

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

به نام خدا

تاییدیه اعضای هیات داوران در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

اعضای هیات داوران نسخه نهایی پایان نامه کارشناسی ارشد خانم مریم حسینی تحت عنوان « بررسی فنی اقتصادی اجرای پروژه بهینه سازی مصرف انرژی در صنعت سیمان کشور » را از نظر فرم و محتوا بررسی نموده و پذیرش آن را برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد پیشنهاد می کند.

اعضای هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
۱- استاد راهنما	دکتر بهرام سجابی	استادیار	
۲- استاد مشاور	مهندس غلامحسین حسن تاش	مهندس	
۳- استاد ناظر	دکتر علی قنبری	استادیار	
۴- استاد ناظر	دکتر محمد حسین حسینی	استادیار	
۵- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر علی قنبری	استادیار	

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیت های علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده در رشته

است که در سال در دانشکده دانشگاه تربیت مدرس

به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر ، مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر

و مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر از آن دفاع

شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب مریم سادات حسینی دانشجوی رشته اقتصاد مقطع کارشناسی ارشد

تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: مریم سادات حسینی

تاریخ و امضا: ۱۳۸۹/۹/۱

آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهش‌های علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرح‌های تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان‌نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه های مصوب انجام شود.

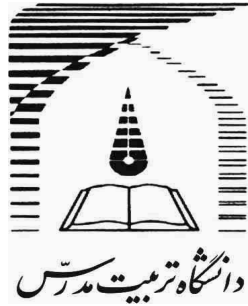
ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۴/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

«اینجانب...مریم سادات حسینی.....دانشجوی رشته...اقتصاد..... ورودی سال تحصیلی.....۱۳۸۷..... مقطع ...کارشناسی ارشد.... دانشکده ...مدیریت و اقتصاد... متعهد می شوم کلیه نکات مندرج در آئین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته های علمی مستخرج از پایان نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین نامه فوق الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراض را از خود سلب نمودم»

امضا:.....

تاریخ:.....۸۹/۹/۱.....



دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده مدیریت و اقتصاد

بررسی فنی-اقتصادی اجرای پروژه بهینه سازی مصرف انرژی در صنعت سیمان کشور
(مطالعه موردی: مجتمع سیمان تهران)

مریم سادات حسینی

استاد راهنما:

دکتر بهرام سجابی

استاد مشاور:

مهندس غلامحسین حسنتاش

آبان ماه ۱۳۸۹

تقدیم به:

امیدوارم که این مطالعه بتواند به عنوان جزئی کوچک در مطالعات بزرگتر و عمیق تر اثر گذار باشد. لذا تقدیم به همه عزیزانی که این پژوهش میتواند اثری نه چندان بزرگ در پیشبرد اهدافشان داشته باشد.

تشکر و قدردانی:

در ابتدای این پایان نامه از زحمات اساتید محترم جناب دکتر بهرام سحابی و جناب استاد غلامحسین حسنتاش و سایر اساتید گروه که در طول مراحل این پژوهش از راهنمایی و مشاوره ایشان بسیار بهره برده ام، تشکر می نمایم. همچنین از کلیه مدیران و کارشناسانی که در انجام این مطالعه موردی با این پژوهش همکاری نزدیکی داشته اند، صمیمانه قدردانی می نمایم. همچنین پدر و مادرم را که با زحمات بی دریغشان در سراسر زندگی سایه رحمت گسترده اند و مرا در تمام مراحل زندگی پشتیبان بوده اند سپاس می گویم.

چکیده

انرژی مهمترین نیاز هر جامعه صنعتی است و با قرار گرفتن کشورها در مسیر توسعه اهمیت آن افزایش می یابد. این پژوهش در راستای اهمیت مصرف انرژی و جلوگیری از اتلاف آن صورت گرفته و صنعت سیمان را به عنوان یک از مهمترین صنایع زیربنایی در روند توسعه پایدار و همچنین یکی از مصرف کنندگان عمده انرژی به طور خاص مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهد. علاوه بر تاکید بر موضوع کاهش مصرف انرژی، با توجه به موضوع مهم گازهای گلخانه ای و روند گرم شدن زمین، میزان کاهش انتشار آلاینده ها نیز به عنوان آثار جانبی طرح یکی از محورهای اساسی این پژوهش می باشد.

