

مدل سازی شبکه انرژی

بر مبنای مدل بهینه سازی جریان انرژی

نگارش و تألیف

مهدی زارع - سید محمد صادق زاده - غلامعلی رحیمی



انتشارات هزاره سوم

سرشناسه	: زارع، مهدی، ۱۳۵۶ -
عنوان و نام پدیدآور	: مدل سازی شبکه انرژی بر مبنای مدل بهینه سازی جریان انرژی / گردآوری و تالیف مهدی زارع، سیدمحمد صادق زاده، غلامعلی رحیمی.
مشخصات نشر	: تهران: هزاره سوم اندیشه، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ۴۳۴ ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: ۳۰۰۰۰ ریال: 978-600-7306-65-9
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: واژه نامه.
موضوع	: انرژی، منابع -- الگوهای اقتصادسنجی
موضوع	: Power resources -- Econometric models
موضوع	: انرژی، منابع -- ایران -- الگوهای اقتصادسنجی
موضوع	: Power resources -- Econometric models -- Iran
شناسه افزوده	: صادق زاده، سیدمحمد
شناسه افزوده	: رحیمی، غلامعلی، ۱۳۵۷ -
رده بندی کنگره	: ۱۱۹۳: ۱۱۹۵ / HD۹۵۰۲
رده بندی دیویی	: ۳۱۰/۷۹۰۳۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۲۱۶۴۶۷



انتشارات هزاره سوم اندیشه

مدل سازی شبکه انرژی

(بر مبنای مدل بهینه سازی جریان انرژی)

مهدی زارع - سید محمد صادق زاده - غلامعلی رحیمی

• صفحه آرای: هزاره سوم اندیشه • طرح روی جلد: هزاره سوم اندیشه، آروین رفیع زاده

• لیتوگرافی: آراز گرافیک • چاپ: دالاهو • صحافی: نوین

• چاپ اول: تهران ۱۳۹۵ • شمارگان: ۵۰۰ • قیمت: ۳۰۰۰۰ تومان

شابک: ۹-۶۵-۶۳۰۶-۷۳۰۶-۹۷۸

ناشر: هزاره سوم اندیشه

تلفن و نامبر: ۶۶۰۳۷۶۴۸ - همراه: ۰۹۱۲۷۱۷۳۹۲۴

آدرس سایت: www.hsapub.ir الکترونیکی: hsapub@gmail.com

تلفن پخش: ۶۶۹۶۵۳۷۷-۶۶۹۷۲۷۹۲

کلیه حقوق این اثر برای ناشر محفوظ است.

فهرست مطالب

پیشگفتار.....	۱۱
فصل اول: مقدمه.....	۱۵
۱-۱- آشنایی با مدل سازی انرژی	۱۵
۱-۲- مدل سازی اقتصاد-انرژی	۳۴
۱-۳- ضرورت استفاده از مدل های شبیه سازی و بهینه سازی در کشور.....	۴۸
۱-۴- معرفی مدل بهینه سازی جریان انرژی	۴۸
تمرین	۵۱
فصل دوم: نمایش سیستم انرژی به صورت شبکه جهت دار	۵۵
۱-۲- اجزای شبکه انرژی	۵۵
۲-۲- رابط	۵۶
۳-۲- گره	۵۸
۴-۲- چند مثال ساده از شبکه جهت دار انرژی	۶۰
۵-۲- نمایش رابط در شبکه	۶۲
۶-۲- اتصالات رابطها و گره ها	۶۵
۷-۲- انواع رابطها از نظر کاربرد	۶۷
تمرین	۶۹

فصل سوم: تدوین شبکه جریان انرژی.....	۷۱
۱-۳- مقدمه.....	۷۱
۲-۳- تعیین زیربخش های شبکه انرژی.....	۷۱
۳-۳- تعیین رابط های عملیات انرژی و گره ها در هر زیربخش.....	۷۵
۴-۳- نام گذاری رابط ها و گره ها بر طبق قواعد.....	۸۲
۵-۳- محاسبه اطلاعات شبکه انرژی.....	۸۲
فصل چهارم: شبیه سازی شبکه جریان انرژی.....	۸۵
۱-۴- مقدمه.....	۸۵
۲-۴- محاسبه جریان های انرژی.....	۸۵
۴-۴- محاسبه هزینه.....	۹۹
فصل پنجم: بهینه سازی شبکه جریان انرژی.....	۱۱۱
۱-۵- مقدمه.....	۱۱۱
۲-۵- مولد ماتریس.....	۱۱۲
۳-۵- برنامه ریزی خطی.....	۱۸۹
۴-۵- تولید کننده گزارش.....	۱۹۰
فصل ششم: داده های رابط های عملیات انرژی.....	۱۹۳
۱-۶- اطلاعات مورد نیاز معادلات حاکم بر شبکه انرژی.....	۱۹۳
۲-۶- پارامترهای جریان.....	۱۹۴
۳-۶- پارامترهای ظرفیت.....	۲۰۱
۴-۶- پارامترهای هزینه.....	۲۰۶
۵-۶- پارامترهای تجهیزات تحقیق و توسعه.....	۲۱۱
۶-۶- پارامترهای مدل سازی فصلی.....	۲۱۲
فصل هفتم: تهیه و ارائه گزارش انرژی.....	۲۱۹
۱-۷- مقدمه.....	۲۱۹

