
بهینه‌سازی سیستم‌های قدرت در

نرم افزار GAMS

نوشته:

دکتر ایرضا سرودی

ترجمه:

دکتر عباس ریعی

عضو هیئت علمی دانشگاه زنجان

مهندس علی اصغر آقائی

کارشناس ارشد برق-قدرت

۱۳۹۷

عنوان و نام پدیدآور	:	بهینه‌سازی سیستم‌های قدرت در نرم افزار GAMS / نویسنده دکتر علیرضا سرودی ترجمه:
دکتر عباس ربیعی و مهندس علی‌اصغر آقایی		
زنجان : دانشگاه زنجان، ۱۳۹۷.	:	
مشخصات ظاهری	:	۳۰۰ ص: مصور، جدول نمودار.
شابک	:	978-964-8885-98-9
وضعیت فهرست نویسی	:	فیبیا
یادداشت	:	عنوان اصلی: Power System Optimizatio Modeling in GAMS , 2017.
موضوع	:	برق — سیستم‌ها — الگوهای ریاضی
شناسه افزوده	:	ربیعی، عباس / ۱۳۶۳ مترجم
شناسه افزوده	:	علی‌اصغر آقایی / ۱۳۷۰ مترجم
شناسه افزوده	:	دانشگاه زنجان
رده بند کنگره	:	TK۱۰۰۵/س۴ب۹ ۱۳۹۷:
رده بند دیوبند	:	۶۲۱/۱۰۴۲
شماره کتابشناسی ملی	:	۵۲۶۸۲۱۴



دانشگاه زنجان

بهینه‌سازی سیستم‌های قدرت در نرم افزار GAMS

ترجمه: دکتر عباس ربیعی و مهندس علی‌اصغر آقایی

سال چاپ: ۱۳۹۷
شمارگان: ۵۰۰ جلد
تیراژ: ۴۲۰۰
قیمت: ۴۲۰۰ ریال
ناشر: انتشارات دانشگاه زنجان

ویراستار ادبی: دکتر محمد ابراهیم پور

صفحه‌آرایی و طراحی جلد: انتشارات پادینا
شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۸۸۸۵-۹۸-۹

زنجان، کیلومتر ۵ جاده تبریز، دانشگاه زنجان، حوزه معاونت پژوهشی، واحد انتشارات.

تلفن: ۰۲۴-۳۳۰۵۲۶۴۱ فاکس: ۰۲۴-۳۳۲۲۸۳۰۷۷

پیشگفتار

ساختار پیچیده‌ی سیستم‌های قدرت الکتریکی به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین صنایع ساخت دست بشر، لزوم وجود یک ابزار محاسباتی قدرتمند و کارآمد را برای آنالیزهای عمیق و مفهومی آشکار می‌کند. هدف از این کتاب معرفی کاربردهای نرم‌افزار GAMS در حل محدوده‌ی وسیعی از مسائل بهینه‌سازی سیستم قدرت است. به دلیل توانمندی ذاتی نرم‌افزار GAMS، هم‌اکنون محققان قادر به پاسخگویی به سؤالات پیچیده‌تری هستند که قبلاً مقدور نبوده است. هشت سال از زمانی که این نرم‌افزار در دانشگاه به من معرفی شده، گذشته است. در طول این سال‌ها زمینه‌های جدیدی در مطالعات سیستم قدرت مورد پژوهش قرار گرفته است. هدف اصلی از چاپ این کتاب، اشتراک‌گذاری تجارب حاصل‌شده با دیگر محققان و دانشجویان و یا کارکنان صنایع است که در مطالعاتشان نیازمند ابزار محاسباتی قدرتمندی هستند. این کتاب محدوده‌ی وسیعی از موضوعات را در مطالعات سیستم قدرت که در ذیل اشاره شده است در بر می‌گیرد:

- فصل اول: ارائه مرور کلی و معرفی شروع کدنویسی در نرم‌افزار GAMS برای افراد مبتدی.
- فصل دوم: حل مثال‌های ساده و درعین‌حال کاربردی.
- فصل سوم: پوشش مفهوم توزیع اقتصادی و حل آن.
- فصل چهارم: مسائل مرتبط با توزیع اقتصادی (که مسئله‌ای چندبازهای است).
- فصل پنجم: مفاهیم مرتبط با مسئله در مدار قرار گرفتن نیروگاه.
- فصل ششم: توصیف و حل پخش بار AC/DC بهینه چندبازهای.
- فصل هفتم: کاربرد ذخیره‌ساز انرژی در برنامه‌ریزی و بهره‌برداری سیستم قدرت و آنالیز آن.
- فصل هشتم: افزایش مشاهده‌پذیری سیستم قدرت با استفاده از تکنولوژی PMU.
- فصل نهم: ارائه و حل مسائل برنامه‌ریزی و بهره‌برداری در برخی از شبکه‌های انتقال.