لذا در تحقیق حاضر ضمن بررسی وضعیت انرژی در ایران و جهان، دو طرح شامل تغییر فناوری در تولید سیمان و ایجاد سیستم بازیافت حرارتی به منظور بهینه سازی مصرف انرژی در این صنعت تحلیل میگردد. اقدامات مزبور بر مبنای قیمت های یارانه ای که باعث پایداری تولید فرسوده کشور شده است و همچنین قیمت های منطقه ای و تمام شده انرژی با نرم افزار کامفار مورد ارزیابی مالی و اقتصادی قرار گرفته است.

در نتیجه تحقیق و تحلیل نشان داده شده است که بهینه سازی مصرف انرژی در فرایند تولید سیمان با تغییر فرایند فرسوده و قدیمی به مدرن و با در نظر گرفتن همه منافع، از لحاظ فنی قابل اجرا و از لحاظ مالی توجیه پذیر است و می تواند از محل صرفه جویی در مصرف انرژی و درآمد ناشی از افزایش ظرفیت، تامین مالی شود. همچنین ایجاد سیستم بازیافت حرارتی نیز از لحاظ اقتصادی توجیه پذیر است و از طریق صرفه جویی در مصرف انرژی تامین مالی می گردد. افزون بر این، تعریف اقدامات فوق در مسیر توسعه پاک و کاهش انتشار آلودگی، ضرورت اجرای آن را دو چندان می کند.

واژه های کلیدی: بهینه سازی انرژی - صنعت سیمان - ارزیابی فنی اقتصادی

فهرست مطالب

۱	فصل ۱: کلیات پژوهش
۲	مقدمه.....
۲	۱-۱- بیان مسئله و ضرورت انجام تحقیق.....
۵	۲-۱- هدف.....
۷	۳-۱- پرسش پژوهش.....
۷	۴-۱- فرضیه پژوهش.....
۷	۵-۱- روش تحقیق.....
۸	۶-۱- چارچوب پژوهش.....
۸	۷-۱- جنبه نوآوری در تحقیق.....
۱۰	فصل ۲: وضعیت انرژی در ایران و جهان
۱۱	مقدمه.....
۱۱	۱-۲- اهمیت انرژی.....
۱۲	۲-۲- انواع انرژی.....
۱۲	۳-۲- بررسی شاخص های موثر انرژی در ایران و جهان.....
۱۳	۱-۳-۲- مصرف انرژی اولیه.....
۱۴	۲-۳-۲- شدت انرژی.....
۱۷	۳-۳-۲- شدت CO ₂
۱۸	۴-۲- مصرف انرژی در بخش های مختلف کشور.....
۲۱	۵-۲- راهکارهای بهینه سازی مصرف انرژی.....
۲۳	۱-۵-۲- شرکت های خدمات انرژی.....
۲۷	۶-۲- ملاحظات زیست محیطی با نگاهی به آینده انرژی.....
۲۷	۱-۶-۲- پیمان کیوتو.....
۳۰	۲-۶-۲- اجلاس کینهاگ.....
۳۲	فصل ۳: صنعت سیمان و فرصت های بهینه سازی مصرف انرژی در آن
۳۳	مقدمه.....

