

ارزیابی و ارجحیت موانع بهینه سازی انرژی الکتریکی مشترکین صنعتی شرکت برق منطقه ای سمنان با رویکرد ترکیبی دیمتل و فرایند تحلیل شبکه فازی

علی اکبر صباغ

دانشجوی دکتری مدیریت، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران

sabbagh1385@yahoo.com

یونس وکیل الرعایا *

استادیار و رئیس مرکز تحقیقات کارآفرینی، ایده پردازی و تجاری سازی، گروه مدیریت، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران

y.vakil@semnaniau.ac.ir

چکیده: در دنیای واقعی بسیاری از کالاها و خدمات عملاً تحت شرایط رقابت کامل تولید و عرضه نمی شوند و بیشتر تاسیسات عمومی نظیر آب، برق، گاز و تلفن تحت شرایط انحصاری اداره می شوند که در این میان صنعت برق دارای جایگاه ویژه ای است. با توجه به قیمت حامل های انرژی در داخل کشور، یارانه ای پرداختی دولت، محدودیت منابع فسیلی، رشد بالای مصرف سالانه ای انواع حامل های انرژی در ایران، عدم کارایی فنی و اقتصادی مصرف انرژی، و مشکلات مرتبط با محیط زیست ناشی از مصرف غیر منطقی و ناکارای سوخت، بهینه سازی مصرف انرژی در کشور تبدیل به یک ضرورت شده است. لذا هدف از این مطالعه ارزیابی و ارجحیت عوامل موثر بر موانع بهینه سازی انرژی الکتریکی مشترکین صنعتی شرکت برق منطقه ای سمنان با رویکرد ترکیبی دیمتل و فرایند تحلیل شبکه فازی می باشد. بمنظور ارزیابی عوامل علی و معلولی موانع بهینه سازی انرژی الکتریکی، پرسشنامه ای با ۵۴ سوال طراحی گردید. آنگاه از روش دلفی فازی جهت اجماع نظر صاحب نظران در رابطه با ۶ بعد مدیریتی، اطلاعاتی، مالی، سیاسی/ قانونی، فرهنگی/ سازمانی، و فنی/ تکنولوژیکی استفاده شد. در روش دلفی فازی پس از سه راند خبرگان به اجماع رسیدند و ۳۰ زیر عامل تایید شدند. سپس، از رویکرد ترکیبی ANP-DEMATEL فازی استفاده شد. با استفاده از تکنیک دیمتل فازی روابط میان عوامل و تاثیر پذیری آنها مشخص شد که عامل موانع فنی تاثیر پذیرترین و عامل سیاست گذاری/ قانونی تاثیر گذارترین عامل شناخته شدند. نتایج دیمتل فازی بیانگر آن بود که "موانع سیاست گذاری/ قانونی"، "موانع مدیریتی"، "موانع مالی" علت هستند و موجب موانع بهینه سازی انرژی الکتریکی مشترکین صنعتی شده است و موانع "موانع اطلاعاتی/ تکنولوژیکی"، "موانع فرهنگی/ سازمانی" و "موانع فنی" معلول هستند که خود تحت تاثیر موانع علی می باشند. سپس با استفاده از روش فرایند تحلیل شبکه ای وزن عوامل محاسبه و اهمیت آنها مشخص گردید. بدین صورت که، موانع فنی در اهمیت اول (با وزن ۰/۲۶۶) و موانع مدیریتی در اهمیت آخر (با وزن ۰/۱۱۳) قرار گرفتند.

واژه های کلیدی: انرژی الکتریکی، بهینه سازی، موانع بهینه سازی، مصارف انرژی صنعتی، برق منطقه ای سمنان.

تاریخ ارسال مقاله: ۱۳۹۸/۰۳/۰۶

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۸/۱۲

نام نویسنده ی مسئول: یونس وکیل الرعایا

نشانی نویسنده مسئول: سمنان، مجتمع دانشگاه آزاد، دانشکده علوم انسانی، گروه مدیریت

۱- مقدمه

در دنیای واقعی بسیاری از کالاها و خدمات عملاً تحت شرایط رقابت کامل تولید و عرضه نمی شوند و بیشتر تاسیسات عمومی نظیر آب، برق، گاز و تلفن تحت شرایط انحصاری اداره می شوند که در این میان صنعت برق دارای جایگاه ویژه ای است. صنعت برق دارای مصارف گوناگون و وسیع به صورت کالای نهایی یا واسطه ای در بخشهای مختلف اقتصادی نقش مهمی را ایفاء می کند به علاوه به دلیل عدم ذخیره سازی اقتصادی برق در تمام اوقات، نرخ لحظه ای تولید برق طبق اصول حاکم بر بازار می بایست با نرخ لحظه ای تقاضای آن برابر باشد در حالی که در شرایط حاضر قیمت خدمات توسط تاسیسات برق با توجه به لزوم رفع نیازهای اجتماعی و تامین مخارج، با دخالت دولت و در شرایط انحصاری تعیین می گردد. در حالی که مدیریت تقاضای انرژی و تلاش در جهت استفاده بهینه از آن در تمامی کشورهای پیشرفته دنیا از مهم ترین عوامل پیشرفت صنعتی پایدار بوده است. رابطه ای تنگاتنگ انرژی و محیط زیست، توجه به مقوله بهینه سازی مصرف انرژی را عمق بیشتری بخشیده است. با توجه به قیمت حامل های انرژی در داخل کشور، یارانه ای پرداختی دولت، محدودیت منابع فسیلی، رشد بالای مصرف سالانه ای انواع حامل های انرژی در ایران، عدم کارایی فنی و اقتصادی مصرف انرژی، و مشکلات مرتبط با محیط زیست ناشی از مصرف غیر منطقی و ناکارای سوخت، بهینه سازی مصرف انرژی در کشور تبدیل به یک ضرورت شده است. در زمان حاضر با افزایش روزافزون ارزش حامل های انرژی، عبارت بهینه سازی مصرف انرژی بیش از هر زمان دیگر در مجامع مختلف شنیده می شود. بهینه سازی مصرف انرژی به معنای اقداماتی بدون هزینه، کم هزینه، با هزینه متوسط و یا اقداماتی پرهزینه است که به منظور کاهش مصرف انرژی صورت می پذیرد [۱ و ۲] و این اقدامات در راستای اهداف راهبردی بخش انرژی هر سازمان که اصلاح الگوی مصرف و استفاده درست و بهینه انرژی است، عملی می گردد [3]. لذا، منظور از بهینه سازی انرژی، انتخاب الگوی صحیح و ایجاد و بکارگیری روش ها و سیاست های درست تولید و مصرف انرژی است که علاوه بر تضمین استمرار رشد اقتصادی موجب کاهش تخریب انرژی و نیز کاهش اثرات سوء از استفاده ناصحیح انرژی بر محیط زیست و جامعه می گردد.

نقش مهم نیروی برق در اقتصاد و شرایط خاص مصرف و تولید آن، لزوم برنامه ریزی جامع برای استفاده بهینه از شبکه های توزیع انرژی برق و هدایت درست و به هنگام سرمایه گذاریها به خوبی روشن است. به عبارت دیگر انرژی یکی از مهم ترین عوامل ضروری برای توسعه کشورها می باشد. استفاده بهینه و ممانعت از هدر رفتن امکانات امری اساسی است و این نکته هنگامی اهمیت بیشتری پیدا می کند که موضوع انرژی مطرح شود. به همین دلیل استفاده بهینه از انرژی در

فرآیند توسعه اقتصادی همواره به عنوان یک هدف مهم در توسعه پایدار مدنظر بوده است.

۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

طبق تعریف ارائه شده توسط سورل و همکارانش، مکانیزمی مسلم فرض شده است که از سرمایه گذاری بر روی فن آوری هایی که هم از نظر انرژی کارآمد و هم از لحاظ اقتصادی (حداقل به ظاهر) کارآمد هستند، جلوگیری می کند [4]. علاوه، عدم تعهد، آگاهی و توجه به بهره وری انرژی توسط مدیریت ارشد شرکت، مانع مهمی بر بهینه سازی انرژی است [5]. موانع بهینه سازی مصرف انرژی از سرمایه گذاری افراد و یا سازمان ها بر روی فناوری هایی که هم از نظر انرژی کارآمد و هم از لحاظ اقتصادی به صرفه باشد، جلوگیری می کند. موانع بهره وری انرژی صنعتی در کشورهای در حال توسعه مشابه کشورهای توسعه یافته می باشد [6]. فقدان چارچوب مناسب سیاست ها، اقتصاد شکننده و زیرساخت های ضعیف انرژی، باعث می شود که وجود این موانع در کشورهای در حال توسعه بیشتر نمایان باشد [7]. با بررسی روند مصرف انرژی الکتریکی در بخش صنعت استان سمنان نشان می دهد، مصرف انرژی بخش صنعت روندی به شدت افزایشی دارد. مضاف اینکه با توجه به شدت مصرف انرژی الکتریکی در بخش صنعت استان، شدت مصرف انرژی صنایع نیز روند کاهشی قابل توجهی ندارد. این امر نشان دهنده این واقعیت است که مصرف انرژی در صنایع در مسیر بهینه شدن قرار ندارد. در این میان مشترکین صنعتی استان سمنان ۷۰ درصد برق تولیدی را مصرف می کنند. علاوه، صنایع بزرگ که متشکل از ۷ شرکت در سطح استان می باشند و در حال حاضر ۲ شرکت غیر فعالند تنها ۲۳ درصد کل برق مصرفی را به خود تخصیص داده اند [8]. با توجه به سهم قابل ملاحظه ای که صنایع استان سمنان در مصرف برق دارند و با عنایت به ویژگیهایشان، نقش عمده ای در کنترل بار الکتریکی ایفاء می کنند. آژانس بین المللی انرژی بیان می دارد، مدیریت نظامند انرژی یکی از مؤثرترین روش ها در جهت بهره وری انرژی در بخش صنایع پرمصرف است، زیرا این امکان را به وجود می آورد تا فرایند و روش تولید را از منظر مصرف انرژی به طور مستمر بهبود بخشیده و بهره وری انرژی را به همراه داشته باشد [9]. علاوه این مفهوم در صنایع با مصرف انرژی الکتریکی از آن جهت دارای اهمیت است که این صنایع در مناطق مختلف بهره برداری می شوند و انرژی الکتریکی مصرفی آن ها معادل یک سوم انرژی مصرفی است [10].

