

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

به نام خدا

تاییدیه اعضای هیات داوران در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد رشته علوم اقتصاد انرژی
 اعضای هیات داوران نسخه نهایی پایان نامه کارشناسی ارشد خانم سمانه خاکسار آستانه
 تحت عنوان: «ارائه الگوی بهینه توسعه انرژی های تجدید پذیری در ایران با استفاده از رویکرد
 بهینه سازی استوار» از نظر فرم و محتوا بررسی نموده و پذیرش آن را برای تکمیل درجه کارشناسی
 ارشد پیشنهاد می کند.

امضا	رتبه علمی	نام و نام خانوادگی	اعضای هیات داوران
	استاد یار	دکتر حسین صادقی	استاد راهنما
	استاد	دکتر عادل آذر	استاد مشاور
	استاد یار	دکتر لطفعلی عاقلی	استاد ناظر
	دانشیار	دکتر قهرمان عبدلی	استاد ناظر
	استاد یار	دکتر لطفعلی عاقلی	نماینده تحصیلات تکمیلی

آیین نامه 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 **سازگار آمانه** دانشجوی رشته **اقتصادزری** ورودی سال تحصیلی **۱۳۸۹** مقطع کارشناسی ارشد دانشکده **پریت و اقتصاد**

متعهد می‌شوم 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 می‌دهم 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:.....
۱۳۹۱/۱۱/۱۴

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 فعالیتهای 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 **سازمان آتانه** در رشته **اقتصاد انرژی** است که در سال ۱۳۹۱ در دانشکده

علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی **جناب آقای دکتر مادی** و مشاوره **جناب آقای دکتر آرد** 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 رایبه 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 **سازمان آتانه** دانشجوی رشته **اقتصاد انرژی** مقطع **کارشناسی ارشد** تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول

کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی:
تاریخ و امضاء:
۱۴/۱۱/۱۳۹۱



دانشکده مدیریت و اقتصاد

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته اقتصاد انرژی

ارائه الگوی بهینه توسعه انرژی های تجدیدپذیر در ایران با استفاده از رویکرد بهینه‌سازی استوار

سمانه خاکسار آستانه

استاد راهنما:

دکتر حسین صادقی

استاد مشاور:

دکتر عادل آذر

بهمن‌ماه ۱۳۹۱

تقدیم به مادر و پدرم:

به پاس قلب‌های بزرگشان

که فریادس است

و سرگردانی و ترس در پناهشان

به شجاعت می‌کراید

تقدیر و تشکر

پاس خدای را که دانای هر ضمیر و سرمایه هر فقیر و دلگشای هر غمگین و بنده گشای هر اسیر است، گناهکاران را عذرنیز و افتادگان را دستگیر، در صحن بی نظیر، در حکم بی مشیر، در خداوندی بی شیه و در پادشاهی بی وزیر است.

پس از اتمام نگارش پایان نامه، وظیفه خود می دانم از استاد محترم راهنما، جناب دکتر صادقی و استاد محترم مشاور پایان نامه، جناب دکتر آذک که مرا از راهنمایی خود در امر نگارش پایان نامه بهره مند نمودند کمال تشکر و قدردانی را نمایم.

همچنین از تمامی معلمان دلسوزی که در همه مقاطع تحصیلی روشنای وجودشان، تاریکی وجودم را فروغ بخشیده است و نیز خانواده عزیزم که با گذشت خود، همواره یاری دهنده من در زندگی بوده اند، تشکر و قدردانی می نمایم.

