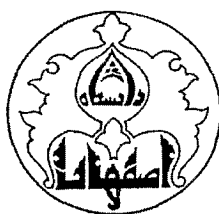


٨٧,١٠,١٥١٠٩٨
٨٧,١٠,٨

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

١٠٦٧٨٨



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم اداری و اقتصاد

گروه اقتصاد

پایان نامه ی کارشناسی ارشد رشته ی توسعه و برنامه ریزی اقتصادی

مکانیسم قیمت گذاری انتقال انرژی الکتریکی - شبکه برق ایران

استادان راهنما:

دکتر علیمراد شریفی

دکتر رحمان خوش اخلاق

استادان مشاور:

دکتر محمد اسمعیل همدانی گلشن

دکتر کیومرث آقایی

پژوهشگر:

بابک صفاری

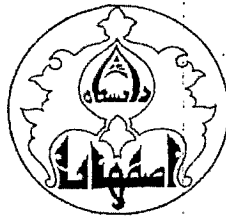
شهریورماه ۱۳۸۶

کتابخانه دانشگاه اصفهان

۱۳۸۷ / ۹ / ۲۳

۱۰۶۷۸۸

شهره کارشناس پایان نامه
روانشناسی مشاوره
روانشناسی مشاوره
روانشناسی مشاوره



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم اداری و اقتصاد

گروه اقتصاد

پایان نامه ی کارشناسی ارشد رشته ی توسعه و برنامه ریزی اقتصادی آقای بابک صفاری تحت عنوان

مکانیسم قیمت گذاری انتقال انرژی الکتریکی - شبکه برق ایران

در تاریخ ۱۳۸۶/۶/۲۴ توسط هیات داوران زیر بررسی و با درجه عالی به تصویب نهایی رسید.

- | | | |
|------|--|-------------------------------|
| امضا | دکتر علیمراد شریفی با مرتبه علمی استادیار | ۱- استادان راهنمای پایان نامه |
| امضا | دکتر رحمان خوش اخلاق با مرتبه علمی دانشیار | |
| امضا | دکتر محمد اسمعیل همدانی گلشن با مرتبه علمی دانشیار | ۲- استادان مشاور پایان نامه |
| امضا | دکتر کیومرث آقایی با مرتبه علمی استادیار | |
| امضا | دکتر مرتضی سامتی با مرتبه علمی استادیار | ۳- استاد داور داخل گروه |
| امضا | دکتر سعیده کتابی با مرتبه علمی استادیار | ۴- استاد داور خارج از گروه |



کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات
و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه
متعلق به دانشگاه اصفهان است.

به پاس خوبیهایش
تقدیم به دوست و همسر عزیزم
مینا

چکیده

از هنگامی که مفاهیم بازار رقابتی در عرصه صنعت برق وارد شده است، قیمت گذاری انتقال توان الکتریکی نقش مهم و محوری در ساختار بازار برق و عملکرد آن داشته است. شبکه انتقال توان الکتریکی به دلیل پیروی از قوانین فیزیکی جریان الکترون‌ها و محدودیتهای مربوط به آن از دیگر شبکه های انتقال متمایز است. هدف پژوهش حاضر ارائه مکانیسمی است که قیمت انتقال توان را براساس محدودیتهای شبکه انتقال و با در نظر گرفتن تلفات انتقال توان و تراکم خطوط انتقال به عنوان قیمت‌های نهایی محلی ارائه نماید. از آنجائیکه این قیمت‌ها منعکس کننده واقعیت شبکه انتقال هستند می توانند ملاکی برای تصمیم سرمایه گذاری بوده و باعث مدیریت تقاضا بصورت خودکار شوند. محاسبه قیمت‌های نهایی محلی از طریق حداقل نمودن هزینه ها و با در نظر گرفتن محدودیت های ظرفیت و تلفات خطوط انتقال و قوانین جریان و ولتاژ در شبکه انتقال امکان پذیر است. علاوه بر این، حقوق قطعی انتقال نیز به عنوان ابزار تثبیت قیمت‌های نهایی محلی و کاهش عدم اطمینان در دسترسی به خدمات انتقال برای صاحبان این حقوق، می تواند تحت شرایطی به قدرت بازار در بازار برق بیانجامد. بررسی تاثیر حقوق تجاری و فیزیکی انتقال بر شبکه انتقال توان و یافتن شرایطی که بهره مندی از این حقوق را به قدرت بازار تبدیل می کند از دستاوردهای این پایان نامه خواهد بود.

