

تبرکات

۱۱۳۱۸



دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی برق - قدرت

خودبرنامه ریزی منابع انرژی محدود در محیط تجدید ساختار یافته

سید جلال کاظم پور

استاد راهنما:

دکتر محسن پارسا مقدم

استاد مشاور:

دکتر محمودرضا حقی فام

۱ / ۴ / ۱۳۸۸

کتابخانه مرکزی
تهران

زمستان ۱۳۸۷

۱۱۴۷۸۵



بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

آقای سیدجلال کاظم پور پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان برنامه ریزی منابع انرژی محدود در محیط تجدیدساختار یافته در تاریخ ۱۳۸۷/۱۲/۱۰ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد مهندسی برق - قدرت پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر محسن پارسامقدم	دانشیار	
استاد مشاور	دکتر محمودرضا حقی فام	استاد	
استاد ناظر	دکتر محمد کاظم شیخ الاسلامی	استادیار	
استاد ناظر	دکتر اشکان رحیمی کیان	دانشیار	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر محمد کاظم شیخ الاسلامی	استادیار	

این نسخه به عنوان نسخه نهایی با جان نامه / رساله مورد تأیید است.

امضای استاد راهنما:

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

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی 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 هیات علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی که با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:

ماده ۱- حقوق مادی و معنوی پایان‌نامه‌ها / رساله‌های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه بهره‌برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مصوب دانشگاه باشد.

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 استاد راهنما مسئول مکاتبات مقاله 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 حاصل از نتایج پایان‌نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آئین‌نامه‌های مصوب انجام می‌شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه 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 حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم‌الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری می‌شود.

نام و نام خانوادگی
امضاء
مسئول طرح

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/ 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 رابه عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

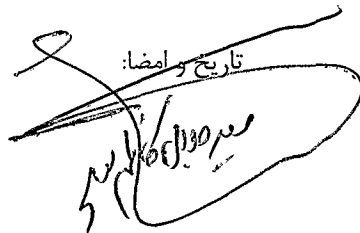
ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب _____ دانشجوی رشته _____

مقطع _____

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

نام و نام خانوادگی:

تاریخ و امضا:


تقدیم به

پدر و مادرم

به پاس همه محبت‌هایشان

با سپاس فراوان از استاد گرانقدر جناب آقای دکتر محسن پارسا مقدم به واسطه لطف و راهنمایی‌های بی‌دریغشان. بی‌شک این پایان‌نامه مرهون زحمات ایشان است.

و با تشکر از استاد بزرگوار جناب آقای دکتر محمودرضا حقی‌فام که برایم مشاوره ارزشمند بودند. همچنین از استاد و دوست عزیزم جناب آقای دکتر غلامرضا یوسفی که هیچ‌گاه نظرات ارزشمندشان را از من دریغ نکردند، تشکر می‌کنم.

از برادران و خواهرم که صمیمانه از من حمایت کردند، قدردانی می‌کنم. همچنین از دوستان عزیزم که مرا در این پایان‌نامه یاری دادند، سپاسگزارم.

چکیده =

در دهه‌های گذشته سیستم قدرت به سمت تجدید ساختار حرکت کرده و به یک سیستم مدرن بر مبنای بازار آزاد اقتصادی تبدیل شده است. در این محیط جدید تولید، انتقال و توزیع به صورت جداگانه درآمده و مشترکین اجازه پیدا کرده‌اند تا تامین‌کننده برق خود را انتخاب کنند. در این محیط جدید، تولیدکنندگان انرژی با چالش‌های زیادی برای افزایش سود خود مواجهند. در بسیاری از بازارهای برق موجود در دنیا، تولیدکنندگان مستقیماً قیمت و میزان مشارکت خود را در هر ساعت پیشنهاد می‌دهند، از این‌رو تولیدکنندگان خود مسئول حداکثرسازی سودشان هستند، بطوریکه بایستی همزمان با کمترین ریسک خطای پیش‌بینی قیمت مواجه بوده و هیچ‌کدام از قیودشان نیز نقض نشود. بنابراین توسعه مسئله خودبرنامه‌ریزی برای تولیدکنندگان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، و این مقوله برای تولیدکنندگانی که با محدودیت منابع اولیه روبرو هستند، اهمیت دوچندانی پیدا می‌کند. چرا که علاوه بر اینکه این تولیدکنندگان با قیود بهره‌برداری شدیدتری مواجه‌اند، عوامل دیگری همچون احتمال فراخوانی‌شان برای تولید در بازارهای خدمات جانبی مانند بازارهای ذخیره چرخان و تنظیم و نیز عامل خروج اضطراری واحدها مستقیماً بر میزان منابع اولیه موجود و در نهایت بر سود تولیدکننده تاثیر می‌گذارد.

