

بازار برق ایران

رویکرد

پویایی سیستمی

دارنده منظر • حسین رضایی

www.ketab.ir

انتشارات دانشگاه امام صادق (علیه السلام)
تهران: بزرگراه شهید چمران،
پل مدیریت
تلفکس: ۸۸۳۷۰۱۴۲
صندوق پستی ۱۵۹-۱۴۶۵۵
E-mail: isu.press@yahoo.com
فروشگاه اینترنتی:
www.ketabesadiq.ir



دانشگاه امام صادق

بازار برق ایران: رویکردهای پویایی سیستمی ■ تألیف: داوود منظور و حسین رضایی
ناشر: دانشگاه امام صادق (ع) ■ چاپ اول: ۱۳۹۵ ■ قیمت: ۱۵۰۰۰۰ ریال
شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه ■ چاپ و صحافی: برتر ■ شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۲۱۴-۵۰۶-۲

همان‌طور که در جلد و متعلق به ناشر است.

سرشناسه: منظور، داوود -
عنوان و نام پدیدآور: بازار برق ایران: رویکردهای پویایی سیستمی / تألیف: داوود منظور و حسین رضایی
مشخصات نشر: تهران: دانشگاه امام صادق (ع)، ۱۳۹۵
مشخصات ظاهری: ۲۲۲ ص
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۲۱۴-۵۰۶-۲
شناسه افزوده: رضایی، حسین، ۱۳۵۵ -، مترجم
شناسه افزوده: دانشگاه امام صادق (ع)
شماره کتابشناسی ملی: ۳۷۹۵۷۷۰

فهرست مطالب

۱۵	 سخن ناشر
۱۷	 پیشگفتار
۲۱	 فصل اول- مفاهیم اساسی در بازار برق
۲۱	 مقدمه
۲۲	 ۱-۱. ضرورت تشکیل بازار برق
۲۹	 ۲-۱. عوامل مؤثر بر سرمایه‌گذاری ظرفیت نیروگاه‌ها
۳۶	 ۳-۱. مشخصه‌های بازار برق ایران
۴۷	 یادداشت‌ها
۴۹	 فصل دوم- مبانی روش‌شناسی پویایی سیستمی
۴۹	 مقدمه
۵۰	 ۱-۲. مراحل مدل‌سازی
۵۲	 ۲-۲. ساختار و الگوهای رفتاری سیستم‌های پویا
۶۰	 ۳-۲. ابزارهای رایج در مدل‌سازی پویایی سیستمی
۶۸	 ۴-۲. آزمون صحت و اعتبار مدل
۷۲	 یادداشت‌ها
۷۳	 فصل سوم- تحلیل بهینه‌یابی از بازار برق ایران
۷۳	 مقدمه
۷۳	 ۱-۳. انگوی تعیین قیمت سایه‌ای
۷۶	 ۲-۳. داده‌های مورد استفاده و تعیین مقادیر پارامترها
۸۴	 ۳-۳. اجرای مدل و نتایج حاصل از آن
۸۸	 یادداشت‌ها

۸۹	فصل چهارم - الگوی پویایی سیستمی بازار برق ایران
۸۹	مقدمه
۹۰	۱-۴. ساختار کلی مدل
۹۲	۲-۴. مدل ارزیابی سودآوری سرمایه‌گذاری
۹۹	۳-۴. مدل فرایند صدور مجوز
۱۰۳	۴-۴. مدل سرمایه‌گذاری و زنجیره ظرفیت
۱۰۸	۴-۴. مدل تعاضا
۱۱۴	۶-۴. مدل قیمت بازار برق
۱۲۰	۷-۴. مدل تولید نیروگاه‌ها
۱۲۴	۸-۴. مدل انتشار آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای
۱۲۷	۹-۴. مبادلات برون‌مرزی
۱۳۱	یادداشت‌ها
۱۳۳	فصل پنجم - تحلیل‌های سیاستی در بازار برق ایران با رویکرد پویایی سیستمی
۱۳۳	مقدمه
۱۳۴	۱-۵. ظرفیت‌سازی نیروگاه‌ها و تولید برق
۱۴۱	۲-۵. تقاضای برق
۱۴۵	۳-۵. قیمت برق
۱۴۹	۴-۵. انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای
۱۵۶	یادداشت‌ها
۱۵۷	پیوست ۱ - مدل‌سازی تأخیرات در الگوی پویایی سیستمی
۱۶۸	یادداشت‌ها
۱۶۹	پیوست ۲ - خروجی نرم‌افزار گمس در اجرای مدل بهینه‌یابی بازار برق

پیوست ۳- معرفی نرم افزار «استلا»	۱۷۱
یادداشت ها	۲۰۵
پیوست ۴- نرم افزار ونسیم	۲۰۷
یادداشت ها	۲۱۶
منابع	۲۱۷

«بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ»
 وَلَقَدْ آتَيْنَا دَاوُودَ وَسُلَيْمَانَ عِلْمًا وَقَالَا الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي
 فَضَّلَنَا عَلَى كَثِيرٍ مِّنْ عِبَادِهِ الْمُؤْمِنِينَ
 (قرآن کریم، سوره مبارکه النمل، آیه شریفه ۱۵)

سخن ناشر

فلسفه وجودی دانشگاه امام صادق (ع) از سویی، است فقید دانشگاه به کرات مورد توجه قرار گرفته، تربیت نیروی انسانی‌ای متعهد، باتقوا و کارآمد در عرصه عمل و نظر است تا از این طریق دانشگاه بتواند نقش اساسی خود را در سطح راهبردی به انجام رساند.

از این حیث «تربیت» را می‌توان مقوله‌ای محوری یاد نمود که وظایف و کارویژه دانشگاه، در چارچوب آن معنا می‌یابد؛ زیرا که «علم» بدون «تزک» بیش از آنکه ابزاری در مسیر تعالی و اصلاح امور جامعه باشد، عاملی مشکل‌ساز خواهد بود که سازمان و هویت جامعه را متأثر و دگرگون می‌سازد.

از سوی دیگر «سیاست‌ها» تابع اصول و مبادی علمی هستند و نمی‌توان منکر این تجربه تاریخی شد که استواری و کارآمدی سیاست‌ها در گرو انجام پژوهش‌های علمی و بهره‌مندی از نتایج آنهاست. از این منظر پیشگامان عرصه علم و پژوهش، راهبران اصلی جریان‌های فکری و اجرایی به حساب می‌آیند و نمی‌توان آینده درخشانی را بدون

توانایی‌های علمی - پژوهشی رقم زد و سخن از «مرجعیت علمی» در واقع پاسخ‌گویی به این نیاز بنیادین است.

دانشگاه امام صادق (ع) در واقع یک الگوی عملی برای تحقق ایده دانشگاه اسلامی در شرایط جهان معاصر است. الگویی که هم‌اکنون ثمرات نیکوی آن در فضای ملی و بین‌المللی قابل مشاهده است. طبعاً آنچه حاصل آمده محصول نیت خالصانه و جهاد علمی مستمر مجموعه بنیانگذاران و دانش‌آموختگان این نهاد است که امید می‌رود، اتکاء به تأییدات الهی و تلاش همه‌جانبه اساتید، دانشجویان و مدیران دانشگاه، بتواند به مرجعی تمام‌عیار در گستره جهانی تبدیل گردد.

معانت روشم دانشگاه امام صادق (ع) باتوجه به شرایط، امکانات و نیازمندی جامعه در مقایسه کاری با طرحی جامع نسبت به معرفی دستاوردهای پژوهشی دانشگاه، ارزیابی سازمانی، رد ردی آن‌ها و بالاخره تحلیل شرایط آتی اقدام نموده که نتایج این پژوهش‌ها در قالب کتاب، گزارش، نشریات علمی و... تقدیم علاقه‌مندان می‌گردد. هدف از این اقدام - ضمن فزودن از تلاش خالصانه تمام کسانی که با آرمان و اندیشه‌ای بزرگ و ادعایی اندک در این گام نهادند - درک کاستی‌ها و اصلاح آن‌ها است تا از این طریق زمینه پرورش نسل جوان و علاقه‌مند به طی این طریق نیز فراهم گردد؛ هدفی بزرگ که در نهایت مرجعیت **کتاب علمی امام صادق (ع)** را در گستره بین‌المللی به همراه خواهد داشت. (ان شاء الله)

ولله الحمد

معاونت پژوهش دانشگاه

پیشگفتار

انرژی برق در افزایش رفاه و توسعه اقتصادی کشورها نقش انکارناپذیری دارد. ماهیت ویژه این انرژی، از جمله لزوم تعدیل ظرفیت به لحاظ بازار و عدم امکان ذخیره‌سازی در حجم بالا، آن را از سایر انرژی‌ها متمایز می‌کند. سرچشمه به دلیل هزینه‌های سنگین ناشی از قطع برق، تأمین برق مطمئن همواره از دغدغه‌های مسئولان در ارتباط است.