فصل هشتم: بررسی مطالعات داخلی صورت گرفته بر اساس مدل بهینه سازی جریان انرژی ۲۲۹

- ۱-۸- بازنگری و اصلاح برنامه جامع بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش صنعت کشور. ۲۲۹
- ۲-۸- سیاست‌های بلندمدت صادرات انرژی بر اساس مدل بهینه‌سازی جریان انرژی .. ۲۹۴
- ۳-۸- ارزیابی فنی- اقتصادی رقابت پذیری فناوری تبدیل گاز طبیعی به فراورده با پالایشگاه نفت خام در کشور ۳۱۳
- ۸-۴- استفاده از مدل تفکیک شده پالایشگاه نفت خام برای تعیین الگوی بهینه پالایش در شبکه انرژی کشور ۳۲۵

فصل نهم: مقایسه مدل‌های انرژی ۳۴۵

- ۱-۹- مقدمه ۳۴۵
- ۲-۹- بررسی مدل‌های تک منظوره MESSAGE, TIMES و MESAP ۳۴۶
- ۳-۹- بررسی مدل‌های سیستمی IDEAS, NEMS و Energy2020 ۳۵۱

منابع و مراجع ۳۵۷

پیوست ۱: نصب نرم‌افزار مدل ایفوم ۳۶۱

پیوست ۲: امکانات نرم‌افزاری مدل ایفوم ۳۶۵

منوی Utilities ۳۶۵

۱-۲- واردسازی اجزای یک شبکه دیگر ۳۶۵

۲-۲- واردسازی فایل کنترلی ۳۶۶

۳-۲- روش کلی واردسازی فایل‌ها ۳۶۸

۴-۲- تهیه نسخه پشتیبان از یک شبکه انرژی (پایگاه داده) ۳۶۸

۵-۲- باز کردن نسخه پشتیبان ۳۶۸

۶-۲- کپی و حذف یک پایگاه داده ۳۶۸

۷-۲- مشاهده محتویات فایل‌ها و چاپ داده‌ها ۳۶۹

پیوست ۳: راهنمای کاربر پایگاه داده ها ۳۷۱

۱-۳- انتخاب پایگاه داده ۳۷۱

۲-۳- ایجاد یک پایگاه داده جدید ۳۷۱

۳-۳- انجام عملیات بر روی پایگاه داده ۳۷۲

۴-۳- وارد سازی اطلاعات ساختاری رابطها ۳۷۲

۵-۳- جستجو در پایگاه داده ۳۷۴

۶-۳- حذف از پایگاه داده ۳۷۴

۱-۳- وارد سازی جملات توضیحی و منابع ۳۷۴

۸-۳- استفاده از امکانات گرافیکی ۳۷۴

۹-۳- مشاهده جدول و داده های واژه نامه ۳۷۶

۱۰-۳- بررسی ساختار ۳۷۷

۱۱-۳- چاپ جداول ۳۷۹

۱۲-۳- تولید پایگاه داده از اطلاعات شبکه ۳۷۹

پیوست ۴: راهنمای کاربر بخش بهینه سازی ۳۸۵

۱-۴- عملیات نرم افزاری بخش بهینه سازی ۳۸۵

۲-۴- انتخاب مورد ۳۸۵

۳-۴- تعریف مورد ۳۸۵

۴-۴- تولید ماتریس ۳۸۸

۵-۴- فراخوانی برنامه بهینه سازی ۳۸۸

۶-۴- خروجی برنامه بهینه سازی ۳۸۸

پیوست ۵: تهیه گزارش ۳۹۱

۱-۵- مقدمه ۳۹۱

۲-۵- تعریف جداول تراز ۳۹۲

۳-۵- تعریف ساختار جداول تراز ۳۹۲

۴-۵- فایل کنترلی ۳۹۵

۵-۵- مشاهده گزارش ها ۳۹۶

پیوست ۶: مهارت‌های تکمیلی.....	۳۹۹
۶-۱- مقدمه.....	۳۹۹
۶-۲- مدل‌سازی محدودیت‌های هزینه برای کل شبکه انرژی.....	۳۹۹
۶-۳- مدل‌سازی محدودیت‌های هزینه، ظرفیت، تابع هدف.....	۴۰۵
۶-۴- مطالعه موردی.....	۴۰۹
پیوست ۷: برنامه‌ریزی خطی.....	۴۲۳
۷-۱- حل مسئله برنامه‌ریزی خطی با استفاده از الگوریتم سیمپلکس.....	۴۲۴
پیوست ۸: جدول تبدیل واحدها.....	۴۳۱
واژه‌نامه.....	۴۳۲