در این تحقیق چارچوبی مناسب تحت‌عنوان "چارچوب خودبرنامه‌ریزی پویا" برای خودبرنامه‌ریزی منابع انرژی محدود همچون نیروگاه حرارتی سوخت/آلودگی محدود و نیز نیروگاه تلمبه‌ذخیره‌ای با هدف حداکثرسازی سود و غلبه بر ریسک‌های پیش‌رو پیشنهاد شده است.

یکپارچه‌سازی منابع انرژی محدود می‌تواند آن‌ها را در کاهش محدودیت‌هایشان و افزایش سودشان یاری دهد. لذا مسئله خودبرنامه‌ریزی برای نیروگاه حرارتی سوخت محدود یکپارچه‌شده با یک ذخیره‌ساز انرژی نوین بنام باتری NaS و نیز برای واحدهای برق‌آبی یکپارچه‌شده با نیروگاه تلمبه‌ذخیره‌ای توسعه یافته و در نهایت میزان کارایی یکپارچه‌سازی بررسی شده است.

همچنین مسئله خودبرنامه‌ریزی می‌تواند بعنوان زیربخشی برای تصمیم‌گیری‌های بلندمدت‌تر مانند تعیین شایستگی اقتصادی سرمایه‌گذاری بر روی یک واحد تولیدی استفاده شود. در این تحقیق سعی شده است که میزان حصایت مالی که باید برای تشویق سرمایه‌گذاری روی فناوری‌های ذخیره‌سازهای نوین مانند باتری NaS بجای فناوری‌های سنتی آن مانند نیروگاه تلمبه‌ذخیره‌ای شود، محاسبه گردد. دلیل این بررسی، مشکلات زیست‌محیطی و مکانی تکنولوژی‌های سنتی ذخیره‌سازی انرژی است.

کلید واژه: محیط تجدید ساختار یافته، مسئله خودبرنامه‌ریزی، منابع انرژی محدود، ریسک، یکپارچه‌سازی

فهرست مطالب

- فصل اول: بررسی موضوعی مبانی مسئله خودبرنامه‌ریزی در چارچوب استراتژی پیشنهاد..... ۱
- ۱-۱) مقدمه..... ۲
- ۱-۲) مبانی و تعاریف..... ۲
- ۱-۲-۱) بازار لحظه‌ای..... ۲
- ۱-۲-۲) قراردادهای پیش‌خرید و بازارهای پیش‌خرید..... ۳
- ۱-۲-۳) قراردادهای آتی و بازارهای آتی..... ۴
- ۱-۲-۴) حراج..... ۵
- ۱-۳) استراتژی پیشنهاد..... ۶
- ۱-۳-۱) انواع مدل‌های بازارهای برق بر اساس چگونگی ارائه پیشنهاد..... ۶
- ۱-۳-۱-۱) مدل *MaxIso*..... ۶
- ۱-۳-۱-۲) مدل *MinIso*..... ۸
- ۱-۳-۲) استراتژی پیشنهاد در مدل *MaxIso*..... ۹
- ۱-۳-۳) استراتژی پیشنهاد در مدل *MinIso*: مسئله خودبرنامه‌ریزی..... ۱۰
- ۱-۳-۳-۱) بازار کامل یا ناقص..... ۱۰
- ۱-۳-۳-۲) مسئله خودبرنامه‌ریزی مبتنی بر ریسک..... ۱۰
- ۱-۳-۳-۳) بازیگران با ویژگی انرژی محدود..... ۱۱
- ۱-۳-۴) روش‌های حل مسئله خودبرنامه‌ریزی..... ۱۱
- ۱-۴) مرور ادبیات تحقیق مسئله خودبرنامه‌ریزی..... ۱۳
- ۱-۴-۱) مرور ادبیات تحقیق مرتبط با خودبرنامه‌ریزی نیروگاه‌های حرارتی..... ۱۳
- ۱-۴-۲) مرور ادبیات تحقیق مرتبط با خودبرنامه‌ریزی نیروگاه‌های تلمبه‌ذخیره‌ای..... ۱۴
- ۱-۴-۳) مرور ادبیات تحقیق مرتبط با باتری‌های سولفور-سدیم (NaS)..... ۱۴
- ۱-۵) چارچوب پایان‌نامه..... ۱۷
- ۱-۶) مروری بر فصول آینده..... ۱۹