• فصل دهم: بحث و حل سیستم‌های انرژی یکپارچه.

مخاطبان این کتاب را می‌توان به چند گروه طبقه‌بندی کرد. درعین حال استفاده از این کتاب محدود به این طبقه‌بندی نمی‌شود:

• مهندسان قدرت: چهارچوب پیشنهادی در این کتاب، حصول درک بهتر از مطالعات سیستم قدرت را برای مهندسان قدرت فراهم می‌کند.

• آموزگاران و معلمان: از این کتاب به‌عنوان کتابی درسی در حوزه برنامه‌ریزی و بهره‌برداری سیستم قدرت می‌توان استفاده کرد.

• بهره‌برداران از سیستم: اپراتورهای سیستم قدرت معمولاً از بسته‌های تجاری برای حل مسائل استفاده می‌کنند. این کتاب موجب ایجاد انعطاف‌پذیری در مطالعات آن‌ها می‌شود. برخی اوقات نرم‌افزارهای تجاری شامل تمام آنالیزهای مورد نیاز بوده یا از آن‌ها همانند یک جعبه سیاه استفاده می‌شود.

• پژوهشگران: دانشجویان و پژوهشگران با زمینه‌های مختلف در مطالعات سیستم قدرت و ریاضیات می‌توانند در کتاب حاضر جهت آشنایی با مسائل بهینه‌سازی متفاوت در سیستم قدرت استفاده کنند.

فهرست مطالب

۱۹	فصل ۱: مقدمه‌ای بر برنامه‌نویسی در GAMS	۱
۱۹	مسائل بهینه‌سازی در سیستم قدرت	۱-۱
۲۴	نصب GAMS	۲-۱
۲۵	عناصر GAMS	۳-۱
۳۳	دستورات شرطی	۴-۱
۳۴	تعریف حلقه در GAMS	۵-۱
۳۴	دستور LOOP	۵-۱-۱
۳۵	دستور WHILE	۵-۱-۲
۳۵	دستور FOR	۵-۱-۳
۳۵	دستور REPEAT-UNTIL	۵-۱-۴
۳۵	ارتباط بین GAMS و EXCEL	۶-۱
۳۵	خواندن فایل EXCEL	۶-۱-۱
۳۶	نوشتن در EXCEL	۶-۱-۲
۳۶	خطایابی در GAMS	۷-۱
۴۱	نکات عمومی در برنامه‌نویسی با GAMS	۸-۱
۴۴	ساختار کتاب	۹-۱
۵۱	فصل ۲: مثال‌های ساده در GAMS	۲
۵۱	انواع مختلف مدل‌های بهینه‌سازی	۲-۱
۵۱	برنامه‌ریزی خطی	۲-۱-۱
۵۱	مثال LP	۲-۱-۱-۱
۵۵	مثال تعیین کران	۲-۱-۱-۲
۵۵	برنامه‌ریزی آمیخته با عدد صحیح (MIP)	۲-۱-۲
۵۶	مثال MIP	۲-۱-۲-۱
۵۶	مثال N-QUEEN	۲-۱-۲-۲
۵۸	تخصیص مرکز اورژانس	۲-۱-۲-۳
۶۱	برنامه‌ریزی غیرخطی (NLP)	۲-۱-۳
۶۱	مثال (NLP) (۱۴.۲)	۲-۱-۳-۱
۶۲	مثال جابجایی دایره	۲-۱-۳-۲
۶۴	بیشینه کردن مساحت مثلث قائم‌الزاویه با محیط ثابت	۲-۱-۳-۳