۳۳	۱-۳- سیمان.....
۳۴	۱-۱-۳- تاریخچه سیمان در جهان.....
۳۶	۲-۱-۳- تاریخچه سیمان در ایران.....
۳۷	۳-۱-۳- تولید سیمان در جهان و ایران.....
۳۹	۴-۱-۳- مصرف سیمان در جهان و ایران.....
۴۱	۵-۱-۳- قیمت سیمان در جهان و ایران.....
۴۱	۶-۱-۳- تجارت جهانی سیمان.....
۴۴	۲-۳- مصرف انرژی در صنعت سیمان.....
۴۵	۱-۲-۳- مقایسه مصرف انرژی کشورهای تولید کننده سیمان.....
۴۹	۳-۳- فرایند تولید سیمان و فرصت های بهینه سازی مصرف انرژی.....
۵۶	فصل ۴: پیشینه و روش شناسی تحقیق
۵۷	مقدمه.....
۵۷	۱-۴- پیشینه تحقیق.....
۶۲	۲-۴- چارچوب و روش شناسی مدل.....
۶۲	۱-۲-۴- ارزیابی طرح چیست؟.....
۶۳	۲-۲-۴- چرایی ایجاد ارزیابی طرح ها.....
۶۴	۳-۲-۴- پیشینه ارزیابی طرح ها.....
۶۴	۴-۲-۴- واژه های اصولی در ارزیابی طرح ها.....
۶۵	۵-۲-۴- جنبه های ارزیابی در مطالعات توجیهی یک طرح.....
۶۶	۶-۲-۴- پروسه ارزیابی طرح ها.....
۶۷	۷-۲-۴- انواع ارزیابی طرح ها.....
۶۷	۱-۷-۲-۴- ارزیابی دو سویه نگر.....
۶۸	۱-۱-۱-۷-۴- معیارهای انتخاب در ارزیابی مالی.....
۷۱	۲-۱-۷-۲-۴- ارزیابی هزینه- فایده.....
۷۳	۳-۱-۷-۲-۴- نرخ تنزیل اجتماعی.....

۷۴	.....۴-۱-۷-۲-۴- تعیین دوره تنزیل
۷۴	.....۵-۱-۷-۲-۴- تعیین سال پایه
۷۵	.....۲-۷-۲-۴- ارزیابی یک سویه نگر
۷۵	.....۱-۲-۷-۲-۴- ارزیابی کمینه سازی هزینه
۷۵	.....۲-۲-۷-۲-۴- ارزیابی اثربخشی هزینه
۷۵	.....۳-۲-۷-۲-۴- ارزیابی هزینه مطلوبیت
۷۶	.....۸-۲-۴- تحلیل حساسیت

فصل ۵: ارزیابی مالی، اقتصادی و آنالیز حساسیت طرح

۷۷	
۷۸	.....مقدمه
۷۹	.....۱-۵- مجتمع سیمان تهران
۸۰	.....۲-۵- طرح های ارائه شده
۸۱	.....۳-۵- مفروضات طرح
۸۳	.....۴-۵- تحلیل مالی و اقتصادی طرح های مفروض
	.....۱-۴-۵- طرح نخست- طرح تبدیل خط تولید شماره ۴ مجتمع سیمان تهران به مشخصات خط تولید شماره ۸-.....
	.....۱-۱-۴-۵- سناریو اول- با در نظر گرفتن قیمت های یارانه ای انرژی و منافع حاصل از افزایش ظرفیت-.....
	.....۲-۱-۴-۵- سناریو دوم- با در نظر گرفتن قیمت تمام شده برق و قیمت صادراتی گاز طبیعی و منافع حاصل از افزایش ظرفیت-.....
	.....۳-۱-۴-۵- سناریو سوم- با در نظر گرفتن قیمت تمام شده برق و قیمت صادراتی گاز طبیعی، منافع حاصل از افزایش ظرفیت و منافع کربنی-.....
	.....۴-۱-۴-۵- سناریو چهارم- با در نظر گرفتن قیمت تمام شده برق و قیمت صادراتی گاز طبیعی، بدون لحاظ کردن منافع حاصل از افزایش ظرفیت-.....
۸۹	.....

۹۱	۵-۴-۱-۵- سناریو پنجم - با در نظر گرفتن قیمت تمام شده برق و قیمت صادراتی گاز طبیعی و منافع کربنی، بدون لحاظ کردن منافع حاصل از افزایش ظرفیت -
۹۲	۵-۴-۲- طرح دوم - طرح بازیافت حرارتی گازهای خروجی و تولید انرژی الکتریکی -
۹۴	۵-۴-۲-۱- سناریو اول - با در نظر گرفتن قیمت یارانه برق -
۹۴	۵-۴-۲-۲- سناریو دوم - با در نظر گرفتن قیمت یارانه ای برق و منافع کربنی -
۹۵	۵-۴-۲-۳- سناریو سوم - با در نظر گرفتن قیمت تمام شده برق -
۹۶	۵-۴-۲-۴- سناریو چهارم - با در نظر گرفتن قیمت تمام شده برق و منافع کربنی -
۹۷	۵-۵- خلاصه.....