مانه خاکسار آستانه

بهمن ماه ۱۳۹۱

چکیده

با توجه به نیاز روز افزون جوامع امروزی به انرژی برای تامین نیازهای متفاوت، دانشمندان و محققان کشورهای متعددی از جمله ایران، رویکردی اساسی نسبت به دستیابی به انرژی های تجدیدپذیر در دستور کار خود قرار داده‌اند. دانشمندان معتقدند انرژی های تجدیدپذیر و پاک با توجه به محدود بودن سوخت های فسیلی و آلودگی محیط زیست می توانند به اولین گزینه برای تولید انرژی تبدیل شوند. چرا که این نوع از انرژی ها پاک، ارزان و بالاخص تجدیدپذیر است. کشور ما به دلیل موقعیت جغرافیایی، ظرفیت های متعددی در حوزه تولید انرژی های نوین و تجدیدپذیر دارد. این مسئله به ضرورت وجود یک الگوی بهینه جهت توسعه استفاده از انرژی های تجدیدپذیر تاکید می کند. از این رو در این تحقیق هدف اصلی ارائه الگوی بهینه توسعه انرژی های تجدیدپذیر بوده که علاوه بر تامین برق مورد نیاز، باعث کاهش آلودگی زیست محیطی می شود. در این مطالعه با مینیمم کردن تابع هزینه و با توجه به سه گروه محدودیت منابع، تقاضا و فنی و با استفاده از تکنیک بهینه سازی استوار الگوی مورد نظر پیشنهاد شده است. بنابر نتایج بدست آمده مجموع پتانسیل استفاده از انرژی های تجدیدپذیر در کشور حتی بدون در نظر گرفتن انرژی خورشیدی، معادل با ۳۰۸.۷ میلیون بشکه نفت خام در سال است. همچنین ترکیب بهینه برای توسعه میان مدت ۱۰ درصدی استفاده از انرژی های تجدیدپذیر حاکی از تولید ۳۶.۷۱ درصدی انرژی برق آبی کوچک، ۱۸.۲۲ درصدی انرژی باد، ۱۷.۱۹ درصدی انرژی زیست توده، ۱۳.۴۳ درصدی انرژی زمین گرمایی، ۱۲.۵۳ درصدی انرژی جزرومد و ۱ درصدی انرژی خورشیدی می باشد. همچنین نتایج الگوی بهینه بلندمدت، ۱۵ درصد تولید برق از انرژی خورشیدی را در افق ۱۴۰۴ پیشنهاد می کند.

کلمات کلیدی: انرژی های تجدیدپذیر-الگوی بهینه- بهینه سازی استوار-پتانسیل یابی-ایران.

فصل اول: مقدمه و کلیات طرح تحقیق

۲	.....	۱-۱- مقدمه
۳	.....	۲-۱- تعریف مساله
۵	.....	۳-۱- ضرورت مطالعه
۵	.....	۱-۳-۱- کاهش آلودگی های زیست محیطی
۶	.....	۲-۳-۱- کاهش ذخایر فسیلی
۶	.....	۳-۳-۱- صرفه جویی اقتصادی
۶	.....	۴-۳-۱- ارتقاء امنیت عرضه انرژی
۷	.....	۵-۳-۱- تولید پراکنده و کاهش اتکا به شبکه های سراسری انتقال انرژی
۷	.....	۶-۳-۱- اشتغال زایی و توسعه نواحی دور افتاده
۸	.....	۷-۳-۱- حل معضل ضایعات شهری
۸	.....	۴-۱- اهداف تحقیق
۹	.....	۵-۱- سوالات تحقیق
۹	.....	۶-۱- فرضیه ها
۹	.....	۷-۱- مواد و روش انجام تحقیق
۱۱	.....	۸-۱- قلمرو تحقیق
۱۱	.....	۹-۱- ابزار گردآوری داده ها
۱۲	.....	۱۰-۱- نرم افزار تجزیه و تحلیل
۱۲	.....	۱۱-۱- جنبه جدید بودن و نوآوری
۱۲	.....	۱۲-۱- تعریف و مفاهیم واژه های عملیاتی