فصل دوم: توسعه مسئله خودبرنامه‌ریزی مبتنی بر ریسک برای منابع انرژی محدود.....	۲۰
(۲-۱) مقدمه.....	۲۱
(۲-۲) بازارهای خدمات جانبی.....	۲۱
(۲-۲-۱) بازار ذخیره چرخان.....	۲۲
(۲-۲-۲) بازار تنظیم.....	۲۲
(۲-۳) مدل‌سازی ریسک.....	۲۳
(۲-۳-۱) ریسک ناشی از خطای پیش‌بینی قیمت‌ها.....	۲۴
(۲-۳-۲) ریسک‌های ناشی از احتمال فراخوانی برای تولید در بازارهای خدمات جانبی و خروج اضطراری هریک از واحدهای GenCo.....	۲۷
(۲-۴) مسئله خودبرنامه‌ریزی نیروگاه‌های حرارتی سوخت/آلودگی محدود.....	۲۹
(۲-۴-۱) مدل قید سوخت.....	۲۹
(۲-۴-۲) مدل قید آلودگی.....	۳۰
(۲-۴-۳) نشانه‌گذاری.....	۳۱
(۲-۴-۴) مدل‌سازی مسئله.....	۳۲
(۲-۵) مسئله خودبرنامه‌ریزی نیروگاه‌های تلمبه‌ذخیره‌ای.....	۳۷
(۲-۵-۱) نشانه‌گذاری.....	۳۹
(۲-۵-۲) مدل‌سازی مسئله.....	۴۱
(۲-۶) نتایج مطالعات عددی مسئله خودبرنامه‌ریزی نیروگاه‌های حرارتی سوخت/آلودگی محدود.....	۴۴
(۲-۶-۱) ارائه نتایج عددی.....	۴۷
(۲-۶-۲) نتایج خودبرنامه‌ریزی به ازای سطوح مختلف ریسک‌پذیری.....	۵۰
(۲-۷) نتایج مطالعات عددی مسئله خودبرنامه‌ریزی نیروگاه‌های تلمبه‌ذخیره‌ای.....	۵۱
(۲-۷-۱) ارائه نتایج عددی.....	۵۲
(۲-۷-۲) نتایج خودبرنامه‌ریزی به ازای سطوح مختلف ریسک‌پذیری.....	۵۴
(۲-۸) جمع‌بندی.....	۵۵

فصل سوم: مسئله خودبرنامه‌ریزی منابع انرژی محدود یکپارچه‌شده.....	۵۶
۳-۱ مقدمه.....	۵۷
۳-۲ یکپارچه‌سازی نیروگاه حرارتی سوخت محدود با باتری‌های سولفور- سدیم (NaS).....	۵۸
۳-۲-۱ نشانه‌گذاری.....	۶۰
۳-۲-۲ توسعه مسئله خودبرنامه‌ریزی.....	۶۳
۳-۲-۳ محاسبه پتانسیل سود در دو حالت یکپارچه‌گی و غیر یکپارچه‌گی شده و مقایسه آن‌ها با استفاده از شاخص نرخ سود افزایشی.....	۶۷
۳-۳ نیروگاه‌های یکپارچه‌شده آبی و تلمبه ذخیره‌ای.....	۷۰
۳-۳-۱ نشانه‌گذاری.....	۷۰
۳-۳-۲ ساختار مجموعه نیروگاه آبی و تلمبه ذخیره‌ای موردنظر.....	۷۳
۳-۳-۳ توسعه مسئله خودبرنامه‌ریزی.....	۷۴
۳-۳-۴ نتایج مسئله خودبرنامه‌ریزی.....	۸۰
۳-۴ جمع‌بندی.....	۸۵

فصل چهارم: استفاده از مسئله خودبرنامه‌ریزی برای تصمیم‌گیری در خصوص سرمایه‌گذاری بر روی فناوری‌های نوین ذخیره‌سازی انرژی.....	۸۶
۴-۱ مقدمه.....	۸۷
۴-۲ روند مطالعاتی.....	۸۷
۴-۳ نتایج عددی.....	۸۹
۴-۴ جمع‌بندی.....	۹۳