ابعاد اساسی که در پیشینه تحقیق بمنظور تحلیل کیفی موانع انرژی الکتریکی به آن دست یافته شده است، شامل ۶ بعد مدیریتی، اطلاعاتی، مالی، سیاسی/ قانونی، فرهنگی/ سازمانی، و فنی/ تکنولوژیکی می باشد

اطلاعات به ندرت خریداری شوند، ارزیابی ویژگی های عملکردی بلافاصله قبل یا پس از خرید مشکل است، بخصوص زمانیکه نرخ تغییر فناوری، نسبت به فواصل خرید سریع باشد [30,31,32,33] این مورد برای بسیاری از اقدامات صرفه جویی در انرژی صادق است. مسائل مربوط به اطلاعات ناقص ممکن است به صورت مشکلات مختلفی بروز کند [34] به نظر می رسد اگر اطلاعات مورد نیاز در دسترس نباشد و یا از کیفیت پایینی برخوردار بوده و بیش از حد پیچیده و غیر قابل اعتماد باشد، سیگنال های بازار محصولات و خدمات، که به نفع انرژی هستند نسبتاً ضعیف باشند. دانش و تخصص داخلی محدود نیز یک مشکل شایع می باشد. حداقلی از دانش فنی انرژی، فرآیندهای تولید و تجهیزات برای شناسایی، بررسی و پیاده سازی گزینه های بهبود منابع و بهره وری انرژی مورد نیاز است [19]. در برخی شرایط، اطلاعات نامتقارن^۲ در بازارهای خدمات انرژی ممکن است به انتخاب نامطلوب محصولات ناکارآمد انرژی منجر شود، همینطور عدم وجود سیستم های اندازه گیری میزان مصرف انرژی در بخش های مختلف [19,33].

موانع مالی: مانع مالی یکی از موانع مهم و مشترک بین شرکت ها در پیاده سازی گزینه های صرفه جویی در انرژی بیان شده است. عام ترین مانعی که در شرکت های مورد مطالعه به آن اشاره شده است کمبود سرمایه برای سرمایه گذاری در گزینه های بهینه سازی انرژی می باشد [5,6,19,24,26,35]. انتظار دوره بازگشت سرمایه در کوتاه مدت و یا پروژه هایی که دوره بازپرداخت بیش از دو یا سه سال دارند به ندرت به اجرا درمی آیند [17]. از سوی دیگر، عدم تامین مالی و عدم اطمینان از قیمتهای آینده انرژی نیز میتواند مانعی باشد که اقدام شرکتها را متوقف میکند. هزینه بالای تجهیزات بهینه سازی مصرف انرژی و استقرار سیستم مدیریت انرژی و اخذ گواهینامه و یا فن آوری هایی که از نظر انرژی کارآمد هستند اغلب گران تر از فناوری های مشابه خریداری می شوند [19,20,24]. علاوه بر این، کسب سرمایه اضافی به منظور سرمایه گذاری در فن آوری انرژی کارآمد ممکن است مشکل ساز باشد. با توجه به محدودیتهای اعمال شده، به غیر از نقدینگی کم، دسترسی محدود به سرمایه نیز با توجه به محدودیتهای اعمال شده بر روی وام، ممکن است وجود داشته باشد [35]. استرن و آرونسون^۳ [21] ریسک را به عنوان مانعی برای بهره وری انرژی شناسایی کرده اند. هاینوبلاک^۴ [36] طی یک مطالعه دریافتند که هزینه های پنهان در شرکت های بزرگ انرژی بر صنعتی، سه تا هشت درصد از کل هزینه های سرمایه گذاری را شکل می دهند. مشکل "دسترسی به سرمایه" دارای دو جزء است: سرمایه ناکافی منابع مالی

موانع مدیریتی: از موانع کلیدی بهینه سازی مصرف انرژی؛ عدم تعهد، ناآگاهی و عدم توجه به بهره وری انرژی توسط مدیریت ارشد شرکت، [11] عدم نفوذ یا قدرت و تاثیر کم مدیر انرژی در سازمان [5,6,12,13,14,15] به حداکثر رساندن خروجی تولید و افزایش گردش مالی شرکت می توان اشاره کرد و نه در تولید بهینه و کاهش هزینه های تولید [16,17,18]. نا آگاهی مدیران ارشد سازمان ها در خصوص منابع بهره وری انرژی می تواند ناشی از نظام های رشد نیافته مدیریت انرژی مانند سیاست ها، نظام های مدیریت زیست محیطی باشد. علاوه بر این، بدون یک نظام موثر، کارکنان کمتر قادر به ابداع و اجرای طرح های نوآورانه برای کاهش مصرف انرژی هستند [19]. عدم اعتماد به میزان کارایی پروژه های بهینه سازی [17,20,21,22] ساختار مدیریت سلسله مراتبی در بسیاری از شرکت ها می تواند مانع ای در به اجرا رساندن پیشنهادات کارکنان در بهره وری انرژی باشد [20]. به نظر می رسد دلایل کلیدی موانع مدیریتی دیگر، مانند ارجحیت بیش از اندازه به تولید، سرمایه گذاری نامناسب و ناکافی، رویه ها، روش ها و سیاست ها و نظام ها و گزارش های محدود فرآیند مدیریت مصرف انرژی، و ساختارهای سلسله مراتبی مدیریت باشد [5,23]. صاحب نظران از جمله موانع کلیدی بهینه سازی را در؛ اهمیت بیشتر مسئله تولید نسبت به انرژی از دیدگاه مدیریت [5,16,17,24] وجود اولویتهای دیگر سرمایه گذاری در سطح شرکت [6,14,19,20]، عدم جایگیری مسائل مربوط به انرژی در گزارشات هسته اصلی مدیریت [5] می دانند.

موانع اطلاعاتی: اطلاعات مربوط به انرژی و منابع در شرکت بسیار مهم می باشد زیرا تنها با این اطلاعات می توان پیشرفت ها را پس از پیاده سازی گزینه های بهینه سازی اندازه گیری نمود. مدیریت زمانی احتمال بیشتری برای ادامه اقدامات مربوط به انرژی را دارد که اطلاعات کمی در صرفه جویی در دسترس باشند [25]. موانع اطلاعات متشکل از موضوعاتی است چون، عدم وجود اطلاعات کافی جهت محاسبه هزینه های سرمایه گذاری در بخش انرژی، اطلاعات و دانش (فنی) ناکافی، نا مناسب بودن شکل اطلاعات مصرف انرژی (به روز/مربوط/ ساده) همچنین دسترسی محدود و یا عدم دسترسی به دانش و اطلاعات در سطح شرکت می شود [6,13,15,21]. بخش بزرگ از پژوهش ها نشان می دهد که مصرف کنندگان اغلب در مورد شرایط بازار، ویژگی های فن آوری و استفاده خود از انرژی اطلاعات بسیار کمی دارند. عدم اطلاع از فرصتهای بهینه سازی مصرف انرژی، فقدان اطلاعات کافی در مورد فن آوری های بالقوه انرژی کارآمد، از سرمایه گذاری در اقدامات صرفه جویی در انرژی جلوگیری می کند [6,13,26]. اطلاعات در مورد عملکرد انرژی و فن آوری کارآمد انرژی وجود دارد. مسئله بعدی دقت و صحت اطلاعات است، به این معنی است که اطلاعات ارائه شده ممکن است همیشه شفاف نباشند [27]. مسئله اطلاعات ناقص زمانی جدی تر می شود که

^۱ asymmetric information

^۲ Stern and Aronson

^۳ Hein and Blok

داخلی، و مشکلات بالقوه در افزایش بودجه از طریق استقراض و یا مسائل مربوط به سهام؛ و غفلت از بهره‌وری انرژی در روش‌های بودجه‌بندی داخلی، همراه با دیگر قوانین سازمانی مانند شرایط سخت دوره بازپرداخت. هر دو مورد موضوع مطالعات نظری و تجربی کثیری بوده‌اند [37,38]

]

موانع سیاست‌گذاری و قانونی: با وجودی که از شرکت‌ها خواسته می‌شود تا مصرف بهینه داشته باشند، سیاست‌های دولت در کاهش مصرف انرژی دارای تاثیر مهمی است. و از آنجمله می‌توان به؛ سیاست‌های محدود، اجرای ضعیف و متضاد سیاست‌های اقتصادی و زیست محیطی در موانع بهینه‌سازی اشاره کرد [5,24,30]. علاوه، اجرای ضعیف قانون و سیاست‌های زیست محیطی مانع بهره‌وری انرژی است. اما مخرب‌ترین امر نسبت به پتانسیل‌های انرژی صنعت، سیاست‌های دولت هستند که تنها با هدف بازدهی سریع اقتصادی در کوتاه مدت برقرار می‌شوند، اما از اثرات زیست محیطی و در نتیجه تهدیدی که برای توسعه اقتصادی و اجتماعی در بلند مدت در پی دارند چشم‌پوشی می‌کنند [5]. یکی دیگر از شایع‌ترین مسئله یارانه‌های دولتی برای فرآورده‌های نفتی می‌باشند [5,15,29].

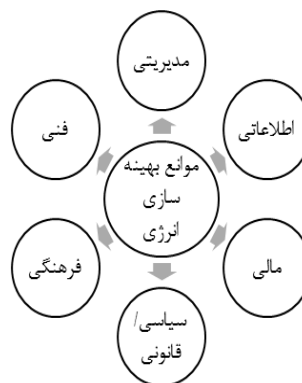
موانع فرهنگی و سازمانی: سان استد و هاورث (۱۹۹۴) بیان می‌کند که "... واضح است که چرا به استثنای تعدادی از برنامه‌های برجسته انرژی، برنامه‌های اطلاعات انرژی تا به امروز منجر به صرفه‌جویی قابل توجهی نشده‌اند". مسئله قابل توجه در اینجا این است که محدود عقلانیت نه تنها ممکن است مانع اضافی را پیش روی صرفه‌جویی در مصرف انرژی قرار دهد، حتی ممکن است در اثر آن انواع خاصی از مداخلات و سیاست‌گذاری‌ها تضعیف شوند. [27]. در درون سازمان‌ها، سوگیری به سمت پروژه‌هایی با دوره جبران هزینه کوتاه مدت، ممکن است از نتایج شکاف انگیزشی باشد. این موضوع در مورد مدیرانی که در پست خود برای دوره‌های نسبتاً کوتاه باقی می‌ماند، بیشتر صادق باشد [39]. در شرکت‌های بزرگ، حتی ممکن است یک سیاست چرخش شغلی وجود داشته باشد. بنابراین، ساختار انگیزه ممکن است نسبت به پروژه‌های با بازده سریع سرازیر شود. استاتمن و سپه [40] به این مسئله اشاره کرده‌اند که، حتی بدون چرخش شغلی، ساختار انگیزه مدیریت به طور معمول به سمت عملکرد کوتاه مدت متمایل است. رابطه مدیر - عامل، به علت عدم وجود اعتماد میان دو طرف در سطوح مختلف یک سازمان یا یک معامله وجود می‌آید. صاحب یک شرکت، که ممکن است در مورد معیارهای خاص سایت برای سرمایه‌گذاری بهره‌وری انرژی به خوبی مطلع نباشد، به دلیل عدم اعتماد به توانایی اجرایی برای پیشبرد چنین سرمایه‌گذاری‌هایی، خواستار نرخ بازگشت سرمایه کوتاه مدت و نرخ مانع بالا برای سرمایه

گذاری بهره‌وری انرژی باشد که منجر به غفلت از سرمایه‌گذاری‌های بهره‌وری انرژی شود که از منظر هزینه‌ای بسیار بهینه می‌باشند [39]. علاوه، چهارها تنها یک تأثیر قوی در اقدامات بهره‌وری انرژی بدون هزینه و اقدامات حفاظت از انرژی دارند [40]. در نتیجه، عدم وجود سیستم و خط‌مشی‌های مدیریت انرژی در سازمان [5,17] و فقدان ارزش‌های مربوط به بهره‌وری انرژی ممکن است اقدامات صورت گرفته جهت بهینه‌سازی را مهار کند. همچنین، اینرسی که افراد و سازمان‌ها همواره پایبند برخی عادات و روتین‌ها می‌باشند، که ممکن است ایجاد تغییرات در این عادات و رفتارها بسیار دشوار باشد. برای این است که به عنوان یک متغیر توضیحی برای "شکاف" معرفی می‌گردد. مردم به منظور کاهش عدم اطمینان و تغییر در محیط خود تلاش می‌کنند و در این راستا مشکلات را نادیده می‌گیرند، همچنین افرادی که به تازگی یک تصمیم مهم اتخاذ کرده‌اند اغلب به دنبال توجیه این تصمیم و متقاعد کردن خود و دیگران به درست بودن این تصمیم هستند [41].

