



دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی برق-قدرت

تعیین بهینه مقادیر حقوق مالی انتقال برای عرضه در حراج اولیه با در نظر گرفتن شرایط بازار انرژی

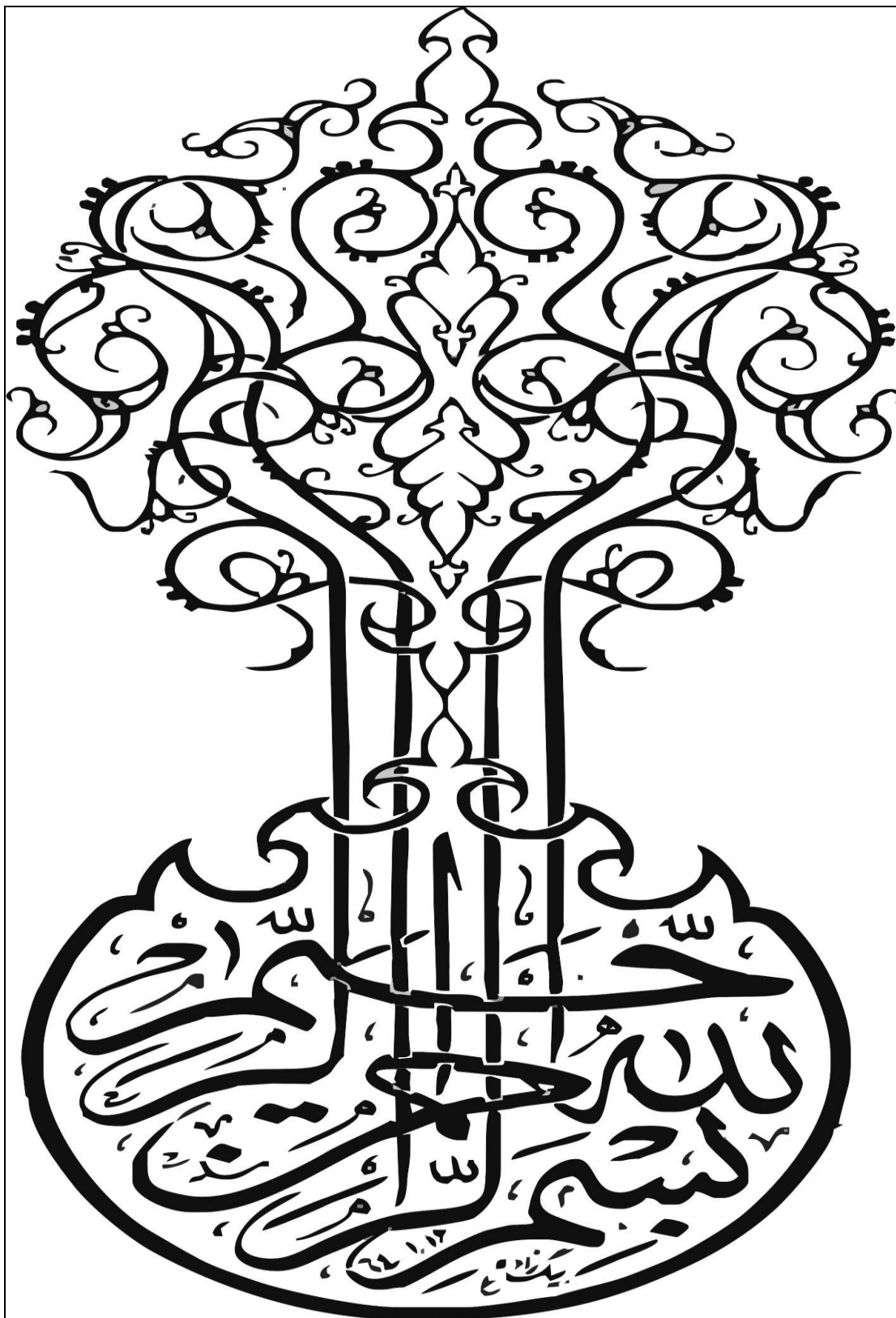
ارائه کننده:

محمد بیرزندی

استاد راهنما:

دکتر محمد کاظم شیخ الاسلامی

بهمن ۱۳۸۹





بسمه تعالی

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

آقای محمد بیرزندی پایان نامه ۹ واحدی خود را با عنوان تعیین بهینه مقادیر FTIR برای
عرضه در حراج اولیه با در نظر گرفتن شرایط بازار انرژی در تاریخ
۱۳۸۹/۱۱/۲۰ ارائه کردند.

