوان یکی از عوامل مهم تولید نام برده می شود، که در کنار سایر عوامل تولید نظیر کار، سرمایه و مواد اولیه، نقش تعیین کننده ای در حیات اقتصادی کشورها به عهده دارد [10]. انرژی، یکی از فاکتورهای اساسی برای توسعه اقتصادی و اجتماعی در جوامع مختلف است. با افزایش جمعیت، صنعتی شدن و افزایش استانداردهای زندگی، اهمیت انرژی بطور قابل توجهی افزایش یافته است [19]. بعد از بحران نفتی دهه 70 میلادی، کشورهای مختلف تلاش کرده اند با بهینه سازی مصرف انرژی، بودجه و هزینه انرژی را کم کرده، استفاده از منابع طبیعی را کاهش داده و از این طریق با حفاظت از محیط زیست، در نهایت رشد اقتصادی بالاتری داشته باشند [20]. اگرچه کشورهای توسعه یافته موفق شدند با استفاده از راهبردهای اقتصادی فناوری، بحرانهای دهه 70 را پشت سر گذاشته و مصرف انرژی را کاهش دهند، اما تحقیقات نشان داده است که کشورهای در حال توسعه، به علت عقب ماندگی فناوری، ناکافی بودن انگیزه صرفه جویی انرژی، به دلیل انرژی در دسترس زیاد و ارزان در استراتژی های فنی و اقتصادی موفق نبوده اند [6].

یکی از بخشهای بزرگ مصرف کننده انرژی در هر کشور از جمله ایران، بخش صنعت است. صنعت، سهم قابل توجهی از مصرف انرژی کشور را به خود اختصاص داده است [7]. عدم کارایی فنی مصرف انرژی، به هدر رفتن انرژی در برخی از فرآیندهای صنعتی و صدمات وارد شده به محیط زیست بهینه سازی مصرف انرژی در این بخش را آشکار می کند [3]. و در کشور ما تقریباً "26٪ یعنی حدود یک سوم از کل انرژی در این بخش مصرف می شود. لذا شدت مصرف انرژی الکتریکی کشور تقریباً دو برابر شدت مصرف انرژی الکتریکی در جهان است و نیز تمامی کارخانجات، مصرف کنندگان بزرگ انرژی هستند. کارخانجات تولید سیمان، فولاد و فلزات و همچنین نیروگاهها انرژی زیادی به صورت برق یا مواد سوختنی مصرف می کنند [16]. بنابراین اهمیت مدیریت انرژی و در نتیجه مدیریت بار و کاهش مصرف انرژی الکتریکی انکارناپذیر است [4]. چنانچه افزایش تقاضای