موانع فنی: نیاز به طراحی و ساخت ماشین‌آلات صنعتی با بهره‌وری انرژی بالا، قابلیت اطمینان، انعطاف‌پذیری و دقت در جهت افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌ها به صورت پایدار افزایش یافته است. بنابراین، متخصصان با توجه به مشخصات سخت‌تر، پیچیده‌تر، به منظور ارائه تجهیزات و ماشین‌آلات با کارایی بالا در کوتاه‌ترین زمان با چالش‌های متعددی روبرو شده‌اند. همچنانکه ماشین‌آلات پیچیده‌تر می‌شوند، طراحی مبتنی بر مدل جوامع علمی و صنعتی را به چالش در طراحی سیستم‌های میکاترونیک کشیده است آقاجانی و همکاران [42] در مطالعات خود شش عامل و ۲۶ شاخص را از دسته عوامل فنی موثر در بهره‌وری انرژی می‌دانند. برخی از شاخص‌های فنی شامل؛ پایین آوردن درجه حرارت تخطال خروجی کوره پیشگرم، بازیافت حرارت در سیستم‌های فشرده، استفاده از راه‌اندازهای ستاره-مثلث، نت سیستم‌های فشرده، جبران توان راکتیو با بانکهای خازنی و ... [42,43] در مطالعه بهره‌وری انرژی در صنعت سیمان سه شاخص سولو، کنداب و ترانسلوگ را موثر می‌دانند. همینطور اندرسون [45] در صنعت فولاد بهبود انرژی را در روش احیای سیستم کوره بلند می‌دانند. حاجی محمد و جعفری نو [46] بهینه‌سازی انرژی در صنایع پتروشیمی را طی دو مرحله بهبود سیستم و امکان جایگزینی حامل‌های انرژی بررسی می‌کند. موجودی، امین دوست و نیکبخت [47] به مطالعه بهینه‌سازی انرژی صنعت سیمان می‌پردازند و به ده عامل فنی از جمله؛ استفاده از درایور متغیر، کاهش افت حرارتی از کوره پیشگرم، استفاده از مشعل‌های بازیاب برای حرارت کوره و کاهش دمای خروجی، تزریق اکسیژن کافی، پایین آوردن تعداد توقفات برای پایین آوردن زمان ذوب، خنک‌سازی هوا در ورودی می‌پردازند.

۳- چارچوب مفهومی پژوهش

پس از مرور ادبیات در حوزه تنگناهای بهینه سازی مصرف انرژی الکتریکی و همچنین پس از مصاحبه با صاحب نظران و کارشناسان صنعت برق و الکترونیک مدل مفهومی موانع بهینه سازی انرژی الکتریکی مشترکین صنعتی با ۶ مؤلفه مدیریتی، اطلاعاتی، مالی، سیاست گذاری/ قانونی، فرهنگی/ سازمانی و فنی/ فناوریانه در شکل ۱ آمده است.



شکل ۱: چارچوب مفهومی پژوهش (وکیل الرعایا، صباغ، ۱۳۹۷)

۴- روش شناسی و طرح پژوهش:

روش تحقیق حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر ماهیت روش، توصیفی- پیمایشی است. جامعه آماری، متشکل از شرکت های فروسیلیس ایران، کلران، سیمان شاهرود، فولادکویر دامغان، فولاد فجر سمنان و شرکت برق منطقه ای سمنان می باشد. برای تدوین اولیه الگوی موانع بهینه سازی انرژی الکتریکی مشترکین صنعتی در بخش کیفی، تعداد ۳۵ نفر از کارشناسان و متخصصان حوزه برق و الکترونیک به عنوان مشارکت کنندگان بالقوه با روش نمونه گیری هدفمند صاحب نظران کلیدی** و تکنیک اشباع نظری** در این پژوهش انتخاب شدند. به منظور گردآوری داده ها در پژوهش حاضر علاوه بر اینکه با ۳۵ نفر از متخصصین امر برق و الکترونیک مصاحبه ای نیمه ساختار یافته انجام شد؛ از اسناد و منابع مختلفی همچون کتب، پایان نامه ها، مجلات فارسی و انگلیسی برای استخراج مضمون های پایه، سازمان دهنده و فراگیر الگوی کیفی موانع بهینه سازی انرژی الکتریکی برق منطقه ای سمنان استفاده شد. به دلیل این که تعداد متغیرها شناسایی شده زیاد می باشد و به منظور شناسایی متغیرها و کاهش ورودی ها و هم چنین تعیین اهمیت ورودی ها نسبت به هم، محدودیت وزنی در مدل اعمال خواهند شد. برای انجام این کار پرسش نامه ای با ۵۴ سوال (که هر سوال بیانگر یک متغیر می باشد) طراحی گردید و ۳۵ پرسش نامه که به تعداد پاسخ دهندگان ارسد می باشد، در اختیار آن ها قرار گرفت که تمام پرسش نامه ها جامع و کامل به

دست آمد. این پرسش نامه ها بر اساس ۵ طیف لیکرت از فوق العاده مهم تا بی اهمیت قید شده است. حال بعد از پخش و جمع آوری پرسش نامه، جهت تعیین مهم ترین موانع از روش دلفی فاز استفاده شد که گام های آن در ادامه آمده است.

❖ روش دلفی فاز:

روش دلفی فاز در دهه ۱۹۸۰ میلادی توسط کافمن و گوپتا ابداع شد (لین و چنگ^{§§}، ۲۰۰۲). کاربرد این روش به منظور تصمیم گیری و اجماع بر مسائلی که اهداف و پارامترها به صراحت مشخص نیستند، منجر به نتایج بسیار ارزنده ای می شود. ویژگی این روش، ارائه چارچوبی انعطاف پذیر است که بسیاری از موانع مربوط به عدم دقت و صراحت را تحت پوشش قرار می دهد. اغلب عدم قطعیت در نظرات خبرگان وجود دارد. بنابراین بهتر است داده ها به جای اعداد قطعی با اعداد فازی نمایش داده شوند و از مجموعه های فازی برای تحلیل نظرات خبرگان استفاده گردد. مراحل اجرایی روش دلفی فاز در واقع ترکیبی از اجرای روش دلفی و انجام تحلیل ها بر روی اطلاعات با استفاده از تعاریف نظریه مجموعه های فازی است که به صورت زیر می باشد:

- ۱- انتخاب خبرگان و تشریح مسئله برای آنها
 - ۲- تهیه پرسش نامه و ارسال آن برای خبرگان
 - ۳- دریافت نظر خبرگان و تجزیه و تحلیل آنها : در این مرحله پرسش نامه به اعضای گروه خبره ارسال شده و میزان موافقت آنها با هر کدام از مؤلفه ها اخذ شده و نقطه نظرات پیشنهادی و اصلاحی جمع بندی می گردد. با توجه به سوالات پرسشنامه و متغیرهای زبانی تعریف شده در پرسشنامه، میانگین فازی هر کدام از مؤلفه ها با توجه به روابط زیر محاسبه می شود (لین و چنگ، ۲۰۰۲).
- رابطه (۱):

$$A_i = (a_1^{(i)}, a_2^{(i)}, a_3^{(i)}), i = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$A_{ave} = (m_1, m_2, m_3) = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_1^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_2^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_3^{(i)} \right)$$

رابطه (۲):

Lin **
chaing §§

**Critical case
††Theoretical Saturation

تأثیر خیلی کم	1	(0, 0.25, 0.5)
بدون تأثیر	0	(0, 0, 0.25)

گام ۲: نرمال سازی ماتریس روابط مستقیم از طریق روابط ۱ و ۲:

$$\tilde{X} = K \cdot A \quad (1)$$

$$k = \min_{i,j} \left[\frac{1}{\max_{i,j} \sum_{j=1}^n \tilde{a}_{ij}}, \frac{1}{\max_{i,j} \sum_{i=1}^n \tilde{a}_{ij}} \right] \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

گام ۳: محاسبه ماتریس روابط کلی با رابطه ۳:

$$\tilde{R} = \tilde{X}(I - \tilde{X})^{-1} \quad (3)$$

گام ۴: تعیین بردار $\tilde{D}$ و $\tilde{R}$ از طریق روابط ۴ تا ۶:

$$(\tilde{R})^T = [\tilde{r}_{ij}] n \times n, \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

$$\tilde{D} = [\sum_{j=1}^n \tilde{r}_{ij}] = [\tilde{r}_i] n \times 1$$

$$(\tilde{R})^T = [\sum_{i=1}^n \tilde{r}_{ij}] = [\tilde{r}_j] 1 \times n \quad (5)$$

گام ۵: محاسبه $(\tilde{D} + \tilde{R})$ و $(\tilde{D} - \tilde{R})$ و ترسیم نقشه روابط تأثیرات در محور مختصات.

برای مشخص کردن ارتباط بین فاکتورها باید با توجه به فرض های این تکنیک و به روش زیر عمل کنیم:

۱. اگر عاملی کمترین $(\tilde{D} - \tilde{R}) < 0$ باشد و $(\tilde{D} + \tilde{R}) = \alpha$ بنابراین گفته می شود که آن عامل مشکل اصلی مسئله موردنظر است و باید حل شود.

۲. اگر عاملی بیشترین $(\tilde{D} - \tilde{R}) > 0$ باشد و $(\tilde{D} + \tilde{R}) = \alpha$ بنابراین گفته می شود که آن عاملی ست که مشکل هسته ای مسئله موردنظر را حل می کند و باید در اولویت قرار گیرد.