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

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر محمد کاظم شیخ الاسلامی	استادیار	
استاد ناظر	دکتر حسین سیفی	استاد	
استاد ناظر	دکتر محسن پارسامقدم	استاد	
استاد ناظر	دکتر محمد موسی تبریزیان	استادیار	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر حسین سیفی	استاد	

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 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 محمد بیرژندی دانشجوی رشته برق قدرت ورودی سال تحصیلی ۱۳۸۷ مقطع کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر 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: محمد بیرژندی

تاریخ:

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 نگارنده در رشته برق قدرت است که در سال ۱۳۸۹ در دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر محمد کاظم شیخ الاسلامی 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 محمد بیرژندی انشجوی رشته برق قدرت مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: محمد بیرژندی

تاریخ و امضا:

”السلام علی الحسین و علی ابن الحسین و علی اولاد الحسین و علی اصحاب الحسین”
با تشکر از استاد ارجمند جناب آقای دکتر شیخ الاسلامی که در تمام مراحل کار دلسوزانه برای
بنده وقت و انرژی گذاشتند.

تقدیم به او که خواهد آمد

چکیده:

حقوق مالی انتقال (FTR)¹ یکی از ابزارهای مالی برای پوشش ریسک بازیگران بازار برق در مواجهه با پدیده پرشدگی خطوط انتقال است. هر FTR از نقطه تزریق به نقطه دریافت تعریف می‌شود که این نقاط می‌توانند یک شین، ناحیه یا منطقه باشند. FTR که بین دو نقطه از شبکه (دو شین یا دو ناحیه) تعریف می‌شود، به دارنده خود این حق را می‌دهد که در صورت بروز پرشدگی در شبکه انتقال و ایجاد تفاوت در قیمت‌های برق در این دو نقطه، به ازای ظرفیت FTRی که خریده است، وجوهی را دریافت کند. پرداخت‌کننده این وجوه معمولاً ISO است و منبع تأمین آن، مزاد تجاری ناشی از تفاوت دریافت و پرداخت‌های ISO از خریداران و فروشندگان بازار است که در روش قیمت‌گذاری نقطه‌ای (LMP) حاصل می‌شود. بدیهی است که تسویه بازار FTR مستلزم آن است که ISO تمامی وجوه ناشی از مزاد تجاری را میان دارندگان FTR تقسیم کند. به عبارت دیگر، ظرفیت FTR فروخته‌شده به وسیله ISO باید چنان باشد که با توجه به تغییرات قیمت انرژی در بازار، در پایان دوره فروش FTR وجوه ناشی از مزاد تجاری بازار به‌طور کامل به دارندگان FTR پرداخت شود. بر این اساس، در این پایان‌نامه مدلی برای تعیین مقدار قابل عرضه FTR در بازار حراج اولیه این کالای مالی به وسیله ISO ارائه شده است. در این مدل با در نظر گرفتن هر دو نوع FTR اجباری و اختیاری تلاش شده است تا در گام نخست، مزاد تجاری در اختیار ISO در یک دوره میان‌مدت، چنان که در بازارهای FTR معمول است برآورد شود و سپس میزان بهینه FTRهای قابل عرضه چنان تعیین شود که با در نظر گرفتن ریسک فروش، مزاد تجاری در اختیار ISO در پایان دوره کمینه باشد. روش پیشنهادی در یک بازار برق نمونه اجرا شده و نتایج قابل قبولی گرفته شده است.