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات.....	۹۴
۵-۱ نتیجه‌گیری.....	۹۵
۵-۲ چند پیشنهاد.....	۹۵
مراجع.....	۹۷

فهرست جداول

- جدول (۲-۱): اساس چارچوب خودبرنامه‌ریزی پویا..... ۲۸
- جدول (۲-۲): توانایی شرکت یک نیروگاه تلمبه‌ذخیره‌ای در بازارهای مختلف برحسب حالت بهره‌برداری از آن..... ۳۸
- جدول (۲-۳): قیمت‌های ساعتی پیش‌بینی‌شده در بازه زمانی یک هفته‌ای برای بازارهای انرژی، ذخیره چرخان و تنظیم ۴۵
- جدول (۲-۴): مشخصات نیروگاه حرارتی مورد مطالعه و قیود سوخت و آلودگی آن..... ۴۶
- جدول (۲-۵): نتایج مسئله خودبرنامه‌ریزی نیروگاه حرارتی سوخت/آلودگی محدود..... ۴۹
- جدول (۲-۶): پارامترهای نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای مورد مطالعه..... ۵۱
- جدول (۲-۷): نتایج مسئله خودبرنامه‌ریزی نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای مورد مطالعه..... ۵۲
- ادامه جدول (۲-۷): نتایج مسئله خودبرنامه‌ریزی نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای مورد مطالعه..... ۵۳
- جدول (۳-۱): نتایج مسئله خودبرنامه‌ریزی و محاسبه نرخ سود افزایشی در حالات و شرایط متفاوت..... ۶۹
- جدول (۳-۲): ضرایب تولید واحدهای آبی، نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای و نیز ضرایب مصرف نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای..... ۸۱
- جدول (۳-۳): محدوده‌های میزان آب ذخیره‌شده، آب دشارژی و آب سرریزی واحدهای آبی و نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای..... ۸۱
- جدول (۳-۴): پیش‌بینی‌های ساعتی قیمت و نیز پیش‌بینی‌های آب ورودی به پشت سد هر یک از واحدهای آبی ۸۲
- جدول (۳-۵): نتایج خودبرنامه‌ریزی در خصوص میزان مشارکت ساعتی در بازارهای انرژی، ذخیره چرخان و تنظیم..... ۸۳
- جدول (۳-۶): میزان آب دشارژی و سرریزی واحدهای آبی و میزان آب دشارژی و شارژی نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای..... ۸۴
- جدول (۳-۷): استراتژی تاصین برق مصرفی نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای در ساعات مصرف..... ۸۵
- جدول (۴-۱): مشخصات فنی نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای و باتری NaS مورد مطالعه..... ۹۰
- جدول (۴-۲): مشخصات اقتصادی نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای و باتری NaS مورد مطالعه..... ۹۰

جدول (۳-۴): تعیین شایستگی اقتصادی نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای و باتری NaS مورد مطالعه..... ۹۱

فهرست اشکال

- شکل (۱-۱): مدل بازار رقابتی *MaxIso* ۷
- شکل (۱-۲): مدل بازار رقابتی *MinIso* ۹
- شکل (۱-۳): سناریوهای پیش‌بینی شده برای روند کاهش قیمت باتری‌های NaS تا سال ۲۰۳۰ میلادی..... ۱۶
- شکل (۱-۴): بزرگ‌ترین پایلوت نصب شده باتری‌های NaS با ظرفیت ۹/۶ مگاوات در کشور ژاپن..... ۱۶
- شکل (۱-۵): مشخصه دشارژ باتری‌های NaS..... ۱۷
- شکل (۱-۶): چارچوب در نظر گرفته شده برای پایان‌نامه..... ۱۸
- شکل (۲-۱): نمونه‌ای از یک منحنی مرز کارایی..... ۲۷
- شکل (۲-۲): شماتیک یک نیروگاه حرارتی سوخت/آلودگی محدود..... ۳۰
- شکل (۲-۳): ساختار یک نیروگاه تلمبه‌ذخیره‌ای..... ۳۷
- شکل (۲-۴): قیمت پیش‌بینی شده بازار سوخت به ازای میزان خریداری در یک ساعت..... ۴۷
- شکل (۲-۵): قیمت سهمیه آلودگی به ازای میزان آن..... ۴۸
- شکل (۲-۶): قیمت سهمیه آلودگی به ازای میزانی که نیروگاه مورد مطالعه می‌تواند بخرد و یا بفروشد..... ۴۸
- شکل (۲-۷): استراتژی خرید سوخت نیروگاه در بازه یک هفته‌ای..... ۴۹
- شکل (۲-۸): نوسانات مورد انتظار سوخت موجود در مخزن نیروگاه در بازه یک هفته‌ای..... ۵۰
- شکل (۲-۹): منحنی مرز کارایی نیروگاه حرارتی سوخت/آلودگی محدود مورد مطالعه..... ۵۱
- شکل (۲-۱۰): نوسانات مورد انتظار انرژی ذخیره شده در مخزن بالایی نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای در بازه زمانی یک هفته‌ای..... ۵۴
- شکل (۲-۱۱): سود مورد انتظار نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای به ازای مقادیر مختلف اعمالی برای پارامتر τ ۵۴
- شکل (۲-۱۲): منحنی مرز کارایی نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای مورد مطالعه..... ۵۵
- شکل (۳-۱): مفهوم فیزیکی یکپارچه‌سازی سوخت واحد تولیدی انرژی محدود..... ۵۷