کلید واژه ها

بازار برق - تراکم - قدرت بازار - قیمت گذاری انتقال توان الکتریکی - قیمت‌های محلی نهایی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
فصل اول: کلیات	
۱	۱-۱) مقدمه
۳	۲-۱) بیان مسأله
۵	۳-۱) اهمیت و ارزش تحقیق
۶	۴-۱) اهداف تحقیق
۶	۵-۱) فرضیه ها
۶	۶-۱) روش تحقیق
۷	۷-۱) اطلاعات و آمار
۸	۸-۱) محدودیت ها و فروض تحقیق
۸	۹-۱) اصطلاحات مهم
فصل دوم: ادبیات موضوع و مروری بر پیشینه تحقیق	
۱۱	۱-۲) مقدمه
۱۲	۲-۲) توسعه سیستم های قدرت
۱۳	۳-۲) مدل های بازار برق
۱۳	۱-۳-۲) مدل poolco
۱۴	۲-۳-۲) مدل قراردادهای دو جانبه
۱۴	۳-۳-۲) مدل ترکیبی
۱۴	۴-۲) اجزای بازار برق
۱۵	۱-۴-۲) اپراتور مستقل شبکه
۱۶	۲-۴-۲) شرکت های انتقال توان
۱۶	۵-۲) قدرت بازار
۱۸	۶-۲) انتقال توان الکتریکی
۱۸	۱-۶-۲) قوانین فیزیکی توان الکتریکی
۲۰	۲-۶-۲) تلفات و محدودیت خطوط انتقال
۲۱	۷-۲) قیمت گذاری محلی
۲۱	۱-۷-۲) تراکم

۲۲	..... تلفات (۲-۷-۲)
۲۳	..... حقوق قطعی انتقال (۸-۲)
۲۵	..... تأثیر حقوق قطعی انتقال بر قدرت بازار (۹-۲)
۲۶	..... یک مدل ساده متراکم (۱-۹-۲)
۲۸	..... تأثیر حقوق تجاری انتقال در بازار رقابتی (۲-۹-۲)
۲۹	..... تأثیر حقوق فیزیکی انتقال در بازار رقابتی (۳-۹-۲)
۳۰	..... قدرت بازار در گره با قیمت بیشتر (۴-۹-۲)
۳۱	..... تأثیر حقوق تجاری انتقال همراه با قدرت بازار (۵-۹-۲)
۳۲	..... تأثیر حقوق فیزیکی انتقال همراه با قدرت بازار (۶-۹-۲)
۳۳	..... حقوق تجاری در مقابل حقوق فیزیکی انتقال - مقایسه رفاه و سود (۷-۹-۲)
۳۵	..... تخصیص هزینه انتقال توان الکتریکی (۱۰-۲)
۳۶	..... روش نرخ تمبر پستی (۱-۱۰-۲)
۳۶	..... روش مسیر قرارداد (۲-۱۰-۲)
۳۷	..... روش مگاوات-مایل (۳-۱۰-۲)
۳۷	..... روش مگاوات آمپر-مایل (۴-۱۰-۲)
۳۷	..... روش های پخش بار جریان متناوب (۵-۱۰-۲)
۳۸	..... مروری بر تحقیقات پیشین (۱۱-۲)

فصل سوم: روش تحقیق

۴۲	..... مقدمه (۱-۳)
۴۳	..... قیمت گذاری در بازار برق (۲-۳)
۴۵	..... تصریح مدل توزیع (پخش بار) اقتصادی (۳-۳)
۴۸	..... تصریح مدل تلفات (۴-۳)
۴۸	..... تلفات انتقال توان الکتریکی (۱-۴-۳)
۴۸	..... قیمت گذاری تلفات (۲-۴-۳)
۴۹	..... قیمت های محلی تلفات (۳-۴-۳)
۵۰	..... مدل پخش بار با در نظر گرفتن تلفات (۴-۴-۳)
۵۳	..... تصریح مدل قدرت انحصارگر در بازار با جریان حلقه ای (۵-۳)
۵۳	..... مدل ساده متراکم بدون بهره مندی انحصارگر از حقوق انتقال (۱-۵-۳)
۵۹	..... مدل بهره مندی انحصارگر از حقوق انتقال (۲-۵-۳)