¹ Financial Transmission Rights

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
ح	چکیده
ط	فهرست مطالب
ی	فهرست شکل‌ها و جدول‌ها

فصل اول: آشنایی با مفهوم پرشدگی و روش‌های رفع آن

۱	۱-۱ مقدمه
۴	۲-۱ پرشدگی
۶	۳-۱ مدیریت پرشدگی

فصل دوم: آشنایی با مفاهیم حقوق مالی انتقال و روش برگزاری بازار آن

۱۰	۱-۲ کلیات
۱۲	۲-۲ قراردادهای FTR
۱۵	۳-۲ بهای پرشدگی انتقال
۱۶	۴-۲ اعتبار حقوق مالی انتقال
۱۶	۵-۲ قراردادهای FGR
۱۷	۶-۲ مراحل فروش FTR
۲۰	۷-۲ فروش حقوق مالی انتقال در بازار PJM

فصل سوم: مدل ریاضی پیشنهادی برای تعیین بهینه حقوق مالی انتقال

۲۲	۱-۳ مروری بر پژوهش‌های انجام شده
۲۵	۲-۳ سبد سهام مارکویتز
۲۷	۳-۳ مدل ریاضی پیشنهادی برای فروش حقوق مالی انتقال
۲۷	۱-۳-۳ فرض‌های مدل
۲۷	۲-۳-۳ تابع هدف
۲۹	۳-۳-۳ قیود
۳۱	۴-۳-۳ مراحل اجرای مدل

فصل چهارم: مطالعات عددی تعیین بهینه حقوق مالی انتقال

۳۵	مثال فروش روزانه حقوق مالی انتقال
----	-----------------------------------

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات

مراجع

پیوست

۵۰

۵۳

۵۷

فهرست شکل‌ها و جدول‌ها

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۹	شکل ۱-۲: فرآیند حراج FTRها به صورت عمومی
۲۱	شکل ۲-۲: فرآیند حراج FTR در بازار برق PJM
۲۷	جدول ۱-۳: روابط ضریب همبستگی
۳۱	شکل ۱-۳: مراحل اجرای مدل پیشنهادی
۳۶	شکل ۱-۴: شبکه ۲۴ شینه RTS
۳۷	نمودار ۲-۴: LMP حالت بهره‌برداری عادی
۳۷	نمودار ۳-۴: LMP حالت بهره‌برداری رخداد قطع خطوط ۱۵ و ۱۶
۳۹	جدول ۱-۴: اطلاعات شبکه در حالت بهره‌برداری نرمال
۴۰	جدول ۲-۴: اطلاعات شبکه در حالت بهره‌برداری رخداد قطع خط بین شین ۱۵ و ۱۶
۴۲	جدول ۳-۴: فروش FTR تنها از نوع اجباری در شرایط نرمال و با در نظر گرفتن ریسک ۵۰۰
۴۲	جدول ۴-۴: فروش FTR تنها از نوع اجباری در شرایط نرمال و با در نظر گرفتن ریسک ۸۰۰۰
۴۲	جدول ۵-۴: فروش FTR تنها از نوع اجباری در شرایط نرمال و با در نظر گرفتن ریسک ۱۴۰۰۰
۴۴	جدول ۶-۴: فروش FTR تنها از نوع اجباری در شرایطی که خط متصل به شین ۱۵ و ۱۶ قطع شده است و بدون در نظر گرفتن ریسک
۴۴	جدول ۷-۴: فروش FTR تنها از نوع اجباری در شرایطی که خط متصل به شین ۱۵ و ۱۶ قطع شده است و با در نظر گرفتن ریسک ۲۰۰۰۰
۴۴	جدول ۸-۴: فروش FTR تنها از نوع اختیاری در شرایطی که خط متصل به شین ۱۵ و ۱۶ قطع شده است و بدون در نظر گرفتن ریسک
۴۶	جدول ۹-۴: فروش FTR از نوع اختیاری در شرایطی که خط متصل به شین ۱۵ و ۱۶ قطع شده است و بدون در نظر گرفتن ریسک و با در نظر گرفتن فروش اجباری
۴۶	جدول ۱۰-۴: فروش FTR از نوع اختیاری در شرایطی که خط متصل به شین ۱۵ و ۱۶ قطع شده است و با در نظر گرفتن ریسک ۲۰۰۰۰ و فروش اجباری
۴۶	جدول ۱۱-۴: فروش FTR از نوع اجباری در شرایطی که خط متصل به شین ۱۵ و ۱۶ قطع شده است و بدون در نظر گرفتن ریسک و با در نظر گرفتن فروش اختیاری
۴۸	جدول ۱۲-۴: فروش FTR از نوع اجباری و اختیاری با در نظر گرفتن کلیه حالات ممکن در پیشامدها و با در نظر گرفتن ریسک ۱۲۰۰۰