فصل دوم: پیشینه و روش تحقیق

۱۵	.....	۱-۲- مقدمه
۱۷	.....	۲-۲- برنامه ریزی خطی ساده
۱۸	.....	۱-۲-۲- فرضیات برنامه ریزی خطی
۱۹	.....	۲-۲-۲- مدل برنامه ریزی خطی
۲۰	.....	۳-۲- استواری (مفهوم و نقش آن در تحقیق در عملیات)
۲۶	.....	۴-۲- مدل های ریاضی استوار
۲۶	.....	۱-۴-۱- مدل های برنامه ریزی استوار با داده های بازه ای
۲۷	.....	۱-۴-۲- مدل استوار سویستر (۱۹۷۳)
۲۹	.....	۲-۴-۲- مدل استوار بن تال و نمیروفسکی
۳۰	.....	۳-۴-۲- مدل برتسیمس و سیم

۳۲	.....مدل استوار مبتنی بر سناریو (مدل استوار مالوی و همکاران).....
۴۰	.....۵-۲-مروری بر تحقیقات برنامه‌ریزی خطی، در حوزه انرژی.....
۴۸	.....۶-۲-مروری بر تحقیقات استواری، در حوزه انرژی.....
۵۲	.....۷-۲- خلاصه فصل.....

فصل سوم: پتانسیل انرژی‌های تجدیدپذیر

۵۴	.....۱-۳- مقدمه.....
۵۵	.....۲-۳- پتانسیل‌یابی انرژی‌های تجدیدپذیر.....
۶۲	.....۳-۳- انرژی خورشیدی.....
۶۳	.....۱-۳-۳- تاریخچه استفاده از انرژی خورشیدی.....
۶۴	.....۲-۳-۳- وضعیت استفاده از انرژی خورشیدی در جهان.....
۶۵	.....۳-۳-۳- وضعیت استفاده از انرژی خورشیدی در ایران.....
۶۶	.....۴-۳-۳- کاربردهای انرژی خورشیدی.....
۶۷	.....۱-۴-۳-۳- سیستم‌های فتوولتائیک.....
۶۸	.....۲-۴-۳-۳- سیستم‌های حرارتی خورشیدی.....
۶۸	.....۵-۳-۳- پتانسیل انرژی خورشیدی در ایران.....
۷۳	.....۴-۳-۴- انرژی زیست توده.....
۷۴	.....۱-۴-۳-۴- تاریخچه استفاده از انرژی زیست توده.....
۷۵	.....۲-۴-۳-۴- وضعیت استفاده از انرژی زیست توده در جهان.....
۷۶	.....۳-۴-۳-۴- وضعیت استفاده از انرژی زیست توده در ایران.....
۷۷	.....۴-۴-۳-۴- منابع زیست توده.....
۷۸	.....۵-۴-۳-۴- پتانسیل انرژی زیست توده در ایران.....
۷۹	.....۵-۳-۵- انرژی زمین گرمایی.....
۸۰	.....۱-۵-۳-۵- تاریخچه استفاده از انرژی زمین گرمایی.....
۸۱	.....۲-۵-۳-۵- وضعیت استفاده از انرژی زمین گرمایی در جهان.....
۸۲	.....۳-۵-۳-۵- وضعیت استفاده از انرژی زمین گرمایی در ایران.....
۸۳	.....۴-۵-۳-۵- بهره‌برداری از انرژی زمین گرمایی.....
۸۳	.....۵-۵-۳-۵- پتانسیل انرژی زمین گرمایی در ایران.....
۸۵	.....۶-۳-۶- انرژی بادی.....
۸۶	.....۱-۶-۳-۶- تاریخچه استفاده از انرژی باد.....
۸۷	.....۲-۶-۳-۶- وضعیت استفاده از انرژی باد در جهان.....
۸۸	.....۳-۶-۳-۶- وضعیت استفاده از انرژی باد در ایران.....
۸۹	.....۴-۶-۳-۶- پتانسیل انرژی باد در ایران.....
۹۰	.....۷-۳-۷- برق آبی.....
۹۰	.....۱-۷-۳-۷- تاریخچه استفاده از نیروگاه‌های برق آبی.....

