

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
ل	چکیده.....
	فصل اول: کلیات تحقیق
۲	۱-۱- مقدمه.....
۲	۱-۲- بیان مساله.....
۴	۱-۳- اهمیت و ضرورت انجام تحقیق.....
۴	۱-۴- جنبه جدید بودن و نوآوری در تحقیق.....
۴	۱-۵- اهداف مشخص تحقیق.....
۵	۱-۶- سؤالات تحقیق.....
۵	۱-۶-۱- سوال اصلی تحقیق.....
۵	۱-۶-۲- سؤالات فرعی تحقیق.....
۵	۱-۷- فرضیه‌های تحقیق.....
۵	۱-۷-۱- فرضیه اصلی تحقیق.....
۵	۱-۷-۲- فرضیه های فرعی تحقیق.....
۶	۱-۸- تعریف واژه‌ها و اصطلاحات فنی و تخصصی.....
۶	۱-۹- ساختار کلی پایان نامه.....
۶	۱-۱۰- خلاصه فصل.....
	فصل دوم : مروری بر ادبیات تحقیق
۸	۲-۱- مقدمه.....
۸	۲-۲- ساختار کلی الگوی پیش بینی.....
۹	۲-۳- پیش بینی قیمت برق.....
۱۰	۲-۴- روشهای پیش بینی قیمت برق.....
۱۱	۲-۵- روشهای سنتی برای حل مساله پیش بینی کوتاه مدت قیمت برق.....
۱۱	۲-۵-۱- مدل سری های زمانی.....
۱۱	۲-۵-۱-۱- مفاهیم اولیه در سری های زمانی.....
۱۱	۲-۵-۱-۲- فرآیند مانای (پایای) قوی (مانای اکید).....
۱۲	۲-۵-۱-۳- فرآیند مانای (پایایی) ضعیف.....

۱۲	۴-۱-۵-۲- شناسایی سری های زمانی پایا و ناپایا.....
۱۳	۵-۱-۵-۲- فرآیند نوفه سفید (فرآیند اغتشاش خالص).....
۱۴	۶-۱-۵-۲- مدل سازی سری زمانی.....
۱۵	۲-۵-۲- مدل رگرسیون.....
۱۶	۱-۲-۵-۲- رگرسیون خطی.....
۱۹	۶-۲- سیستم های هوشمند.....
۲۱	۱-۶-۲- سیستم شبکه عصبی.....
۲۵	۲-۶-۲- تبدیل موجک.....
۲۷	۳-۶-۲- سیستم های خبره.....
۲۸	۱-۳-۶-۲- خصوصیات سیستم خبره.....
۳۱	۷-۲- الگوریتم های هوشمند.....
۳۱	۱-۷-۲- روش انبوه ذرات.....
۳۳	۲-۷-۲- الگوریتم ژنتیک.....
۳۳	۱-۲-۷-۲- ساختار الگوریتم های ژنتیکی.....
۳۴	۲-۲-۷-۲- روند کلی الگوریتم های ژنتیکی.....
۳۶	۸-۲- الگوریتم گرده افشانی گل :.....
۳۸	۹-۲- مروری بر سوابق تحقیق.....
۳۸	۱-۹-۲- سوابق تحقیقات داخلی.....
۴۰	۲-۹-۲- سوابق تحقیقات خارجی.....
۴۲	۱۰-۲- خلاصه فصل.....

فصل سوم : روش تحقیق

۴۴	۱-۳- مقدمه.....
۴۴	۲-۳- شرح کامل روش تحقیق.....
۴۴	۱-۲-۳- مراحل کار.....
۴۷	۲-۲-۳- متغیرهای مورد بررسی.....
۴۷	۳-۲-۳- شرح کامل روش گردآوری داده ها.....
۴۷	۴-۲-۳- جامعه آماری، روش نمونه گیری و حجم نمونه.....