❖ فرایند تحلیل شبکه ای فازی:

روش فرایند تحلیل شبکه در سال ۱۹۹۶ توسط ساعتی برای تصمیم گیری چند معیاره ارائه شده است و هدف از ارائه آن ساختن مدلی است که از طریق آن بتوان مسائل پیچیده تصمیم گیری چند معیاره را به صورت اجزا کوچکتر تجزیه نموده و به واسطه مقدار دهی معقولانه به اجزای ساده تر و سپس ادغام این مقادیر، تصمیم گیری نهایی را انجام داد. این روش دارای دو قسمت اصلی می باشد قسمت اول شامل دسته هایی مرکب از معیارهای اصلی و زیر معیارها و نیز دسته جایگزین می باشد و قسمت دوم شامل شبکه ای از بردارها و کمانها که نشانه وابستگی ها و همبستگی ها و نیز بازخوردهای موجود در سیستم تصمیم گیری است. این روش در نهایت بر پایه انجام

در رابطه ۱، A^i بیانگر دیدگاه خبره i ام و در رابطه ۲، A^{ave} بیانگر میانگین دیدگاه های خبرگان است. $a_1^{(i)}, a_2^{(i)}, a_3^{(i)}$ نیز نشانگر عدد فازی می باشند.

۴- در این گام نقطه نظر قبلی هر فرد و میزان اختلاف آنها با میانگین دیدگاه سایرین به همراه پرسشنامه دور بعدی مجدداً برای خبرگان ارسال می شود.

۵- پس از اجرای نظرسنجی دور جدید، با توجه به دیدگاه های ارائه شده در مرحله اول و مقایسه آنها با نتایج دور جدید، چنانچه اختلاف بین دو مرحله کمتر از حد آستانه ۰/۲ بود، فرایند نظرسنجی متوقف می شود. حد اختلاف از رابطه زیر محاسبه می گردد:

رابطه (۳):

$$s(A_{m2}, A_{m1}) = \frac{1}{3} [(a_{m21} + a_{m22} + a_{m23}) - (a_{m11} + a_{m12} + a_{m13})]$$

اگر اختلاف بین دو مرحله از حد آستانه بیشتر بود، مجدداً به گام ۴ باز می گردیم.

۶- اگر اختلاف بین دو مرحله از حد آستانه کمتر بود، فرایند دلفی فازی خاتمه می یابد.

۷- روش دیمتل فازی:

روش DEMATEL فازی، ساختار تأثیرات میان معیارها را بررسی نموده و سعی بر حل مسئله پیش روی سازمان ها و بهبود آن با بکارگیری تصمیم گیری گروهی در شرایط فازی دارد (زینگ*** و چی یو***، ۲۰۱۲) گام های این روش به شرح زیر است:

گام ۱: ایجاد ماتریس روابط مستقیم فازی از طریق تعیین تأثیر معیار i بر j با راهنمایی جدول ۱

جدول ۱ مقیاسهای زبانی برای مقایسات زوجی

اعداد فازی	واژه های زبانی برای مقایسات زوجی
(1, 1, 0.75)	4 تأثیر خیلی بالا
(1, 0.75, 0.5)	3 تأثیر بالا
(0.75, 0.5, 0.25)	2 تأثیر پایین

Tzeng ***
Chi yo ***

مقایسات زوجی که مشابه با مقایسات انجام گرفته در روش AHP، عمل می نماید، است. نتیجه این محاسبات یک سوپرماتریس است که پس از محاسبه روابط سوپرماتریس و ارزیابی های مفهومی امکان رتبه بندی هر معیار بر اساس وزن، وجود خواهد داشت. در این تحقیق به منظور انجام مقایسات زوجی فاکتورهای مدل از روش فازی که به منظور در نظر گرفتن مسائل ذهنی و عدم قطعیت در حوزه تصمیم گیری بکار گرفته می شود و از قابلیت اعتبار بالاتری نسبت به روشهای مشابه برخوردار است استفاده گردیده است (ساعتی، ۲۰۰۸)

در این مرحله از ماتریس نرمالیزه شده روابط کلی روش DEMATEL کمک گرفته می شود. بعد از نرمالیزه شدن، سوپر ماتریس موزون را از طریق رابطه $\lim_{k \rightarrow \infty} (W^k)^x$ همگرا کرده تا سوپر ماتریس حددار تشکیل گردد و در نهایت اوزان نهایی از طریق روش DANP مشخص شود.

یافته های تحقیق

• ارزیابی و انتخاب موانع

به منظور شناسایی موانع اثرگذار، از مقالات مختلف و طی جلسات با خبرگان شاخص استخراج گردید. به دلیل این که تعداد متغیرها شناسایی شده زیاد می باشد و به منظور شناسایی متغیرها و کاهش ورودی ها و هم چنین تعیین اهمیت ورودی ها نسبت به هم، محدودیت وزنی در مدل اعمال شد. برای انجام این کار پرسش نامه ای با ۵۴ سوال (که هر سوال بیانگر یک متغیر می باشد) طراحی گردید و ۳۵ پرسش نامه که به تعداد پاسخ دهندگان ارشد می باشد، در اختیار آن ها قرار گرفت که تمام پرسش نامه ها جامع و کامل به دست آمد. این پرسش نامه ها به صورت کیفی و بر اساس ۵ طیف لیکرت از فوق العاده مهم تا بی اهمیت قید شده است. حال بعد از پخش و جمع آوری پرسش نامه، جهت تعیین مهم ترین موانع از روش دلفی فازی^{□□□} استفاده شد که گام های آن در ادامه آمده است.

• نظر سنجی مرحله نخست

در این مرحله مدل مفهومی ارائه شده همراه با شرح زیر معیارها به اعضای گروه خبره ارسال گردیده و میزان موافقت آن ها با هر کدام از معیارها اخذ شده و نقطه نظرات پیشنهادی و اصلاحی آنها تقسیم بندی شده است. میانگین قطعی بدست آمده نشان دهنده شدت موافقت خبرگان با هر کدام از معیارهای پژوهش می باشد.

نظر سنجی مرحله دوم:

□□□ اغلب عدم قطعیت در نظرات خبرگان وجود دارد. بنابر این بهتر است داده ها به جای اعداد قطعی با اعداد فازی نمایش داده شوند و از مجموعه های فازی برای تحلیل نظرات نخبگان استفاده گردد.

در این مرحله پرسشنامه دوم تهیه گردیده و همراه با نقطه نظر قبلی هر فرد و میزان اختلاف آنها با دیدگاه سایر خبرگان، مجدداً به اعضای گروه خبره ارسال گردید. در مرحله دوم اعضای گروه خبره با توجه به نقطه نظرات سایر اعضای گروه مجدداً به سوالات ارائه شده پاسخ دادند. با توجه به دیدگاههای ارائه شده در مرحله اول و مقایسه آن با نتایج این مرحله، در صورتی که اختلاف بین دو مرحله کمتر از حد آستانه ۰/۲ باشد در این صورت فرایند نظرسنجی متوقف می شود. نتایج نشان داد برخی از مولفه ها اعضای گروه خبره به وحدت نظر رسیده اند و میزان اختلاف نظر در مراحل اول و دوم کمتر از حد آستانه ۰/۲ بوده لذا نظرسنجی در خصوص مولفه های فوق متوقف گردید. از بین مولفه های اشاره شده مولفه هایی که میانگین غیرفازی شده نظرات خبرگان کمتر از ۸ باشد از مدل مفهومی تحقیق حذف گردید. در این مرحله ۳۶ مولفه مورد متوقف گردیده و نظرسنجی در مورد ۹ مولفه باقیمانده باید صورت بگیرد که در مرحله سوم انجام می شود.

• نظر سنجی مرحله سوم

در این مرحله ضمن اعمال تغییرات لازم در مولفه های مدل، پرسشنامه سوم تهیه گردیده و همراه با نقطه نظر قبلی هر فرد و میزان اختلاف آنها با میانگین دیدگاه سایر خبرگان، مجدداً به خبرگان ارسال گردید، نتایج در این مرحله نشان داد میزان اختلاف نظر خبرگان در مراحل دوم و سوم کمتر از حد آستانه ۰/۲ می باشد و لذا نظرسنجی متوقف شد.

بنابراین در طی سه مرحله نظرسنجی از ۴۵ مولفه، ۱۵ مولفه از مدل مفهومی نهایی تحقیق حذف گردیده و مدل نهایی دارای ۳۰ مولفه گردید که در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲ موانع اصلی و فرعی بهینه سازی انرژی الکتریکی مشترکین صنعتی

موانع اصلی	موانع فرعی	نشان اختصاری
موانع سیاست گذاری/ قانونی	نهادهای سیاست گذار متعدد	C11
	سیاست گذاری ضعیف	C12
	دستورالعمل های ضعیف	C13
	حمایت مالی محدود	C14
	اجرای ضعیف قوانین	C15
موانع اطلاعاتی / تکنولوژیکی	سیستم های اندازه گیری ناکارآمد	C21
	اطلاعات ناکافی جهت محاسبه هزینه ها	C22
	اطلاعات ارائه شده نادقیق	C23
	اطلاعات کم در صرفه جویی	C24
	نا مناسب بودن شکل اطلاعات	C25
موانع مالی	دسترسی محدود به منابع تامین	C31
	هزینه های سرشار	C32
	عدم اطمینان از قیمت	C33
	تامین مالی ضعیف	C34
	دوره بازگشت سرمایه	C35
موانع مدیریتی	کم اهمیت بودن برای مدیریت	C41
	قدرت و نفوذ کم مدیریت	C42
	سرمایه گذاری ضعیف	C43
	اعتماد کم به کارایی بهینه سازی	C44
	تمرکز پایین به مدیریت تقاضای انرژی	C45
موانع فرهنگی/ سازمانی	سیاست های ضعیف زیست محیطی	C51
	مقاومت در برابر تغییرات	C52
	تصمیم گیری های نامناسب	C53
	خط - مشی های ضعیف مدیریت انرژی	C54
	هنجارها	C55
موانع فنی	استفاده از راه اندازهای ستاره-مثلث	C61
	پایین آوردن درجه حرارت	C62
	پایش تغییرات مصرف انرژی	C63
	نت	C64
	باز یافت حرارت	C65

متغیرهای زبان شناختی استفاده می شود. جدول ۳ اعداد دیفازی شده مقادیر اثرگذاری ($\bar{D}$)، اثرپذیری ($\bar{R}$)، اهمیت ($\bar{D} + \bar{R}$) و اثرگذاری و اثرپذیری خالص ($\bar{D} - \bar{R}$) برای موانع اصلی و جدول برای زیر موانع را نشان می دهد.