انرژی منجر به بهبود وضعیت اقتصادی و ایجاد ارزش افزوده و ارتقای سطح رفاه عمومی نشود، توسعه پایدار و تعادل اقتصادی و اجتماعی با خطر جدی مواجه خواهد شد [5]. وضعیت تقاضای انرژی در کشور حاکی از آن است که بهبود سطح کارایی فنی و بازدهی اقتصادی بخش انرژی و سایر بخشهای اقتصادی از اهمیت ویژه ای برخوردار است و برطرف کردن موانع موجود در این زمینه، مهمترین روش دستیابی به اهداف فوق می باشد [23]. کلید اصلی کاهش مصرف انرژی، مدیریت است. اگر منابع و مصارف انرژی در جهت بهره وری بیش تر مدیریت نشود، دیگر نوع تکنولوژی و سرمایه گذاری بالا برای تکنولوژی اهمیتی ندارد و درحقیقت منابع مالی سازمان به هدر رفته است [9]. بدون تردید میتوان گفت که انرژی الکتریکی یکی از با ارزش ترین صورت انرژی و صنعت برق یکی از صناعی است که در مراحل تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی و سرمایه گذاری هزینه هنگفتی را به خود اختصاص داده است و از طرفی انرژی الکتریکی قابل ذخیره شدن نمی باشد. بنابراین کاهش مصرف انرژی الکتریکی ضرورت مبرمی برخوردار بوده که از آن تحت عنوان "مدیریت بار و مصرف برق" نامبرده می شود [13]. بطور کلی برای کاهش مصرف انرژی الکتریکی همراه با کاهش قیمت (بهینه سازی مصرف انرژی) دو شیوه کلی مد نظر است یکی اعمال مدیریت مصرفی (پیک سایی) و دیگری بهبود تکنولوژی و ارتقاء آن برای بهره وری بیشتر است [11]. ارزیابی یک جریان بازخورد فعالیتها و مقایسه آنها با معیارهای تعیین شده است که طی آن واحدها و عوامل انسانی از چگونگی عوامل انسانی از چگونگی عملکرد خود و تاثیر آن در کارایی سازمان و نظرات مسئولان در مورد نتایج بدست آمده اطلاع کسب می کنند. ارزیابی سنجش و اندازه گیری کار و نتیجه بدست آمده از کار با مقیاس و شاخصهای کمی و کیفی بطور دقیق است [8]. سیمان سپاهان اصفهان با بهینه سازی و تعویض خنک کن کوره ها تا 15٪ افزایش ظرفیت تولید را خواهد داشت بطوری که با ظرفیت اسمی مجموع تولید سه واحد به 4.2 میلیون تن در سال و میزان مصرف انرژی الکتریکی حدود 1288.56 میلیون کیلو وات ساعت در سال یکی از بزرگترین کارخانجات سیمان در کشور است. بنابراین بررسی وضعیت انرژی الکتریکی این کارخانه به عنوان مصرف کننده بزرگ انرژی الکتریکی از اهمیت زیادی برخوردار است [12]. برای اینکه بتوان اقدامات اصلاحی انجام داد و سازمانها را به سمت کاهش مصرف انرژی الکتریکی هدایت نمود، می بایست راهکارها و شاخص های تاثیر گذار بر کاهش مصرف انرژی را شناسایی کرد و در جهت کاهش مصرف انرژی الکتریکی اقدامات اصلاحی انجام داد. آنچه که اهمیت دارد، شناسایی راهکارهایی است که در سازمانها تاثیر گذار است و مهم تر اینکه این شاخص ها و عوامل کلیدی مورد توجه واقع گردد و در سیاست گذاری ها لحاظ شود. در این تحقیق از طریق ارائه و ایجاد چارچوبی راهکارهای کاهش مصرف انرژی الکتریکی، بر اساس ممیزی انرژی و منابع شناسایی گردیده است. مطابق با نتایج نظری و مدل مفهومی ارائه شده، کلیه مراحل درسیمان سپاهان اصفهان بعنوان مطالعه موردی انجام گردیده است.

## 2- ادبیات تحقیق

در سالیان اخیر پژوهش های متعددی در حوزه کاهش مصرف انرژی الکتریکی ارائه گردیده است لذا در ابتدا مختصری از تحقیقات صورت گرفته در خصوص موضوع انرژی ارائه می گردد:

صفایی و باصولی در مقاله ای با عنوان شناسایی و اولویت بندی راهکارهای بهبود مصرف انرژی در صنعت با استفاده از روش تصمیم گیری چند معیاره (تاپسیس، الکتراه، بردا و ادغام) در فولاد آلیاژی ایران پرداخته اند. که مهمترین راهکارها از دیدگاه مدیریتی، فنی شناسایی شده و نتیجه این پژوهش برای اجرا به ترتیب: کنترل دمای کوره پیشگرم، پایین آوردن درجه حرارت تختال خروجی کوره پیشگرم و کاهش مصرف غیر ضروری آب در قوس الکتریکی می باشند [1].