- شکل (۳-۲): مفهوم یکپارچه‌سازی نیروگاه حرارتی سوخت محدود و باتری NaS ۵۹
- شکل (۳-۲): مفهوم یکپارچه‌سازی نیروگاه حرارتی سوخت محدود و باتری NaS (نمایش با نشانه‌های تعریف
حده در بخش نشانه‌گذاری) ۶۲
- شکل (۳-۴): نرخ سود افزایشی به ازای محدودیت‌های مختلف سوخت نیروگاه ۷۰
- شکل (۳-۵): ساختار مجموعه نیروگاه آبی و تلمبه ذخیره‌ای موردنظر ۷۳
- شکل (۳-۶): تعامل الکتریکی و آبی موجود بین واحدهای آبی و تلمبه ذخیره‌ای یکپارچه شده ۷۴
- شکل (۳-۷): منحنی تولید نیروگاه‌های آبی و تلمبه ذخیره‌ای (Hill Chart) ۷۹
- شکل (۴-۱): نرخ بازگشت سرمایه افزایشی به ازای حمایت‌های مالی مختلف از باتری NaS ۹۲

فصل اول

بررسی موضوعی مبانی مسئله

خودبرنامه‌ریزی در چارچوب

استراتژی پیشنهاد

۱-۱) مقدمه:

از دهه هشتاد میلادی، تلاش‌هایی در جهت نوسازی و بازسازی ساختار صنعت برق صورت گرفته که می‌کوشد فضایی در صنعت برق پدید آورد تا در محیطی مبتنی بر رقابت عادلانه، راندمان و بازده اقتصادی ارتقا یابد. فلسفه اصلی این فعالیت‌ها، پی‌ریزی و ایجاد ساز و کاری است تا تولیدکنندگان عمده و در مواردی مصرف‌کنندگان بزرگ، آزادانه به تجارت انرژی الکتریکی بپردازند. در وضعیت آرمانی، ساختار بازار و ساز و کارهای مدیریتی، یا به گفته دیگر، قوانین و موازین بازار، به شیوه مطلوب طراحی و تدوین می‌شوند و همچنین رقابت میان شرکت‌کنندگان در بازار به قدر کافی نیرومند فرض می‌شود تا بهره‌وری بازار به سمت حداکثر سود و رفاه اجتماعی^۱ افزایش یابد. به عبارت دیگر، در یک بازار رقابتی آرمانی، هیچ‌گونه انحصارگری که امکان مخدوش‌سازی قیمت‌ها و نفوذ در بازار را داشته باشد، مجال بروز نمی‌یابد. اما نیل به چنین آرمانی در عمل دشوار می‌باشد و در بازارهای دنیا نتواند دال بر نفوذ و تسلط برخی از شرکت‌کنندگان مشاهده می‌شود (برای نمونه بازارهای انگلستان و ولز و اسپانیا). این پدیده ریشه در ماهیت و خصوصیات صنعت برق دارد. مسایلی نظیر کمی تعداد شرکت‌کنندگان، هزینه‌های گزاف سرمایه‌گذاری، قیود مبادلات و تلفات انتقال، که تمایل به خرید انرژی از فواصل دور را کاهش می‌دهد، موجب شده که تعداد معدودی از شرکت‌های تولیدکننده انرژی، حوزه جغرافیایی محدودی را زیر پوشش خدمات خود بگیرند و با طرح پیشنهاد استراژیک فروشی^۲ انرژی، به سود سرشاری دست یابند.

