

## پیاده‌سازی سیستم مدیریت انرژی در یک واحد پتروشیمی براساس رویکردهای بین‌المللی

مهدی شکوری<sup>۱\*</sup>، نسیم شکاری<sup>۲</sup>

\*۱- دانشکده محیط زیست، پردیس فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲- کارشناس ارشد مهندسی شیمی با رویکرد انرژی و توسعه پایدار، دانشگاه چالمرز، سوئد

\* ایمیل نویسنده مسئول: mahdi.shakouri@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۲/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۲/۲۷

### چکیده

در این مقاله، پیاده‌سازی سیستم مدیریت انرژی در یک واحد صنعتی بررسی شده است. واحد صنعتی مورد مطالعه یک شرکت پتروشیمی در کشور ایران است و تیم تحقیق با استفاده از تجربیات و رویکردهای بین‌المللی اقدام به بررسی تاثیر سیستم مدیریت انرژی بر بهبود عملکرد انرژی سازمان داشته است. برای انجام این بررسی، پرسش‌نامه‌ای براساس هفده معیار کلیدی سیستم مدیریت انرژی تنظیم شده و این پرسش‌نامه در دو بازه زمانی پیش و پس از پیاده‌سازی سیستم مدیریت انرژی در واحد صنعتی تکمیل شده است. در فاصله بین دو مرحله ارزیابی، تیم تحقیق به همراه کارکنان کلیدی واحد صنعتی اقدام به پیاده‌سازی سیستم مدیریت انرژی نمود و نتایج برخی اقدامات کلیدی مرتبط در این تحقیق ارائه شده است. براساس نتایج این اقدامات، عملکرد انرژی سالانه سازمان به میزان ۴/۱ درصد در مقایسه با خط مبنا بهبود یافته است. همچنین مقایسه نتایج ارزیابی پس از پیاده‌سازی سیستم مدیریت انرژی نشان می‌دهد که امتیاز تمام هفده معیار در واحد صنعتی مورد مطالعه بهبود داشته است.

### کلمات کلیدی

"سیستم مدیریت انرژی"، "بهبود عملکرد انرژی"، "صرفه‌جویی انرژی"، "بهره‌وری انرژی"، "صنعت پتروشیمی"

## Implementation of Energy Management System in a Petrochemical Plant Based on International Approaches

Mahdi Shakouri<sup>1\*</sup>, Nasim Shekari<sup>2</sup>

1\*. School of Environment, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran

2. MSc in Innovative and Sustainable Chemical Engineering, Chalmers University of Technology, Sweden

\*Email Address: mahdi.shakouri@ut.ac.ir

### Abstract

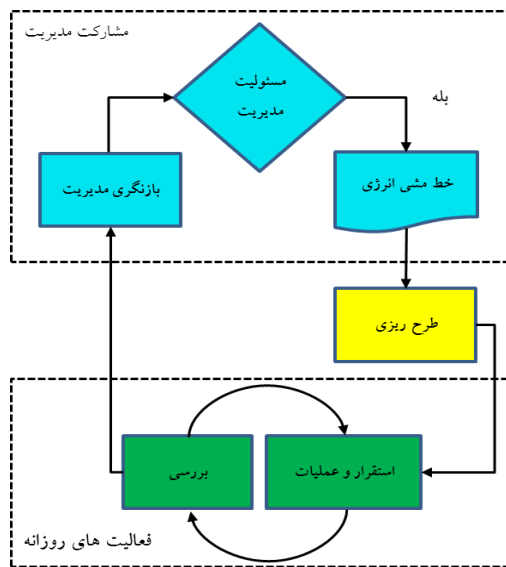
In this research, the implementation of energy management system within an industrial plant has been reviewed. The studied case is a petrochemical plant in Iran and the research team has investigated the impact of energy management system on the organizational energy performance improvement using international practices and approaches. In order to cover the aim of this study, the research team has provided a questionnaire considering seventeen essential criteria of the energy management system which was filled before and after implementation of the system in the studied case. The research team with the help of the company's key personal have implemented energy management system between two periods of the evaluation and some important results from the actions are provided in this paper. According to the results, the annual energy performance of the company has improved by 4.1 percent in compare to the baseline. In addition, all seventeen criteria have led to the improved results after implementation of the energy management system.