نجات خواه وهمکاران در پژوهشی با عنوان بهسازی مصرف انرژی الکتریکی، چالشها و راهکارها، بهسازی مصرف و مدیریت انرژی الکتریکی را بررسی و بهسازی مصرف انرژی الکتریکی را به چهار دسته مدیریت بار الکتریکی، بهسازی مصرف الکتریکی در موتورها، کیفیت توان بار الکتریکی و بهسازی مصرف در سیستم های روشنایی تقسیم بندی می کند و با استفاده از تولید محلی انرژی الکتریکی توسط منابع انرژی تجدید پذیر، تجدید ناپذیر و یا بصورت هیبریدی (ترکیبی از منابع انرژی تجدید

پذیر و تجدید ناپذیر) کاهش توان تلفاتی خطوط انتقال انرژی و افزایش قابلیت اطمینان در تولید، تزریق توان راکتیو (اصلاح ضریب توان) و جبران سازی هارمونیک های سیستم (کارکرد بصورت فیلتر اکتیو) را بدست می آورد. در این پژوهش، با استفاده از شبیه سازی سیستم هیبریدی ولتاژ و جریان خروجی سیستم هیبریدی کاهش یابد [14].

آقاییگی در پایان نامه خود با عنوان بهینه سازی مصرف انرژی در شرکت سیمان کارون مسجد سلیمان و رتبه بندی انرژیهای مصرفی با تکنیک سلسله مراتبی بیان نموده اند که در این رتبه بندی گاز طبیعی با وزن نهایی 4295/ در رتبه اول، مازوت با وزن 2418/ در رتبه دوم، ذغال سنگ با وزن نهایی 1313/ در رتبه سوم، لاستیکهای فرسوده با وزن نهایی 0922/ در رتبه چهارم و سوختههای ناخالص با وزن نهایی 0873/ در رتبه پنجم قرار گرفتند و شاخصهایی از قبیل عوامل فنی و تکنولوژی، عوامل اقتصادی، عوامل زیست محیطی، دمای شعله، ارزش حرارتی سوخت، کیفیت محصول، میزان تولید، تحویل به موقع سوخت، هزینه تامین سوخت، هزینه تکنولوژی مورد استفاده، تکنولوژی خط تولید استفاده شده اند [2].

یوزامان در مطالعه خود با عنوان تجزیه و تحلیل پارامترهای موثر بر مصرف انرژی که در مورد کوره دوار در صنعت سیمان کارخانجات هند پرداخته است این تجزیه و تحلیل برای 30 مورد موتورهایی که حدود 80٪ کل انرژی را در کوره های دوار صنعت سیمان هند مصرف می کردند انجام شده و نیز از سه شاخص ظرفیت نرخ (کیلو وات ساعت)، ظرفیت واقعی (کیلو وات ساعت) و ظرفیت عملیاتی سالیانه (ساعت) استفاده کرده است. این مطالعه نیز از روند ممیزی انرژی و نرم افزار موتور مستر برای برآورد مصرف بار انرژی استفاده شده و نتیجه گیری شده است که نصب دو خازن در موتورهای نامبرده و استفاده از درایورهای سرعت متغیر که باعث کاهش مصرف انرژی در این صنعت استفاده شده است [21].

آتماسا و یامراتاس در مطالعه خود تحت عنوان تجزیه و تحلیل از موتورهای الکتریکی و صرفه جویی انرژی در صنعت سیمان هند؛ به بررسی انرژی خاص کوره دوار پرداخته بطوری که تجزیه و تحلیل کوره بصورت ترمودینامیکی بوده و جهت دستیابی به مدیریت انرژی موثر و کارآمد می باشد. در این مقاله برای پارامترهای عملکرد مانند تلفات حرارت، انرژی خاص و محاسبات انرژی خاص از نرم افزار اکسل 2013 و از روش محاسبات عددی استفاده شده است و نتیجه آنکه قطع دمای درونی کوره، تنظیم دمای سطح داخل کوره دوار و ضخامت آجرهای نسوز باعث کاهش مصرف انرژی در این صنعت شده است [17].