فصل اول

آشنایی با مفهوم پرشدگی و روش‌های رفع آن

۱-۱ مقدمه

صنعت برق دنیا سالها به صورت انحصاری و یکپارچه اداره می‌شد. شرکتهای برق در محدوده تحت پوشش خود، بخشهای تولید، انتقال و توزیع انرژی را به طور یکپارچه اداره می‌کردند و تنها تأمین کننده انرژی در قلمرو خود بودند.

در شرکت‌های برق یکپارچه طولی^۱، مصرف‌کنندگان در خرید انرژی الکتریکی مورد نیاز خود هیچ‌گونه حق انتخابی نداشتند و تنها گزینه برای آنها، خرید از شبکه توزیع برق واقع در محل سکونت‌شان بود، در واقع شرکت‌های برق به تنهایی و به طور انحصاری مسئول تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی بودند. علاوه بر این در شرکت‌های برق یکپارچه طولی تمام وظایف مربوط به شبکه قدرت شامل بهره‌برداری، کنترل، فروش، اندازه‌گیری مصرف، صدور قبوض، قانون‌گذاری، نظارت بر فعالیت‌ها، دیسپاچینگ، خدمات جانبی، برنامه‌ریزی تولید و انتقال به منظور افزایش بازده و قابلیت اطمینان و کاهش هزینه‌ها،

¹ - Vertically Integrated Utilities

تعمیر و نگهداری واحدهای تولیدی، بهره‌برداری از ظرفیتهای ذخیره و پخش اقتصادی بار را یک شرکت بر عهده داشت.

شبکه‌های برق که به طور سنتی اداره می‌شدند، نقش چشمگیری در اقتصاد و کیفیت زندگی داشته‌اند. در طول چند دهه، مقدار انرژی تحویلی توسط آنها تقریباً هر هشت سال، دو برابر می‌شد و به طور همزمان پیشرفتهای مهندسی، قابلیت اطمینان تأمین انرژی را افزایش می‌داد. این موفقیت‌های بزرگ به دلیل پیشرفتهای پیوسته تکنولوژی حاصل می‌شد.

در دهه ۱۹۸۰، برخی از اقتصاددانها استدلال کردند که این مدل، دوره خود را پشت سر گذاشته است. علی‌رغم آنکه عملکرد شبکه‌های یکپارچه، کنترل و برنامه‌ریزی آنها در نگاه اول مناسب و کامل به نظر می‌رسید، ولی شرایط انحصار موجود در آن زمان موجب از بین رفتن انگیزه برای عملکرد پر بازده شده بود و سرمایه‌گذاری‌های غیرضروری را در پی داشت. هزینه‌های ناشی از اشتباه در سرمایه‌گذاری برعهده مصرف‌کنندگان قرار می‌گرفت. از طرف دیگر شبکه‌های عمومی تحت نظر دولت بودند و عملکرد آنها تحت تاثیر سیاست بود. به عنوان مثال تعدادی از شبکه‌های عمومی بودجه‌های هنگفت داشتند در حالی که عده‌ای دیگر از منعکس کردن هزینه‌های خود در قیمت‌ها منع می‌شدند و یا از بودجه لازم برای سرمایه‌گذاری‌های اساسی محروم بودند. رشد بالای تقاضا به همراه مدیریت با بهره‌وری کم، بازده کم سیستم و سیاست‌های تعرفه‌گذاری نامعقول و غیر منطقی، بسیاری از کشورهای مختلف را تحت فشارهای آژانسهای مالی بین‌المللی، مجبور به تجدید ساختار بخش انرژی کرد. همچنین در موارد مشخص دیگری، تجدید ساختار نتیجه فشارهای عناصر کوچک بازار جهت کاهش کنترل و قدرت شبکه‌های بزرگ، با ایجاد امکان رقابت در بازار بود. در فرایند تجدید ساختار کارشناسان پیشنهاد کردند که اگر تأمین انرژی الکتریکی از حوزه سیاست‌های دولتی و ساختار انحصاری خارج شود و به‌جای