### Keywords

"Energy Management System", "Energy Performance Improvement", "Energy Saving", "Energy Efficiency", "Petrochemical Industry"

## ۱- مقدمه

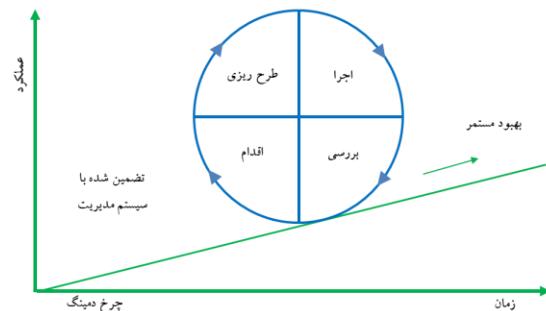
هزینه‌های انرژی را می‌توان حتی بدون صرف سرمایه‌گذاری، به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش داد. در رویکرد نظام‌مند به مدیریت انرژی سازمان‌ها، به دنبال کاهش پایدار هزینه‌های انرژی هستند. در این میان، چالش اصلی بیش از آن که بعد فنی و فناورانه داشته باشد، در گرو مدیریت منابع انرژی و منابع انسانی سازمان است. حتی در سازمان‌هایی که از نظر عملکرد انرژی در سطح قابل قبول کلاس جهانی قرار دارند، فرصت‌هایی برای بهبود می‌توان یافت. در کشور دانمارک که یکی از اقتصادهای پیشرو در بهره‌وری انرژی است، مطالعات نشان می‌دهد که با به کارگیری فناوری‌های موجود و تجربه‌های عملیاتی، می‌توان تا ۴۰ درصد در مصرف انرژی صرفه‌جویی کرد (Practical Guide for Implementing EnMS, 2013). بهبود مستمر عملکرد انرژی از طریق چرخه دمینگ شامل چهار مرحله طرح‌ریزی، اجرا، بررسی و اقدام محقق می‌شود. در شکل ۱، چارچوب بهبود عملکرد انرژی از طریق چرخه طرح‌ریزی، اجرا، بررسی و اقدام نشان داده شده است (EnMS, Requirements with guidance for use, 2011).