۹۱	..... وضعیت استفاده از انرژی برق آبی در جهان..... ۲-۷-۳
۹۲	..... وضعیت استفاده از انرژی برق آبی در ایران..... ۳-۷-۳
۹۳	..... پتانسیل انرژی برق آبی کوچک در ایران..... ۴-۷-۳
۹۵	..... انرژی دریایی..... ۸-۳
۹۵	..... تاریخچه استفاده از انرژی دریایی..... ۱-۸-۳
۹۷	..... وضعیت استفاده از انرژی دریایی در جهان..... ۲-۸-۳
۹۹	..... وضعیت استفاده از انرژی دریایی در ایران..... ۳-۸-۳
۹۹	..... پتانسیل استفاده از انرژی دریایی در ایران..... ۴-۸-۳
۱۰۰	..... نتیجه‌گیری..... ۹-۳

فصل چهارم: طراحی مدل

۱۰۳	..... مقدمه..... ۱-۴
۱۰۴	..... مدل شماره ۱..... ۲-۴
۱۰۴	..... صورت کلی مدل اسمیتولید برق از انرژی های تجدیدپذیر..... ۱-۲-۴
۱۱۰	..... همتای استوار مدل استفاده از انرژی های تجدیدپذیر..... ۲-۲-۴
۱۱۲	..... مدل شماره ۲..... ۳-۴
۱۱۲	..... صورت کلی مدل اسمی تولید برق از نیروگاههای سوخت فسیلی و برق آبی..... ۱-۳-۴
۱۱۸	..... همتای استوار مدل تولید برق از نیروگاههای سوخت فسیلی و برق آبی..... ۲-۳-۴
۱۲۰	..... مدل شماره ۳..... ۴-۴
	..... صورت کلی مدل اسمی تولید برق از سوختهای فسیلی و انرژی های تجدیدپذیر با توجه به افق بلندمدت ۱۴۰۴..... ۱-۴-۴
۱۲۰	..... همتای استوار مدل تولید برق از سوختهای فسیلی و انرژی های تجدیدپذیر با توجه به افق بلندمدت ۱۴۰۴..... ۲-۴-۴
۱۲۷	..... بلندمدت ۱۴۰۴..... ۱۲۷
۱۳۰	..... خلاصه فصل..... ۵-۴

فصل پنجم: حل مدل، شبیه‌سازی و تجزیه و تحلیل

۱۳۲	..... مقدمه..... ۱-۵
۱۳۳	..... حل مدل..... ۲-۵
۱۳۴	..... جواب‌های حاصله از مدل‌ها..... ۱-۲-۵
۱۴۰	..... شبیه‌سازی..... ۳-۵
۱۴۲	..... شبیه‌سازی مدل قطعی با پارامترهای نامطمئن..... ۱-۳-۵
۱۴۳	..... شبیه‌سازی مدل استوار با پارامترهای نامطمئن..... ۲-۳-۵
۱۴۷	..... تجزیه و تحلیل نتایج..... ۴-۵
۱۴۷	..... تجزیه و تحلیل نتایج الگوی بهینه تولید برق از انرژی‌های تجدیدپذیر..... ۱-۴-۵
۱۵۰	..... تجزیه و تحلیل نتایج الگوی بهینه تولید برق از نیروگاههای فسیلی..... ۲-۴-۵

۵-۴-۳- تجزیه و تحلیل نتایج الگوی بهینه تولید برق از نیروگاههای فسیلی و انرژی‌های تجدیدپذیر در