آن تحت قواعد بازار قرار گیرد، علاوه بر کاهش قیمت‌ها، منافعی را برای سیاست‌های کلان اقتصادی به دنبال خواهد داشت. بنابراین تجدید ساختار در کشورهای صنعتی بر اثر فشارها برای کاهش هزینه‌ها و تعرفه‌ها و به طور همزمان افزایش رقابت در بازارها، سرعت یافت [۱۴۴].

تجدیدساختار برق، تغییرات عمده‌ای را برای سه مؤلفه اصلی انحصار یکپارچه طولی، می‌طلبد. تجدیدساختار به معنی گونه‌های جدید جداسازی، هماهنگی و قواعدی برای تضمین رقابتی بودن و دسترسی باز و بدون تبعیض، برای تمام استفاده‌کنندگان می‌باشد. نیازمندی‌های جدید تجدیدساختار صنعت برق، مستلزم طراحی نهادهای جدید برای هماهنگی این اجزا می‌باشد و این اجزای جدید برای پرورش روحیه رقابت در سایر گروه‌ها مد نظر قرار می‌گیرند. یکی از اهداف اصلی تجدیدساختار صنعت برق، ایجاد بی‌طرفی و دسترسی باز به شبکه انتقال است [۲].

تقریباً در تمام نواحی جهان نمی‌توان این امکان را متصور شد که معامله انرژی الکتریکی در شرایطی که ژنراتورها و بارها به شین یکسانی متصل هستند، صورت پذیرد. قیود انتقال تلفات در شبکه متصل‌کننده ژنراتورها و بارها می‌تواند بازار انرژی الکتریکی را دست‌خوش تغییرات کلی نماید [۳۸].

در بازار تجدید ساختار شده مبادلات افزایش می‌یابد و ریسک قطعی بار را هم افزایش می‌دهد. برای همین باید یک روش خوب برای مدیریت و سرمایه‌گذاری در بخش انتقال داشته باشیم [۱۲].

امروزه حرکت سیستم‌های قدرت به سوی فضاهای جدید اقتصادی و مدیریتی، فصل جدیدی در بهره‌برداری از این سیستم‌ها باز کرده است. یکی از بزرگ‌ترین پیامدهای این حرکت، اجازه استفاده برابر برای همه متقاضیان از شبکه انتقال، تحت عنوان دسترسی آزاد می‌باشد. دسترسی آزاد به شبکه انتقال متضمن تحقق یک رقابت سالم در مبادله می‌باشد. لیکن به دلیل امکان ایجاد پرشدگی

در شبکه انتقال می‌تواند به یک مشکل عمده در سیستم‌های جدید تبدیل گردد. امروزه مطالعات گسترده‌ای، در پیشگیری، کاهش و کنترل فنی و اقتصادی این پدیده تحت عنوان مدیریت پرشدگی انجام می‌گیرد که بسته به روش‌های به کار گرفته‌شده برای تجدید ساختار در کشورهای مختلف جهان بسیار متنوع هستند.