تیلی و همکاران مقاله ای تحت عنوان وضعیت حفاظت انرژی در صنعت سیمان تایوان را ارائه داده اند که خلاصه ای از صرفه جویی انرژی در صنایع سیمان تایوان و گزارشات گروه ممیزی انرژی از هفت کارخانه سیمان تایلند بیان نموده اند. و هدف از این کار توصیف وضعیت فعلی و نیز برخی فرصت های حفاظت از انرژی می باشد. مراحل ممیزی انرژی شامل، بحث در مورد مصرف انرژی اصلی تجهیزات، مقایسه تجهیزات مصرف کننده انرژی با گذشته، تجزیه و تحلیل تجهیزات مصرف کننده انرژی های حرارتی، محاسبات هزینه ها از لحاظ اقتصادی، ایجاد یک پایگاه داده به عنوان مرجع، در این مقاله صرفه جویی انرژی الکتریکی 2571.6 مگا وات ساعت محاسبه شده است در صورتی که موارد پیشنهاد شده از قبیل اجرای قطعی ممیزی انرژی سالیانه، جایگزین نمودن و نگهداری انرژیهای تجدید پذیر [24].

سارمیتا در مقاله ای با عنوان پارامترهای بهینه سازی شده برای به حداقل رساندن مصرف انرژی در صنایع آلومینیوم مکزیک بیان می دارد که ابزار و ماشین آلات مصرف انرژی مسئول اثرات زیست محیطی هستند و پارامترهای بهینه سازی شده می توانند باعث به حداقل رساندن مصرف انرژی شوند در این مقاله از روش تاگوچی نتایجی بدست آمده که با استفاده از آزمون اجرا می شوند، نتایج بدست آمده ممکن است مطلوب نباشند ولی زمانی که به مرحله اجرا در می آیند فرآیند بهبود یافته است که این نتایج عبارت بود از مقدار انرژی مصرف شده در هر فرآیند ماشینکاری در صنایع آلومینیوم، کنترل مهندسی طراحی ها، میزان عمق برش آلومینیوم، سرعت برش آلومینیوم [18].

امراد و همکاران در مقاله خود با عنوان بهینه سازی مصرف انرژی الکتریکی برای یک سیستم حمل و نقل ترانزیت سریع شخصی با روشهایی کاهش مصرف انرژی الکتریکی نیز از لحاظ کاهش زمانی حمل و نقل بسار موثر بوده یکی از این روشها برنامه نویسی با اعداد صحیح مختلط که با یک الگوریتم و تکنیک داخل این الگوریتم در نهایت به حداقل انرژی الکتریکی می

رسد و روش دوم بهینه سازی با استفاده از روش برنامه ریزی خطی و استفاده از محدودیت های زمانی که منجر به کاهش مصرف انرژی الکتریکی می شود. قابل ذکر است که در این مقاله نیز یک فاصله نسبی بین این دو روش محاسبه شده که به عنوان حداکثر انحراف از راه حل بهینه در نظر گرفته شده است که این فاصله نسبی را نیز به حداقل رسانده است [22]. در پژوهش های بیان شده نوع خاصی از راهکارها شناسایی شده و گاهی اوقات رتبه بندی شده اند لذا در حوزه شناسایی راهکارهای کاهش مصرف انرژی الکتریکی در صنعت سیمان نیاز به ارائه چارچوبی برای شناسایی و تعیین کلیدی ترین و کاملترین راهکارهای کاهش مصرف انرژی الکتریکی می باشد.