۱۵۹ افق بلندمدت ۱۴۰۴

۱۶۶ ۵-۵- خلاصه فصل

فصل ششم: خلاصه و نتیجه‌گیری

۱۶۸ ۱-۶- خلاصه

۱۶۹ ۲-۶- نتیجه‌گیری

۱۷۲ ۳-۶- فرضیات تحقیق

۱۷۳ ۴-۶- پیشنهادات

۱۷۶ منابع

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۴۷	جدول (۱-۲): تحقیقات برنامه‌ریزی خطی در حوزه انرژی.....
۵۱	جدول (۲-۲): تحقیقات استواری در حوزه انرژی.....
۵۵	جدول (۱-۳): پتانسیل اقتصادی تامین برق از منبع CSP (تراوات ساعت).....
۶۱	جدول (۲-۳): تحقیقات حوزه پتانسیل یابی انرژی‌های تجدیدپذیر.....
۶۶	جدول (۳-۳): تولید برق خورشیدی کشور طی سال‌های ۸۹-۱۳۸۳ بر حسب کیلووات ساعت.....
۷۲	جدول (۴-۳): متوسط تعداد روزهای آفتابی در سال به تفکیک استان.....
۷۳	جدول (۵-۳): برآورد مساحت قابل استفاده برای نصب سیستم‌های خورشیدی.....
۷۳	جدول (۶-۳): پتانسیل انرژی خورشیدی در کل کشور.....
۷۹	جدول (۷-۳): پتانسیل انرژی زیست توده در کل کشور.....
۸۱	جدول (۸-۳): میزان تولید برق و حرارت با استفاده از منابع انرژی زمین گرمایی در جهان.....
۸۲	جدول (۹-۳): کشورهای با بیشترین ظرفیت نصب نیروگاه‌های زمین گرمایی.....
۸۲	جدول (۱۰-۳): کشورهای با بیشترین ظرفیت نصب نیروگاه‌های حرارتی.....
۸۵	جدول (۱۱-۳): پتانسیل انرژی زمین گرمایی در کل کشور.....
۸۹	جدول (۱۲-۳): پتانسیل انرژی باد در کل کشور.....
۹۲	جدول (۱۳-۳): عمده ترین کشورهای تولیدکننده برق آبی.....
۹۴	جدول (۱۴-۳): پتانسیل برق آبی کوچک در کل کشور.....
۱۰۰	جدول (۱۵-۳): پتانسیل انرژی دریایی در کل کشور.....
۱۰۱	جدول (۱۶-۳): مجموع پتانسیل انرژی‌های تجدید پذیر در کشور.....
۱۰۴	جدول (۱-۴): متغیرهای تصمیم مدل ۱.....
۱۰۶	جدول (۲-۴): هزینه‌یک واحد تولید برق از انواع انرژی‌های تجدیدپذیر (ریال/کیلووات ساعت).....
۱۰۷	جدول (۳-۴): مقادیر سمت راست محدودیت پتانسیل.....
۱۱۳	جدول (۴-۴): متغیرهای تصمیم مدل ۲.....
۱۱۴	جدول (۵-۴): هزینه یک واحد تولید برق از انواع نیروگاه‌های فسیلی (ریال/کیلووات ساعت).....
۱۱۵	جدول (۶-۴): ظرفیت نصب شده نیروگاهی کشور (مگاوات).....
۱۲۰	جدول (۷-۴): متغیرهای تصمیم مدل ۳.....
۱۲۲	جدول (۸-۴): هزینه یک واحد تولید برق از انواع نیروگاه‌های فسیلی و خورشیدی (دلار/کیلووات ساعت).....
۱۲۳	جدول (۹-۴): ظرفیت نصب شده نیروگاهی کشور (مگاوات).....
۱۲۳	جدول (۱۰-۴): مقادیر سمت راست محدودیت پتانسیل انرژی خورشیدی.....
۱۲۴	جدول (۱۱-۴): پیش بینی مصرف انرژی برق در سال ۱۴۰۴ (گیگاوات ساعت).....
۱۲۹	جدول (۱۲-۴): سهم تلفات شبکه توزیع طی دوره ۱۳۸۹-۱۳۸۳ (درصد).....
۱۲۹	جدول (۱۳-۴): ضریب بار سالیانه کل کشور طی دوره ۱۳۸۹-۱۳۸۳ (درصد).....
۱۳۳	جدول (۱-۵): سطوح حفاظت پارامترهای استواری مدل‌ها.....