محدودیت انتقال توان در خطوط انتقال از گذشته تحت عنوان تنگناهای انتقال و یا قابلیت بارگذاری خطوط انتقال، همواره گریبان‌گیر بهره‌برداران سیستم‌های انتقال بوده است. از آنجا که محل رخداد این تنگناها در شبکه‌های سنتی مشخص بود و مقدار حدی آن در دوره معینی بسته به میزان بار ثابت می‌ماند، راه حل اساسی برای رفع این تنگناها در سیستم‌های سنتی، افزایش خطوط انتقال یا اضافه کردن ظرفیت نصب شده شبکه انتقال بود. این محدودیت‌ها که تحت عنوان پرشدگی خطوط انتقال نام‌گذاری می‌گردند سبب می‌شود امنیت حالت مانای شبکه به خطر افتد که در این صورت نیاز به تنظیم مجدد خروجی ژنراتورها است. اما با طرح دسترسی آزاد در شبکه انتقال در سیستم‌های تجدید ساختار شده، پرشدگی خطوط شکل حادثتری به خود گرفته و رخداد آن از حالت معین و ثابت در سیستم‌های سنتی به وضعیتی نامعین، غیر دقیق، ریسک‌پذیر و بعضاً در مکانی از پیش تعیین نشده تغییر یافته است. در شرایط جدید، روش‌های سنتی برای رفع پرشدگی خطوط با محدودیت‌های بسیاری نسبت به گذشته روبرو بوده و این موضوع در نهایت به روش‌های نوین و متفاوت مدیریت پرشدگی ختم شده است [۲۶، ۲۴، ۱۲].

۱-۲ پرشدگی

پرشدگی، یک واژه اقتصادی است. این واژه عموماً در مطالعات ترافیک حمل و نقل و نیز شبکه‌های کامپیوتری استفاده شده است و هم‌اکنون نیز در تجدید ساختار سیستم‌های قدرت به عنوان یک مسئله اساسی مورد بحث قرار گرفته است. علیرغم ریشه اقتصادی این واژه، پرشدگی شبکه انتقال طبق تعریف یعنی برخی از خطوط به حد بیشینه انتقال توان رسیده و دیگر برای افزایش بار مصرف

کننده باید ژنراتورهای گران‌تر را به مدار آورد تا خطوط دچار افزایش بار نشوند [۳۰، ۳۱].
محدوده‌های مجاز بهره‌برداری از شبکه انتقال را می‌توان به دو دسته تقسیم‌بندی کرد:

- محدوده‌های فیزیکی

- محدوده‌های سیستمی

محدوده حرارتی یک خط انتقال یا یک ترانسفورماتور، نمونه‌ای از محدودیت‌های فیزیکی شبکه انتقال می‌باشند.

محدودیت‌های ناشی از ولتاژ، پایداری گذرا، پایداری دینامیکی، قابلیت اطمینان و مواردی مشابه نیز مثالهایی از محدودیت‌های سیستمی شبکه انتقال می‌باشند. با توجه به محدودیت‌های فوق عوامل بسیاری می‌تواند در رخداد پرشدگی خطوط انتقال موثر باشد و از آن جمله می‌توان به مواردی نظیر خروجی‌های خط انتقال، خروجی‌های ژنراتور، تغییرات در سطح تقاضای انرژی، مبادلات هماهنگ نشده و... اشاره کرد.

اثرات پرشدگی در شبکه انتقال عبارتند از:

- جلوگیری از انعقاد قراردادهای جدید

- عدم امکان انجام قراردادهای موجود و قراردادهای جدید

- خروج‌های اضافه

- انحصار قیمت در برخی نواحی

- آسیب‌دیدگی تجهیزات الکتریکی در سیستم

- افزایش قیمت انرژی الکتریکی در برخی نواحی

۳-۱ مدیریت پرشدگی

مدیریت پرشدگی خطوط انتقال به عنوان یکی از وظایف کلیدی مدیر شبکه، فرایندی است که استفاده از شبکه انتقال را در محدوده‌های مجاز بهره‌برداری تضمین می‌کند. در سیستم‌های تجدید ساختار شده، هدف اصلی مدیریت، تدوین مجموعه قوانینی است که تضمین کننده کنترل کافی بر روی تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان، برای حفظ سطح قابل قبولی از ایمنی و قابلیت اطمینان سیستم قدرت به همراه بیشترین بازده اقتصادی بازار در زمان محدودیت انتقال شبکه باشد. این قوانین باید دارای سه مشخصه باشند که عبارتند از :