۶-۳) تخصیص هزینه انتقال با روش ردیابی بیالک ۶۱

فصل چهارم: نتایج و تجزیه و تحلیل الگو

۱-۴) مقدمه ۶۵

۲-۴) معرفی شبکه نمونه و ساده سازی های انجام شده ۶۶

۳-۴) مدل انتقال کلایی ساده ۶۷

۴-۴) مدل انتقال توان الکتریکی ۶۹

۱-۴-۴) مدل انتقال با شبکه شعاعی ۶۹

۲-۴-۴) مدل انتقال با جریان های حلقه ای ۶۹

۵-۴) مدل انتقال توان الکتریکی با تلفات انتقال ۷۱

۱-۵-۴) مدل تلفات انتقال با محاسبه تلفات در طرف تولیدکننده ۷۱

۲-۵-۴) مدل تلفات انتقال با محاسبه تلفات در طرف مصرف کننده ۷۲

۳-۵-۴) مقایسه مدل ها- تخصیص منابع ۷۳

۶-۴) مدل انتقال توان الکتریکی با ظرفیت خطوط محدود ۷۴

۱-۶-۴) مدل انتقال توان با یک خط محدود ۷۵

۲-۶-۴) مدل انتقال توان با دو خط محدود ۷۶

۳-۶-۴) تصمیم سرمایه گذاری ۷۷

۷-۴) مدل انتقال توان با تلفات و تراکم ۷۸

۸-۴) مدیریت بار ۸۰

۹-۴) مدل انحصار تولیدکننده گران ۸۱

۱-۹-۴) مدل انحصار تولیدکننده گران بدون محدودیت ظرفیت انتقال ۸۱

۲-۹-۴) مدل انحصار تولیدکننده گران با محدودیت ظرفیت انتقال ۸۲

۳-۹-۴) مدل انحصار تولیدکننده گران با بهره مندی از حق تجاری انتقال ۸۳

۱۰-۴) تخصیص هزینه انتقال ۸۶

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهاد ها

۱-۵) مقدمه ۸۹

۲-۵) خلاصه پژوهش ۸۹

۳-۵) نتایج پژوهش ۹۲

۴-۵) محدودیت های تحقیق ۹۶

۹۶	..... (۵-۵) پیشنهادها
۹۶	..... (۱-۵-۵) پیشنهادهای اجرایی
۹۷	..... (۲-۵-۵) پیشنهادها برای تحقیقات بعدی
۹۸	..... پیوست
۱۱۲	..... منابع و مآخذ

فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
۱۸	شکل ۱-۲- تعریف قدرت بازار
۱۹	شکل ۲-۲- مدار الکتریکی ساده
۲۷	شکل ۳-۲- شبکه ساده با دو گره
۳۵	شکل ۴-۲- مقایسه رفاه در حالت های مختلف حقوق انتقال
۵۴	شکل ۱-۳- شبکه سه گرهی با جریان حلقه ای
۶۲	شکل ۲-۳- نمایش تسهیم تناسبی
۶۷	شکل ۱-۴- مدل انتقال کالایی ساده
۶۹	شکل ۲-۴- مدل انتقال با شبکه شعاعی
۷۰	شکل ۳-۴- مدل انتقال با جریان حلقه ای
۸۵	شکل ۴-۴- رابطه تغییرات قیمت با تغییر درصد مالکیت خط انتقال
۸۵	شکل ۵-۴- رابطه تغییرات مقدار عرضه و تقاضا با تغییر درصد مالکیت خط انتقال
۸۶	شکل ۶-۴- رابطه تغییرات سود انحصارگر با تغییر درصد مالکیت خط انتقال