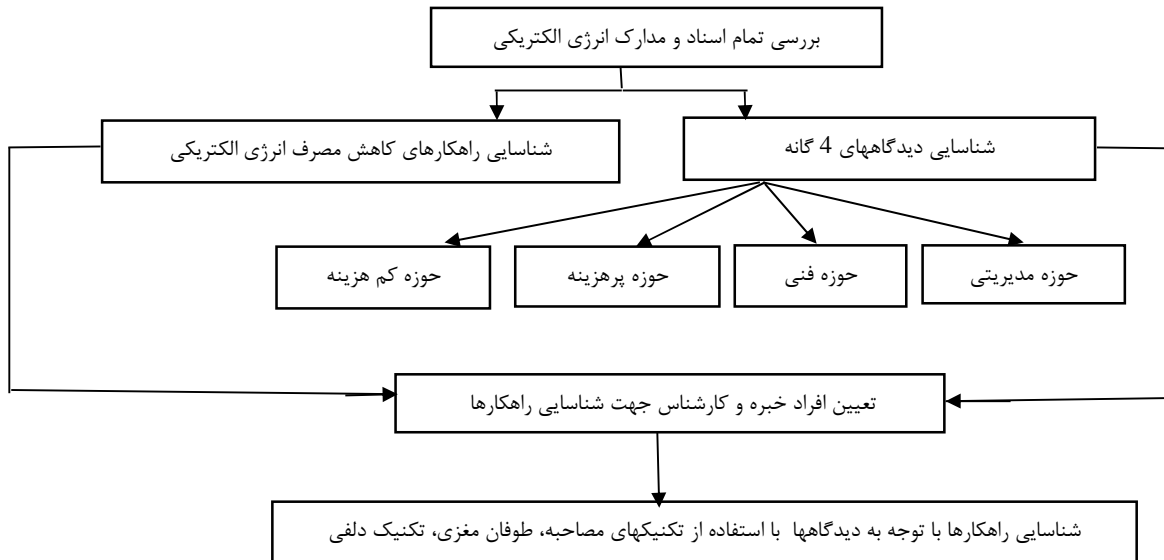
### 3- روش تحقیق

در این مطالعه با توجه به ماهیت موضوع و اهداف پژوهش از روش تحقیق (توصیفی، کاربردی) استفاده شده است. و تلاش می شود با ارایه یک مدل مفهومی با عنوان چارچوب شناسایی راهکارهای کاهش مصرف انرژی، مهمترین راهکارهای کاهش مصرف انرژی در صنعت سیمان شناسایی شود. همانطور که در شکل 1 دیده می شود، در گام نخست چارچوب، دیدگاههای 4 گانه موثر بر کاهش مصرف انرژی الکتریکی، درحوزه های مدیریتی و فنی [1] کم هزینه و پرهزینه [12] در نظر گرفته می شود. در گام دوم، که مهمترین گام اصلی و اساسی است، راهکارهای کاهش مصرف انرژی الکتریکی در دیدگاههای 4 گانه گفته شده مورد مطالعه و شناسایی قرار می گیرد. لازم به ذکر است جهت شناسایی راهکارهای کاهش مصرف انرژی الکتریکی تکنیک های مختلفی وجود دارد که به شرح زیر است:

- بررسی اسناد و مدارک: بازنگری تمام مدارک و سوابق مربوط به انرژی الکتریکی باعث می شود، راهکارهای قوی و ضعیف کاهش مصرف انرژی الکتریکی شناسایی شوند.
- مصاحبه: جهت شناخت وضع موجود مدیریت انرژی الکتریکی، همچنین کمک به سازماندهی و کاهش مصرف انرژی الکتریکی در صنعت سیمان لازم است با برگزاری جلسات مصاحبه با مدیران با تجربه و خبرگان بخش های مختلف صورت می پذیرد. سپس اطلاعاتی در مورد وضعیت موجود کارخانه مطرح می شود. مصاحبه شوندگان با تکمیل جواب های افراد مورد نظر از وضع موجود مصرف انرژی الکتریکی صنعت سیمان با اطلاع می گردند.
- طوفان مغزی: یکی از تکنیک های شناسایی راهکارهای و شاخص ها کاهش مصرف انرژی می باشد. هدف دستیابی به فهرستی از راهکارهای است که در فرآیند تجزیه و تحلیل مورد استفاده قرار می گیرد این تکنیک توسط تعدادی از خبرگان بخش های مختلف انجام می شود. و با ارائه نظرات مختلف و بررسی آنها توسط گروه خبره، شاخص ها و راهکارهای کاهش مصرف شناسایی می شوند و بر اساس دیدگاهها و نوعشان دسته بندی می شوند.
- تکنیک دلفی: این تکنیک روش دستیابی خبرگان به توافق بر سر یک مساله یعنی همان کاهش مصرف انرژی الکتریکی می باشد. در این روش افراد خبره تعیین می گردند ولی به صورت بی نام شرکت داده می شوند. جهت دریافت اطلاعات مربوط به راهکارهای مهم کاهش مصرف از دیدگاههای چهار گانه فوق نتایج ممیزی انرژی الکتریکی و مطالعات کتابخانه ای در اختیار خبرگان قرار می گیرد. سپس راهکارهای پیشنهادی هریک از خبرگان تکثیر شده، در اختیار دیگران قرار می گیرد و هر کدام از راهکارها مورد بررسی و ارزیابی قرار می گیرند.
- آنالیز SWOT (آنالیز قوت، ضعف، فرصت و تهدید): در این تکنیک راهکارها از منظر کل سازمان نگاه می کند، نه از منظر فضای محدود سازمان. لذا با استفاده از این تکنیک نقاط قوت، ضعف، تهدیدات و فرصت ها بدست آمده که شامل استراتژی های خرد و کلان سازمان می باشد.