۲-۱) مبانی و تعاریف [۱]:

۱-۲-۱) بازار لحظه‌ای^۳

در یک بازار لحظه‌ای، تولیدکننده برق سرویس موردنظر را بلافاصله تحویل داده و خریدار «بطور آنی» مبلغ آن را می‌پردازد. در این بازار هیچ شرایطی منضم به تحویل نمی‌باشد، بدین معنی که هیچ یک از طرف‌های معامله فرصتی برای صرفنظر ندارند. بازار میوه و سبزی مثال خوبی از یک بازار لحظه‌ای است. خریدار کمیت مورد نظر از محصول را انتخاب و آن را به فروشنده^۴ اعلام می‌کند، فروشنده کالا را به خریدار تحویل می‌دهد و او مبلغ مشخص شده برای محصول را می‌پردازد و مبادله تمام می‌شود. بعد از آن اگر به این تصمیم برسید

1 - Social Welfare
2 - Strategic Bidding
3 - Spot Market
4 - Vendor

که میوه دیگری را ترجیح می‌دهید، به احتمال قوی نمی‌توانید به برگرداندن میوه خریداری شده و پس گرفتن پول آن فکر کنید. بطور سطحی قوانین چنین بازارهایی ممکن است خیلی نامشخص و غیررسمی^۱ بنظر آیند.

یک بازار لحظه‌ای دارای مزیت آنی بودن است. به عنوان یک تولیدکننده، شخص می‌تواند دقیقاً همان مقداری از کالا را که در دسترس دارد، بفروش برساند. به عنوان یک مصرف‌کننده، شخص می‌تواند دقیقاً همان مقداری از کالا را که نیاز دارد، بخرد. متأسفانه، قیمت‌ها در یک بازار لحظه‌ای دستخوش تغییرات سریع هستند. یک افزایش ناگهانی در تقاضا (یا کاهش ناگهانی در تولید) قیمت را به سرعت افزایش می‌دهد، چرا که ممکن است موجودی کالا در انبار برای تحویل سریع کافی نباشد. بطور مشابه، زیادی تولید یا کمی تقاضا می‌تواند قیمت را پایین آورد. بازارهای لحظه‌ای همچنین به اخبار مربوط به موجودی کالا در آینده واکنش نشان می‌دهند. تغییرات در قیمت لحظه‌ای اساساً غیر قابل پیش‌بینی است، چرا که اگر این تغییرات قابل پیش‌بینی بودند، شرکت کنندگان در بازار برای آن‌ها پیش‌دستی می‌کردند.

تغییرات زیاد و ماهیت غیر قابل پیش‌بینی قیمت یک کالا، ادامه کار را هم برای عرضه‌کننده و هم برای مصرف‌کننده کالا مشکل می‌سازد. هر دو طرف در جریان تجارت بوده و لذا با ریسک‌های متنوعی مواجهند. با وجود این که لازمه تجارت پذیرش مقداری ریسک است، اما مقدار زیاد ریسک می‌تواند حیات آنرا به مخاطره اندازد. بنابراین در اغلب تجارت‌ها سعی می‌شود میزان مواجهه با ریسک‌های قیمت کاهش یابد. به عنوان مثال تولیدکننده یک کالا سعی می‌کند مجبور به فروش محصول خود در قیمت خیلی پایین نگردد. بطور مشابه یک مصرف‌کننده نمی‌خواهد ملزم به خرید یک کالای اساسی در قیمت خیلی زیاد باشد. ضرورت اجتناب از مواجهه با نوسانات شدید قیمت که در بازارها لحظه‌ای رایج است، منجر به معرفی انواع دیگری از مبادلات و بازارها گردید. این بازارها در ادامه توصیف می‌شوند.