شکل ۲- رویکرد طرح‌ریزی، اجرا، بررسی و اقدام

## ۲- روش انجام تحقیق

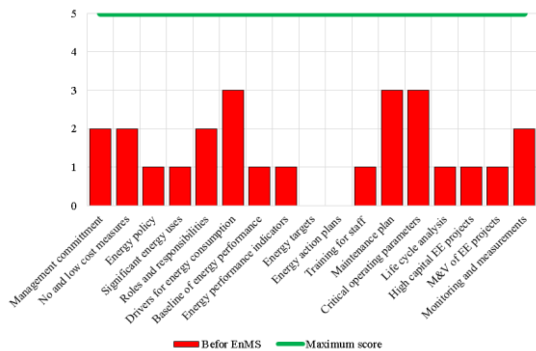
روش انجام تحقیق مبتنی بر ارزیابی میدانی پیش و پس از پیاده‌سازی سیستم مدیریت انرژی و همچنین اجرای آزمایشی این سیستم در واحد صنعتی مورد مطالعه است. تیم تحقیق با طراحی پرسش‌نامه‌های مبتنی بر هفده معیار کلیدی سیستم مدیریت انرژی، وضعیت هر یک از معیارها را در پیش از پیاده‌سازی سیستم مدیریت انرژی مورد ارزیابی قرار داد. پس از انجام ارزیابی اولیه، تیم تحقیق با همراهی کارکنان کلیدی سازمان، تیم انرژی را در سازمان تشکیل داد و در طول یک-سال اقدام به پیاده‌سازی سیستم مدیریت انرژی در سازمان نمود. در طول این یک‌سال طرح‌ریزی برای سیستم مدیریت انرژی توسط تیم تحقیق و با مشارکت کارکنان سازمان انجام پذیرفت. طرح‌ریزی، گامی مهم در استقرار سیستم مدیریت انرژی است. آگاهی از مقدار، مکان و هدف از مصرف انرژی یک گام ضروری است. در بیشتر سازمان‌ها در ارتباط با تفکیک مبنای هزینه‌ها، دانش خوبی وجود دارد اما آگاهی از مکان مصرف انرژی، در کمتر سازمانی وجود دارد. به نظر می‌رسد این رویکرد برای خیلی از افراد، قابل پذیرش است، اما سوال این است که آیا به اندازه‌ای که به هزینه‌های انرژی کم توجهی می‌شود، به سایر هزینه‌ها نیز کم توجهی می‌شود. هدف از این گام بررسی این است که حامل‌های انرژی چگونه مصرف می‌شوند؟ بهبود عملکرد انرژی چگونه اندازه‌گیری می‌شود؟ فرصت‌های صرفه‌جویی انرژی چگونه شناسایی می‌شود؟ براساس الگوی سیستم مدیریت انرژی بر مبنای تجربیات بین‌المللی، فرآیندی که پاسخ‌گوی سوالات مذکور است، بازنگری انرژی نام دارد (Energy Audits, Requirements with guidance for use, 2014). همچنین لازم است خط مبنای ترسیم شود تا بهبود عملکرد، مبتنی بر آن اندازه‌گیری شده و نیز شاخص‌هایی تعیین شود که نشان دهنده پیشرفت در دستیابی به اهداف باشند (EnMS, Measuring energy performance using energy baseline and energy performance indicators, 2014). هدف از فرآیند بازنگری انرژی، بررسی استفاده انرژی به روشی نظام‌مند و متمرکز نمودن فعالیت‌ها بر استفاده‌های بارز انرژی و فرصت‌های بهبود است. بازنگری



شکل ۱- بررسی کلی سیستم مدیریت انرژی

بهبود عملکرد انرژی که خروجی مدیریت انرژی است، از طریق تغییر در رفتارهای سازمان، اقدامات فنی و با دیدی اقتصادی، حاصل می‌شود. به بیان دیگر مدیریت انرژی نگاهی نظام‌مند به مقوله انرژی با هدف بهبود مستمر عملکرد انرژی و حفظ این بهبود در سازمان دارد. بنابراین، برای بهبود مستمر، گذر از چرخه اقداماتی نظیر تعیین خط-مشی، طرح‌ریزی، استقرار و عملیات، بررسی نتایج، بازنگری پیشرفت و به روزآوری خط‌مشی و اهداف، ضروری است. در شکل ۲ رویکرد سیستم مدیریت انرژی بر مبنای چرخه دمینگ نشان داده شده است. با توجه به لزوم ایجاد نگاه نظام‌مند با مدیریت انرژی در کشور بر اساس اجرای پروژه‌های آزمایشی و نمایش نتایج نمونه‌های موفق می‌تواند تاثیر قابل توجهی در ترغیب مدیران بخش صنعتی کشور برای پیاده‌سازی الگوهای موفق را دربرداشته باشد (EnMS, Guidance for the implementation, maintenance and improvement, 2014). هدف از این تحقیق بررسی روند پیاده‌سازی سیستم مدیریت انرژی در یک واحد صنعتی پتروشیمی در ایران و مبتنی بر تجربیات و رویکردهای بین‌المللی است. نتایج این تحقیق می‌تواند مورد استفاده محققان و متخصصانی قرار گیرد که علاقمند به اجرای فعالیت‌های مشابه در صنایع فرآیندی هستند.

بود و امتیازدهی براساس مقدار صفر تا پنج برای آن صورت می‌گرفت. امتیاز صفر به آن معناست که در خصوص معیار مورد نظر هیچ اقدامی در سازمان انجام نشده است و امتیاز پنج نشان‌دهنده بلوغ سازمان در معیار مورد ارزیابی است. نتایج ارزیابی اولیه پیش از پیاده‌سازی سیستم مدیریت انرژی در واحد صنعتی مورد مطالعه در شکل ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، علی‌رغم اجرای برخی اقدامات مرتبط با مدیریت انرژی، سازمان مورد مطالعه در هیچ یک از معیارها امتیازی بالاتر از عدد سه دریافت نکرد. این نتیجه مبنای اولیه مقایسه را فراهم نمود. در این شکل، وضعیت امتیاز کسب شده در هر معیار به صورت نمودار میله‌ای به رنگ قرمز و بیشینه امتیاز قابل حصول خط به رنگ سبز است.