نتایج حاصل از دیمتل فازی

DEMATEL برای ارائه روابط موقت ساختاری موجود در مشکلات پیچیده استفاده می شود. با وجودی که DEMATEL می تواند برای حل مشکلات چند معیاره استفاده شود، قضاوت ها و ترجیحات افراد به طور دقیق بسیار دشوار است. بدین منظور، DEMATEL فازی که از

جدول ۳ اهمیت و تأثیرگذاری معیارها

نتیجه	$\bar{D} - \bar{R}$	$\bar{D} + \bar{R}$	$\bar{R}$	$\bar{D}$	موانع
اثرگذارترین	1.002	3.43	1.214	2.216	موانع سیاست گذاری/ قانونی
اثرپذیر	-0.093	3.367	1.73	1.637	موانع اطلاعاتی / تکنولوژیکی
اثرگذار	0.437	3.371	1.467	1.904	موانع مالی
اثرگذار	0.672	3.27	1.299	1.971	موانع مدیریتی
اثرپذیر	-0.869	3.7	2.285	1.415	موانع فرهنگی/ سازمانی
اثرپذیرترین	-1.148	3.703	2.426	1.277	موانع فنی

بر اساس جدول ۳ اگر برای یک شاخص مقدار $\bar{D}-\bar{R}$ مثبت شود، آن شاخص، اثرگذار و اگر مقدار $\bar{D}-\bar{R}$ منفی شود، آن شاخص، اثرپذیر می باشد؛ بنابراین در بین موانع اصلی "موانع سیاست گذاری/ قانونی" با مقدار اثرگذاری ۱/۰۰۲ تأثیرگذارترین و "موانع فنی" با مقدار اثرپذیری خالص برابر با ۰/۱۴۸ - تأثیرپذیرترین مانع می باشد. به طور کلی $\bar{D}-\bar{R}$ مثبت، عامل علی و $\bar{D}-\bar{R}$ منفی، عامل معلول

اثرپذیر محسوب می شود. بنابراین موانع "موانع سیاست گذاری/ قانونی"، "موانع مدیریتی"، "موانع مالی" علت هستند و موجب موانع بهینه سازی انرژی الکتریکی مشترکین صنعتی شده است و موانع "موانع اطلاعاتی / تکنولوژیکی"، "موانع فرهنگی/ سازمانی" و "موانع فنی" معلول هستند که خود تحت تاثیر موانع علی می باشند. همچنین جدول ۴-۱۰ مقدار $\bar{D}-\bar{R}$ برای زیر موانع را نشان می دهد.

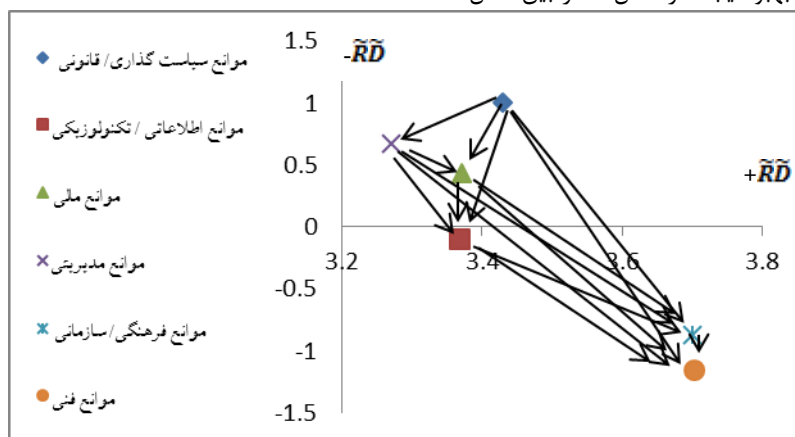
جدول ۴. اهمیت و تأثیرگذاری موانع فرعی

نتیجه	$\bar{D} - \bar{R}$	$\bar{D} + \bar{R}$	$\bar{R}$	$\bar{D}$	نشان اختصاری	موانع فرعی	موانع اصلی
اثرگذار	0.08	0.608	0.264	0.344	C11	نهادهای سیاست گذار متعدد	موانع سیاست گذاری/ قانونی
اثرگذار	0.053	0.638	0.292	0.346	C12	سیاست گذاری ضعیف	
اثرپذیر	-0.003	0.624	0.313	0.311	C13	دستورالعمل های ضعیف	
اثرپذیر	-0.05	0.609	0.33	0.279	C14	حمایت مالی محدود	
اثرپذیر	-0.08	0.562	0.321	0.241	C15	اجرای ضعیف قوانین	
اثرگذار	0.043	0.597	0.277	0.32	C21	سیستم های اندازه گیری ناکارآمد	موانع اطلاعاتی / تکنولوژیکی
اثرپذیر	-0.005	0.469	0.237	0.232	C22	اطلاعات ناکافی جهت محاسبه هزینه ها	
اثرپذیر	-0.026	0.479	0.252	0.227	C23	اطلاعات ارائه شده نادقیق	
اثرپذیر	-0.048	0.429	0.238	0.19	C24	اطلاعات کم در صرفه جویی	
اثرگذار	0.035	0.608	0.286	0.322	C25	نا مناسب بودن شکل اطلاعات	
اثرگذار	0.004	0.624	0.31	0.314	C31	دسترسی محدود به منابع تامین	موانع مالی
اثرپذیر	-0.009	0.613	0.311	0.302	C32	هزینه های سربار	
اثرگذار	0.014	0.604	0.295	0.309	C33	عدم اطمینان از قیمت	
اثرگذار	0.011	0.6	0.294	0.306	C34	تامین مالی ضعیف	
اثرپذیر	-0.021	0.573	0.297	0.276	C35	دوره بازگشت سرمایه	
اثرگذار	0.03	0.538	0.254	0.284	C41	کم اهمیت بودن برای مدیریت	موانع مدیریتی
اثرگذار	0.042	0.463	0.211	0.252	C42	قدرت و نفوذ کم مدیریت	
اثرپذیر	-0.04	0.432	0.236	0.196	C43	سرمایه گذاری ضعیف	
اثرپذیر	-0.007	0.431	0.219	0.212	C44	اعتماد کم به کارایی بهینه سازی	

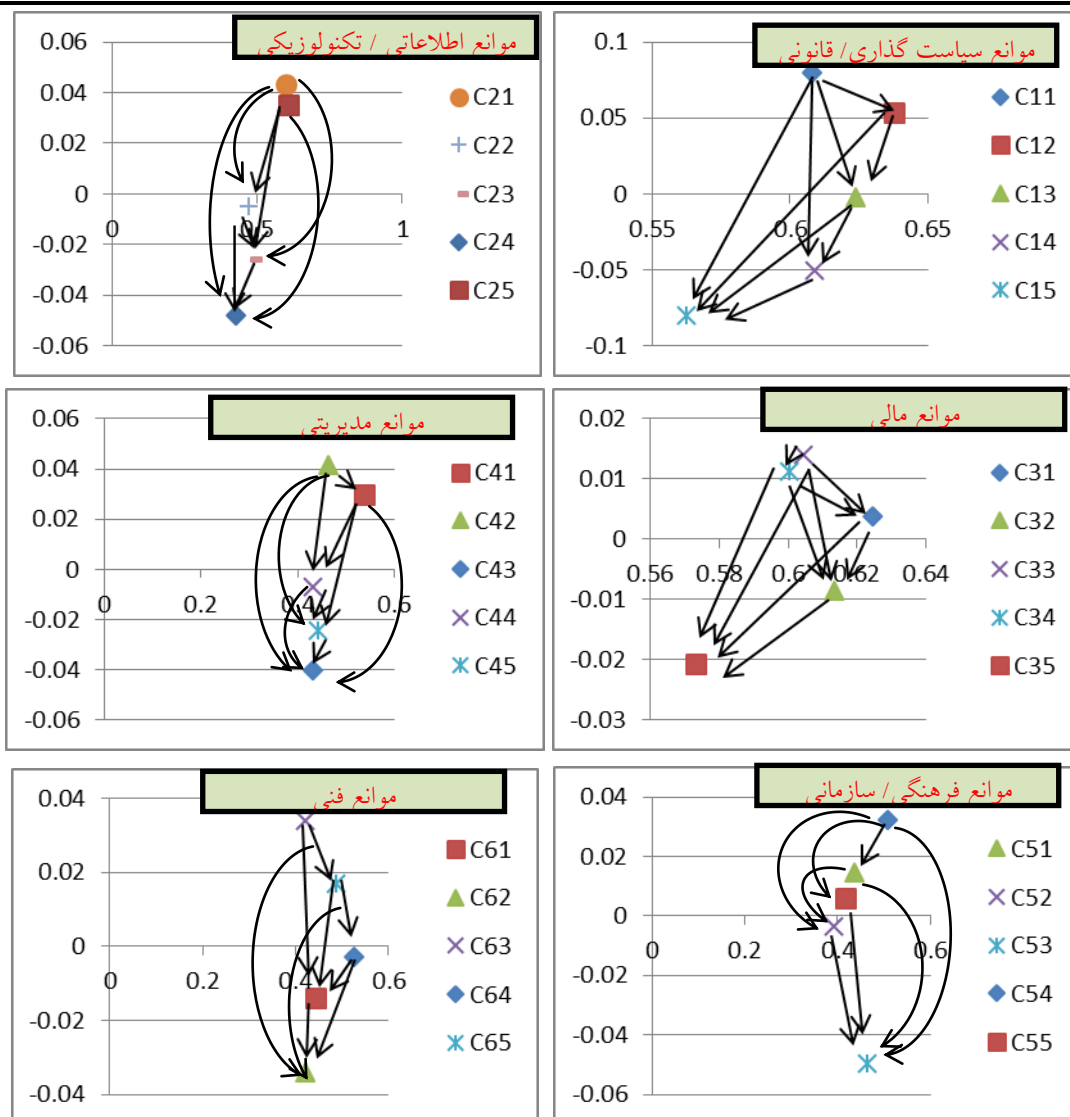
	تمرکز پایین به مدیریت تقاضای انرژی	C45	0.208	0.233	0.441	-0.024	اثرپذیر
موانع فرهنگی / سازمانی	سیاست های ضعیف زیست محیطی	C51	0.225	0.21	0.435	0.015	اثرگذار
	مقاومت در برابر تغییرات	C52	0.194	0.198	0.392	-0.003	اثرپذیر
	تصمیم گیری های نامناسب	C53	0.207	0.257	0.464	-0.049	اثرپذیر
	خط مشی های ضعیف مدیریت انرژی	C54	0.27	0.238	0.508	0.032	اثرگذار
	هنگامها	C55	0.212	0.206	0.417	0.006	اثرگذار
موانع فنی	استفاده از راه اندازهای ستاره-مثلث	C61	0.214	0.228	0.442	-0.014	اثرپذیر
	پایین آوردن درجه حرارت	C62	0.193	0.228	0.421	-0.034	اثرپذیر
	پایش تغییرات مصرف انرژی	C63	0.227	0.194	0.421	0.034	اثرگذار
	نت	C64	0.262	0.265	0.526	-0.003	اثرپذیر
	بازیافت حرارت	C65	0.252	0.235	0.487	0.017	اثرگذار

سیاست گذاری / قانونی، زیر عامل نهادهای سیاست گذاری متعدد، بر سیاست گذاری ضعیف، دستورالعمل های ضعیف، حمایت بی محدود و اجرای ضعیف قوانین اثر گذار است. بعبارت دیگر تعدد نهادهای سیاست گذاری مانع تصمیم گیری و تصمیم سازی در بهینه سازی مصرف انرژی الکتریکی است. در بین عامل مدیریتی، زیر عامل قدرت و نفوذ کم مدیریت بر سایر زیر عوامل اثرگذار است. بعبارت دیگر، بدون تعهد مدیریت بهینه سازی مصرف انرژی یک مبارزه سخت است. همینطور در بین عامل مالی، زیر عامل تامین مالی ضعیف بر سایر زیر عوامل اثرگذار است. این گزینه نیاز به سرمایه گذاری بالایی دارد و شرکت ها بسادگی قارد به تامین منابع مالی نیستند که این عامل علت ایجاد شکاف بین آنچه که مدیریت میخواهد انجام دهد و مقداری که مایل به خرج کردن آن است می باشد. همچنین شکل دو بیانگر آنست که در بین عامل فرهنگی، زیر عامل خط مشی های ضعیف مدیریت انرژی بر سایر زیر عامل ها چون؛ مقاومت در مقابل تغییر، هنگامها، تصمیم گیری های نامناسب و سیاست های ضعیف اثر گذار است.