پیشگفتار

توسعه اقتصادی ایران به کارآیی بخش انرژی هم از دید اقتصادی و هم از دید فنی بستگی دارد. توسعه تکنولوژی های نوین انرژی و به کارگیری آن ها در زیربخش های عرضه و تقاضا دارای ضیعت بلندمدت بوده و نیاز است سیاست گذاری و برنامه ریزی انرژی در افق بلندمدت صورت گیرد. خواست این مدت برابر است با زمان ساخت و طول عمر تجهیزات. بدین ترتیب یک افق ۱۰ تا ۲۰ ساله در این گونه مطالعات موردنظر خواهد بود. به علاوه بایستی تبعات سیاست گذاری های کلاسی و ملی و نیز تأثیر پارامترهای فنی همچون ضریب دسترسی و بازده بر بخش انرژی - اقتصاد در نظر گرفته شود. رعایت این موارد، تدوین برنامه های انرژی و ارزیابی سیاست های انرژی را به پیچیده می سازد که نیازمند روش های جامع مطالعاتی است.

استفاده از مدل در برنامه ریزی های کلان اقتصادی سابقه چندانی در ایران ندارد؛ به طوری که اولین الگوی اقتصادسنجی کلان ایران توسط آنکند تهیه و در برنامه چهارم اجرایی کشور در سال ۱۳۴۷ استفاده شد. الگوسازی در مدل های اقتصادسنجی کلان، به تدریج مراحل تکامل خود را طی کرده است، به گونه ای که تا سال تدوین برنامه پنج ساله دوم، شانزده مدل در برنامه ریزی و تحلیل های کلان اقتصادی و یازده الگو در پایان نامه های دانشجویان برای اقتصاد ایران طراحی گردید؛ ولی در هیچ یک از این مدل ها، انرژی نه در مرحله طراحی معادلات و نه در تحلیل سیاست گذاری های کلان در نظر گرفته نشده است.

البته طی همین مدت، برخی مطالعات بارز و مرتبط با مقوله انرژی و اقتصاد در ایران تحت عنوان «بررسی علوم اقتصاد منابع طبیعی» انجام شده است. محور اصلی و پایه در این سلسله مطالعات، بهینه سازی فرایند بهره برداری از منابع طبیعی است و مباحث از زاویه تئوری ها و منطق اقتصاد خرد ارائه می گردند. نگاه به انرژی از منظر پژوهش های اقتصاد منابع طبیعی در مسیر مطالعات اقتصاد انرژی در ایران پدیده ای نو تلقی می شود، ولی باید توجه داشت که حوزه تحلیلی این سطح از برنامه ریزی در انرژی و اقتصاد، محدود به مدل های خرد تعادل نمی گردد. در الگوی اقتصادسنجی کلان سازمان برنامه و بودجه که برای اولین برنامه توسعه اقتصادی - اجتماعی و فرهنگی کشور پس از پیروزی انقلاب اسلامی تدوین گردید، سرمایه گذاری های بخش نفت و گاز، تولید، صادرات، درآمد نفت و هزینه های عمرانی بخش نفت، به نظر گرفته شد. این مدل دارای چهار بخش شامل تولیدات بخش نفت، بخش مخارج شامل مخارج سرمایه گذاری در بخش نفت، بخش قیمت ها و بخش درآمدهای دولت است.

در برنامه دوم اقتصادی کشور، در «اقتصادسنجی کلان طراحی شد که در آن ها مدل های جانبی دیگری نیز برای پیش بینی تبادلات انرژی به طور غیرمستقیم مورد استفاده قرار گرفت. در این راستا طراحی اولین مدل جامع انرژی (با روش شناسی مدل های بزرگ مقیاس تعادلی)^۱ توسط سازمان برنامه و بودجه در سال ۱۳۷۳، رویکرد نوینی به مقوله انرژی در نظام برنامه ریزی کشور ایجاد کرد؛ اما هنوز این تلاش ها را می توان مقدمه ای برای ورود به سطوح عالی برنامه ریزی در تعامل انرژی و اقتصاد دانست.