شکل ۳- نتایج ارزیابی هفده معیار سیستم مدیریت انرژی در واحد صنعتی مورد مطالعه پیش از پیاده‌سازی

تیم تحقیق پس از اجرای فعالیت‌های مرتبط با پیاده‌سازی سیستم مدیریت انرژی روند ارزیابی را پس از یک سال تکرار کرد تا نتایج تغییرات در سازمان مورد مطالعه ثبت شود. در بخش بعد روند پیاده‌سازی سیستم مدیریت انرژی مبتنی بر فرآیند طرح‌ریزی انرژی و نتایج به‌دست آمده پس از پیاده‌سازی و ارزیابی مجدد معیارهای هفده گانه ارائه شده است.

#### ۴- پیاده‌سازی سیستم مدیریت انرژی در واحد صنعتی مورد مطالعه و نتایج آن

پس شناسایی نقاط قابل بهبود در واحد پتروشیمی مورد مطالعه، تیم تحقیق با مشارکت کارکنان کلیدی سازمان، اقدام به پیاده‌سازی گام به گام سیستم مدیریت انرژی نمود. با توجه به اهمیت اقدامات انجام شده در زمینه معیارهایی همچون شناسایی و تحلیل مهمترین مصرف کنندگان انرژی، عوامل موثر بر مصرف انرژی، خط مبنای انرژی برای مقایسه عملکرد انرژی و طرح‌های اقدام برای مدیریت انرژی، در اینجا نتایج مرتبط با این اقدامات ارائه شده است.

#### • تحلیل مصارف انرژی براساس سهم هر یک از فرآیندها و تجهیزات مصرف کننده انرژی

برای شناسایی سهم هر یک از فرآیندها و تجهیزات مصرف کننده انرژی در واحد صنعتی مورد مطالعه، سطح بندی مبتنی بر قاعده پارتو انجام شده است. مبتنی بر قاعده پارتو تعمیم یافته در مدیریت انرژی، به طور کلی حدود ۸۰ درصد مصرف انرژی در حدود ۲۰ درصد فرآیندها و تجهیزات خواهد بود. با علم به این قاعده، مقادیر مصرف انرژی هر یک از فرآیندها و تجهیزات در هر جا که کنتور وجود داشت،

انرژی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، به این علت که مبنای اصلی اجرای فعالیت‌های سیستم مدیریت انرژی در دوره پیش رو برای سازمان خواهد بود. پس از تکمیل فرآیند طرح‌ریزی سیستم مدیریت انرژی و اجرای آزمایشی سیستم، تیم تحقیق پرسش‌نامه‌های مرحله پس از پیاده‌سازی را تکمیل کرد و برای تبیین تاثیر سیستم مدیریت انرژی بر عملکرد انرژی سازمان، نتایج آن را ارائه نمود.