فصل ۶: تجزیه و تحلیل و ارائه نتایج

۹۸	
۹۹	مقدمه.....
۹۹	۶-۱- خلاصه فصول.....
۱۰۰	۶-۲- نتیجه گیری.....
۱۰۲	۶-۲- پیشنهادها و سیاست های راهبردی.....
۱۰۴	۶-۳- محورهای پیشنهادی برای مطالعات آتی.....

منابع و مآخذ

۱۰۶	
۱۱۲	پیوست ها

فهرست اشکال

- شکل (۱-۲) مقایسه مصرف انرژی اولیه کشورهای منتخب جهان..... ۱۳
- شکل (۲-۲) مقایسه شدت انرژی ایران با کشورهای منتخب جهان بر اساس شاخص برابری قدرت خرید و نرخ ارز ۱۶
- شکل (۳-۲) روند شدت انرژی در ایران..... ۱۷
- شکل (۴-۲) مقایسه شدت CO₂ در ایران و کشورهای منتخب جهان..... ۱۸
- شکل (۵-۲) سهم بخش ها از کل مصرف انرژی نهایی بر حسب ارزش دلاری در سال ۱۳۸۶..... ۱۹
- شکل (۶-۲) سهم بخش ها از کل مصرف انرژی نهایی بر حسب حجم در سال ۱۳۸۶..... ۱۹
- شکل (۷-۲) روند مصرف انرژی در بخش صنعت..... ۲۰
- شکل (۸-۲) روند شدت انرژی در بخش صنعت..... ۲۰
- شکل (۹-۲) الگوی انعقاد قرارداد با ESCO ها در کشورهایی که دولت بر حامل های انرژی یارانه پرداخت می کند..... ۲۶
- شکل (۱۰-۲) الگوی انعقاد قرارداد با ESCO ها در کشورهایی که دولت بر حامل های انرژی یارانه پرداخت نمی کند..... ۲۶
- شکل (۱-۳) کشورهای برتر تولید کننده سیمان در سال ۲۰۰۹..... ۳۸
- شکل (۲-۳) روند تولید سیمان کشور در طی سالهای مختلف..... ۳۹
- شکل (۳-۳) مقایسه نرخ رشد مصرف سیمان در مصرف کنندگان عمده سیمان در سال ۲۰۰۸..... ۴۰
- شکل (۴-۳) روند مصرف سیمان در کشور در طی سالهای مختلف..... ۴۰
- شکل (۵-۳) صادرات ۱۰ کشور عمده صادر کننده سیمان در سال ۲۰۰۸..... ۴۲
- شکل (۶-۳) واردات ۱۰ کشور عمده وارد کننده سیمان در سال ۲۰۰۸..... ۴۳
- شکل (۷-۳) مراحل تولید سیمان..... ۴۹
- شکل (۸-۳) شماتیک سیستم بازیافت حرارتی..... ۵۴