- قاطع بودن
- عادلانه بودن
- شفاف بودن

قاطعیت قوانین باعث می‌شود تا فرصت‌های بهره‌برداری منفعت‌طلبانه در هنگام پرشدگی شبکه از برخی نهادهای سودجو گرفته شده و بازده بازار حفظ شود. عادلانه و شفاف بودن قوانین نیز برای جلب رضایت عمومی استفاده‌کنندگان از شبکه انتقال است.

به طور کلی سه روش برای مدیریت پرشدگی بسته به فرم تجدید ساختار در کشورهای مختلف استفاده شده است.

- استفاده از برنامه‌های OPF به شیوه مرکزی و کنترل پرشدگی توسط بهره‌بردار شبکه
- استفاده از سیگنال‌های قیمت بر اساس بازارهای از پیش تشکیل شده برای جلوگیری از پرشدگی که ممکن است با اصلاحات و کنترل پرشدگی به شیوه مرکزی نیز همراه باشد،
- استفاده از قبول یا رد مبادلات الکتریسیته در رفع پرشدگی

عموماً از دو مکانیزم برای مقابله با پرشدگی شبکه انتقال استفاده می‌شود که عبارتند از:

- روش‌های پیشگیرانه
- روش‌های اصلاحی

در روش‌های پیشگیرانه با استفاده از راه‌حل‌های رزرو کردن، گرفتن حق مالکیت و قیمت‌گذاری پرشدگی، می‌توان از وقوع پرشدگی جلوگیری کرد. در روش‌های اصلاحی با اعمال کنترل‌هایی شبیه شیفت دهنده‌های فاز، تپ ترانسفورماتورها، کنترل توان راکتیو، پخش بار مجدد بر روی ژنراتورها، برنامه‌ریزی مجدد بر روی قراردادهای، نقض برخی قراردادهای و قطع بعضی از بارها می‌توان به اصلاح و بهبود وضعیت پرشدگی پرداخت.

دسته‌بندی روش‌های مقابله با پرشدگی شبکه انتقال از دیدگاه هزینه، برای کمک به تصمیم‌گیری در انتخاب آنها نیز قابل تامل است که این دسته‌بندی‌ها شامل موارد زیر می‌باشد [۲۸، ۳۷، ۱۵]:

- روش‌های کم هزینه (خروج خط پرشدگی، استفاده از ادوات FACTS و...)
- روش‌های پر هزینه (پخش بار مجدد ژنراتورها مغایر با توافق بازار، قطع بارهای مجاز و...)

از لحاظ زمانی نیز می‌توان روش‌های مدیریت پرشدگی را تقسیم‌بندی کرد که عبارتند از:

- مدیریت پرشدگی در کوتاه‌مدت
- مدیریت پرشدگی در میان‌مدت
- مدیریت پرشدگی در بلندمدت

روش‌های کوتاه مدت عموماً در بازارهای مبادلات کوتاه مدت استفاده شده و اساساً همان روش‌های اصلاحی پس از وقوع پرشدگی در شبکه هستند. روش‌های میان مدت عمدتاً همان روش‌های پیشگیرانه هستند که از مشهورترین آنها بازارهای ماهیانه فروش حق انتقال در انواع متفاوت است. روش‌های بلند مدت نیز بر پایه توسعه انتقال و تولید طرح‌ریزی شده و دارای افق چند ساله هستند. در یک دسته‌بندی بهتر روش‌های مدیریت پرشدگی را می‌توان به دو بخش تقسیم‌بندی کرد:

- روش‌های مدیریت پرشدگی بر پایه بازار (پخش بار مجدد، مبادلات متقابل و...)
- روش‌های مدیریت پرشدگی مستقل از بازار (براساس نوع قرارداد و روش حق تقدم و...)

