

**پایش بازار برق ایران:
مطالعه‌ی شرایط حاکم، محورهای عملکردی و
سنجه‌های ارزیابی آنها**

نویسندگان:

ایمان طاهری امامی، مسعود حسینی مرزونی،
مژگان ملا حسینی پور، محمدحسن صبوری دیلمی

www.ketab.ir

HD ۹۶۸۵ ۱۳۹۹

پایش بازار برق ایران: مطالعه‌ی شرایط حاکم، محورهای عملکردی و سنجش‌های ارزیابی آن‌ها / ایمان طاهری امامی... و دیگران.؛ ویراستار محمد عبدالرحیمی. تهران: پژوهشگاه نیرو، ۱۳۹۹.
ص: ۱۷۵، مصور، جدول، نمودار

ISBN: ۹۷۸-۶۲۲-۹۶۰۷۹-۶-۱

فهرست‌نویسی بر اساس اطلاعات فیبا

۱. خدمات برق‌رسانی - ایران - جنبه‌های اقتصادی ۲. Electric utilities - Economic aspects - Iran
۳. صنایع برقی - ایران ۴. Electric industries - Iran
۵. صنایع برقی - ایران - امور مالی ۶. Electric industries - Iran - Finance
۷. صنایع برقی - ایران - سیاست دولت ۸. Electric industries - Iran - Government policy
۹. صنایع برقی -- هزینه کارایی ۱۰. Electric industries -- Cost effectiveness

الف. طاهری امامی، ایمان، ۱۳۶۴ - ب. عبدالرحیمی، محمد، ۱۳۵۰. ویراستار

رده‌بندی دیویی: ۳۳۳/۹۳۳۰۹۵۵

شماره کتابشناسی ملی: ۷۲۵۳۴۹۹

www.ketab.ir

انتشارات پژوهشگاه نیرو

چاپ اول: زمستان ۱۳۹۹

قیمت: ۶۵۰۰۰۰ ریال

کلیه حقوق قانونی این اثر متعلق به پژوهشگاه نیرو است.

نشانی: تهران، شهرک غرب، انتهای بلوار شهید دادمان، پژوهشگاه نیرو، کدپستی: ۱۴۶۸۶۱۳۱۱۳

تلفن: ۸۸۰۷۹۴۰۱-۹

نماینده: ۸۸۰۷۸۲۹۶

وبگاه: www.nri.ac.ir

پست الکترونیک انتشارات: publications@nri.ac.ir

پیشگفتار

در دهه‌های اخیر بسیاری از کشورها، از جمله کشورمان ایران، تجربه‌ی تجدید ساختار صنعت برق را از سر گذرانیده‌اند. در نگره‌ی حاکم بر محیط تجدیدساختاریافته، عرضه‌کنندگان و متقاضیان انرژی الکتریکی به‌مثابه‌ی شرکت‌های منفعت‌طلب هستند و انرژی الکتریکی به‌مثابه‌ی کالا تلقی می‌شود. متولیان تجدید ساختار، امیدوار بوده‌اند که بازاری‌شدن صنعت برق و به‌تبع آن بروز رقابت در این عرصه، منجر به استحصال ظرفیت‌های مغفول‌مانده در ساختار سنتی شود و به‌این‌ترتیب، کارایی فرایند تولید، انتقال و توزیع برق بهبود یابد. باید توجه داشت که بر اساس نگره‌ی حاکم بر محیط تجدیدساختاریافته، اندرکنش نیروهای بازار سرنوشت بازار را در کوتاه و بلندمدت رقم خواهد زد. همان‌طور که آدام اسمیت فقید اشاره داشته است اندرکنش نیروهای بازار به‌مثابه‌ی دستی نامرئی بازار را به‌سوی عملکرد بهینه رهنمون می‌سازد. به‌عبارت‌دیگر، رقابت مؤثر بازیگران موجب کارآمدی عملکرد بازار در کوتاه و بلندمدت می‌شود. لذا از دیدگاه نظری بازاری‌شدن صنعت برق نتایج مطلوبی را به ارمغان خواهد آورد. در عمل اما، عوامل متعددی مانع از دستیابی بازار برق به نتایج مطلوب می‌شوند. واحد پایش با بررسی نتایج بازار میزان دستیابی بازار برق به اهداف تجدیدساختار را ارزیابی می‌کند. برای تعیین میزان توفیق فرایند تجدیدساختار بایستی عملکرد بازار در واقعیت را با عملکرد مطلوب بازار مقایسه کرد. برای این منظور، محورهای عملکردی بازار برق باید به‌گونه‌ای انتخاب شوند که تصویری جامع از وضعیت عملکرد بازار برق ارائه کنند. سپس، وضعیت محورهای عملکردی بازار در شرایط عملکرد مطلوب بایستی تعیین شود. در این صورت، ارزیابی عملکرد بازار برق را می‌توان بمعنی ارزیابی میزان توفیق بازار در دستیابی به عملکرد بهینه از نقطه نظر هر یک از محورهای عملکردی تعبیر کرد. ارزیابی عملکرد بازار در زمینه‌ی یک محور عملکردی دلخواه مستلزم معرفی سنجه‌هایی است که وضعیت عملکرد بازار در محور مورد نظر را بصورت کمی تبیین کنند.