#### ۳- پیش زمینه سیستم مدیریت انرژی در واحد صنعتی مورد مطالعه

پیش از پیاده‌سازی سیستم مدیریت انرژی در واحد پتروشیمی مورد مطالعه، اگر چه برخی فعالیت‌ها در زمینه صرفه‌جویی انرژی انجام گرفته بود اما مدیر انرژی و تیم انرژی در کارخانه وجود نداشت. رویکرد مشخصی در مورد وضعیت مصرف انرژی در سازمان وجود نداشت و عدم وجود رویکرد نظام‌مند باعث شده بود تضمین چندانی برای اجرای ایده‌های مطرح شده برای صرفه‌جویی انرژی وجود نداشته باشد. پس از پیاده‌سازی سیستم مدیریت انرژی، با تشکیل تیم انرژی و مشخص شدن نقش‌ها و مسئولیت‌های هر یک از افراد، تحلیل انرژی به فرآیندی روزانه تبدیل شد. اگر چه سهم مجموع هزینه‌های سالانه انرژی در حدود سه درصد از کل هزینه تولید بود، اما داشتن تعهد مدیریت و ایجاد انگیزه برای مشارکت کارکنان، این سازمان را به سوی تحقق صرفه‌جویی انرژی هدایت کرد. پس از گذشت یک سال، این فرآیند نظام‌مند در شرکت پتروشیمی مورد مطالعه تبدیل به یک فرهنگ شد و کارکنان به طور موثری در تحقق صرفه‌جویی انرژی نقش ایفا می‌کنند. تیم تحقیق برای بررسی انطباق وضع مدیریت انرژی در سازمان مورد مطالعه با بهترین تجربیات بین‌المللی، هفده معیار را پیش از پیاده‌سازی سیستم مدیریت انرژی مورد ارزیابی قرار داد. این هفده معیار به شرح زیر است:

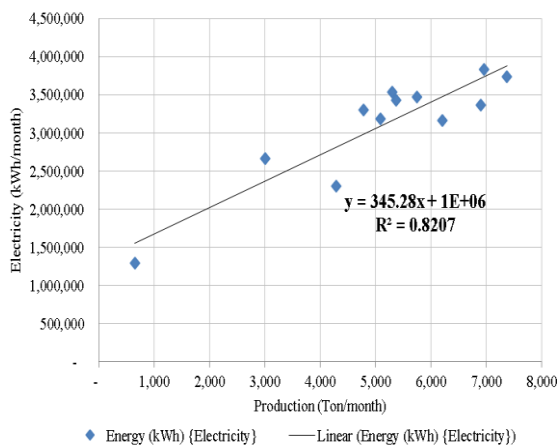
- تعهد مدیریت ارشد نسبت به مسائل مدیریت انرژی؛
  - چگونگی اجرای راهکارهای بدون هزینه و کم هزینه؛
  - وجود خط‌مشی انرژی و در دسترس بودن آن برای کارکنان؛
  - شناسایی و تحلیل مهمترین مصرف کنندگان انرژی؛
  - نقش‌ها و مسئولیت‌های کارکنان سازمان؛
  - عوامل موثر بر مصرف انرژی؛
  - خط مبنای انرژی برای مقایسه عملکرد انرژی؛
  - شاخص‌های عملکرد انرژی؛
  - اهداف صرفه‌جویی انرژی؛
  - طرح‌های اقدام برای مدیریت انرژی؛
  - وضع آموزش‌های ارائه شده به کارکنان؛
  - طرح‌های مرتبط با نگهداری و تعمیرات؛
  - شناسایی پارامترهای کلیدی موثر بر عملکرد انرژی؛
  - چگونگی استفاده از تحلیل چرخه عمر؛
  - چگونگی اجرای راهکارهای مستلزم سرمایه‌گذاری؛
  - اندازه‌گیری و صحت‌گذاری برای صرفه‌جویی انرژی؛
  - پایش و اندازه‌گیری عملکرد انرژی.
- برای این منظور، تیم تحقیق پرسش‌نامه‌های را بین کارکنان کلیدی سازمان توزیع نمود که شامل سوالاتی در زمینه هفده معیار مطرح شده