جدول ۱-۴- قیمت در مدل انتقال کالایی ساده ۱	۶۸
جدول ۲-۴- قیمت در مدل انتقال کالایی ساده ۲	۶۸
جدول ۳-۴- مقادیر انتقالی در مدل انتقال کالایی ساده ۱	۶۸
جدول ۴-۴- مقادیر انتقالی در مدل انتقال کالایی ساده ۲	۶۸
جدول ۵-۴- جریان ها در مدل انتقال توان الکتریکی با جریان حلقه ای ۱	۷۰
جدول ۶-۴- جریان ها در مدل انتقال توان الکتریکی با جریان حلقه ای ۲	۷۰
جدول ۷-۴- تلفات خطوط ارتباطی در مدل تلفات در طرف تولیدکننده	۷۱
جدول ۸-۴- قیمت در مدل تلفات انتقال در طرف تولیدکننده	۷۱
جدول ۹-۴- جریان ها در مدل تلفات انتقال در طرف تولیدکننده	۷۲
جدول ۱۰-۴- تلفات خطوط ارتباطی در مدل تلفات در طرف مصرف کننده	۷۲
جدول ۱۱-۴- قیمت در مدل تلفات انتقال در طرف مصرف کننده	۷۳
جدول ۱۲-۴- جریان ها در مدل تلفات انتقال در طرف مصرف کننده	۷۳
جدول ۱۳-۴- تلفات خطوط ارتباطی در مدل تلفات با فرض قیمت جدید	۷۴
جدول ۱۴-۴- قیمت در مدل تلفات با فرض قیمت جدید	۷۴
جدول ۱۵-۴- قیمت ها در مدل انتقال با یک خط محدود	۷۵
جدول ۱۶-۴- جریان ها در مدل انتقال با یک خط محدود	۷۵
جدول ۱۷-۴- قیمت ها در مدل انتقال با دو خط محدود	۷۷
جدول ۱۸-۴- جریان ها در مدل انتقال با دو خط محدود	۷۷
جدول ۱۹-۴- قیمت در مدل انتقال توان با تلفات و تراکم ۱	۷۸
جدول ۲۰-۴- قیمت در مدل انتقال توان با تلفات و تراکم ۲	۷۹
جدول ۲۱-۴- قیمت در مدل انتقال توان با تلفات و تراکم ۳	۸۰
جدول ۲۲-۴- اطلاعات مدل انحصار بدون محدودیت طرفیت	۸۲
جدول ۲۳-۴- اطلاعات مدل انحصار با محدودیت طرفیت	۸۲
جدول ۲۴-۴- اطلاعات مدل انحصار با بهره مندی از حق تجاری انتقال	۸۳
جدول ۲۵-۴- تغییرات قیمت و مقدار با تغییر درصد مالکیت خط انتقال	۸۴
جدول ۲۶-۴- قیمت در مدل انتقال توان با تلفات و تراکم	۸۶

جدول ۴-۲۷- جریان ها در مدل انتقال توان با تلفات و تراکم	۸۷
جدول ۴-۲۸- تخصیص هزینه انتقال به روش بیالک	۸۸

فصل اول

کلیات

۱-۱) مقدمه

دهه های اخیر شاهد تغییرات عمده ای در صنعت برق دنیا بوده است. شرکتهای برق از دیرباز به صورت سنتی و با پیروی از ساختارهای یکپارچه عمودی و با ماموریت تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی به کار خویش مشغول بودند. این ساختار نتیجه ای جز انحصار را در پی نداشته و تبعات اقتصادی آن نیز بر هیچ کس پوشیده نیست. بنابراین تغییرات عمدتاً به سمت شکستن این شرکتهای بزرگ یکپارچه به شرکتهای مختلف با ماموریتهای ویژه و بالابردن کارایی و ارائه خدمات با کیفیت بیشتر و قیمت کمتر به مشتریان گام برداشته و همچنان به پیش می رود. در این میان بخش انتقال انرژی الکتریکی نیز پا به پای این تحولات و دگرگونیها به پیش آمده و از نظر مباحث اقتصادی به رشد قابل توجهی دست یافته است. قیمت گذاری انتقال توان الکتریکی^۱ با استفاده از مفاهیم تلفات^۲ و تراکم^۳، اعطای مالکیت خطوط از طریق وضع حقوق تجاری و فیزیکی^۴ نشان از رویکرد جدید بازار دگرگون شده به بخش انتقال دارد.

^۱.Electricity Power Transmission Pricing

^۲.Losses

^۳.Congestion

^۴.Physical & Financial Rights

علیرغم این حقیقت که بهای انتقال، درصد کوچکی از هزینه های بهره برداری در شرکتهای برق را دربرمی گیرد، شبکه انتقال به عنوان مکانیزم حیاتی در بازارهای رقابتی برق ایفای نقش می نماید. در یک سیستم تجدید ساختار شده^۱، شبکه انتقال محلی است که در آن تولیدکنندگان برای تامین انرژی مورد نیاز مصرف کنندگان اعم از مصرف کنندگان بزرگ و شرکتهای توزیع توان به رقابت می پردازند. بنابراین قیمت انتقال انرژی باید شاخص منطقی اقتصادی مورد استفاده بازار برای تصمیم گیری در خصوص تخصیص منابع، توسعه و تقویت سیستم باشد.