فهرست جداول

- جدول (۱-۳) تولید سیمان در جهان در سالهای مختلف..... ۳۷
- جدول (۲-۳) قیمت سیمان در برخی از کشورهای منتخب و منطقه..... ۴۱
- جدول (۳-۳) صادرات و واردات سیمان در کشور در طی سالهای مختلف..... ۴۳
- جدول (۱-۵) واحدهای تولید مجتمع سیمان تهران..... ۷۹
- جدول (۲-۵) انواع فرایندهای تولید سیمان با توجه به خصوصیات آنها..... ۸۰
- جدول (۳-۵) هزینه های اجرای طرح های نخست..... ۸۴
- جدول (۴-۵) نتایج مالی اجرای سناریو اول در طرح نخست..... ۸۶
- جدول (۵-۵) نتایج مالی اجرای سناریو دوم در طرح نخست..... ۸۷
- جدول (۶-۵) نتایج مالی اجرای سناریو سوم در طرح نخست..... ۸۸
- جدول (۷-۵): نتایج مالی اجرای سناریو سوم با در نظر گرفتن ۷۵٪ بهای صادراتی گاز طبیعی در طرح نخست..... ۸۹
- جدول (۸-۵) نتایج مالی اجرای سناریو چهارم در طرح نخست..... ۹۰
- جدول (۹-۵) نتایج مالی اجرای سناریو پنجم در طرح نخست..... ۹۱
- جدول (۱۰-۵) هزینه های اجرای طرح دوم..... ۹۳
- جدول (۱۱-۵) نتایج مالی اجرای سناریو اول در طرح دوم..... ۹۴
- جدول (۱۲-۵) نتایج مالی اجرای سناریو دوم در طرح دوم..... ۹۵
- جدول (۱۳-۵) نتایج مالی اجرای سناریو سوم در طرح دوم..... ۹۶
- جدول (۱۴-۵) نتایج مالی اجرای سناریو چهارم در طرح دوم..... ۹۶

فصل ۱ :

کلیات پژوهش

مقدمه

امروزه یکی از چالش های اصلی در جامعه جهانی از بحث انرژی برای نیل به توسعه پایدار، توسعه صنعتی و جلوگیری از آلودگی محیط زیست نشات می گیرد. کمبود و عدم دسترسی به خدمات انرژی مدرن، زیرساخت های ضعیف و کمبود ظرفیت های نهادی و انسانی، علاوه بر دسترسی محدود به فناوری های نوین و منابع مالی کافی از دلایلی است که کشورهای در حال توسعه را از رسیدن به توسعه اقتصادی باز می دارد. لذا تحقیق حاضر به عنوان گامی نوین در بهینه سازی مصرف انرژی جهت فتح معیارهای توسعه پایدار نگاشته شده است و بر روی صنعت سیمن کشور به عنوان یک نقطه پررنگ در این زمینه تمرکز دارد. در ادامه بیان مسئله و ضرورت انجام تحقیق و هدف از نگارش آن ارائه شده است ضمن اینکه فروض، روش و چارچوب پژوهش از عناوین دیگر این فصل می باشد.

۱-۱- بیان مسئله و ضرورت انجام تحقیق

در پی صنعتی شدن کشورها و توسعه شهرنشینی و افزایش تقاضا برای مصرف انواع انرژی و بویژه سوخت های فسیلی، انرژی به طور عام و نفت و گاز به طور خاص در استراتژی های توسعه ملی و جهانی و سیاست گذاری های کلان جایگاهی بیش از گذشته پیدا کرده و در حقیقت به یک عامل کلیدی و استراتژیک در حیات ملت ها و دولت ها تبدیل شده است. از سوی دیگر ملاحظات زیست محیطی به منظور نائل شدن به توسعه پایدار مبحث صرفه جویی انرژی و حفظ منابع با ارزش انرژی و مدیریت صحیح مصرف آن را به عنوان یکی از موضوعات اساسی در تمامی کشورهای جهان قرار داده است.

از سویی می توان گفت خوشبختانه در ایران وجود مخازن عظیم نفت و گاز امکان بهره برداری وسیع از این منابع را برای حرکت چرخ های اقتصاد فراهم آورده است؛ و از سوی دیگر باید گفت متأسفانه این موضوع خود دلیلی بر کم اهمیت و حتی بی اهمیت تلقی کردن استفاده صحیح و منطقی از سوخت های فسیلی و به طور کلی انرژی در ایران شده است. اغلب واحدهای تولیدی در کشور، با پرداخت مبلغ ناچیز به عنوان بهای انرژی یارانه ای از این منابع عظیم استفاده غیر بهینه می کنند و توجهی به موضوع صرفه جویی در مصرف ندارند. در بیشتر واحدهای صنعتی و تولیدی سرانه انرژی مصرفی، بالاتر از معیارها و استانداردهای جهانی است و هیچ فشاری از جانب هزینه ها