۶۵	برنامه نویسی مقید در جه دو (QCP).....	۴-۱-۲
۶۵	مثال QCP (۱۷.۲).....	۱-۴-۱-۲
۶۵	مثال QCP (۱۸.۲).....	۲-۴-۱-۲
۶۶	برنامه ریزی غیرخطی آمیخته با عدد صحیح (MINLP).....	۵-۱-۲
۶۶	مثال کمینه کردن هزینه حمل و نقل (۱۹.۲).....	۱-۵-۱-۲
۶۸	مثال بیشینه کردن سود حمل و نقل (۲۰.۲).....	۲-۵-۱-۲
۶۸	اعداد تصادفی در GAMS.....	۲-۲
۷۰	تخمین عدد π	۱-۲-۲
۷۰	محاسبه انتگرال.....	۲-۲-۲
۷۲	مسائل LP با ضرایب نامعین.....	۳-۱-۲
۷۳	بهبود از چند هدفه.....	۳-۲
۷۳	مشروع وزن.....	۱-۳-۲
۷۳	بهبود و.....	۲-۳-۲
۷۷	کاربردها.....	۴-۲
۸۱	فصل ۳: توزیع توان نیروگاه.....	۳
۸۱	توزیع اقتصادی واحد حرارتی.....	۱-۳
۸۳	توزیع اقتصادی توان واحدهای حرارتی با ملاحظات زیست محیطی.....	۲-۳
۸۹	توزیع اقتصادی CHP.....	۳-۳
۹۴	توزیع اقتصادی توان واحد آبی.....	۴-۳
۱۰۲	توزیع اقتصادی دینامیکی چند ناحیه ای با واحدهای تولید مختلف.....	۵-۳
۱۰۶	کاربردها.....	۶-۳
۱۱۱	فصل ۴: توزیع اقتصادی توان دینامیکی.....	۴
۱۱۱	DED هزینه محور.....	۱-۴
۱۱۴	تحلیل حساسیت نرخ تغییر تولید.....	۱-۱-۴
۱۱۶	کمینه سازی چند هدفه هزینه-آلاینده.....	۲-۱-۴
۱۲۰	DED با اضافه نمودن انرژی باد.....	۳-۱-۴
۱۲۲	DED قیمت محور.....	۲-۴
۱۲۲	DED قیمت محور با در نظر گرفتن فقط بازار برق.....	۱-۲-۴
۱۲۵	DED قیمت محور با در نظر گرفتن بازار برق و ذخیره.....	۲-۲-۴
۱۲۷	DED هزینه محور خطی شده.....	۳-۴
۱۳۱	کاربردها.....	۴-۴

۱۳۵	فصل ۵: در مدار قرار گرفتن نیروگاه	۵
۱۳۵	۱-۵ روش هزینه‌محور برای مسئله در مدار قرار گرفتن نیروگاه	۱-۵
۱۳۵	۱-۱-۵ محاسبه هزینه	۱-۱-۵
۱۳۶	۱-۲-۵ قیود مرتبط با نرخ تغییرات	۱-۲-۵
۱۳۸	۱-۳-۵ قیود حداقل زمان روشن/خاموش بودن	۱-۳-۵
۱۳۹	۱-۴-۵ تعادل تولید-تقاضا	۱-۴-۵
۱۴۲	۲-۵ مسئله در مدار قرار گرفتن نیروگاه هزینه‌محور با قیود اضافی	۲-۵
۱۴۲	۱-۲-۵ UC هزینه‌محور با قیود ذخیره	۱-۲-۵
۱۴۵	۲-۲-۵ UC هزینه‌محور با در نظر گرفتن شرایط اضطراری برای ژنراتور	۲-۲-۵
۱۴۸	۲-۳-۵ UC هزینه‌محور با قیود انعطاف‌پذیری بار	۲-۳-۵
۱۵۴	۳-۵ مسئله در مدار قرار گرفتن نیروگاه قیمت‌محور	۳-۵
۱۵۶	۴-۵ کاربردها	۴-۵
۱۵۶	۱-۱-۵ UC هزینه‌محور	۱-۱-۵
۱۵۷	۱-۴-۵ UC قیمت‌محور	۱-۴-۵
۱۵۹	فصل ۶: بخش بار بهینه چندبازده	۶
۱۵۹	۱-۶ بخش بار بهینه DC	۱-۶
۱۶۲	۱-۱-۶ DC-OPF در شبکه ساده	۱-۱-۶
۱۶۶	۱-۲-۶ DC-OPF در شبکه پنج‌بازده	۱-۲-۶
۱۶۸	۱-۳-۶ سیستم آزمون قابلیت اطمینان IEEE با ۲۴	۱-۳-۶
۱۷۰	۱-۳-۱-۶ IEEE RTS حالت پایه	۱-۳-۱-۶
۱۷۱	۱-۳-۲-۶ IEEE RTS کاهش حدود توان عبور خط	۱-۳-۲-۶
۱۷۲	۱-۳-۳-۶ IEEE-RTS خروج خط	۱-۳-۳-۶
۱۷۳	۱-۳-۴-۶ IEEE-RTS خروج ژنراتور	۱-۳-۴-۶
۱۸۰	۲-۶ WIND DC-OPF چندبازدهی	۲-۶
۱۸۶	۳-۶ بخش بار بهینه AC چندبازدهی	۳-۶
۱۹۳	فصل ۷: سیستم‌های ذخیره‌ساز انرژی	۷
۱۹۳	۱-۷ مقدمه	۱-۷
۱۹۴	۲-۷ بهره‌برداری ESS	۲-۷
۱۹۴	۱-۲-۷ بهره‌برداری از ESS در DED	۱-۲-۷
۱۹۸	۲-۲-۷ بهره‌برداری از ESS در مسئله WIND-DED	۲-۲-۷
۲۰۱	۳-۲-۷ بهره‌برداری از ESS در مسئله DC-OPF	۳-۲-۷