۱۳۴	جدول (۲-۵): آمار مدل.....
۱۳۴	جدول (۳-۵): مقادیر تابع هدف همتای استوار مدل ۱ در حالت‌های مختلف سطح حفاظت.....
۱۳۶	جدول (۴-۵): مقادیر بهینه متغیرهای مدل شماره ۱ (مگاوات ساعت)
۱۳۷	جدول (۵-۵): مقادیر تابع هدف همتای استوار مدل ۲ در حالت‌های مختلف سطح حفاظت.....
۱۳۷	جدول (۶-۵): مقادیر بهینه متغیرهای مدل شماره ۲ (مگاوات ساعت)
۱۳۸	جدول (۷-۵): مقادیر تابع هدف مدل استوار ۳ در حالت‌های مختلف سطح حفاظت.....
۱۳۹	جدول (۸-۵): مقادیر بهینه متغیرهای مدل شماره ۳ (مگاوات ساعت)
۱۴۳	جدول (۹-۵): نتایج ۱۰۰۰۰ بار شبیه سازی مدل قطعی (درصد)
۱۴۴	جدول (۱۰-۵): نتایج ۱۰۰۰۰ بار شبیه سازی مدل استوار به ازای هر سطح حفاظت (درصد)
۱۴۸	جدول (۱۱-۵): سهم مقادیر بهینه انرژی های تجدیدپذیر از ۱۰ درصد مصرف برق هر منطقه (درصد)
۱۴۸	جدول (۱۲-۵): سهم مقادیر بهینه انرژی های تجدیدپذیر از ۱۰ درصد مصرف برق کشور (درصد)
۱۴۹	جدول (۱۳-۵): مقایسه مقادیر خروجی الگوی بهینه و وضعیت موجود (مگاوات ساعت)
۱۵۱	جدول (۱۴-۵): مقایسه ترکیب تولید برق نیروگاهها بر اساس مدل بهینه و وضعیت موجود.....
۱۵۳	جدول (۱۵-۵): مصرف انواع سوخت‌های فسیلی در نیروگاههای بخاری بر اساس الگوی بهینه ۲.....
۱۵۴	جدول (۱۶-۵): مصرف انواع سوخت‌های فسیلی در نیروگاههای گازی بر اساس الگوی بهینه ۲.....
۱۵۵	جدول (۱۷-۵): مصرف انواع سوخت‌های فسیلی در نیروگاههای سیکل ترکیبی بر اساس الگوی بهینه ۲.....
۱۵۶	جدول (۱۸-۵): مصرف انواع سوخت‌های فسیلی در هر برق منطقه‌ای بر اساس الگوی بهینه ۲.....
۱۶۱	جدول (۱۹-۵): سهم منابع مختلف در تولید برق هر برق منطقه‌ای در سال ۱۴۰۴.....
۱۶۲	جدول (۲۰-۵): مصرف انواع سوخت‌های فسیلی در نیروگاههای بخاری در سال ۱۴۰۴.....
۱۶۳	جدول (۲۱-۵): مصرف انواع سوخت‌های فسیلی در نیروگاههای گازی در سال ۱۴۰۴.....
۱۶۴	جدول (۲۲-۵): مصرف انواع سوخت‌های فسیلی در نیروگاههای سیکل ترکیبی در سال ۱۴۰۴.....
۱۶۵	جدول (۲۳-۵): مصرف انواع سوخت‌های فسیلی در نیروگاهها در سال ۱۴۰۴.....

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۱۶	شکل ۱-۲: فرایند بهینه‌سازی.....
۱۷	شکل ۲-۲: مساله بهینه‌سازی.....
۶۹	شکل ۱-۳: تابش سالیانه خورشیدی در جهان بر حسب کیلووات ساعت بر مترمربع.....
۷۱	شکل ۲-۳: میزان تابش کل خورشیدی در نقاط مختلف ایران.....
۸۴	شکل ۳-۳: پراکندگی مناطق مستعد انرژی زمین گرمایی در ایران.....