محیط رقابتی بازار برق لزوم دسترسی به شبکه های انتقال و توزیع که مصرف کنندگان و عرضه کنندگان متفرق را به یکدیگر متصل می نماید را ایجاد می نماید. علاوه بر این همچنانکه توانهای انتقالی بر قیمت گذاری انتقال تاثیر می گذارند، قیمت گذاری انتقال نیز می تواند به صورت موثر شرایط بازار را کنترل نموده و برای ایجاد یک بازار رقابتی متعادل مورد استفاده قرار گیرد. طرح صحیح قیمت گذاری انتقال که قیود انتقال یا تراکم را مدنظر قرار دهد می تواند سرمایه گذاران را به ساخت ظرفیت جدید تولید و یا انتقال برای بهبود بازدهی تشویق کند. در یک محیط رقابتی، قیمت گذاری انتقال می تواند انتظارات درآمدی را تامین کرده و بهره برداری موثر از بازار های برق را نیز ترویج نماید. این در حالی است که این قیمت گذاری باید منصفانه و عملی باشد.

در صنعت برق ایران نیز تجدید ساختار بر اساس اهداف کاهش تصدیی دولت، شفاف شدن و تفکیک هزینه های تولید، انتقال و توزیع، ایجاد فضای سالم برای رقابت بین تولید کنندگان و توزیع کنندگان انرژی الکتریکی و بهبود کیفیت خدمات، افزایش بهره وری، کاهش ضایعات و در نتیجه کاهش هزینه های تولید واحد انرژی الکتریکی که نقش مهمی در قبال رقابتی شدن مصنوعات صنعتی کشور در سطح بازار جهانی دارد، دادن حق انتخاب به مشتری نهایی در گزینش بهترین عرضه کننده از میان عرضه کنندگان انرژی از سالها قبل در دستور کار وزارت نیرو قرار گرفته است. با این تفصیل هنگامی که به قیمت گذاری در شبکه برق ایران نگاه می کنیم موارد احتساب هزینه را به شکل خواهیم دید :

- هزینه های نگهداری و تعمیرات (نت) شبکه انتقال و فوق توزیع
- هزینه های پرسنلی و خدماتی بهره برداری پست های انتقال و فوق توزیع
- هزینه های پرسنلی و خدماتی بهره برداری مراکز دیسپاچی (RDC & AOC)
- هزینه های پرسنلی و خدماتی حوزه ستادی معاونت های بهره برداری شرکت ها

^۱. Restructured System

• هزینه های مواد مصرفی لوازم یدکی

و سایر هزینه ها

آنچنانچه متخصصان اقتصادی در زمینه خدمات عمومی می دانند این روش قیمت گذاری ثابت نه تنها براساس رفتار دینامیک بازار نمی باشد بلکه تا الفبای قیمت گذاری مدرن نیز فرسنگها فاصله دارد. روشهای فوق مبتنی بر پوشش هزینه ها یا پوشش هزینه ها و احتساب سود، روشهای ابتدایی است که امروزه در الگوهای قیمت گذاری کمتر مورد استفاده دارد. بنابراین انطباق روشهای قیمت گذاری جدید و به روز در شبکه فعلی برق ایران و استفاده از داده های در دسترس از مسایل مهم قیمت گذاری انتقال انرژی در ایران به شمار می رود. این پروژه تلاش می کند روشهای برقراری چنین مهمی را در صنعت برق ایران فراروی قرار دهد.