۲-۲-۱) قراردادهای پیش‌خرید^۲ و بازارهای پیش‌خرید^۳

قراردادهای پیش‌خرید موارد زیر را در بر دارند:

- کمیت و کیفیت محصولی که باید تحویل داده شود
- تاریخ تحویل

1- Informal
2- Forward Contracts
3- Forward Markets

- تاریخ پرداخت پس از تحویل
- جریمه^۱ مربوط به قصور هر طرف در انجام تعهد قراردادی خود
- مبلغی که باید پرداخت شود

اگر قیمت لحظه‌ای در زمان تحویل بالاتر از قیمت مورد توافق باشد، قرارداد پیش‌خرید به سود خریدار و به ضرر فروشنده خواهد بود. از طرف دیگر، اگر قیمت لحظه‌ای کمتر از قیمت مورد توافق باشد، قرارداد پیش‌خرید برای فروشنده سود و برای خریدار ضرر خواهد داشت. این سودها و ضررها «بر روی کاغذ» مطرح هستند، چرا که تنها نشان می‌دهند یک طرف قرارداد موقعیت بهتری داشته و طرف دیگر با موقعیت بدتر معامله در بازار لحظه‌ای روبرو است.

قراردادهای پیش‌خرید امکان معامله در قیمت مورد قبول طرفین قرارداد را ایجاد نموده و لذا راهی برای تقسیم ریسک قیمت بین دو طرف فراهم می‌شود. ایجاد چنین بازاری، امکان‌های متعددی را برای تمام طرف‌ها در یافتن شرکای تجاری فراهم کرده و در تشخیص قیمت پیشنهادی مناسب به آن‌ها کمک می‌نماید. در بعضی موارد ممکن است دو طرف معامله بخواهند درباره تمام جزئیات قرارداد پیش‌خرید مذاکره کنند. این روش در صورتی توجیه‌پذیر است که قرارداد برای تحویل کمیت زیادی از کالا در مدتی طولانی تنظیم شود و یا شرایط قراردادی خاصی وجود داشته باشند که نیاز به بحث دارند. از آنجاییکه چنین مذاکراتی هزینه‌بر است، در بسیاری از قراردادهای پیش‌خرید از مفاد و شرایط استاندارد شده استفاده می‌شود. این استاندارد سازی امکان فروش مجدد^۲ قراردادهای پیش‌خرید را فراهم می‌آورد.

۳-۲-۱) قراردادهای آتی^۳ و بازارهای آتی^۴

وجود یک بازار ثانویه^۵ که در آن تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان کالا بتوانند قراردادهای پیش‌خرید استاندارد شده را خرید و فروش نمایند، به طرف‌های قرارداد کمک می‌کند که از عهده نوسانات قیمت لحظه‌ای برآیند. شرکت‌کنندگان در این بازار لزوماً به شرکت‌هایی که کالا را تولید یا مصرف می‌کنند، محدود نمی‌گردند. طرف‌هایی وجود دارند که بطور فیزیکی قابلیت تحویل کالا را ندارند، اما ممکن است بخواهند در

1- Penalties
 2- Resale
 3- Future Contracts
 4- Futures Markets
 5- Secondary Market

چنین بازاری شرکت نمایند. این طرف‌ها سوداگرانی^۱ هستند که می‌خواهند یک قرارداد را برای تحویل در آینده خریداری کنند، به این امید که در آینده آن را به قیمت بیشتری بفروشند. بطور مشابه یک سوداگر می‌تواند در آغاز یک قرارداد را بفروشد، به این امید که در آینده قرارداد دیگری با قیمت پایین‌تر خریداری نماید. با نزدیک شدن زمان تحویل، سوداگران باید برای موقعیت خود تصمیم بگیرند، چرا که امکان تولید، مصرف یا انبار کردن کالا را ندارند.

همانطور که در قسمت بازار لحظه‌ای مطرح کردیم، تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان یک کالا علاوه بر ریسک قیمت با ریسک‌های دیگری هم مواجه می‌شوند. بنابراین آنها برای کاهش احتمال روبرو شدن با این ریسک‌های اضافی، کاملاً مایل به پرداخت به طرف دیگر می‌باشند. یک سوداگر در معرض ریسک‌های دیگر نبوده و منابع مالی زیادی دارد که او را در موقعیت بهتری برای جبران ضررهای طولانی قرار می‌دهد. به علاوه اکثر سوداگران خود را به یک کالا محدود نمی‌نمایند. سوداگران با سرمایه‌گذاری متنوع روی کالای مختلف بازار، احتمال ریسک خود را می‌کاهند. هر چند سوداگران از معادلات خود سود می‌برند، فعالیت آنها برای کل بازار خیز سودمند است، چرا که حضور آنها تعداد و تنوع شرکت‌کنندگان در بازار را افزایش می‌دهد. بنابراین شرکت‌کنندگان فیزیکی (که کالا را تولید یا مصرف می‌کنند) برای معاملات خود طرف‌های مقابل را راحت‌تر می‌یابند.