شکل ۱ هم میزان اهمیت و تأثیرگذاری و تأثیرپذیری بین موانع را نشان می دهد. محور افقی نمودار اهمیت موانع و محور عمودی تأثیرگذاری یا تأثیرپذیری موانع را نشان می دهد. در این شکل نمودار مرکز روابط و نحوه تعاملات بین موانع اصلی را نشان می دهد که نحوه تعاملات بین موانع آن ها مشخص شده است. همانگونه که این نمودار نشان می دهد در بالاترین نقطه محور مختصات موانع "موانع سیاست گذاری / قانونی" قرار دارد که دارای بیشترین مقدار D-R است. همچنین موانع "موانع فنی" با کمترین مقدار D-R در پایین ترین نقطه محور مختصات قرار دارد که نشان دهنده تأثیرپذیرترین موانع است. به طور کلی موانع بالای محور مختصات علی و موانع پایین محور مختصات معلول هستند. همانگونه که شکل ۱ نشان می دهد "موانع سیاست گذاری / قانونی"، "موانع مدیریتی"، "موانع مالی" علت هستند و موجب موانع بهینه سازی انرژی الکتریکی مشترکین صنعتی شده است و موانع "موانع اطلاعاتی / تکنولوژیکی"، "موانع فرهنگی / سازمانی" و "موانع فنی" معلول هستند که خود تحت تأثیر موانع علی می باشند. همانگونه که شکل نشان می دهد عامل فنی از عوامل سیاست گذاری، تکنولوژیکی، مالی، مدیریتی و فرهنگی اثر می پذیرد و بر هیچ از عوامل اثر نمی گذارد. این عامل موجب مسئله شده است که باید بهبود یابد. در شکل ۲ در بین عامل



شکل ۱. نمودار علی و معلولی و روابط بین موانع



شکل ۲. نمودار علی و معلولی و روابط بین زیر موانع

شود. با به دست آمدن سوپرماتریس حددار، وزن موانع و موانع فرعی مشخص و به دست می آید که در جدول ۵ آمده است.

نتایج حاصل از فرآیند تحلیل شبکه‌ای در این مطالعه بر اساس ماتریس روابط کلی که میزان اثرگذاری و اثرپذیری موانع را نشان می دهد اقدام به حل ANP فازی می

جدول ۵. وزن و اولویت موانع بهینه سازی انرژی الکتریکی مشترکین صنعتی

وزن و اولویت اصلی موانع	موانع فرعی	کد	وزن و اولویت نسبی زیر موانع	وزن و اولویت نهایی زیر موانع
موانع سیاست گذاری / قانونی	نهادهای سیاست گذار متعدد	C11	0.1583 5	0.01757 30
	سیاست گذاری ضعیف	C12	0.1783 4	0.01978 26
	دستورالعمل های ضعیف	C13	0.206 3	0.02286 24
	حمایت مالی محدود	C14	0.2461 1	0.0273 15

	اجرای ضعیف قوانین	C15	0.2114	2	0.02345	22
موانع اطلاعاتی / تکنولوژیکی	سیستم های اندازه گیری ناکارآمد	C21	0.2419	2	0.03706	11
	اطلاعات ناکافی جهت محاسبه هزینه ها	C22	0.1746	4	0.02675	17
	اطلاعات ارائه شده نادقیق	C23	0.1821	3	0.02789	14
	اطلاعات کم در صرفه جویی	C24	0.1554	5	0.02381	21
	نا مناسب بودن شکل اطلاعات	C25	0.246	1	0.03768	10
موانع مالی	دسترسی محدود به منابع تامین	C31	0.2134	2	0.02699	16
	هزینه های سرشار	C32	0.2206	1	0.02792	13
	عدم اطمینان از قیمت	C33	0.1954	3	0.02472	19
	تامین مالی ضعیف	C34	0.1924	4	0.02434	20
	دوره بازگشت سرمایه	C35	0.1782	5	0.02254	25
موانع مدیریتی	کم اهمیت بودن برای مدیریت	C41	0.2416	1	0.02562	18
	قدرت و نفوذ کم مدیریت	C42	0.1833	3	0.01943	27
	سرمایه گذاری ضعیف	C43	0.2192	2	0.02324	23
	اعتماد کم به کارایی بهینه سازی	C44	0.1763	5	0.01869	29
	تمرکز پایین به مدیریت تقاضای انرژی	C45	0.1797	4	0.01905	28
موانع فرهنگی / سازمانی	سیاست های ضعیف زیست محیطی	C51	0.1698	4	0.04025	9
	مقاومت در برابر تغییرات	C52	0.154	5	0.03652	12
	تصمیم گیری های نامناسب	C53	0.2576	1	0.06107	2
	خط مشی های ضعیف مدیریت انرژی	C54	0.2102	2	0.04983	5
	هنجارها	C55	0.2084	3	0.0494	6
موانع فنی	استفاده از راه اندازهای ستاره- مثلث	C61	0.201	3	0.05352	4
	پایین آوردن درجه حرارت	C62	0.2111	2	0.05621	3
	پایش تغییرات مصرف انرژی	C63	0.1663	4	0.04428	8
	تعمیرات و نگهداری	C64	0.2474	1	0.06586	1
	بازیافت حرارت	C65	0.1742	5	0.04637	7

در بین موانع " موانع مالی"، موانع "هزینه های سرشار" مهمترین موانع در جهت بهینه سازی انرژی الکتریکی مشترکین صنعتی شده است.

در بین موانع " موانع مدیریتی"، موانع " کم اهمیت بودن برای مدیریت" دارای اولویت اول در بین موانع فرعی مدیریتی دارد.

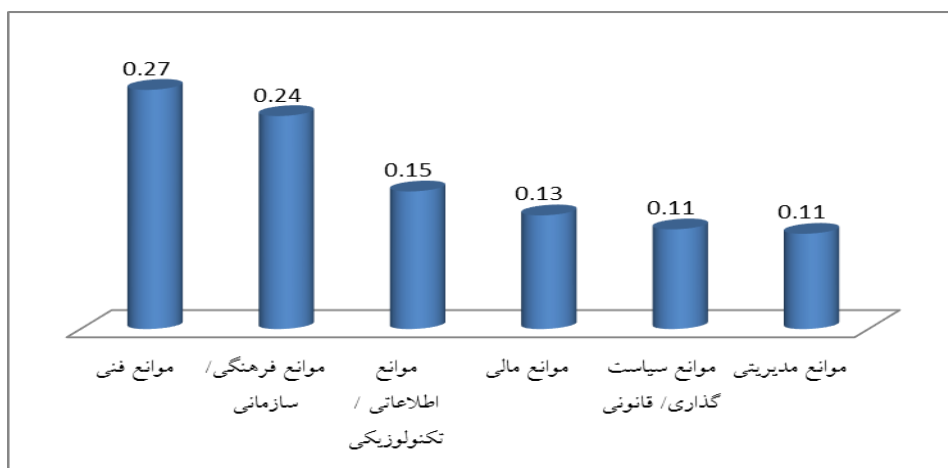
همانگونه که جدول ۵ نشان می دهد در بین موانع اصلی، موانع " موانع فنی " با وزن ۰/۲۶۶ دارای بیشترین وزن و اهمیت را دارد.

در بین موانع "موانع سیاست گذاری/ قانونی"، موانع " حمایت مالی محدود" بیشترین ضعف می باشد و در اولویت اول قرار دارد.

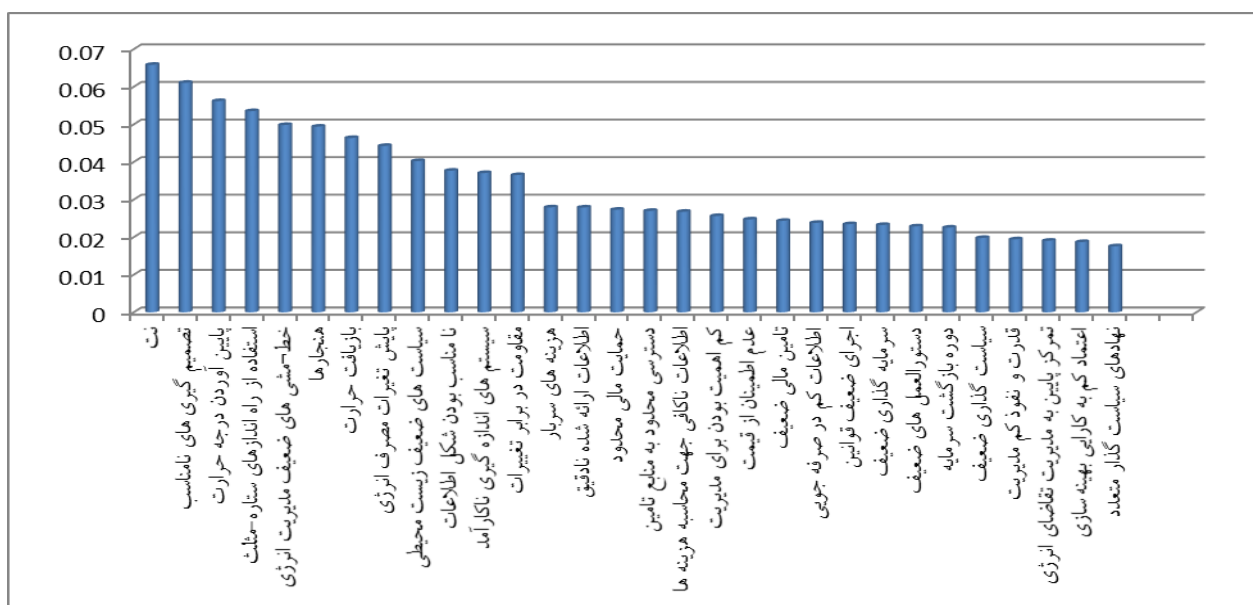
در بین موانع " موانع اطلاعاتی / تکنولوژیکی"، موانع " نا مناسب بودن شکل اطلاعات" دارای بیشترین وزن و اولویت اول در بین موانع مدیریتی دارد.