متوجه بنگاه ها نیست و در نتیجه انگیزه ای جهت مصرف بهینه حامل های انرژی وجود ندارد. از سوی دیگر آزدسازی یکباره قیمت حامل های انرژی خود موجب بروز مشکلاتی می شود که مجال بحث آن در اینجا نیست و تنها شاید بتوان گفت که این اقدام اگر همراه با مقدمات و تمهیدات لازم نباشد، ممکن است باعث ورشکستگی بسیاری از صنایع گردد. اما به نظر می رسد که بخش قابل توجهی از این مشکل را با نگاه جامع و اقتصادی به بخش انرژی می توان رفع نمود. نگاهی که ما را به سوی استفاده هرچه بهینه تر از این ثروت ملی رهنمون سازد.

گذری بر ترازنامه انرژی کشور وضعیت نامساعد بخش انرژی را تایید می کند. مصرف انرژی نهایی با رشد حدود ۶ درصد در طی سالهای ۱۳۶۶ الی ۱۳۸۶، روند صعودی مصرف را در این بخش نشان می دهد. باید در نظر داشت مصرف بالای انرژی در ذات خود پدیده بدی نیست. بلکه نگرانی اصلی افزایش شاخص شدت انرژی است. از بالا بودن شدت انرژی می توان پایین بودن بهره وری انرژی در کشور را نسبت به دیگر کشورهای جهان و میانگین جهانی آن نتیجه گرفت. چرا که شاخص بهره وری انرژی از تقسیم ارزش تولیدات به مقدار انرژی مصرفی به دست می آید و درست عکس شدت انرژی است.

از سوی دیگر قیمت حامل های انرژی از مهمترین عوامل تعیین کننده عرضه و تقاضا میباشد و در سیاست گذاری انرژی نیز نقش بسزایی ایفا می کند و همواره اعمال قیمت های مختلف آن اثرات قابل توجهی بر اقتصاد کشور دارد. ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۶ رشد واقعی قیمت های حامل های انرژی در دهه اخیر را که بدون در نظر گرفتن اثر افزایش سطح عمومی قیمت ها بوده است، بسیار ناچیز خوانده است. همچنین قیمت واقعی گاز طبیعی و برق که در این پژوهش به عنوان انرژی های مورد استفاده تعریف شده اند به ترتیب ۳ و ۲ درصد نیز کاهش یافته اند.

ناآگاهی از اهمیت انرژی و روند قیمت حامل های انرژی و یارانه های مربوطه، باعث شده است که واحدهای تولیدی توجهی به اهمیت موضوع صرفه جویی در انرژی نداشته باشند که نتیجه آن بالا بودن شاخص شدت انرژی کشور نسبت به استانداردهای جهانی و افزایش روزافزون آن و همچنین ادامه ورود بنگاه های جدید با همان فناوری قبل است.

توجه به این آمار و ارقام و تامل در شاخص های مربوط به انرژی، ضرورت شتاب در اقدامات بهینه سازی در مصرف و تقاضای انرژی را بیش از پیش نمایان می سازد. چرا که ادامه روند جاری باعث خواهد شد که علاوه بر کاهش سالانه توان صادرات انرژی، کشور در میان مدت به وارد کننده انرژی نیز تبدیل شود.

اما در خصوص مصرف انرژی در کشور، تخصیص انرژی به بخش های مختلف و زیربخش های مربوطه حائز اهمیت است.

بخش صنعت بعد از خانگی و حمل و نقل با مصرف ۲۴/۳ درصد از کل مصرف نهایی انرژی کشور، سومین بخش مصرف کننده انرژی می باشد.^۱ نکته مهم اینجاست که همین سهم نسبتاً پایین خود دچار مشکل پرمصرفی است و مقایسه معیارهای موجود با دیگر کشورها حکایت از غیر استاندارد بودن مصرف انرژی در واحدهای تولیدی کشور دارد و طبق برآورد کارشناسان انرژی، واحدهای صنعتی پتانسیل ۲۰ الی ۳۰ درصد صرفه جویی را دارند.^۲ مصداقی بر این پر مصرفی سهم ارزش افزوده صنعت در تولید ناخالص داخلی (به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶) است که تنها ۱۹/۱ بوده است.^۳ لذا بکارگیری پتانسیل های کشور جهت تولید بهینه یا به عبارت علمی، کاهش شدت انرژی در این بخش مولد، ضرورت خود را نمایان می سازد.