صفحه	عنوان
۴۷	۳-۲-۵-روش ها و ابزار تجزیه و تحلیل داده‌ها.....
۴۷	۳-۳- خلاصه فصل.....
	فصل چهارم : نتایج و تفسیر داده ها
۴۹	۴-۱-مقدمه.....
۴۹	۴-۲-مدل مورد مطالعه بازار برق ایران.....
۵۳	۴-۳-الگوریتم پیشنهادی.....
۵۴	۴-۴-الگوریتم گرده افشانی.....
۵۶	۴-۵- ساختار الگوریتم گرده افشانی.....
۵۶	۴-۶- شبیه سازی و ابزار آن.....
	فصل پنجم : نتیجه گیری و پیشنهادات
۶۵	۵-۱- نتیجه گیری.....
۶۶	۵-۲- پیشنهادات.....
۶۷	منابع و ماخذ.....

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۲-۱: فلو چارت الگوریتم سری زمانی.....	۱۵
شکل ۲-۲: شماتیک شبکه عصبی.....	۲۲
شکل ۲-۳: تابع خروجی پله ای.....	۲۳
شکل ۲-۴: اجزای مختلف یک سیستم خبره.....	۲۷
شکل ۲-۲: یک کروموزوم قبل و بعد از اعمال عملگر جهش.....	۳۴
شکل ۲-۳: یک الگوریتم ژنتیکی استاندارد Knowledge Acquisition.....	۳۵
شکل ۲-۴: نمودار گردش الگوریتم ژنتیک.....	۳۶
شکل ۴-۱: نمودار مربوط به قیمت در بار کلی.....	۵۸
شکل ۴-۲: نمودار مربوط به قیمت توام سود پیشنهادی در بار کلی.....	۵۹
شکل ۴-۳: نمودار مربوط به سود کلی در ارتباط با نتیجه به دست آمده از FPA.....	۵۹
شکل ۴-۴: تابع چگلی به دست آمده در حالت $K=5$ برای بار کلی.....	۶۰
شکل ۴-۵: نمودار بار شبکه در ۷۲ ساعت آینده.....	۶۱
شکل ۴-۶: قیمت واقعی و قیمت پیش بینی در حضور عدم قطعیت.....	۶۱
شکل ۴-۷: همگرایی الگوریتم FPA و مقدار خطا.....	۶۲
شکل ۴-۸: مقایسه الگوریتم از نظر دقت.....	۶۳

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۵۷	جدول ۴-۱: مشخصات مربوط به ژنراتور و مشتری.....
۵۷	جدول ۴-۲: نتیجه قیمت بهینه و سود حاصل.....

چکیده

با ایجاد تجدید ساختار تسویه بازار برق در ایران و با ایجاد خصوصی سازی ، مساله استراتژی تعیین قیمت در بازار برق در حضور نیروگاههای انرژی تجدید پذیر از اهمیت زیادی برخوردار است به خصوص اینکه با ورود این واحدها عدم قطعیت تعیین بازار برق و بهینه سازی مساله تسویه قیمت بازار تحت شعاع قرار می گیرد در این پژوهش استراتژی قیمت بارار در قالب مساله بهینه سازی سود در دوره کوتاه مدت تعریف شده است محدودیت ها و قیود مساله لزوما تحت دامنه بار کلی و نفوذ انرژی تجدید پذیر به شبکه لحاظ شده است یکی از پایه های اساسی در این کار پژوهشی کاربرد الگوریتمهای هوشمند برای بهینه سازی ساختار و وزن های مدل عصبی پیشبین، موثر می باشد. انتخاب بهترین الگوریتم ترکیبی که مناسب مدل باشد یکی از موارد نوآورانه است که صحنه بر کار این پژوهش می گذارد و مدل پیشنهادی با عدم قطعیت ها و پیش بینی نزدیک به دقیق از نکات برجسته در این کار است. بنابراین در این پژوهش از الگوریتم گرده افشانی به نحو مطلوبی استفاده می گردد. لذا با استفاده از الگوریتم گرده افشانی گل ، استراتژی پیشنهاد قیمت در بار کلی و با حضور عدم قطعیت تخمین زده شد و نتایج نشان داد الگوریتم با خطای 10-e به همگرایی می رسد و با حضور نیروگاه بادی و خورشیدی عدم قطعیت بیشتری در افزایش قیمت برق در مساله تسویه بازار برق ایجاد می گردد و فصلی بودن تقاضا با توجه به بررسی انجام شده خود در نوسان قیمت دخیل بوده است.