۴-۲-۱) حراج^۲

ضعف بازار قراردادهای پیش‌خرید و آتی در ارتباط با شبکه انتقال از جمله عدم انعطاف‌پذیری در مقابل تخصیص ظرفیت محدود تسهیلات انتقال به آنها منجر شد تا دسته جدیدی از بازارهای برق به نام بازار حراج پا به عرصه معاملات انرژی الکتریکی بگذارند. این بازارها، بصورت متمرکز برپا شده و افق زمانی معاملات در آنها کوتاه‌مدت است. در واقع، حراج، یک مکانیزم اقتصادی برای تخصیص تقاضا به عرضه است که در بسیاری از بازارهای برق دنیا از همین مساز و کار استفاده می‌شود. شیوه‌های برگزاری حراج متنوع است. حراج از یک منظر به صورت استاتیک و یا دینامیک قابل طبقه‌بندی است. در حراج استاتیک، پیشنهاد دهندگان به‌طور محرمانه اقدام به ارسال پیشنهاد خود می‌کنند و در مقابل، در نوع دینامیک، امکان بازبینی و اصلاح پیشنهاد برای پیشنهاد دهنده وجود دارد.

1- Speculators
2- Auction

برای شرکت در بازار حراج، فروشندگان و خریداران می‌بایست پیشنهادات میزان و قیمت^۱ تولید یا مصرف خود را در هر ساعت به بهره‌بردار بازار ارائه دهند. این پیشنهادات می‌تواند در قالب بازارهای روزپیش^۲ یا ساعت‌پیش^۳ ارائه شوند. بهره‌بردار بازار نیز پس از دریافت پیشنهادات و بستن بازار در زمان مقرر، پیشنهادات ارسالی را بررسی کرده و از تطابق آن‌ها با یکدیگر، برنامه خرید و فروش برق را برای ساعت یا ساعات آتی بهره‌بردار اعلام می‌کند.

۳-۱) استراتژی پیشنهاد^۴

در تجارت‌های مبتنی بر قرارداد^۵ نظیر توافقات پیش‌خرید و آتی، مذاکراتی میان خریدار و فروشنده سر می‌گیرد و لذا تفاهمی بر سر کمیت و قیمت حاصل می‌شود. از این‌رو، مساله طرح پیشنهاد در بازار برق، در مواردی مطرح است که انرژی الکتریکی از طریق حراج دادوستد می‌شود و لذا عرضه‌کنندگان و مصرف‌کنندگان بزرگ ملزم هستند که کمیت و قیمت‌های موردنظر خود را به بهره‌بردار بازار^۶ اعلام کنند. بهره‌بردار، پیشنهادهای برنده را از طریق ساز و کارهایی تعیین و قیمت تسویه بازار^۷ (MCP) را محاسبه می‌کنند. در ادامه، انواع مدل‌های بازارهای برق بر اساس شرکت‌کنندگان و میزان اطلاعاتی که آن‌ها در اختیار بهره‌بردار بازار قرار می‌دهند، بررسی می‌شوند [۲].

۳-۱-۱) انواع مدل‌های بازارهای برق بر اساس چگونگی ارائه پیشنهاد [۳]

بازارهای برق با توجه به شرکت‌کنندگان، نحوه پیشنهاد دهی آنان، میزان اطلاعاتی که آن‌ها در اختیار بهره‌بردار بازار قرار می‌دهند و تیز نقش بهره‌بردار به دو دسته زیر تقسیم می‌شوند:

۳-۱-۱-۱) مدل *MaxIso*:

در نوع اول از بازارهای رقابتی، شرکت‌های تولیدکننده برق^۸ پیشنهاد چندبخشی (تکه‌ای^۹) را که نشان‌دهنده هزینه‌های راه‌اندازی، بهره‌برداری و ... واحدهای مختلف خود می‌باشد، به بهره‌بردار ارائه می‌دهند. در واقع،

- 1 - Energy Quantity-Price Bid
- 2 - Day-Ahead Market
- 3 - Hour-Ahead Market
- 4 - Bidding Strategy
- 5 - Contracted Trade
- 6 - Independent System Operator (ISO)
- 7 - Market Clearing Price (MCP)
- 8 - Generation Company (GenCo)
- 9 - Multipart Bidding