- در گام سوم راهکارهای شناسایی شده به تفکیک حوزه ها و دیدگاهها (مدیریتی، فنی، کم هزینه و پرهزینه) دسته بندی و ثبت می شوند.

شکل (1) مدل شناسایی راهکارهای کاهش مصرف انرژی الکتریکی



#### 4- یافته ها (مطالعه موردی)

چارچوب پیشنهادی این پژوهش در سیمان سپاهان اصفهان به اجرا درآمده است. در اولین قدم با توجه به منابع موجود دیدگاههای 4 گانه موثر بر کاهش مصرف انرژی الکتریکی، در حوزه های مدیریتی و فنی، کم هزینه و پرهزینه در نظر گرفته می شود. در گام دوم از شناسایی راهکارهای کاهش مصرف انرژی الکتریکی سیمان سپاهان تمام اسناد و مدارک مصرف انرژی الکتریکی، به عنوان مثال سوابق، شرح راهکارها، مدارک مربوط به مشخصات انرژی الکتریکی، فضای مربوط به تجهیزات الکتریکی و تهیه و بررسی در گام سوم افراد خیره در ممیزی انرژی شامل مدیران با تجربه، ناظرین و تعدادی از کارشناسان با سابقه در سیمان سپاهان اصفهان و شرکت سامان انرژی تعیین شدند. با توجه به مطالعات انجام شده، فهرستی از راهکارهای کاهش مصرف انرژی الکتریکی تهیه شد. این فهرست و لیست تهیه شده جهت اطلاع و آشنایی افراد در اختیار آنها قرار گرفت تا تا خط مشی فکری آنها مشخص گردد که در مرحله شناسایی راهکارها به دنبال چه هستیم و از آنها خواسته شد جهت مرحله بعدی فرآیند شناسایی راهکارهای کاهش مصرف انرژی الکتریکی سیمان سپاهان مورد مطالعه و بازنگری قرار دهند تا با توجه به وضعیت و فهرست تهیه شده در مورد راهکارهای کاهش مصرف تامل کرده و اطلاعات و نظرات خود را در مورد راهکارهای مهم کاهش مصرف انرژی الکتریکی یادداشت و ارائه دهند. سپس در گام نهایی یعنی شناسایی راهکارها، در جلسه ای که با شرکت افراد خیره و کارشناسان ممیزی انرژی تشکیل شد، اطلاعات مربوط به شناسایی راهکارها جمع آوری گردید. در این جلسه از تکنیک طوفان مغزی جهت شناسایی راهکارهای مهم انرژی الکتریکی استفاده گردید. در ابتدای جلسه قوانین مربوط به طوفان فکری بیان گردید و مروری بر راهکارهای تهیه شده انجام گرفت و افراد نظرات مختلف خود را در مورد راهکارهای کاهش مصرف انرژی الکتریکی به تفکیک چهار دیدگاه بر اساس ممیزی انرژی الکتریکی و پیکره دانش انرژی الکتریکی بیان نمودند و کلیه نظرات و اطلاعات افراد بدون هیچگونه ارزیابی دریافت و

ثبت گردید. سپس راهکارهای مهم در این چهار دیدگاه بر اساس نظر افراد خبره تعیین شدند. این راهکارها به تفکیک چهار گروه در جدول 1 نشان داده شده اند.