از سال ۱۳۸۹، با تصویب قانون مدیریت انرژی، برنامه‌ها در کشور، اصلاح قیمت‌های انرژی آغاز شده است. انتظار می‌رود که افزایش قیمت صنعت تولید به نیروگاه‌ها در بازار برق تجدیدساختار یافته منجر به افزایش قیمت برق و در نهایت کاهش معاضای برق شود. از طرف دیگر، در فضای تجدیدساختاریافته صنعت برق، تعادل بازار و ایجاد سرمایه‌گذاری‌های کافی برای تأمین مطمئن برق از دغدغه‌های مهم مدیریت شبکه است. با توجه به این که در این معنا قیمت در قالب سازوکار بازار تعیین می‌شود، سرمایه‌گذاران با توجه به پیش‌بینی خود از روند قیمت و است‌های آتی بازار برق و سود انتظاری حاصل از آن، سودآوری سرمایه‌گذاری در این صنعت را ارزیابی کرده، نوع فناوری مورد استفاده را انتخاب می‌کنند. پیچیدگی این موضوع از آنجا ناشی می‌شود که در فضای رقابتی و غیر متمرکز انتظار می‌رود که نوسانات قیمت و سایر مخاطرات اقتصادی تشدید شود. طبیعتاً در این شرایط باید از مدل‌های پویا و تصادفی برای ارزیابی و تصمیم‌گیری پروژه‌های سرمایه‌گذاری تولید برق استفاده شود. رویکرد پویایی سیستمی از جمله این روش‌هاست که با استفاده از آن بازار برق ایران در شرایط تجدیدساختاریافته شبیه‌سازی شده است.

مفاهیم اساسی در بازار برق را در فصل اول بیان می‌کنیم. این فصل از سه قسمت تشکیل شده

است؛ در قسمت اول، ابتدا ضرورت تشکیل بازار برق را مطرح کرده، در ادامه عناصر بازار برق و مدل‌های مختلف آن را توضیح می‌دهیم. عوامل مؤثر بر سرمایه‌گذاری در ظرفیت نیروگاه‌ها از دو جنبه عرضه و تقاضای بازار برق قسمت دوم فصل اول را تشکیل می‌دهد. مروری بر مشخصه‌های بازار برق ایران قسمت پایانی این فصل است.

در فصل دوم، مفاهیم اساسی پویایی سیستمی را بیان می‌کنیم. مراحل مدل‌سازی، ساختار و الگوهای رفتار سیستم‌های پویا، ابزارهای تفکر سیستمی و آزمون صحت و اعتبار مدل قسمت‌های تشلیک شده این فصل است.

در فصل سوم، به منظور تعیین قیمت بهینه برق، الگویی ارائه می‌شود که در آن تابع رفاه اجتماعی نسبت به قیمت بازار، حداکثر توان تولید هر گروه از نیروگاه‌ها، حداکثر تقاضای گروه‌های مختلف مصرف‌کننده، توان صادرات و واردات حداکثر می‌شود. در انتهای این فصل، این مدل در دو بازه زمانی یک ساله و ماسه با کمک نرم‌افزار بهینه‌یابی گمس^۱ اجرا و نتایج آن گزارش می‌شود. در فصل چهارم، صنعت برق ایران را از شرایط حاکمیت بازار، بر اساس رویکرد پویایی سیستمی، مدل خواهیم کرد. مدل برای افق زمانی برنامه‌ریزی ۱۰ ساله شبیه‌سازی می‌شود. این زمان برای بررسی و تحلیل صنعت برق در طول دوره توسعه اقتصادی مناسب است. در این فصل، ابتدا چارچوب کلی مدل تشریح خواهد شد. سپس به توضیح و بیان روابط ریاضی هر یک از زیر مدل‌های شش‌گانه تقاضا، قیمت، تولید، ارزیابی سرمایه‌گذاری، درخواست مجوز و توسعه ظرفیت‌های نیروگاهی خواهیم پرداخت.

در فصل پنجم، کاربرد الگوی پویایی سیستمی بازار برق ایران را در تحلیل آثار اصلاح قیمت سوخت تحویلی به نیروگاه‌ها بر میزان ظرفیت‌سازی و تولید انواع نیروگاه‌ها، میزان تقاضا و قیمت بازار برق و میزان انتشار گازهای آلاینده و زیست‌محیطی را بررسی می‌کنیم.

نکات تکمیلی مبحث تأخیرات همراه با روابط ریاضی آن در پیوست ۱ ذکر شده است. نتایج

مدل بهینه‌یابی گمس در پیوست ۲، در انتهای کتاب، ذکر شده است. نرم افزارهای رایج در رویکرد
بویایی سیستمی «استلا»^۱ و «ونسیم»^۲ را به ترتیب در پیوست‌های ۳ و ۴ معرفی کرده‌ایم.
بر خود لازم می‌دانیم از کلیه استادانی که از نظرهای ارزشمندشان در تدوین کتاب حاضر بهره‌جسته‌ایم
- به ویژه آقایان دکتر علی‌نقی مشایخی، دکتر مجید احمدیان، دکتر اصغر شاهمرادی و دکتر مهدی
صادقی شاه‌انی - سپاسگزاری کنیم. همچنین از آقایان مرتضی ترابی و مازیار ابراهیمی، به ویژه
خانم سعید رضار که در مراحل مختلف تدوین و آماده‌سازی کتاب مشارکت داشته‌اند تقدیر و
تشکر می‌کنیم.