صرف برق و گاز با استفاده از ابزار تحلیل رگرسیون خطی توسعه داده شده است. برای انجام این فرآیند در ابتدا عوامل موثر بر مصرف برق و گاز شناسایی شد. با توجه به سهم ۷۳ درصدی الکتروموتورهای فرآیندی در مصرف برق، مهمترین عامل موثر بر مصرف برق، میزان تولید است. همچنین با توجه به سهم ۹۶ درصدی بویلرهای بخار در مصرف گاز برای تامین بخار مورد نیاز چیلرها، وضعیت آب و هوایی و پارامتر روز-درجه سرمایش به عنوان عامل موثر بر مصرف گاز تشخیص داده شد. پس از آن، مقادیر عددی هر یک از عوامل موثر بر مصرف برق و گاز گردآوری و با استفاده از تحلیل رگرسیون خطی، خط مبنای برق و گاز ترسیم شده که نتایج آن به ترتیب در شکل ۶ و ۷ نشان داده شده است. با توجه به نتایج تحلیل رگرسیون خطی، یک رابطه منطقی و معنادار بین مصرف برق با میزان تولید برقرار است و مقدار ضریب تعریف این رابطه برابر با ۰/۸۲- است. همچنین در خصوص مصرف گاز نیز این رابطه معنادار بین مصرف گاز و روز-درجه سرمایش برقرار است و در اینجا ضریب تعریف برابر با ۰/۹۴- است که نشان دهنده یک ارتباط خطی بسیار خوب بین عامل موثر بر مصرف انرژی و تغییرات مصرف انرژی است. بنابراین با داشتن این دو رابطه می توان تاثیر اقدامات صرفه جویی انرژی موثر بر عملکرد برق و گاز را مورد پایش قرار داد.

#### • شناسایی فرصت های صرفه جویی انرژی و اجرای طرح های اقدام مدیریت انرژی

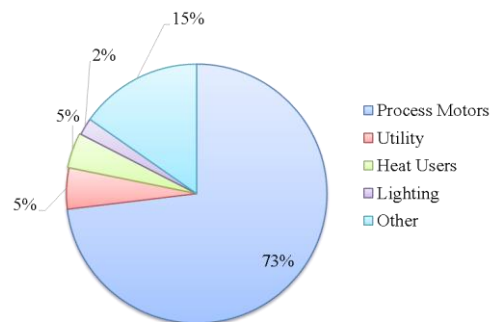
در طول پیاده سازی سیستم مدیریت انرژی، ۳۳ مورد راهکار بهره روری انرژی شناسایی شد که برخی از آنها بدون نیاز به سرمایه گذاری، برخی دیگر مستلزم سرمایه گذاری اندک و برخی دیگر از نوع پروژه-های از نوع سرمایه گذاری بالا دسته بندی می شوند. برای نمایش بهبود بهره عملکرد انرژی، دو طرح اقدام متناسب با راهکارهای بدون هزینه و کم هزینه در واحد صنعتی مورد مطالعه اجرا شد. این راهکارها به شرح زیر است:

- استفاده از تنها یک پمپ آب برای سیستم برج خنک کننده با توجه به بررسی تحلیلی تغییرات نرخ تولید و تقاضای واقعی مورد نیاز؛
- استفاده از کمپرسور موجود با توان مصرفی کمتر به جای کمپرسور با توان بالا پس از تحلیل و برآورد تقاضای واقعی.

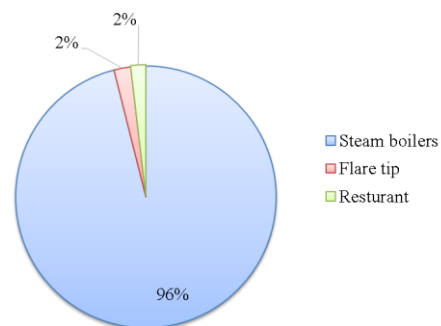


شکل ۶- خط مبنای برق در واحد صنعتی مورد مطالعه

با استفاده از سوابق یک ساله کنتورها برداشت شد. در مواردی که برای یک فرآیند یا تجهیز خاص، کنتور وجود نداشت، از برآوردها مهندسی مبتنی بر پلاک مشخصه و ساعت کارکرد استفاده شده است. نتایج این تحلیل به سازمان نشان می دهد که برای مدیریت انرژی باید در کدام بخش تمرکز بیشتری داشته باشد. شکل ۴ نشان دهنده تفکیک مصارف انرژی الکتریکی و شکل ۵ نشان دهنده تفکیک مصارف انرژی حرارتی در واحد صنعتی مورد مطالعه است. بر این اساس، در حدود ۷۳ درصد مصرف برق سالانه در موتورهای الکتریکی در واحدهای فرآیندی است که این موارد به عنوان مهمترین فرآیند مصرف برق در سازمان شناخته می شوند. همچنین در خصوص مصرف گاز و انرژی حرارتی، بیش از ۹۶ درصد مصرف گاز سالانه برای بویلرهای بخار تخصیص یافته است. بنابراین احتمال این که بیشترین پتانسیل های صرفه جویی انرژی گاز نیز در بویلرهای بخار باشد، بیشتر است.