حرارت " اولویت سوم، " استفاده از راه اندازهای ستاره-مثلت " اولویت چهارم و " خط-مشی های ضعیف مدیریت انرژی " اولویت پنجم و در نهایت " هنجارها " اولویت ششم در بین ۳۰ زیرمعیار کسب کردند که تقریباً ۳۳/۵۸٪ از وزن کل موانع فرعی را به خود اختصاص دادند و این نشان از اهمیت بسیار این زیرمعیار هاست. شکل ۳ نمودار اولویت موانع اصلی و شکل ۴ نمودار اولویت نهایی زیر موانع به روش F.A.N.P را نشان می دهد.

موانع " تصمیم گیری های نامناسب " در بین موانع " موانع فرهنگی/ سازمانی " دارای اولویت اول است و مهمترین موانع در این بخش می باشد. موانع " نت " در بین موانع فرعی " موانع فنی " دارای بیشترین اهمیت و وزن است و اولویت اول را کسب کرده است. در بین تمامی موانع نیز " نت " دارای اولویت اول است. موانع " تصمیم گیری های نامناسب " دارای اولویت دوم، " پایین آوردن درجه



شکل ۳ نمودار اولویت نسبی موانع اصلی



شکل ۴ نمودار اولویت نهایی موانع فرعی

نتایج بیانگر آنست که وجود مشکلات فنی و تکنولوژیکی در بهینه سازی انرژی الکتریکی مشترکین صنعتی شرکت برق منطقه ای سمنان دارای ارجحیت نخست است. این موانع در برخی موارد می تواند بسیار حاد باشد چرا که استفاده از تجهیزات فرسوده و نا کارآمد که دارای مصرف انرژی بسیار بالایی بوده و آسیب های جدی به محیط زیست وارد می کنند. در سالهای اخیر، تحریم های بین المللی نیز راه

نتیجه گیری و پیشنهادات

کشور و شرکت و همچنین دسترسی محدود و یا عدم در دسترسی به دانش و اطلاعات می باشد.

اطلاعات مربوط به انرژی و منابع در شرکت بسیار مهم می باشد زیرا تنها با این اطلاعات می توان پیشرفت ها را پس از پیاده سازی گزینه های بهینه سازی اندازه گیری نمود و مدیریت زمانی اهتمام بیشتری برای ادامه اقدامات مربوط به انرژی را دارد که اطلاعات کمی در صرفه جویی در دسترس داشته باشند. علاوه بر این در صنایع مورد مطالعه بدلیل عدم وجود جریان آزاد اطلاعات و نیز مسئله تشدید تحریم های بین المللی، اطلاع از آخرین پیشرفت ها در زمینه بهینه سازی مصرف انرژی در صنعت برق و نیز استفاده از دانش جهانی در این زمینه با محدودیت های جدی روبروست. برای رفع موانع دانش و اطلاعاتی که شاید جز پرتکرارترین موارد ذکر شده در منابع باشد نیز توصیه های متفاوتی می توان داشت:

- ایجاد سیستم هایی جهت ثبت اطلاعات و حفظ دانش در سازمان
- سفارشی سازی اطلاعات و فن آوری جهت تسهیل در استفاده
- مشاوره گیری از شرکت های مختلف تسهیل کننده ی خارجی
- بازدید از صنایع مختلف پیشرو خارجی
- ظرفیت سازی از طریق آموزش فنی مدیران انرژی

پیشنهادهای در موانع مالی: یکی از موانع عمده فرا روی توسعه صنعت بهینه سازی مصرف انرژی در صنعت برق عدم وجود منابع مالی کافی جهت تامین مالی اینگونه پروژه ها می باشد. رایج ترین مانعی که بر سر راه بهینه سازی انرژی در صنعت برق به آن اشاره شده است کمبود پول برای سرمایه گذاری در گزینه های بهینه سازی انرژی می باشد. تقریباً تمام شرکت های مورد مطالعه محدودیت مالی را مانعی بزرگ برای اجرای گزینه های صرفه جویی در انرژی می دانند. از سوی دیگر، عدم تامین مالی نیز می تواند مانعی باشد که اقدام شرکت ها را متوقف می کند. راهکار هایی برای حل موانع مالی و تامین سرمایه لازم جهت اجرای پروژه های بهینه سازی انرژی می توان ارائه کرد:

- تغییر معیارهای ارزیابی سرمایه گذاری
- تخصیص بودجه های ویژه برای بهینه سازی انرژی
- استفاده از فرصت های مکانیزم توسعه پاک (پروتکل کیوتو)
- بالا بردن آگاهی موسسات مالی از میزان سود دهی پروژه های بهینه سازی انرژی
- آگاه سازی شرکت ها در مورد بسته های تامین مالی موجود

پیشنهادهای در موانع سیاست گذاری و قانونی: سیاست های دولت قطعاً دارای تاثیر بسزایی در مسئله بهره وری انرژی می باشد. سیاست های محدود، اجرای ضعیف و متضاد سیاست های اقتصادی و زیست محیطی به عنوان مهمترین گروه از مهمترین موانع در این

را برای بروز کردن تجهیزات و استفاده از تکنولوژی های جدید تنگ کرده است. علاوه بر این راهبری نادرست تجهیزات توسط کارکنان عاملی شایع برای اتلاف انرژی در مشترکین صنعتی برق استان سمنان است.

گرچه رفع بسیاری از موارد فنی و تکنولوژیکی نمی تواند به آسانی صورت گیرد چرا که نیازمند سرمایه گذاری های بسیار بالا می باشد هرچند گاهی اوقات با وجود سرمایه کافی نیز امکان بهینه سازی تکنولوژی مورد استفاده بدلیل مسائل سیاسی و تحریم ها وجود ندارد، اما توجه به راه حل های زیر می تواند مفید واقع گردد.

- استقرار سیستم مدیریت انرژی و استاندارد ایزو ۵۰۰۱
- توجه به میزان مصرف انرژی در هنگام خرید تجهیزات و شناسایی تجهیزات پر مصرف جهت رفع نقص یا تعویض
- اهمیت دهی به مسئله ممیزی انرژی و سرویس دوره ای تجهیزات
- کالبراسیون مستمر لوازم اندازه گیری مصرف
- رفع عیب به موقع دستگاه ها و جلوگیری از بدون بارکردن آنها
- اصلاح ضریب قدرت، جهت امکان آزادسازی ظرفیت کابلها، کاهش تلفات در شبکه داخلی کارخانه ها و کاهش افت ولتاژ در شبکه های توزیع
- بررسی آمار و ارقام و توجه به تمام زوایا و ریزه کاری ها، توسط مسئولان انرژی واحدها، جهت کاهش مصرف انرژی در مشترکین صنعتی شرکت برق منطقه ای سمنان

پیشنهادهای در موانع فرهنگی و سازمانی: در مطالعه حاضر موانع فرهنگی و سازمانی، که در برخی موارد از آنها بعنوان موانع رفتاری نام برده شده است، بعنوان دومین موانع بر سر راه بهینه سازی انرژی در مشترکین صنعتی شرکت برق منطقه ای سمنان شناسایی شده اند. متأسفانه می توان اینگونه نتیجه گیری کرد که در فرهنگ سازمانی مشترکین صنعتی شرکت برق منطقه ای سمنان، مسائل مربوط به بهره وری انرژی و حفاظت از محیط زیست بعنوان یک ارزش شناخته نشده اند. غلبه بر موانع فرهنگی و سازمانی فرایندی پیچیده و زمان بر می باشد، چرا که نیاز به فرهنگ سازی و برگزاری دوره ها و سمینارهای هدفمند در راستای برجسته کردن مسائل مربوط به انرژی و محیط زیست می باشد تا بتوان توجه عموم را به این مسائل جلب کرد. در این میان نقش سیاست گذاری های دولت بعنوان مهمترین نهاد ذی نفع بسیار پررنگ می باشد.

پیشنهادهای در مورد موانع دانش و اطلاعاتی: موانع دانش و اطلاعاتی شامل مسائلی چون اطلاعات و دانش (فنی) ناکافی در سطح

مطالعه شناخته شد. فقدان سیاست های موثر یک مسئله کلیدی است، سیاست هایی که تنها با هدف بازدهی سریع اقتصادی در کوتاه مدت برقرار می شوند، اما از اثرات زیست محیطی و در نتیجه تهدیدی که برای توسعه اقتصادی و اجتماعی در بلند مدت در پی دارند چشم پوشی می کنند. اما مشکل دوم اجرای ضعیف قانون و سیاست های موجود است که معمولاً با توجه به عدم وجود الزامات قانونی و سیستم تنبیهی مناسب مورد بی توجهی قرار می گیرد. از سوی دیگر شاید شایع ترین مسئله در کشور ما یارانه های دولتی برای فرآورده های نفتی و سایر حامل های انرژی باشد. حال برای رفع این مانع، براساس تجربیات کشورهای دیگر و مطالعات صورت گرفته، می توان راه حل های زیر را پیشنهاد داد:

اطلاع رسانی در زمینه نحوه محاسبه قیمت های انرژی
آگاه سازی در زمینه سیاست های انرژی و زیست محیطی
شفاف سازی سرمایه گذاری ها و قرارداد هایی که منابع انرژی و زیست محیطی را تحت تاثیر قرار می دهند
سیاست گذاری های اقتصادی و مالی با هدف هماهنگی انرژی، محیط زیست
سیاست گذاری های اقتصادی با هدف حذف یارانه های انرژی
وجود قوانین عملگرا (قوانینی که در واقع قابلیت اجرا دارند)
تدوین استراتژی های در راستای الزام بر اجرای قانون و نظارت دقیق بر پیروی از قوانین

پیشنهادهای در مورد موانع مدیریتی: موانع مدیریتی که دارای شاخص های عدم آگاهی و توجه به بهره وری انرژی اولویت دهی بیش از اندازه به تولید، عدم سرمایه گذاری، سیاست ها و سیستم ها و گزارش های محدود فرآیند مدیریت مصرف انرژی، و ساختارهای سلسله مراتبی مدیریت است، ریشه بسیاری از مشکلات آتی در این زمینه باشد. بعلاوه، عدم آگاهی و علاقه مدیریت ارشد سازمان به اهمیت میزان بهره وری انرژی در سازمان متبوع اش می تواند ریشه بسیاری از مشکلات آتی در این زمینه باشد. براساس تجربیات کشورهای دیگر و مطالعات صورت گرفته، برای رفع این مانع می توان راه حل های زیر را برای رفع این موانع پیشنهاد داد:

- آموزش و ظرفیت سازی در مدیر انرژی و مشاوران خارجی در زمینه نحوه متقاعد کردن و کمک به مدیریت ارشد
- انتشار اطلاعات در زمینه بهره وری انرژی و محیط زیست
- بررسی های مقایسه میان صنعت و صنایع مشابه
- به رسمیت شناختن بهره وری انرژی و محیط زیست بعنوان مسئله استراتژیک در سازمان
- برچسب زنی انرژی بر روی فن آوری ها و تجهیزات جهت تسهیل متقاعد کردن مدیریت

سپاسگزاری

این پژوهش با پشتیبانی و حمایت مالی و معنوی برق منطقه ای سمنان با مجوز به شماره ۹۵/۱۹۰ انجام شده است نویسندگان این مقاله از مدیران و کارشناسان انرژی شرکت های فرو سیلیس ایران، فولاد فجر، فولاد کویر، کلران، سیمان شاهرود و برق منطقه ای سمنان که نهایت همکاری در جمع آوری اطلاعات و ممیزی انرژی را داشته اند کمال سپاسگزاری را دارند.