کلید واژه ها:

بهینه سازی ، الگوریتم گرده افشانی ، تعیین قیمت ، بازار برق

فصل اول:
کلیات تحقیق

۱-۱- مقدمه

موفقیت در بازار رقابتی برق تجدید ساختار یافته امروزی مستلزم داشتن مهارت قابل قبول درکار تخمین براساس معیارهای علمی میباشد. عوامل بازار انرژی از میزان کسب سود حاصل از قراردادهای بلندمدت تحویل انرژی در آینده مطمئن نیستند زیرا ممکن است میزان تولید، تقاضا و نرخ رایج نسبت به فرضیات زمان عقد قرارداد تغییر نماید. در نتیجه معامله گران انرژی زمانی بهتر عمل می نمایند که پیش بینی دقیقتری بکار برده باشند. در راستای تحقق این هدف، شرکت های تولیدی یا مصرفی انرژی، در جهت بهبود دقت پیش بینی کارهایی را شروع کرده اند. به عبارتی دیگر، با گسترش روز افزون سیستم های الکتریکی، انگیزه استفاده بهینه از منابع، رقابت های اقتصادی و محدودیت های محیطی گرایش به بازار توسعه یافت و نیاز به آن سبب تشویق شرکت ها و بنگاههای اقتصادی به منظور سرمایه گذاری و مشارکت در صنعت برق شده است. در سیستم بازار برق، مشتریان می توانند فروشنده را انتخاب کنند. در این پژوهش طراحی و پیاده سازی یک روش بهینه سازی جدید بر اساس الگوریتم گرده افشانی جهت حل مسئله تعیین قیمت بهینه در بازار برق مورد تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت.

۱-۲- بیان مساله

بدون تردید یکی از اصلی ترین مولفه های امنیت ملی تمام کشورها، دسترسی به انرژی مورد نیاز است. به وجود آمدن هر اشکالی در سیستم عرضه انرژی، اختلال و آسیبهای پر دامنه ای را در تمام بخشهای اقتصادی و اجتماعی بر جای خواهد گذاشت. به همین دلیل کشورها، تنوع بخشی به منابع انرژی را جزو اصلی ترین راهبردهای خود قرار می دهند تا از وابستگی به یک یا دو نوع انرژی به شدت احتراز کنند و آسیب پذیری خود را به حداقل ممکن کاهش دهند. دهها واقعه و نمونه در سطح ملی و یا بین المللی این راهبرد را تایید می کند. برای نمونه کشورمان به دلیل سرمای شدید زمستان در سال ۸۶ و بروز خشکسالی در تابستان سال ۸۷ روزانه چندین ساعت خاموشی را تجربه کرد. در صورتی که اگر ظرفیت مناسب نیروگاههای بادی و یا بیوماس در ایران بیشتر بود در چنین شرایط بحرانی، مقابله با آنها راحت تر می شد. برای توجه به اهمیت این مسئله باید گفت که هزینه وقوع خاموشی برق، یک صد برابر هزینه تولید آن است. به عبارت ساده تر اگر یک کیلووات ساعت خاموشی داده شود، هشت دلار به اقتصاد ملی آسیب وارد خواهد شد در حالی که هزینه تامین آن ۸ سنت می باشد. بنابراین اتکای صرف به نفت و گاز خطای راهبردی به شمار می رود و ضروری است منابع تجدید پذیر انرژی در سبد کشور سهم بیشتری داشته باشند (مشهور، ۲۰۱۱).