ارتباط مدیریت پرشدگی با مسائلی همچون بازارهای مختلف انرژی، تعرفه‌های انتقال، اختصاص حق انتقال، بازار خدمات جانبی، محاسبات ظرفیت انتقال، توسعه انتقال، محل نصب ژنراتورهای

جدید، نقطه انتقال بارهای جدید، استفاده از عناصر FACTS، برنامه تعمیر نیروگاه‌ها و خطوط انتقال و چندین مسئله دیگر از یک سو و تفاوت فرم‌های تجدید ساختار در کشورهای مختلف از سوی دیگر سبب شده تا بررسی‌ها و تحقیقات انجام شده در این زمینه بسیار متنوع باشند. تداخل بین دو روش مبادله انرژی (مبادلات کوتاه مدت در بازار مبادلات بر مبنای حراج و معاملات بلند مدت در بازار معاملات بر مبنای قراردادهای دو طرفه) ممکن است باعث بروز مشکلات اقتصادی و فنی در سیستم، همانند تشکیل مسیرهای موازی عبور توان و رخداد پرشدگی در شبکه انتقال گردد.

ارزیابی میزان پاسخ‌گویی مبادله‌کنندگان بازارهای مختلف انرژی در مواجهه با مشکلات امنیت شبکه و مسائل اقتصادی، هنگام وقوع شرایط بحرانی در بهره‌برداری سیستم، به عنوان یک موضوع مهم هنوز هم در حال بحث و بررسی است. هدف راهبر شبکه در بازار، انطباق پیشنهادهای تولید انرژی الکتریکی و مصرف آن، بر اساس قیمت‌های ارائه شده، با بیشترین رفاه اجتماعی می‌باشد. در بازار قراردادهای دوطرفه نیز هدف به انجام رسیدن همه قراردادهای منعقد شده می‌باشد. این دو هدف در نبود پرشدگی شبکه، به طور مستقل قابل دستیابی است، اما بروز پرشدگی در شبکه می‌تواند باعث تداخل بین آنها گردد. به عنوان مثال، اگر راهبر شبکه‌ای در حالت بحرانی، پس از به کارگیری دیگر روش‌های رفع پرشدگی ناگزیر به نقض قراردادها یا عدول از توافق اولیه بازار حراج شود، با مشکل تصمیم‌گیری برای چگونگی نقض این دو نوع مبادلات روبرو خواهد بود. یک پیشنهاد برای رفع این مشکل، اولویت‌بندی در نقض این دو نوع مبادلات هنگام وقوع پرشدگی می‌باشد. سه دیدگاه برای این اولویت بندی مطرح است:

- بدون اولویت
- اولویت با بازار حراج
- اولویت با بازار قراردادها

مدیریت موثر پرشدگی شبکه انتقال، دارای چند مشخصه است که از جمله مهم‌ترین آنها می‌توان به مواردی نظیر ارائه سیگنال‌های مناسب برای استفاده کارا از شبکه انتقال، هماهنگی بین قراردادهای دو طرفه و بازار حراج اشاره کرد. در مدیریت پرشدگی میان مدت که پیشنهادهای خرید و فروش در بازارهای آتی مشخص نیست، دسترسی به اهداف فوق بسیار مشکل بوده و موفقیت در آن نیازمند یک نگرش همه جانبه و عمیق بر مبنای ساختار کلی تجدید ساختار و قوانین حاکم بر آن می‌باشد. در این زمینه نیز تحقیقات فراوانی صورت گرفته و نتایج آن منجر به تعریف انواع متفاوتی از حق انتقال گردیده است که از آن جمله می‌توان به FTR ، FGR اشاره کرد [۲۰، ۱۰، ۱۹، ۵۰].