در این پژوهش مبنا بر این است که موضوع بهینه سازی انرژی و ضرورت توجه به آن را در صنعت سیمان کشور، مورد ارزیابی قرار دهیم.

صنعت سیمان که در بخش کانی های غیر فلزی دسته بندی می شود، یکی از زیربخش های بخش صنعت کشور به شمار می رود و ۱۵٪ از انرژی به کار رفته در بخش صنعت را به خود اختصاص می دهد.^۴ در باب اهمیت بحث درباره صنعت سیمان می توان گفت به عنوان یکی از صنایع پایه، نقش اساسی در توسعه زیربنای اقتصادی کشور را بر عهده دارد. به این علت که موتور اقتصاد ایران را پس از صنایع استخراجی، صنایع ساختمانی می چرخاند که این صنایع به شدت متاثر از صنعت سیمان می باشند. افزون بر این صنعت سیمان یکی از صنایع انرژی بر است که در تولید آن از دو انرژی حرارتی یا فسیلی و الکتریکی استفاده می شود. اما بهره برداری نامناسب از تجهیزات مصرف کننده انرژی الکتریکی و فسیلی در آن و عدم توجه و دقت کافی به استفاده بهینه از انرژی در این صنعت، باعث افزایش مصرف انرژی الکتریکی و حرارتی در فرایند تولید سیمان در کشور شده است. از این رو توجه به مدیریت مصرف انرژی و بالا بردن بازده و بهره وری انرژی با تاکید بر صرفه جویی انرژی در این صنعت به یک ضرورت تبدیل شده است.

^۱. «ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۶»، وزارت نیرو، دفتر برنامه ریزی کلان برق و انرژی.

^۲. شایان کیا، «اثرات مصرف انرژی بر محیط زیست در صنعت سیمان»، مجله فناوری سیمان، مرداد ۱۳۸۸، ص ۱۷-۲۵.

^۳. «ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۶»، وزارت نیرو، دفتر برنامه ریزی کلان برق و انرژی.

^۴. www.emciran.com/fa/sanat-index.htm

متوسط مصرف انرژی در صنعت سیمان ۳۷ درصد از شاخص جهانی بیشتر است.^۱ این فاصله زیاد از متوسط جهانی عمدتاً مربوط به فناوری های قدیمی مورد استفاده در صنایع کشور می باشد. بی شک یکی از دلایل اصلی عدم وجود انگیزه برای استفاده از فناوری های به روز تر (که منجر به کاهش مصرف انرژی در این پروسه شود) همانا قیمت های بسیار ناچیز انرژی است. قیمت های یارانه ای انرژی موجب شده است که حتی با سرانه انرژی مصرفی بسیار بالا، باز هم هیچ فشاری از جانب هزینه های متغیر، متوجه بنگاه نباشد تا موجب انگیزه جهت کمتر و بهتر مصرف کردن سوخت در این صنعت گردد.

با نگاهی دیگر به انرژی، می توان آن را به عنوان یکی از مهمترین عوامل موثر در ایجاد آلودگی محیط زیست تلقی کرد. صنعت سیمان با مصرف زیاد سوخت های فسیلی و استفاده از نیروگاه ها جهت تامین برق مورد نیاز خود، علاوه بر پرهزینه شدن تولید، در ایجاد آلاینده های مختلفی همچون CO₂، نقش مهمی را ایفا می نماید. بنابراین کاهش مصرف انرژی و نتیجتاً کاهش آلودگی محیط زیست، از این منظر نیز ضرورت می یابد.