وجود شبکه سراسری برق و شبکه های گسترده گاز طبیعی و انتقال نفت از بزرگترین سرمایه های ملی کشور به شمار می رود و بخش عمده ای از توسعه اقتصاد ملی و رفاه اجتماعی ما مدیون وجود چنین شبکه هایی است. در عین حال شبکه های طولانی علی رغم تمام محاسنی که دارند، به طور جدی آسیب پذیر هستند. وقوع سیل، زلزله، رانش زمین، بارش سنگین برف، طوفان، تهدیدات خصمانه و اشکالات فنی عناصری از فهرست طولانی عوامل تهدیدکننده شبکه ها به شمار می روند. این تهدیدها مختص کشورهای ضعیف نیست و کشورهایی که از نظر امنیتی، اقتصادی و فن آوری پیشرفته هستند نیز، در معرض آسیب دیدگی شبکه ها قرار دارند. وقوع خاموشی های گسترده در آمریکا، اروپا و کشورهای همسایه از جمله ترکیه شواهدی از این واقعیت هستند (لوپز، ۲۰۰۷).

امروزه تولید پراکنده برق یکی از راهکارهای صنعت برق در کشورهای پیشرفته تلقی شده که میزان اتکا به شبکه های طولانی برق را کاهش می دهد. تولید پراکنده برق نه تنها از نظر اقتصادی هزینه بیشتری را در بر ندارد بلکه به دلیل کاهش اتلافات شبکه انتقال و توزیع، کاهش نیاز به ظرفیت ذخیره تولید و در صورت اتصال به شبکه، به دلیل افزایش پایداری شبکه، هزینه تمام شده برق را به صورت قابل ملاحظه ای کاهش خواهد داد. این روش حجم تلفات انرژی در برق منتقل شده را کم می کند زیرا برق بسیار نزدیک جایی که در آن مصرف می شود، یا حتی در همان ساختمان، تولید می شود. این کار اندازه و تعداد خطوط قدرتی که باید ساخته شوند را کم می کند. مولدهای پراکنده از تنوع بسیاری برخوردارند ولی بهترین نوع تولید پراکنده، نیروگاههای بادی، آبی کوچک، زیست توده، زمین گرمایی و خورشیدی هستند که نه فقط از نظر مکان تولید برق بلکه حتی از نظر منابع اولیه هم پراکنده اند و نیازمند استفاده از شبکه گاز و یا شبکه های انتقال نفت نیستند. در دهه های اخیر، پیشرفت های فناوری، تغییرات اقتصادی و مقررات زیست محیطی سبب شده که نسبت به مفهوم تولید پراکنده علاقه مندیهای فراوانی به وجود آید. آژانس بین المللی انرژی در سال ۲۰۰۲ اعلام کرد که پنج عامل اساسی در فراگیر شدن مفهوم تولید پراکنده شامل توسعه فناوریهای تولید پراکنده، محدودیت در ساخت خطوط انتقال، افزایش تقاضای انرژی پایدار از سوی مشترکان، خصوصی سازی بازار برق و نگرانی های تغییرات آب و هوای نقش داشته است (نظام آبادی، ۱۳۹۰).