**جدول (1) راهکارهای شناسایی شده کاهش مصرف انرژی الکتریکی سیمان سپاهان اصفهان**

راهکارهای شناسایی شده کاهش مصرف انرژی الکتریکی	دیدگاهها
بررسی روند پیک سایی	مدیریتی
بررسی توجیه استفاده از تعرفه های مختلف انرژی	
مدیریت توقعات	
بررسی مداوم تغییرات مصرف انرژی الکتریکی بابه کارگیری سیستم نرم افزاری مناسب	فنی
کاهش مصرف غیر ضروری آب در قوس الکتریکی	
استفاده از درایور متغیر	
کاهش افت حرارتی از کوره پیشگرم	
پایین آوردن دمای تخلیه	
استفاده از مشعل های بازیاب برای حرارت کوره و کاهش دمای خروجی از دودکش	
تزریق اکسیژن کافی	
خنک سازی هوا در ورودی	
پایین آوردن تعدادتوقفات برای پایین آوردن زمان ذوب	
بهبود عملکرد الکتروموتورها و سیستم های مرتبط	
تعویض تسمه ها در الکتروموتورها	
بررسی ضریب قدرت و کاهش مصرف انرژی از طریق استفاده از خازن	
بررسی ضریب توان در کارخانه سیمان سپاهان	
استفاده از روشهایی به منظور کاهش تلفات داخل الکتروموتور	
افزایش بازدهی الکتروموتورها	پرهزینه
استفاده از درایو کنترل (VSD) بر روی فن های گریت کولر	
استفاده از الکتروموتورهای دارای بازده زیاد	
استفاده از الواتور به جای اپرلیفت	

### 5- نتیجه و جمع بندی

لزوم کاهش مصرف انرژی الکتریکی در صنایع بدلیل افزایش رشد اقتصادی، کاهش قیمت و رفاه اجتماعی و زیست محیطی موجب گردیده است تا مدیران بیش از پیش به نتایج شناسایی راهکارهای کاهش مصرف انرژی الکتریکی توجه داشته باشند. کاهش مصرف انرژی الکتریکی زمانی حاصل می گردد که عوامل و راهکارهای تاثیر گذار و مهم بر جنبه های مختلف کاهش مصرف انرژی الکتریکی را شناسایی و تعیین نموده و بر مبنای آن، جهت گیری سیاست ها و اقدامات صورت گیرد. چارچوب و روشی که در این تحقیق ارائه گردیده دارای مراحل و گام هایی است که از طریق آن می توان در کلیه صنایع و صنعت تولید سیمان شناسایی نمود. لذا راهکارهای کاهش مصرف انرژی الکتریکی به تفکیک چهار دیدگاه (مدیریتی، فنی، کم هزینه و پر هزینه) بر اساس ممیزی انرژی و دانش انرژی الکتریکی ارائه شده، شناسایی شدند. شناسایی راهکارهای کاهش مصرف انرژی الکتریکی در این مورد اطلاعاتی در راهکار دسته بندی گردید. آگاهی از این عوامل و راهکارها می تواند جهت گیری سازمان را در زمان و مکانهای مورد نیاز، به سوی کاهش مصرف انرژی الکتریکی هدایت نماید.