لذا پایش هر بازار برق، و بطور خاص بازار برق ایران، در وهله‌ی نخست مستلزم کسب شناخت راجع به ماهیت بازار برق مورد نظر و شیوه‌ی عملکرد آن است. در فصل نخست کتاب پیش‌رو، نگاهی اجمالی به سیر تکوین فرایند تجدید ساختار در صنعت برق ایران، انواع بازارهای تعبیه شده در آن، بازیگران حاضر در بازار برق ایران و نقش هر یک از آن‌ها شده است. سپس، به مدل‌سازی بازار برق ایران با توجه به روبه‌ها و دستورالعمل‌های موجود پرداخته شده تا تصویری دقیق از نحوه‌ی عملکرد بازار برق ایران برای خوانندگان این کتاب ترسیم شود. در فصل دوم این کتاب، مناسبات مالی بازار برق ایران تبیین شده است. پایش بازار برق وجوه متعددی داشته فلذا انجام آن مستلزم نگاهی چندوجهی است. در فصل سوم، چارچوبی

فراگیر برای پایش بازارهای برق، و بطور خاص پایش بازار برق ایران، ارائه شده است. در این راستا، محورهای عملکردی بازار برق ایران تعیین شده‌اند. شایان ذکر است که جامعیت چارچوب ارائه شده برای پایش بازار برق به نحوی است که امکان ارزیابی عملکرد بازار در مسائل مستحدثه را نیز فراهم می‌کند. در فصل چهارم، سنجش‌های متنوعی برای ارزیابی عملکرد بازار برق ایران در هر یک از محورهای عملکردی اش تمهید شده است.

گفتنی است، کتاب حاضر بمنظور دستیابی به دو هدف عمده نگارش شده است. هدف نخست، پر کردن خلا نظری موجود در زمینه‌ی پایش بازار برق ایران بوده است. هدف دیگر، آشنا ساختن دانشجویان با شیوه‌ی عملکرد بازار برق ایران و قوانین و مقررات حاکم بر آن است. لذا کتاب حاضر به عنوان منبعی تخصصی برای دانشجویان مقاطع تحصیلات تکمیلی و متخصصان حوزه‌ی بازار برق قابل رجوع است. در حین نگارش این کتاب فرض شده که خوانندگان از دانش کافی راجع به ساختار فیزیکی سیستم قدرت، مبانی بازار برق، و مبانی تئوری بهینه‌سازی برخوردارند. همچنین، این کتاب می‌تواند مورد استفاده‌ی اقتصاددان‌ها و سایر محققانی قرار گیرد که در پی مذاقه در مقوله‌ی میان‌رشته‌ای پایش بازار برق هستند. در پایان نگارندگان بر خود لازم می‌دانند که از آقایان پروفیسور حسین عسکریان ایبانه، پروفیسور مسعود رشیدی‌نژاد، مهندس ایمان رحمتی، مهندس فرهاد فلاحی و دکتر مظاهر حاجی باشی و خانم دکتر معصومه رستم نیاکان کلهری بخاطر همراهی و ارائه‌ی نظرات سازنده در تدوین کتاب پیش‌رو قدردانی نمایند.