۱-۲) بیان مساله

در بازار برق تجدید ساختار شده نیز که عملیات آن بر اساس اصول رقابت پایه گذاری شده است، قیمت تسویه بازار پایه ای ترین مفهوم قیمت گذاری می باشد. معمولاً قیمت گذاری در بازار برق توسط اپراتور مستقل شبکه (ISO) صورت می گیرد. این قیمت گذاری به گونه ای صورت می پذیرد که تنها قیمت‌های تولید کنندگان توان الکتریکی لحاظ شده و بدون در نظر گرفتن هزینه های انتقال و قیمت گذاری انتقال توان الکتریکی در شبکه اقدام به نشر قیمت در بازار برق می گردد. این روش قیمت گذاری به دلیل اینکه استفاده از خطوط انتقال به عنوان یک منبع کمیاب را مد نظر قرار نمی دهد منعکس کننده واقعیت فرآیند تحویل انرژی الکتریکی نیست. بنابراین تلاش می شود روشی برای قیمت گذاری استفاده از این منبع کمیاب اتخاذ گردد. با این وجود مشکل است که طرح قیمت گذاری انتقالی را یافت که برای تمام ساختارهای برق در تمام ساختارهای سیستم قدرت در مناطق مختلف مناسب باشد. تحقیق پیوسته درحال انجام درخصوص قیمت گذاری انتقال مبین آن است که توافق عمومی در خصوص روش قیمت گذاری وجود ندارد. در عمل هر کشور یا هر مدل تجدید ساختار شده براساس مشخصه های ویژه شبکه خود روشی را برگزیده است. در طی چند سال اخیر در بازارهای گوناگون طرحهای متفاوت قیمت گذاری انتقال پیشنهاد و پیاده شده است. رایج ترین و ساده ترین روش قیمت گذاری، روش تمپر پستی^۱ است. در این روش بدون توجه به مقدار مسافتی که انرژی می پیماید، هر یک از تولید کنندگان یا مصرف کنندگان بهای ثابتی را به ازای هر واحد انرژی

^۱.Independent System Operator

^۲.Postage Stamp

انتقالی درون سیستم پرداخت می نماید. نرخهای تمبر پستی که هزینه های متوسط سیستم است، در ساعات اوج و غیراوج به عنوان توابعی از مصرف زمانی اعلام می گردند. روش رایج دیگر مورد استفاده، روش مسیر قرارداد^۱ بوده که نمی تواند توانهای انتقال یافته از طریق حلقه ها و مسیرهای موازی را منعکس نماید. روش مگاوات-مایل^۲ به عنوان جایگزین روش مسیر قرارداد، بهای انتقال را به عنوان تابعی از توان انتقالی و فاصله بین محل‌های تزریق و دریافت محاسبه می کند.

صرفنظر از نواقص جزئی هریک از روشهای فوق، نقص اصلی روشهای مطروحه آن است که تراکم انتقال را مدنظر قرار نمی دهند. در بازار جدید لازم است که بهای انتقال را منطبق با قیمت گذاری مبتنی بر مقدار توان انتقالی و قیمت گذلری مبتنی بر تراکم، لحاظ گردد. قیمت گذاری تراکم، هر منبع انتقال محدود را به مشتریانی که بالاترین ارزش را برای آن قایل هستند، تخصیص می دهد. یک طرح صحیح قیمت گذاری باید بهای تراکم را به شرکت کنندگانی که باعث تراکم می شوند تخصیص داده و به شرکت کنندگانی که برنامه ریزی آنها به کاهش تراکم منجر می گردد، پاداش دهد.

زمانی که انتقال متراکم می شود (یعنی هیچ توان اضافی را نتوان از یک نقطه تزریق به نقطه دیگر دریافت منتقل کرد)، ممکن است مجبور به وارد کردن واحدهای گرانتر تولید به مدار در یک طرف سیستم انتقال شویم. در یک بازار رقابتی، چنین رخدادی منجر به قیمت های محلی نهایی متفاوت بین دو محل می شود. اگر از تلفات انتقال چشم پوشی شود، اختلاف در قیمت‌های محلی نهایی زمانی رخ می دهد که خطوط متراکم شوند. برعکس چنانچه توانهای انتقالی محدودیتهای فیزیکی خطوط را برآورده سازند قیمت‌های محلی نهایی در تمام شینها برابر بوده و هیچ بهای تراکمی اعمال نمی شود. به طور کلی اختلاف در قیمت‌های محلی نهایی بین دو انتهای یک خط متراکم، ناشی از حد تراکم و تلفات مگاوات این خط است. از آنجا که قیمت محلی نهایی به عنوان یک شاخص قیمت برای هم تلفات و هم تراکم عمل می کند، باید بخش اصلی قیمت گذاری انتقال باشد.