مراجع

- [۳] رضایی، علی. یزدانی، امیرعباس. نهانندی، حسینعلی (۱۳۸۹). مدیریت بهینه مصرف انرژی در صنایع و توسعه بهره وری (مطالعه موردی: صنایع چوب و کاغذ مازندران)، کنفرانس بهینه سازی مصرف انرژی، تهران، موسسه همایش صنعت.
- [4] Sorrell S., O'Malley, E., Schleich, J., Scott, S., (2004). "The Economics of Energy Efficiency - Barriers to Cost-Effective Investment", Edward Elgar, Cheltenham
- [5] UNEP., (2006). "Barriers to Energy Efficiency in Industry in Asia", United Nations Environment Program.
- [6] Rohdin, P., Thollander, P., (2007), "Barriers to and drivers for energy efficiency in the Swedish foundry industry", Journal of Energy Policy, 35 (1), 672-677.
- [۷] عرب آبادی، علی (۱۳۸۹). مطالعه بهینه سازی انرژی پالایشگاه الکتریکی مس سرچشمه، پایان نامه مارشناسی ارشد دانشگاه نصیر طوسی، استاد راهنما: مجید عمید پور و سید حسن منصوری.
- [۸] برق منطقه ای سمنان (۱۳۹۷). درگاه آماری، قابل دسترسی در : <https://news.semrec.co.ir/Index.aspx?page=form&lang=1&sub=0&tempname=DargahAmari&PageID=25>
- [9] Wells, P. and Nieuwenhuis, P. (2012). Transition failure: Understanding continuity in the automotive industry, Journal of Technological Forecasting and Social Change, 2012, vol. 79, issue 9, 1681-1692.
- [10] International Energy Agency (2018). Key world energy statistics.
- [11] UNEP., (2006) "Barriers to Energy Efficiency in Industry in Asia", United Nations Environment Program.

- [۱] ذوالفقاری، سید علیرضا (۱۳۹۳). واکاوی الزامات و قیود بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان، دوفصلنامه علمی و تخصصی انرژی های تجدید پذیر و نو، (۱)، ۵۰.
- [۲] سمواتی، حمیدرضا. حبیبیان، علیرضا. مستقیمیان، میثم (۱۳۹۲). ارائه راهکارهایی برای صرفه جویی در مصرف انرژی، اولین، همایش ملی انرژی های نو و پاک، همدان، شرکت هم اندیشان محیط زیست فردا.

- [32] Ren, T., (2009), Barriers and drivers for process innovation in the petrochemical industry: A case study, *Journal of Engineering and Technology Management*, 26, 285–304.
- [33] Wang, G., Wang, Y., (2008). Analysis of interactions among the barriers to energy saving in China, *Energy Policy* 36 (6), 1879–1889.
- [34] Onut, S., Soner, S., (2009), Analysis of energy use and efficiency in Turkish manufacturing sector SMEs, *Energy Conversion and Management* 48(2), 384–394.
- [35] Palm, J., Thollander, P., (2010), An interdisciplinary perspective on industrial energy efficiency, *Journal of Applied Energy*, 87 (10), 3255–3261.
- [36] Hirst E., Brown M. (1990), “Closing the efficiency gap: barriers to the efficient use of energy Resources”, *Journal of Conservation and Recycling*, 3(4):267e81.
- [37] Hein, L. and K. Blok (1994). “Transaction Costs of Energy Efficiency Improvement.” *Proceedings. European Council for an Energy-Efficient Economy*.
- [38] Myers S. C. (2001). *Capital Structure*, *The Journal of Economic Perspectives*, 15(2), 81–102.
- [39] Stein, J. (2001). “The magnocellular theory of developmental dyslexia”, *Wiley Online Library*, First published: 27 March 2001 <https://doi.org/10.1002/dys.186>.
- [40] DeCanio, S.J., (1998), The efficiency paradox: bureaucratic and organizational barriers to profitable energy-saving investments, *Energy Policy*, 26, 441–454.
- [41] Statman M & Sepe JP (1984) *Managerial Incentive Plans and the Use of the Payback Method*. *Journal of Business Finance and Accounting*, Spring, 61–65.
- [42] Aronson, E., & O’Leary, M. (1983). The relative effectiveness of models and prompts on energy conservation: A field experiment in a shower room. *Journal of Environmental Systems*, 12, 219–224.
- [۴۳] آقاجانی، حسنعلی، صفایی، بهزاد، باصولی، امیر، (۱۳۹۱)، شناسایی و اولویت بندی راهکارهای بهبود مصرف انرژی در صنعت، *مجله تحقیق و عملیات و کاربردهای آن*، ۱۰(۲)، ۱–۲۱.
- [۴۴] قاسمیان، سمیه (۱۳۹۵). شناسایی عوامل موثر بر تنگناهای بهینه سازی انرژی الکتریکی (مورد مطالعه: شرکت توزیع برق)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت، دانشگاه آزاد سمنان، راهنما: یونس وکیل الرعایا.
- [۴۵] دشتی، ن، (۱۳۸۱). بررسی بهره وری انرژی در صنایع انرژی بر. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس.
- [46] Anderson, O. S. H., (2000). *Greece steel making with the Midrex and fastmet processes*, MIDREX TECHNOLOGES.
- [۴۷] حاجی محمدی، محمود. جعفری نصر، محمد رضا. (۱۳۸۷)، بهینه سازی مصرف انرژی در صنایع پتروشیمی، اولین کنفرانس پتروشیمی ایران، تهران، شرکت ملی صنایع پتروشیمی.
- [۴۸] موجودی سعید، امین دوست، عاطفه، و نیکبخت، مهرداد (۱۳۹۴). *ارایه چارچوب شناسایی راهکارهای کاهش مصرف انرژی الکتریکی در صنعت سیمان (مطالعه موردی سیمان سپاهان اصفهان)*، تهران: دومین کنفرانس مدیریت در قوت بیست و یکم، ۲۱ مرداد ماه ۱۳۹۴.
- [۴۹] وکیل الرعایا یونس، صباغ علی اکبر. (۱۳۹۷). *موانع بهینه سازی مصرف انرژی الکتریکی در بخش صنعت: مطالعه موردی شرکت برق*
- [12] Sardanou E. (2008), Barriers to industrial energy efficiency investments in Greece. *Journal of Cleaner Production*, 16(13):1416e23.
- [13] Trianni, A. and Cagno, E. (2012), Dealing with barriers to energy efficiency and SMEs: Some empirical evidences, *Journal of Energy*, 37, 494–504.
- [14] Apeaning, R.W. and Thollander P., (2013). Barriers to and driving forces for industrial energy efficiency improvements in African industries: a case study of Ghana's largest industrial area, *Journal of Cleaner Production*, (53), 204–213.
- [15] Sorrell, S., Schleich, J., Scott, S., O’Malley, E., Trace, F., Boede, U., Ostertag, K., Radgen, P., (2000), “Barriers to Energy Efficiency in Public and Private Organizations”, *SPRU-Science and Technology Policy Research*, University of Sussex, Brighton.
- [16] Brown MA. (2001), Market failures and barriers as a basis for clean energy policies, *Journal of Energy Policy*, 29(14):1197e207.
- [17] UNIDO (United Nations Industrial Development Organization), (2011), *Industrial energy efficiency for sustainable wealth creation: Capturing environmental, economic and social dividends*. UNIDO, Vienna.
- [۱۸] شفیع نیک آبادی، محسن، شفیع مجتبی و حسینی سید محمد حسن (۱۳۹۵). شناسایی و رتبه بندی موانع بهینه سازی مصرف انرژی در نیروهای مسلح ایران، *نشریه انرژی ایران*، ۱۹(۳)، ۱۸۱–۲۰۰.
- [19] Thollander, P., Danestig, M., (2007), Energy policies for increased industrial energy efficiency: evaluation of a local energy program for manufacturing SMEs, *Journal of Energy Policy* 35 (11), 5774–5783.
- [20] Sardanou E. (2008)
- [21] “Barriers to industrial energy efficiency investments in Greece”. *Journal of Cleaner Production*, 16(13):1416e23.
- [22] Stern PC, Aronson E. (1984), “Energy use: the human dimension”, New York, Freeman & Co.
- [23] Wang, G., Wang, Y., (2008). Analysis of interactions among the barriers to energy saving in China, *Energy Policy* 36 (6), 1879–1889.
- [۲۴] نوری، جعفر، کرباسی عبدالرضا، برقی پور، هستی و طاهری، علیرضا (۱۳۸۷). *ارایه راهکارهای اجرایی و مدیریتی جهت کاهش مصرف انرژی الکتریکی در ساختمان های عمومی، علوم و فن آوری محیط زیست*، ۱۰(۳)، ۳۷–۵۰.
- [25] Chai, K.-H., Yeo, C., (2012). “Overcoming energy efficiency barriers through systems approach—A conceptual framework”. *Energy Policy* 46:460–472.
- [26] Weber, L., (1997), Some reflections on barriers to the efficient use of energy, *Journal of Energy Policy* (25), 833–835.
- [27] Sanstad, A.H. and R.B. Howarth (1994). “‘Normal’ Markets, Market Imperfections, and Energy Efficiency.” *Energy Policy*, forthcoming.
- [28] Cagno E, Trucco P, Trianni A, Sala G. (2010), Quick-E-Scan: a methodology for the energy scan of SMEs. *Journal of Energy*, 35(5):1916e26.
- [29] Howarth, R.B., Anderson, B., (1993), Market barriers to energy efficiency, *Energy Economics* 262, 272.
- [30] Brown MA. (2001). “Market failures and barriers as a basis for clean energy policies”, *Journal of Energy Policy*, 29(14):1197e207.
- [31] Nagesha, N., Balachandra, P., (2006). Barriers to energy efficiency in small industry clusters: Multi-criteria-based prioritization using the analytic hierarchy process, *Energy*, 31, 1969–1983.