فهرست نمودارها

صفحه	عنوان
۱۴۶	نمودار (۱-۵): مقایسه نتایج حاصل از شبیه‌سازی مدل‌های استوار به ازای سطوح حفاظت مختلف.....
۱۴۹	نمودار (۲-۵): سهم انرژی‌های تجدیدپذیر از ۱۰ درصد کل مصرف برق کشور.....
۱۵۰	نمودار (۳-۵): مقایسه مقادیر بهینه الگوی بهینه با وضعیت موجود تولید برق از انرژی‌های تجدیدپذیر.....
۱۵۱	نمودار (۴-۵): مقایسه مقادیر بهینه الگو با وضعیت موجود تولید برق از نیروگاه‌های فسیلی.....
۱۵۷	نمودار (۵-۵): مقایسه مصرف گاز نیروگاهها در سال ۱۳۸۹ و خروجی مدل بهینه.....
۱۵۷	نمودار (۶-۵): مقایسه مصرف گازوئیل نیروگاهها در سال ۱۳۸۹ و خروجی مدل بهینه.....
۱۵۸	نمودار (۷-۵): مقایسه مصرف نفت کوره نیروگاهها در سال ۱۳۸۹ و خروجی مدل بهینه.....
۱۵۸	نمودار (۸-۵): مقایسه مصرف انواع سوخت‌های فسیلی نیروگاهها در سال ۱۳۸۹ و خروجی مدل بهینه.....
۱۵۹	نمودار (۹-۵): مقایسه سهم سوخت مصرفی نیروگاهها در سال ۱۳۸۹ و مدل بهینه.....
۱۶۱	نمودار (۱۰-۵): سهم منابع مختلف در تولید برق در سال ۱۴۰۴.....
۱۶۵	نمودار (۱۱-۵): پیش بینی مصرف سوخت نیروگاهها در سال ۱۴۰۴.....

فصل اول

مقدمه و کلیات طرح تحقیق

۱-۱- مقدمه

انرژی در حیات اقتصاد صنعتی جوامع، نقش زیربنایی دارد. به این معنا که هرگاه انرژی به مقدار کافی و به موقع در دسترس باشد، توسعه اقتصادی نیز میسر خواهد بود. نگاهی به معضلات گذشته نشان می‌دهد که همواره رقابت‌های بزرگی در سطح جهانی بر سر تصاحب انرژی وجود داشته است. چرا که امنیت ملی و پایداری نظام‌های حکومتی تا حد زیادی در گرو دسترسی به این منابع است. خوشبختانه ایران از نظر دارا بودن منابع و ذخایر متنوع انرژی از ثروتمندترین کشورهای جهان به حساب می‌آید. این منابع در کشور ما با قیمت‌هایی به مراتب نازل‌تر از سایر کشورها و با سهولت بیشتری به مصرف‌کننده عرضه می‌شود. اما آیا این بهره‌برداری تا بی‌نهایت ادامه خواهد یافت؟ آیا این سفره طبیعت و نعمت‌های خدادادی برای ما همیشه گسترده خواهد بود؟ بدون شک این منابع انرژی روزی پایان خواهد پذیرفت. از آنجایی که دیگر زندگی عادی انسان امروزی بدون استفاده از منابع انرژی ممکن نیست، باید همزمان با توسعه فن‌آوری‌های نوین استحصال انرژی، در روش‌های مصرف بهینه انرژی نیز سرمایه‌گذاری نمود (سازمان انرژی‌های نو ایران، ۱۳۸۸).