در چنین شرایطی شرکت کنندگان در بازار تلاش می کنند از مشکل تراکم دوری جسته و بنا به ترتیباتی از پرداخت هزینه های ناشی از تراکم معاف گردند. این شرکت کنندگان با عقد قراردادهایی امتیاز انتقال توان معینی را در مسیر مشخص خریداری می کنند. عموماً اینگونه مبادلات در بازارهای جانبی یا ثانویه صورت می پذیرد. در زمان محاسبه، دارندگان حقوق قطعی انتقال (FTR)^۳ اعبار تراکمی متناسب با مقدار حقوق قطعی

^۱. Contract Path

^۲. MW-Mile

^۳. Firm Transmission Right

انتقال دریافت می کنند. با محاسبه اعتبار تراکمی برای دارندگان حقوق قطعی انتقال و مقایسه آن با بهای کلی تراکم، از ایشان بهای اضافی تراکمی اخذ شده یا به ایشان تخصیص اعتبار صورت می گیرد.

از نکات بسیار حائز اهمیت تاثیر فراهم آوردن سازوکاری جهت خرید و فروش حقوق قطعی انتقال توان الکتریکی بر شرایط بازار می باشد. در نگاه اول شاید به نظر برسد که با ارائه چنین خدماتی بتوان بازار را به سمت حداکثر رقابتی شدن سوق داد اما نتایج تحقیقات قبلی نشان می دهد که در شرایطی خاص این امکان وجود دارد که بازار در شرایط قابل مقایسه با حالت انحصار قرار گرفته و بر قدرت بازار بیافزاید. لزوم شناخت چنین حالتی برای جلوگیری از وقوع آنها و تصویب قوانین پیشگیرانه از اهمیت ویژه برخوردار خواهد بود.

۳-۱) اهمیت و ارزش تحقیق

شکی نیست که تغییرات صورت گرفته در صنعت برق به تمامی اجزا آن تسری می یابد. یکی از این اجزای مهم و اساسی انتقال توان الکتریکی است. قیمت گذاری صحیح و مناسب با شرایط سیستم قدرت علاوه بر اینکه بازار برق را به سمت رشد سوق می دهد، می تواند سرمایه گذاران را نیز متقاعد ساخته که در محلهای متراکم سرمایه گذاری نمایند و بدین ترتیب شبکه انتقال در جهت رقابتی شدن همگام با دیگر اجزا بازار برق پیش خواهد رفت. ضمن آنکه قیمت گذاری صحیح با برآوردن انتظارات سرمایه گذاران می تواند بر توزیع متناسب سرمایه گذاری در قسمتهای مختلف صنعت برق اعم از تولید و توزیع نیز تاثیرگذار باشد. با قیمت گذاری تلفات انتقال بی شک سیستم به سمت اصلاح ساختاری و فنی نیز پیش خواهد رفت و تمایل استفاده کنندگان از خطوط کم تلف باعث خواهد شد سیستم در جهت رفع نواقص فنی نیز گام بردارد. علاوه بر این در نظر گرفتن جایگاه قراردادهای دوجانبه و حقوق قطعی انتقال ما را به سمت درک صحیحی از بازارها و خدمات جانبی سوق خواهد داد.

علاوه بر این به دلیل کاستی های موجود هرگونه تحقیق پایه ای و کاربردی می تواند در صنعت برق ایران تغییرات شگرف و اثر بخشی را در جهت بهبود این سیستم به همراه داشته باشد. تحقیق حاضر با معرفی اجمالی روشهای قیمت گذاری انتقال و بررسی عوامل تاثیرگذار بر آن تلاش می کند الگوریتمی را برای متصدیان صنعت انتقال برق تدوین نماید، الگوریتمی عملیاتی که با اطلاعات موجود و با بهره گیری از امکانات حاضر قیمت گذاری صحیح انتقال را برای این صنعت به ارمغان بیاورد.

۱-۴) اهداف تحقیق

- ۱) تعیین قیمت محلی نهایی انتقال انرژی برق در هریک از گره های تولید و مصرف در شبکه نمونه
 - ۱-۱) بررسی تاثیر قیمت گذاری محلی بر مدیریت بار در شبکه انتقال انرژی ایران
 - ۲-۱) امکان سنجی اعمال مدیریت کارآمد بار از طریق قیمت گذاری محلی در شبکه انتقال انرژی ایران
- ۲) ارائه مکانیسم محاسبه بهای برق با در نظر گرفتن حقوق قطعی انتقال در بازار برق
 - ۱-۲) امکان سنجی برقراری حقوق قطعی انتقال برای شبکه انتقال انرژی ایران
- ۳) بررسی تاثیر حقوق قطعی انتقال بر قدرت بازار برق

۱-۵) فرضیه ها

- ۱) برقراری قیمت گذاری محلی در شبکه انرژی الکتریکی سبب اعمال مدیریت بار در شبکه خواهد شد.
- ۲) برقراری قیمت گذاری محلی در شبکه انتقال انرژی الکتریکی باعث کاهش تراکم شبکه انتقال (از طریق بهینه نمودن سرمایه گذاری) می شود.
- ۳) با دایر نمودن سازوکاری جهت خرید و فروش حقوق قطعی انتقال، بازار برق به سمت رقابتی شدن و کاهش قدرت در بازار پیش خواهد رفت.