شکل ۴- تفکیک مصارف انرژی الکتریکی در واحد صنعتی مورد مطالعه

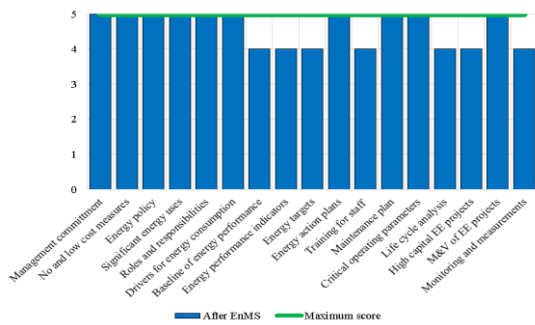


شکل ۵- تفکیک مصارف انرژی حرارتی در واحد صنعتی مورد مطالعه

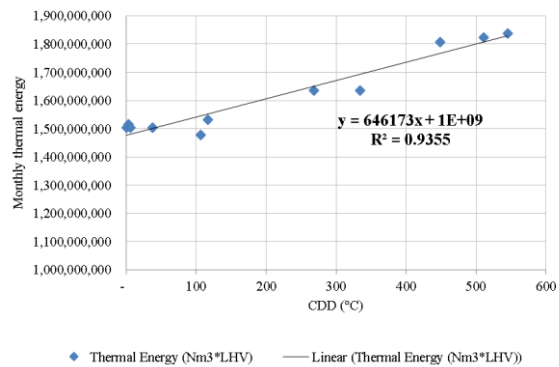
در دسترس بودن دو نمودار دایره ای شکل ۴ و ۵ به سازمان این آگاهی را می دهد که نقشه راه صرفه جویی انرژی را متمرکز بر فرآیندها و تجهیزات با بیشترین مصرف انرژی متمرکز کند. در حالی که پیش از پیاده سازی سیستم مدیریت انرژی، سازمان به صورت کمی و عددی، تحلیل مصارف انرژی را برای هر یک از فرآیندها و تجهیزات در دسترس نداشت.

#### • تحلیل مصارف انرژی براساس عوامل موثر بر مصرف و ایجاد خط مبنای انرژی

برای اثربخشی اقدامات بهبود عملکرد انرژی و نمایش آن به سطوح مختلف کارکنان سازمان، لازم است پس از شناسایی عوامل موثر بر مصرف انرژی، مبنایی برای مقایسه عملکرد تعیین شود. در طول پیاده سازی سیستم مدیریت انرژی در واحد صنعتی مورد مطالعه، خط مبنای



شکل ۸- نتایج ارزیابی هفده معیار سیستم مدیریت انرژی در واحد صنعتی مورد مطالعه پس از پیاده‌سازی



شکل ۷- خط منبای گاز در واحد صنعتی مورد مطالعه

صنعت پتروشیمی براساس تجربیات و رویکردهای بین‌المللی مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفت. تیم تحقیق با انجام بررسی در طول یک سال عملکرد سازمان مورد مطالعه، وضعیت پیش و پس از پیاده‌سازی سیستم مدیریت انرژی را مورد مطالعه و بررسی قرار داد. براساس روش تحقیق، پرسش‌نامه مورد نیاز برای انجام تحقیق براساس هفده معیار کلیدی در سیستم مدیریت انرژی تنظیم و تکمیل شد. بین دو بازه زمانی تکمیل پرسش‌نامه، سیستم مدیریت انرژی در واحد صنعتی مورد مطالعه مستقر شد و مصادیق و نتایج کمی برای برخی از معیارها نیز مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت. براساس نتایج این تحقیق، سیستم مدیریت انرژی قابل توجهی بر بهبود عملکرد انرژی در واحد صنعتی مورد مطالعه داشته است. براساس اقدامات انجام شده، استفاده از سیستم مدیریت انرژی منجر به کاهش مصرف انرژی به میزان ۴/۱ درصد در طول یک سال و در مقایسه خط مبنا در واحد صنعتی مورد مطالعه شده است. نتیجه ارزیابی پس از پیاده‌سازی سیستم مدیریت انرژی و مقایسه آن با نتایج پیش از پیاده‌سازی نشان می‌دهد که استفاده از سیستم مدیریت انرژی منجر به بهبود وضعیت در تمام هفده معیار ارزیابی شده است. با توجه به عمومیت کاربرد سیستم مدیریت انرژی در تمام سازمان‌ها، این نتیجه قابلیت تعمیم به سایر واحدهای صنعتی را دارد.