فهرست مطالب

- فصل اول : مدل سازی بازار عمده فروشی برق ایران ۱۰
- ۱-۱ مقدمه ۱۱
- ۲-۱ مروری اجمالی بر سیورورت صنعت برق ایران در گذار از ساختار سنتی به محیط
تجدید ساختار یافته ۱۲
- ۳-۱ بازیگران بازار برق ایران و نقش هر یک از آنها ۱۳
- ۴-۱ سازوکارهای تعبیه شده برای تأمین تقاضای انرژی الکتریکی و خدمات جانبی ۱۷
- ۱-۴-۱ سازوکار دادوستد انرژی الکتریکی ۱۷
- ۲-۴-۱ سازوکار تأمین ذخیره بهره برداری ۱۹
- ۳-۴-۱ سازوکار تأمین منابع کنترل فرکانس ۲۰
- ۴-۴-۱ سازوکار تأمین منابع توان راکتیو ۲۰
- ۵-۱ شیوهی تسویه بازار روز آینده ۲۱
- ۶-۱ مدل سازی مسئلهی تعیین آرایش تولید اقتصادی ۲۳
- ۱-۶-۱ تابع هدف مسئلهی تعیین آرایش تولید اقتصادی ۲۳
- ۲-۶-۱ حداکثر ظرفیت تولید در بازار اقتصادی ۲۶
- ۳-۶-۱ حداکثر مصرف روزانهی انرژی اولیه توسط نیروگاههای انرژی محدود ۲۶
- ۴-۶-۱ حداکثر خاموشی مجاز بارها ۲۷
- ۵-۶-۱ تعادل تولید و مصرف انرژی الکتریکی در باس مرجع ۲۷
- ۶-۶-۱ حداکثر توان مجاز عبوری از خطوط شبکهی انتقال ۲۷
- ۷-۶-۱ حداقل و حداکثر ولتاژ مجاز هر باس شبکه ۲۸
- ۷-۱ مدل سازی مسئلهی تعیین آرایش تولید فنی-اقتصادی ۲۸
- ۱-۷-۱ تابع هدف مسئلهی تعیین آرایش تولید فنی-اقتصادی ۲۸
- ۲-۷-۱ قیود مسئلهی تعیین آرایش تولید فنی-اقتصادی ۳۳
- ۸-۱ سلب فرصت و اضافه تولید ناشی از محدودیت های فنی نیروگاهها ۳۵
- ۱-۸-۱ نحوهی محاسبهی اضافه تولید نیروگاه در آرایش فنی-اقتصادی ۳۵
- ۲-۸-۱ نحوهی محاسبهی فرصت تولید سلب شده از نیروگاه در آرایش فنی-اقتصادی ۳۶

فصل دوم : مناسبات مالی در بازار برق ایران ۳۷

- ۱-۲ مقدمه ۳۸
- ۲-۲ برنامه‌ی زمانی صدور صورتحساب‌ها ۳۹
- ۱-۲-۲ صورتحساب روزانه ۳۹
- ۲-۲-۲ صورتحساب ماهانه ۳۹
- ۳-۲-۲ صورتحساب قطعی فصلی ۳۹
- ۳-۲ تسویه‌ی مالی خدمات توان اکتیو نیروگاه‌ها در دوره‌ی بدون محدودیت سوخت ۴۰
- ۱-۳-۲ بهای پرداختی به نیروگاه‌ها در ازای تولید توان اکتیو ۴۰
- ۲-۲-۲ کسر درآمد نیروگاه‌ها در ازای تخطی از تعهدات تولید توان اکتیو ۴۹
- ۴-۲ تسویه‌ی مالی خدمات توان اکتیو نیروگاه‌ها در دوره‌ی محدودیت سوخت ۵۲
- ۱-۴-۲ بهای پرداختی به نیروگاه‌ها در ازای تولید انرژی ۵۲
- ۲-۴-۲ بهای پرداختی به نیروگاه‌ها در ازای سلب فرصت تولید ۵۵
- ۵-۲ تسویه‌ی مالی خدمات جانبی ذخیره‌ی بهره‌برداری نیروگاه‌ها ۵۹
- ۱-۵-۲ بهای آمادگی ظرفیت تولید ۵۹
- ۲-۵-۲ هزینه‌ی برگشت آمادگی ۶۰
- ۳-۵-۲ جریمه‌های مترتب بر عدم موفقیت در آزمون ظرفیت تولید ۶۱
- ۶-۲ تسویه‌ی مالی خدمات جانبی کنترل فرکانس نیروگاه‌ها ۶۶
- ۱-۶-۲ بهای خدمات کنترل فرکانس ۶۶
- ۲-۶-۲ جریمه‌ی عملکرد ناصحیح در ارائه‌ی خدمات کنترل فرکانس ۷۲
- ۷-۲ تسویه‌ی مالی خدمات جانبی توان راکتیو نیروگاه‌ها ۷۳
- ۱-۷-۲ بهای پرداختی به نیروگاه‌ها در ازای ارائه‌ی خدمات توان راکتیو ۷۳
- ۲-۷-۲ کسر درآمد نیروگاه‌ها در ازای تخطی از تعهدات توان راکتیو ۷۶
- ۸-۲ هزینه‌های مترتب بر خریداران انرژی الکتریکی ۷۸
- ۱-۸-۲ بهای انرژی مصرفی خریداران ۷۸
- ۲-۸-۲ هزینه‌ی انحراف پیشبینی نیاز مصرف خریداران ۸۰
- ۳-۸-۲ هزینه‌ی استفاده از تأسیسات شبکه‌ی انتقال برای خریداران ۸۲
- ۴-۸-۲ هزینه‌ی استفاده از خدمات جانبی برای خریداران ۸۳
- ۹-۲ تسویه‌ی مالی خدمات انتقال توان مالکان شبکه ۸۴