### 6- مراجع

- [1] آقاجانی، حسنعلی، صفایی، بهزاد، باصولی، امیر، 1391، شناسایی و اولویت بندی راهکارهای بهبود مصرف انرژی در صنعت، مجله تحقیق و عملیات و کاربردهای آن، سال دهم، شماره دوم (پیاپی 37)، تابستان 92، صفحه 21-1
- [2] آقاییگی، علیرضا، 1381، بهینه سازی مصرف انرژی در شرکت سیمان کارون مسجد سلیمان با استفاده از تکنیک سلسله مراتبی AHP، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه نجف آباد، دانشکده مهندسی برق.
- [3] ترازنامه انرژی سال 1388، معاونت امور برق و انرژی، وزارت نیرو.
- [4] جدید، شهرام، 1383، مدیریت انرژی و مصرف برق، شرکت برق منطقه ای مازندران
- [5] جعفری، حوری، فرهمندپور، حامد، بهاره، 1387، بارانه های انرژی و تاثیر آن بر بخش های مختلف اقتصاد. بررسی مسائل اقتصاد انرژی، شماره 2، صفحه 173.
- [6] سامتی، مرتضی، احمدزاده، عزیز، شهنازی، روح الله، 1386، اثر منابع طبیعی بر اقتصاد کشورهای اوپک و چند کشور منتخب، جستارهای اقتصادی، شماره 7، صفحه 57.
- [7] ستاری، سورنا، عوامی، اکرم، 1386، ارزیابی فرصتهای صرفه جویی در مصرف انرژی در صنعت سیمان ایران، بررسی های اقتصاد انرژی، شماره 11، صفحه 86.
- [8] سلطانی، ایرج، 1390، مددیریت عملکرد بستر ساز پرورش منابع انسانی (ارزیابی عملکرد کارکنان)، اصفهان، انتشارات ارکان دانش.
- [9] شفیق زاده، محمد علی، 1387، روش های کاربردی کاهش هزینه های انرژی، انتشارات وزارت نیرو، سازمان بهره وری انرژی ایران، صفحه 6
- [10] عماد زاده، مصطفی، شریفی، علیمراد، دلالی اصفهانی، رحیم، صفدری، مهدی، 1382، تحلیلی از روند رشد شدت انرژی در کشورهای OECD، پژوهش نامه بازرگانی، شماره 28، صفحات 95 الی 118.
- [11] کریمی، مهر دا د، افسریان، سید محمد، جهان زاده، حسن، آبان 1386، انرژی و محیط زیست در صنعت سیمان، همایش ملی جایگاه مصرف انرژی در صنعت سیمان، صفحه 1 الی 22
- [12] گزارش ممیزی شرکت سامان انرژی اصفهان، 1390، سیمان سپاهان اصفهان
- [13] نادر بانی راد، "مدیریت بار و مصرف در س مت تقاضای انرژی الکتریکی شرکت توزیع نیروی برق آذربایجان غربی"، صفحه 183 الی 193 هشتمین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق، اردیبهشت 1382
- [14] نجابت خواه، فرزاد، حسینی، سیدحسین، دانیالی، سعید، 1391، بهسازی مصرف انرژی الکتریکی: چالش ها و راهکارها، کیفیت و بهره وری در صنعت برق ایران، 1391 دوره 1 شماره 1، از صفحه 45-38
- [15] Asif, M. & T. Muneer (2007), "Energy supply, its demand and security issues for developed and emerging economies", *Renew Sustain Energy Rev*, Vol.11, No.7, pp.1388-1413.
- [16] A. Avami, S. Sattari, "Energy Conservation Opportunities: Cement Industry in Iran", *International journal of energy*, Vol. , Issue , pp. - , .
- [17] Atmaca, A. and R. Yumruta (2014). "Analysis of the parameters affecting energy consumption of a rotary kiln in cement industry." *Applied Thermal Engineering* 66(1): 435-444
- [18] Camposeco-Negrete, C. (2013). "Optimization of cutting parameters for minimizing energy consumption in turning of AISI 6061 T6 using Taguchi methodology and ANOVA." *Journal of Cleaner Production* 53: 195-203.
- [19] EIE (1985), "General directorate of electrical power resource survey and development administration handbook", Ankara, Turkey, p.32.
- [20] Hepbaslı, A. & N. Ozalp (2003), "Development of energy efficiency and management implementation in the Turkish industrial sector", *Energy Conversion and Management*, Vol.2, No.44, p.231
- [21] M. Hasanuzzaman, M., et al. (2011). "Analysis of electrical motors load factors and energy savings in an Indian cement industry." *Energy* 36(7): 4307-4314.
- [22] Mrad, M. and L. Hidri (2015). "Optimal consumed electric energy while sequencing vehicle trips in a personal rapid transit transportation system." *Computers & Industrial Engineering* 79: 1-9.
- [23] Saboohi, Y. (2001), "An evaluation of the impact of reducing energy subsidies on living expenses of households", *Energy Policy*, Vol.29 No.3, pp. 245- 252.
- [24] Su, T.-L., et al. (2013). "The status of energy conservation in Taiwan's cement industry." *Energy Policy* 60: 481-486.