۲۰۶	 بهره‌برداری از ESS در AC-OPF	۴-۲-۷
۲۱۰	 جایابی ESS	۳-۷
۲۱۵	 کاربردها	۴-۷
۲۱۹	 فصل ۸: مشاهده‌پذیری سیستم قدرت	۸
۲۱۹	 جایابی حداقل تعداد PMU	۱-۸
۲۲۱	 جایابی PMU با حداقل هزینه	۲-۸
۲۲۴	 جایابی حداقل تعداد PMU با در نظر گرفتن باس‌های تزریق صفر (ZIB)	۳-۸
۲۲۸	 جایابی حداقل تعداد PMU برای حداکثر کردن مشاهده‌پذیری	۴-۸
۲۳۰	 جایابی حداقل تعداد PMU با در نظر گرفتن شرایط اضطراری	۵-۸
۲۳۰	 فصل ۸-۵-۱ از دیدگاه فتن PMU	۸-۵-۱
۲۳۲	 فصل ۸-۵-۲ خروج یک خط	۸-۵-۲
۲۳۴	 فصل ۸-۶ جایابی PMU در مرحله‌ای	۸-۶
۲۳۶	 کاربردها	۷-۸
۲۳۹	 فصل ۹: موضوعاتی در بهره‌برداری و بهره‌ریزی شبکه انتقال	۹
۲۳۹	 برنامه‌ریزی شبکه انتقال	۱-۹
۲۴۰	 فصل ۹-۱-۱ TEP با امکان احداث خطوط جدید	۹-۱-۱
۲۴۳	 برنامه‌ریزی با دوره زمانی دوساله	۹-۱-۱-۱
۲۴۳	 برنامه‌ریزی با دوره زمانی ده‌ساله	۹-۱-۱-۲
۲۴۵	 فصل ۹-۱-۲ TEP با گزینه خطوط و کنترل‌کننده‌های توان عبور	۹-۱-۲
۲۴۹	 ضرایب حساسیت در شبکه‌های انتقال	۲-۹
۲۴۹	 فصل ۹-۲-۱ ضرایب جایجایی تولید	۹-۲-۱
۲۵۴	 افزایش بار L به میزان ۱۰ MW	۹-۲-۱-۱
۲۵۵	 افزایش تولید P_g به میزان ۱۰ MW	۹-۲-۱-۲
۲۵۶	 فصل ۹-۲-۲ ضرایب توزیع خروج خط	۹-۲-۲
۲۵۸	 کلیدزنی شبکه انتقال	۳-۹
۲۷۳	 فصل ۱۰: سیستم انرژی یکپارچه	۱۰
۲۷۳	 رابطه آب-برق	۱-۱۰
۲۷۶	 رابطه برق-گاز	۲-۱۰
۲۸۳	 مفهوم هاب (مرکز) انرژی	۳-۱۰
۲۸۵	 داده‌ها	۱-۳-۱۰

۲۸۵	 پیکربندی I	۲-۳-۱۰
۲۸۶	 پیکربندی II	۲-۳-۱۰
۲۹۲	 پیکربندی III	۴-۳-۱۰

www.ketab.ir