۸۵	۱-۹-۲ بهای آمادگی خدمات انتقال.....
۸۷	۲-۹-۲ بهای انرژی خدمات انتقال.....
۸۸	۳-۹-۲ بهای سایر خدمات شبکه.....
۹۰	فصل سوم : محورهای عملکردی بازار برق ایران.....
۹۱	۱-۳ مقدمه.....
۹۲	۲-۳ مروری اجمالی بر مفاهیم اقتصادی.....
۹۲	۱-۲-۳ هزینه‌های تولید.....
۹۹	۲-۲-۳ انواع بازارها از نقطه نظر سطح رقابت‌پذیری.....
۱۰۱	۲-۳ بازار برق با عملکرد خوب.....
۱۰۴	۳-۳ مشخصه‌های بازار برق با عملکرد خوب.....
۱۰۴	۱-۳-۳ تسویه‌ی عرضه و تقاضا.....
۱۰۵	۲-۳-۳ کمینه بودن هزینه‌های مبادله.....
۱۰۷	۳-۳-۳ قیمت‌های منعکس‌کننده‌ی هزینه‌های اقتصادی.....
۱۱۳	۴-۳-۳ جذب سرمایه، تطبیق‌پذیری، و بهبود در گذر زمان به‌صورتی پایا.....
۱۱۴	۴-۳ دسته‌بندی شاخص‌های بازار برق با عملکرد خوب.....
۱۱۶	فصل چهارم : سنجه‌های ارزیابی عملکرد بازار برق ایران.....
۱۱۷	۱-۴ مقدمه.....
۱۱۷	۲-۴ سنجه‌های ارزیابی عملکرد بازار برق در محور تسویه‌ی عرضه و تقاضا.....
۱۱۸	۱-۲-۴ سنجه‌های ارزیابی عملکرد بازار در تسویه‌ی عرضه و تقاضا در کوتاه‌مدت.....
۱۲۶	۲-۲-۴ سنجه‌های ارزیابی عملکرد بازار در تسویه‌ی عرضه و تقاضا در بلندمدت.....
۱۲۹	۳-۲-۴ دسته‌بندی سنجه‌های ارزیابی عملکرد بازار در تسویه‌ی عرضه و تقاضا.....
۱۳۰	۳-۴ سنجه‌های ارزیابی عملکرد بازار برق در محور کمینه کردن هزینه‌های مبادله.....
۱۳۰	۱-۳-۴ سنجه‌ی ارزیابی تنوع محصولات.....
۱۳۰	۲-۳-۴ سنجه‌های ارزیابی سطح نقدشوندگی بازار.....
۱۳۲	۳-۳-۴ دسته‌بندی سنجه‌های ارزیابی هزینه‌ی مبادله.....
۱۳۲	۴-۴ سنجه‌های ارزیابی عملکرد بازار برق در محور کاهش قیمت‌ها تا سطح هزینه‌های اقتصادی.....
۱۳۳	۱-۴-۴ سنجه‌های ارزیابی موانع موجود برای ورود به بازار.....

- ۲-۴-۴ سنجه‌های ارزیابی سطح رقابت‌پذیری بازار..... ۱۳۳
- ۳-۴-۴ دسته‌بندی سنجه‌های ارزیابی تطابق قیمت‌ها با هزینه‌های اقتصادی..... ۱۵۰
- ۵-۴ سنجه‌های ارزیابی عملکرد بازار برق در محور جذب سرمایه، تطبیق‌پذیری، و بهبود عملکرد بازار در گذر زمان..... ۱۵۱
- ۱-۵-۴ بررسی توفیق بازار برق در جذب سرمایه‌گذاران جدید..... ۱۵۱
- ۲-۵-۴ بررسی نوآوری‌های انجام شده در بازار برق..... ۱۵۶
- ۳-۵-۴ بررسی سازگاری زیست محیطی بازار برق..... ۱۵۶
- ۴-۵-۴ بررسی قابلیت خود-اصلاحی بازار برق..... ۱۵۶
- پیوست ۱: معرفی واژگان فنی..... ۱۵۸**
- پیوست ۲: کدهای وضعیت عملکردی نیروگاه‌ها..... ۱۶۲**
- پیوست ۱-۲: کدهای محدودیت وضعیت Type2..... ۱۶۲
- پیوست ۲-۲: کدهای محدودیت وضعیت Type3..... ۱۶۴
- پیوست ۳-۲: کدهای محدودیت وضعیت Type4..... ۱۶۵
- پیوست ۴-۲: کدهای محدودیت وضعیت Type5..... ۱۶۶
- پیوست ۵-۲: کدهای محدودیت وضعیت Type6..... ۱۶۷
- پیوست ۶-۲: کدهای محدودیت وضعیت Type7..... ۱۶۸
- مراجع..... ۱۶۹