#### ۶- تقدیر و تشکر

تیم تحقیق از سازمان توسعه صنعتی ملل متحد (یونیدو) و برنامه بهره‌وری انرژی صنعتی ذیل آن سازمان به علت فراهم‌آوری فرصت انجام این تحقیق صمیمانه تقدیر و تشکر می‌نماید و امید است با استفاده از نتایج این چنین برنامه‌هایی امکان توسعه صنعتی و پایدار بیش از پیش فراهم شود.

#### ۵- نتیجه‌گیری

در این مقاله، تاثیر پیاده‌سازی سیستم مدیریت انرژی در یک واحد

اجرای این دو راهکار منجر به کاهش سالانه ۱۲۵۰ مگاوات ساعت برق در واحد صنعتی مورد مطالعه شد. با تداوم اجرای راهکارهای صرفه‌جویی انرژی در این واحد صنعتی، فرآیند مدیریت انرژی به یک گردش کار روزانه تبدیل شده و نتیجه آن ایجاد یک فرهنگ سازمانی موثر و مبتنی بر مشارکت جمعی از سطح مدیران ارشد تا سطح بهره‌برداران این واحد صنعتی شده است. نتیجه مهم حاصل از پیاده‌سازی سیستم مدیریت انرژی در این واحد صنعتی، دستیابی به صرفه‌جویی انرژی به میزان ۴/۱ درصد در مقایسه با خط مبنا در طول ۱۲ ماه اجرای آزمایشی سیستم مدیریت انرژی بوده است. تیم تحقیق برای بررسی انطباق وضع مدیریت انرژی در سازمان مورد مطالعه با بهترین تجربیات بین‌المللی، هفده معیار را پس از پیاده‌سازی سیستم مدیریت انرژی مورد ارزیابی قرار داد. نتایج این ارزیابی در شکل ۸ نشان داده شده است. بررسی نتایج و مقایسه آن با وضعیت واحد صنعتی مورد مطالعه در زمان پیش از پیاده‌سازی سیستم مدیریت انرژی نشان می‌دهد مقدار امتیازها در تمام معیارها نسبت به حالت قبل بهبود قابل توجهی داشته است. بررسی این تجربه نشان می‌دهد به کارگیری تجربیات و رویکردهای بین‌المللی در زمینه سیستم مدیریت انرژی می‌تواند در تغییر رفتار و شکل‌گیری فرهنگ بهره‌وری انرژی در صنایع فرآیندی موثر باشد. این یافته ارزشمند قابلیت تعمیم به سایر واحدهای صنعتی با مقدار مصرف انرژی بالا را دارد و پیشنهاد می‌شود برای توسعه رویکردهای مدیریت انرژی در آنها نیز از تجربیات و رویکردهای بین‌المللی نظیر این مقاله استفاده شود.

#### منابع

- Practical Guide for Implementing an Energy Management System, United Nations Industrial Development Organization, 2013.
- ISO 50001, Energy management systems - Requirements with guidance for use, The International Organization for Standardization, 2011.
- ISO 50004, Energy management systems - Guidance for the implementation, maintenance and improvement of an energy management system, The International Organization for Standardization, 2014.
- ISO 50002, Energy audits - Requirements with guidance for use, The International Organization for Standardization, 2014.

- ISO 50006, Energy management systems - Measuring energy performance using energy baselines (EnB) and energy performance indicators (EnPI) - General principles and guidance, The International Organization for Standardization, 2014.