۱-۲- تعریف مساله

سوختهای فسیلی بیش از ۸۱ درصد انرژی مصرفی دنیا و بیش از ۹۵ درصد انرژی ایران را تامین می کنند. ایران دومین عضو اوپک از نظر تولید نفت است و حدود ۸.۶ درصد (۱۲/۳ میلیارد تن) از منابع نفتی جهان و ۱۷ درصد (۲۶/۶ تریلیون مترمکعب) از منابع گازی جهان در ایران واقع شده است. تولید نفت در سال ۲۰۱۰ حدود ۱۴۷۰ میلیون بشکه با ۴.۱ میلیون بشکه در روز بوده است. تولید گاز ۲۸۸.۷ میلیون مترمکعب در روز است که در سال ۱۹۹۱ حدود ۷۸.۸ هزار بشکه در روز بوده است (ترازنامه انرژی، ۱۳۸۹). این آمار و آمارهای تفصیلی دیگر به وضوح نشان دهنده استخراج سریع منابع فسیلی کشور است. از سوی دیگر کشورهای صنعتی و پیشرفته که مصرف کنندگان عمده انرژی در جهان هستند، به دلیل مشکلات زیست محیطی همواره سعی دارند بر سهم انرژی های تجدیدپذیر در انرژی مصرفی خود بیفزایند. این معادله، دیر یا زود نتیجه خواهد داد که انرژی های فسیلی - حتی اگر در کوتاه مدت زوال نیابند- قدرت رقابت کمتری در بازار انرژی خواهند داشت.

از منظر سیاسی و راهبردی، می توان گفت یکی از مهمترین توانمندی ها و نقاط قوت کشور ایران، قدرت آن در بازار انرژی های فسیلی جهان است که کشورهای پیشرفته فعلا به آن وابسته اند. از سوی دیگر مساله گرم شدن جهان که به حد بحرانی رسیده است و دیگر مسایل زیست محیطی سبب شده است که استفاده از انرژی های فسیلی در معرض انتقادهای بنیادین قرار داشته باشد. از این رو رویکرد جهانی قدرت ها، قطعا محدود کردن استفاده از انرژی های فسیلی است. در آینده نه چندان دور این احتمال قوت می یابد که انرژی های فسیلی، به دلیل عدم تقاضای کافی بسیار ارزان تر شوند (الماسی، ۱۳۸۴).

با توجه به نیاز روز افزون جوامع امروزی به انرژی برای تامین نیازهای متفاوت، دانشمندان و محققان کشورهای متعددی از جمله ایران نگرش و رویکردی اساسی نسبت به دستیابی به انرژی های تجدیدپذیر در دستور کار خود قرار داده اند. دانشمندان معتقدند انرژی های تجدیدپذیر و پاک با توجه به محدود بودن سوخت های فسیلی و آلودگی محیط زیست می توانند به اولین گزینه برای تولید انرژی تبدیل شوند. چرا که این نوع از انرژی ها پاک، ارزان و بالاخص تجدیدپذیر است.

هم‌اکنون سهم انرژی های تجدیدپذیر در تامین انرژی موردنیاز قاره اروپا در حدود ۸.۵ درصد است و این در حالی است که کشور در حال توسعه‌ای مانند هند از لحاظ ظرفیت نصب شده کل انرژی های تجدیدپذیر مقام پنجم و از نظر ظرفیت نیروگاه‌های بادی نصب شده مقام چهارم جهان را داراست.

کشور ما نیز به دلیل موقعیت جغرافیایی ظرفیت های متعددی در حوزه تولید انرژی های نوین و تجدیدپذیر دارد و همین موضوع نیز باعث شده است تا دانشمندان و مسئولین کشور در صدد دستیابی به انرژی های تجدیدپذیر در کشور باشند. به عنوان مثال جریان های دریایی بسیار خوبی که در خلیج فارس وجود دارد می تواند منبع تجدیدپذیر مناسبی برای تولید برق باشد، همچنین ایران از منظر تابش خورشیدی هم یکی از بهترین نقاط دنیا شناخته شده است. بنابراین انرژی خورشید یک منبع بسیار بزرگ و تعیین کننده در آینده در جهان و ایران خواهد بود.

در کشورهای اروپایی تا سال ۲۰۲۰ برنامه ریزی شده است که ۳۰ درصد ظرفیت نصب شده کشورها، برای منابع تجدیدپذیر باشد. این در حالی است که در کشور ما، به جهت وجود منابع بزرگ نفت و گاز، برنامه ریزی کشور استفاده از انرژی فسیلی جهت تولید انرژی است. در صورتی که باید به تدریج سهم منابع تجدیدپذیر را مانند اکثر مناطق جهان افزایش داد.