امروزه با گسترش روزافزون منابع پراکنده انرژی در شبکه، یکپارچه سازی این منابع جهت بهره برداری بهینه اقتصادی ضروری شده است. نیروگاه مجازی انواع منابع پراکنده انرژی، بارهای کنترل پذیر و ذخیره سازها و پیوستن آنها به روند بهره برداری سیستم قدرت سبب یکپارچه سازی خواهد شد. مفهوم نیروگاه مجازی را میتوان به صورت جهت بهبود روئت پذیری و کنترل این منابع برای بهره برداران سیستم و فعالین در بازار برق ارائه نمود. نیروگاه های مجازی، سیستم های مدیریت انرژی غیرمتمرکزی هستند که با جمع آوری ظرفیت منابع انرژی پراکنده شامل واحدهای تولید پراکنده، ذخیره سازها و بارهای قابل قطع به

عنوان یک واحد مستقل در بازار برق شرکت می‌کنند. نیروگاه‌های مجازی با جمع‌آوری منابع تولید پراکنده، از این منابع برای شرکت در بازار خرده‌فروشی برق و کمک به تأمین تقاضای پیش‌بینی‌شده شبکه توزیع استفاده می‌نمایند (پودجیان‌تو، ۲۰۰۷).

از این رو در این پژوهش، یک راهبرد برای پیش‌بینی قیمت بازار با استفاده از الگوریتم گرده افشانی گل، برنامه ریزی انواع منابع پراکنده، ذخیره‌سازها و بارهای قابل قطع به منظور پیشنهاددهی در بازارهای انرژی جهت بیشینه کردن سود نیروگاه مجازی خواهیم پرداخت که قیود تعادل تولید و مصرف، قیود اجزای مختلف سیستم و همچنین عدم قطعیت تولیدکنندگان نیروگاه مجازی را در نظر می‌گیرد و قیمت‌گذاری بهینه انرژی تولیدی نیروگاه‌های مجازی برای انعقاد قراردادهای دوجانبه بلندمدت با شرکت توزیع می‌باشد.

۱-۳- اهمیت و ضرورت انجام تحقیق

از جمله مباحثی که هم‌اکنون پیش روی تصمیم‌گیران و سیاست‌گذاران صنعت برق در بسیاری از کشورها دنیا قرار دارد، تفکر تغییر شکل ساختار صنعت برق مطابق با روند افزایش کارایی و رقابت در دیگر صنایع می‌باشد. لزوم حرکت در این مسیر به دلایل مختلفی چون سرمایه‌بر بودن، نا کارایی اقتصادی ساختار سنتی و انحصاری بودن آن غیر قابل انکار می‌باشد. تحقیق حاضر ضمن ارائه یکی از مصادیق این تجدید ساختار (نقش نیروگاه مجازی در بهره‌برداری از سیستم قدرت) نتایج حاصل از حضور آن در بازار برق را با پیش‌بینی قیمت بازار مورد بررسی قرار خواهد داد.

۱-۴- جنبه جدید بودن و نوآوری در تحقیق

یکی از پایه‌های اساسی در این کار پژوهشی کاربرد الگوریتم‌های هوشمند برای بهینه‌سازی ساختار و وزن‌های مدل عصبی پیش‌بین، موثر می‌باشد. انتخاب بهترین الگوریتم ترکیبی که مناسب مدل باشد یکی از موارد نوآورانه است که صحنه بر کار این پژوهش می‌گذارد لذا مدل پیشنهادی با عدم قطعیت‌ها و پیش‌بینی نزدیک به دقیق از نکات برجسته در این کار است. بنابراین در این پژوهش از الگوریتم گرده افشانی به نحو مطلوبی استفاده می‌گردد.

۱-۵- اهداف مشخص تحقیق

از نکات مهم و ایده‌ی جدید این تحقیق می‌توان به اعمال عدم قطعیت‌ها اشاره نمود. لذا در ابتدا به عدم قطعیت در قیمت انرژی و سپس به عدم قطعیت در پیش‌بینی بار اشاره می‌شود از جمله نکات مهم در تحقیقاتی که اهداف آنها بهینه‌سازی می‌باشد استفاده‌ی مناسب از الگوریتم گرده افشانی گل می‌باشد. شناخت، درک و نحوه‌ی کاربرد الگوریتم مناسب در جهت مساله‌ی مورد نظر در مسائل بهینه‌سازی امری