عملکرد برنامه اول، ضرورت به کارگیری مستقیم ابزارهای سیاست گذاری انرژی را در برنامه ریزی های کلان به خوبی روشن ساخت. پیش بینی هایی که در پیوست قانون برنامه اول توسعه اقتصادی - اجتماعی و فرهنگی از قیمت و میزان صادرات نفت خام با هدف تأمین بخش اصلی نیازهای درآمدی دولت به عمل آمد، اختلاف زیادی را با عملکرد برنامه نشان داد؛ به نحوی که طی پنج سال طبق برخی برآوردها هشت تا ده میلیارد دلار بین پیش بینی و

عملکرد درآمدهای نفتی دولت اختلاف پدید آمد (پیش‌بینی برنامه این بود که قیمت‌ها از ۱۴/۲ دلار در سال ۱۳۶۷ به ۲۱/۴ دلار در سال ۱۳۷۲ به ازای هر بشکه نفت خام افزایش یابد، اما قیمت فروش نفت خام ایران طی دوره ۱۳۶۹ تا ۱۳۷۲ به ترتیب ۲۰، ۱۶/۴۸، ۱۶/۸۵ و ۱۳/۶۹ دلار برای هر بشکه نفت خام صادراتی بود). چنین پدیده‌هایی به شکل افت یا مازاد درآمد در آینده نیز قابل تکرار است [پور، ۷۷]. به این ترتیب، ضرورت بهره‌گیری از مدل‌های جامع و مناسب در برنامه‌ریزی بلندمدت بخش انرژی کشور به چشم می‌خورد.

هدف اصلی از تهیه کتاب حاضر، کمک به درک بهتر روابط بین انرژی و عوامل اقتصادی و رفاه‌سازی ابزار لازم برای ارزیابی سیاست‌های انرژی به کمک روش‌های مدل‌سازی است. با توجه به گستردگی بخش انرژی و ارتباط آن با سایر بخش‌های اقتصادی، اجتماعی و سیاسی، جامعه مخاطبین کتاب، کارشناسان برنامه‌ریزی سازمان‌ها، شرکت‌ها، مؤسسات مرتبط با انرژی و همچنین اساتید، دانشجویان و محققین رشته‌های انرژی دانشگاه‌های کشور است.

بخش‌های نرم‌افزاری کتاب حاضر بر اساس مدل ایفوم (EFOM-ENV) نگارش 1.0 سازماندهی و تدوین شده؛ اگر چه در همین بخش‌ها نیز از بیان اصول و کلیات تئوری مباحث خودداری نشده است. بدین ترتیب، خواننده ضمن آشنایی با اصول مدل‌سازی، امکان استفاده از یک ابزار نرم‌افزاری در زمینه مورد مطالعه را خواهد یافت. این امر بهره‌های عملی فراوانی را به همراه دارد بخصوص آنکه خدایتعالی کارشناس امور انرژی باشد و بتواند اطلاعات و دانش خود در زمینه انرژی را در پایگاه اطلاعات نرم‌افزار چیده و پس از اجرا از آن نتیجه‌گیری کند.

این کتاب در قالب سه فصل تنظیم شده است. فصل اول به بیان تعاریف اساسی و ضرورت استفاده از مدل‌های انرژی پرداخته و در فصل دوم، اصول شبیه‌سازی سیستم انرژی به صورت شبکه جهت‌دار بیان شده است. در فصل سوم، مراحل تدوین یک شبکه انرژی و زیرسیستم‌های آن تعیین می‌شود. فصل چهارم به معرفی پارامترهای فنی، اقتصادی و زیست‌محیطی مورد نیاز در مدل‌سازی سیستم انرژی می‌پردازد. اگر چه داده‌های برون‌زا

جزو لاینفک کلیه مدل های انرژی می باشند، لیکن در این فصل این داده ها در چارچوب پارامترهای تعریف شده در مدل بهینه سازی جریان انرژی بیان می شوند. بر اساس اصول بیان شده در فصل های دوم تا چهارم (مبانی شبیه سازی و بهینه سازی شبکه انرژی)، در فصول پنج تا هفتم، معادلات مرتبط به صورت تحلیلی بیان و معرفی خواهد شد. در فصل هشتم مطالعات داخلی صورت گرفته بر اساس مدل بهینه سازی جریان انرژی (EFOM-ENV) معرفی شده و با توجه به مفروضات و نحوه مدل سازی بخش های مختلف انرژی در این مطالعات نتایج به دست آمده مورد ارزیابی قرار می گیرد. فصل نهم به مقایسه انواع مدل های انرژی پرداخته و مزایا و معایب هر یک را بیان می کند. پیوست یک تا پنج به طور ویژه به آموزش، روش کار با نرم افزار مدل بهینه سازی جریان انرژی می پردازد. در پیوست شش، راجع به نمونه خاص نرم افزار و ارتقاء مهارت کاربر جهت استفاده از این قابلیت ها بحث می شود و در پیوست هفت بحث کوتاهی درباره مبانی برنامه ریزی خطی و ارتباط آن با روش شناسی به کاررفته در مدل این برنامه خواهد شد.