۲-۱- هدف

با توجه به مطالب فوق در این پژوهش تلاش بر آن است تا با بررسی صنعت سیمان کشور عوامل هدر دهنده انرژی را در این صنعت شناسایی نموده و در پی آن با نگاهی اقتصادی، روشهای بر مبنای تغییر فرایند برای مصرف هر چه بهینه تر انرژی در این صنعت را تعریف و مورد کنکاش قرار دهیم و با ارزیابی کردن این طرح ها در یابیم که آیا از لحاظ فنی و اقتصادی، از محل صرفه جویی در مصرف انرژی بازگشت سرمایه خواهند داشت؟ یا لازم است سایر منافع اقتصادی را که با اجرای پروژه حاصل می شوند را به منظور توجیه اقتصادی طرح در نظر گرفت. علاوه بر این در پی آنیم که نشان دهیم در صورت عدم وجود توجیه مالی و اقتصادی در هر کدام از سناریوهای طرح در قیمت های جاری، منطقه ای و تمام شده انرژی بر حسب نوع انرژی مصرفی، اجرای طرح در چه قیمت کمینه ای از انرژی نتیجه مطلوب را به دست می دهد. به معنای دیگر با در نظر گرفتن قیمت های منطقه ای و تمام شده انرژی، امکان بهینه سازی واحد های تولید سیمان را از دیدگاه

^۱. همان منبع

روش تحلیل هزینه-فایده سنجیده و در پی آن تخمین بزنیم که در چه قیمتی از انرژی، انجام طرح های بهینه سازی انرژی امکان پذیر و اصطلاحاً به صرفه می باشند.

اما برای نیل به پاسخ سوالات پژوهش باید مسیر تحقیق شفاف تر باشد. با توجه به اینکه کارخانجات تولید سیمان متعدّد هستند و هر کدام فناوری خود و بالطبع انرژی بری خاص خود را دارند، برای نتیجه گیری مطلوب از مبحث بهینه سازی انرژی می بایست تمامی کارخانجات سیمان مورد بررسی قرار گیرند. به این ترتیب نتیجه گیری دقیقی به دست خواهیم آورد. اما مشخص است که ابعاد چنین پروژه ای بیش از مجال یک پایان نامه خواهد بود و چه بسا غیر ممکن. لذا در این پژوهش قصد بر این است که با تمرکز بر یک خط تولید سیمان، مبحث بهینه سازی انرژی را پیش برده و نتایج آن را به سایر واحدها تعمیم دهیم. روشن است که نتایج این تعمیم به علت تفاوت در مصرف انرژی واحدها در سطح ملی دقیق نخواهد بود، اما چشم انداز روشنی را در این زمینه به دست خواهد داد.

پژوهش حاضر شامل دو طرح می باشد؛ به این صورت که در طرح نخست تغییر فرایند خط تولید شماره ۴ کارخانه سیمان تهران به مشخصات خط تولید شماره ۸ مد نظر می باشد. خط تولید شماره ۴ کارخانه سیمان شامل تجهیزات متداول و مورد استفاده اکثر کارخانجات سیمان است، لذا به عنوان پیش فرض فرایند در نظر گرفته شده است. در خط تولید ۸ تجهیزاتی مدرن در سطح جهانی به کار گرفته شده است که بر مبنای مصرف بهینه می باشند و لذا به عنوان هدف طرح نخست در نظر گرفته شده است. در طرح دوم فرض بر این است خط تولید شماره ۴ سیمان به دستگاه های پیشرفته تجهیز شده است، به عبارت دیگر در این طرح مشخصات خط تولید پیشرفته سیمان تهران (خط تولید ۸) مفروض است و هدف طرح اجرا کردن یکی از جدیدترین فرصت های بهینه سازی مصرف انرژی با عنوان «بازیافت گرمای گازهای خروجی و تبدیل آن به انرژی الکتریکی» می باشد؛ هر دو طرح به طور مجزا و با در نظر گرفتن سناریوهای مختلف مورد ارزیابی مالی و اقتصادی قرار خواهند گرفت.

افزون بر این تلاش بر این است کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه ای به طور عام و دی اکسید کربن به طور خاص که به تبع کاهش در مصرف انرژی حاصل می شوند را مورد مطالعه قرار داده و ارزش قابل فروش این آلاینده ها را در بازار جهانی به دست آوریم. در ادامه هر دو طرح با وجود این منفعت که از آن به آثار خارجی طرح تعبیر می شود و در صورت عدم وجود آن، مورد