۱-۶) روش تحقیق

در این مطالعه کاربردی تلاش می شود با استفاده مشخصات تولیدی بنگاه ها، اعم از هزینه نهایی تولید و ظرفیت تولید آنها، همچنین اطلاعات خطوط انتقال و مقدار مقاومت و ظرفیت عبوری این خطوط و داده های مصرف کنندگان در شبکه برق با استفاده از نرم افزارهای بهینه سازی تحلیل و پخش بار کلیه توانهای عبوری از خطوط انتقال در شبکه بدست می آید. در این شرایط با توجه به اینکه مسیرهای موازی در ارسال توان از یک تولید کننده به یک مصرف کننده وجود دارد تشخیص این مساله که هریک از خطوط چقدر از توان مورد نیاز یک مصرف کننده را انتقال داده یا چه میزان از توان تولید شده توسط یک تولید کننده توسط یک خط انتقال به

مصرف کننده رساننده می شود بسیار حائز اهمیت است. در این شرایط با استفاده از روشهای ردیابی^۱ که سهم کاربران را از سیستم انتقال تعیین می کنند، توانهای ورودی گره را به صورت تناسبی بین خروجی های گره تسهیم می کنیم (روش ردیابی بیالک^۲). این روش با قابلیت تعیین سهم توانهای اکتیو و راکتیو مشخص می کند چه مقدار از یک خروجی معین، بار مشخصی را تغذیه کرده و چه مقدار از یک بار مشخص توسط یک تولید مشخص تغذیه می شود. جهت در نظر گرفتن تلفات، تلفات خطوط را به صورت بارهای اضافی به مصرف خطوط اضافه می نمایم. در این قسمت ماتریس Au را که به ماتریس توزیع بالا نگاه^۳ معروف است مورد محاسبه قرار می گیرد. در این مرحله با تعریف بردار تولید و ضرب آن در ماتریس معکوس توزیع بالا نگاه، بردار توان ناخالص حاصل خواهد شد. پس از آن با استفاده از اصل تسهیم تناسبی سهم هر تولید کننده و مصرف کننده در استفاده از خطوط بدست می آید. با بدست آمدن سهم هر تولید کننده و مصرف کننده در استفاده از خطوط مختلف شبکه، هر کدام قیمت واقعی تلفات و هزینه تراکم را خواهد پرداخت. هزینه تراکم عبارت است از اختلاف قیمت در دو سر یک خط متراکم. بنابراین قیمت نهایی محلی به عنوان هزینه نهایی افزایش واحد بعدی انرژی الکتریکی در یک شین بخصوص با ملاحظه هزینه نهایی تولید و ویژگیهای فیزیکی سیستم انتقال است. به بیان دیگر

$$\text{قیمت محلی نهایی} = \text{هزینه نهایی تولید} + \text{هزینه تراکم} + \text{هزینه تلفات نهایی}$$

۷-۱) اطلاعات و آمار

برای این تحقیق از اطلاعات برق منطقه ای اصفهان استفاده می گردد. از آنجا که شبکه نمونه در محدوده دیسپاچینگ مرکز کشور و منطقه اصفهان صورت پذیرفته اطلاعات کافی در این زمینه در واحد انتقال و توسعه برق منطقه ای اصفهان موجود است.

۸-۱) محدودیتها و فروض تحقیق

برای درک صحیح و عمیق از عوامل تاثیرگذار بر قیمتتهای محلی نهایی استفاده از شبکه پیچیده انتقال توان الکتریکی در محدوده دیسپاچینگ مرکز عملا غیر ممکن بوده و نتایج حاصل از آن تنها اعداد مبهمی خواهد بود. برای رفع

^۱. Tracing Methods

^۲. Bialek Method

^۳. Upstream-Looking