

بسم الله الرحمن الرحيم

طراحی بهینه و ارزیابی سیستم‌های انرژی ترکیبی
به کمک نرم‌افزار HOMER

تألیف

مهندس حسین کرمی

دکتر گئورگ قره پتیان

دانشجوی دکترا مهندسی برق

استاد دانشکده مهندسی برق

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

مهندس سید علیرضا احمدی

کارشناس مهندسی برق

بهار ۱۳۹۶

سرشناسه:	قره‌پتیان، گیورک، ۱۳۴۱ -
عنوان و نام پدیدآور:	طراحی بهینه و ارزیابی سیستم‌های انرژی ترکیبی به کمک نرم‌افزار HOMER / تألیف گئورگ قره‌پتیان، حسین کرمی، سیدعلیرضا احمدی.
مشخصات نشر:	تهران: نهر دانش، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری:	ز، ۲۴۷ ص.
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۵۷۱۴-۲۷-۲
وضعیت فهرست‌نویسی:	فیا
موضوع:	نرم‌افزار هومر
موضوع:	Homer (Computer software)
موضوع:	انرژی‌های پایان‌ناپذیر -- نرم‌افزار
موضوع:	Renewable energy sources -- Software
موضوع:	کرمی، حسین، ۱۳۶۷ -
موضوع:	احمدی، سیدعلیرضا، ۱۳۷۱ -
شابک افزوده:	۱۳۹۶ ط ۴ ق/ ۸/ ۸-۷ TJ
بندی کنگره:	۶۲۱/۰۴۲۰۲۸۵۴۶
رده‌بندی دی‌سی:	۴۶۸۵۴۸۱
شماره کتابشناسی:	



طراحی بهینه و ارزیابی سیستم‌های انرژی ترکیبی به کمک نرم‌افزار HOMER

- ناشر: انتشارات نهر دانش
- مؤلفین: دکتر گئورگ قره‌پتیان، مهندس حسین کرمی، سیدعلیرضا احمدی
- نوبت چاپ: اول، بهار ۹۶
- شمارگان: ۵۰۰ جلد
- چاپ و صحافی: پردیس دانش
- قیمت: ۱۲۰۰۰ تومان
- شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۷۱۴-۲۷-۲

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

پیشگفتار

در سامانه‌های متداول موجود انرژی، برق مورد نیاز بخش‌های مختلف به صورت متمرکز توسط نیروگاه‌های سنتی تولید و از مکان‌های دوردست توسط شبکه‌های انتقال انرژی نیرو به محل مصرف منتقل می‌شود. در کنار تامین انرژی الکتریکی مصرف‌کنندگان به صورت متمرکز، نیازهای گرمایشی آن‌ها نیز عمدتاً توسط تاسیسات گرمایشی تامین می‌شود. در سال‌های اخیر استفاده از سیستم‌های انرژی ترکیبی جهت افزایش کارایی و بهینه‌سازی تولید همزمان انرژی الکتریکی و حرارتی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. همچنین نگرانی‌های زیست‌محیطی ناشی از فناوری‌های قدیمی تولید انرژی الکتریکی، به دلیل انتشار گازهای گلخانه‌ای و سمی، به چالشی اساسی در سطح کشورهای جهان بدل شده است. لذا تولید انرژی با پیامدهای زیست‌محیطی کمتر، مورد توجه است. فناوری‌های تولید قدرت سنتی نمی‌توانند کاهش گازهای گلخانه‌ای را در کنار مواردی چون افزایش بازده ایجاد نمایند. از این رو به دلیل اهمیت کاهش گازهای گلخانه‌ای و افزایش راندها، فناوری‌های جدیدی در جهت استفاده بیشتر از انرژی‌های تجدیدپذیر بوجود آمده است. در کنار سیستم‌های فراوان سیستم‌های تجدیدپذیر به دلیل طبیعت متغیر انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله باد، خورشید و موج و ... مشکل قابلیت اطمینان در این گونه سیستم‌ها مطرح است. برای بزرگ کردن این مشکل و نیز کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید توان، از سیستم‌های ترکیبی استفاده می‌کنند. غالباً این سیستم‌ها، ترکیبی از یک یا تعداد بیشتری از منابع تجدیدپذیر اند که هم به منابع پایدار پستیان، برای جبران زمان‌هایی که کمبود در تولید توان پیش می‌آید، استفاده می‌شوند. توجه به نقش انرژی در ساختار اقتصادی، اجتماعی و حتی سیاسی کشورها، محدودیت منابع انرژی فسیلی و افزایش رشد جمعیت و مصرف انرژی، استفاده بهینه از انرژی جایگاه ویژه‌ای به خود اختصاص داده است. با توجه به فراگیر شدن سیستم‌های ترکیبی در تولید توان، موضوع مناسب است که انرژی در این سامانه‌ها دارای اهمیت ویژه‌ای است. دستیابی به پتانسیل‌های بالقوه این سیستم مستلزم انتخاب و ترکیب مناسب اجزای این سیستم ترکیبی و بهره‌برداری خردمندانه از آن‌ها در دو حالت کاری متصل به و منفصل از شبکه است.

به همین منظور در این کتاب بر آن شدیم تا ارزیابی و طراحی بهینه سیستم‌های ترکیبی به کمک یک ابزار قدرتمند همانند نرم‌افزار HOMER مورد بررسی و تحلیل قرار دهیم. کتاب پیش رو شامل شش فصل جداگانه است. در مجموع می‌توان گفت کتاب حاضر یک راهنمای مناسب برای بررسی سیستم‌های ترکیبی انرژی با استفاده از نرم‌افزار HOMER است.

از اساتید، دانشجویان، متخصصین و دیگر خوانندگان تقاضا داریم اصلاحات، انتقادات و
پیشنهادهای خود را به مولفان ارسال نمایند و بدین ترتیب ما را در بهبود این اثر یاری نمایند.

گنورگ قره‌بتیان حسین کرمی سید علیرضا احمدی

دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی امیرکبیر

دهم دی ماه سال ۱۳۹۵ هجری شمسی، تهران

www.ketab.ir

۱	فصل اول: سامانه‌های انرژی ترکیبی
۱	۱-۱ مقدمه
۳	۲-۱ عناصر موجود در یک سیستم ترکیبی
۳	۱-۲-۱ منابع تولید انرژی در سیستم‌های ترکیبی
۵	۲-۲-۱ منابع ذخیره‌ساز انرژی در سیستم‌های ترکیبی
۹	۳-۲-۱ بارهای موجود در سیستم‌های ترکیبی
۱۳	۴-۲-۱ تبدیلی الکترونیک قدرت در سیستم‌های ترکیبی
۱۵	۳-۱ طراحی و ارزیابی سیستم‌های ترکیبی
۱۶	مراجع
۱۷	تمرین
۱۹	فصل دوم: معرفی کلی نرم‌افزار HOMER
۱۹	۱-۲ HOMER چیست؟
۲۰	۲-۲ چگونگی استفاده از HOMER
۲۰	۳-۲ HOMER چگونه کار می‌کند؟
۲۱	۴-۲ حل مسائل با استفاده از HOMER
۲۲	۵-۲ پایگاه اطلاعاتی نرم‌افزار HOMER
۲۳	۶-۲ قابلیت خودآموز سریع نرم‌افزار
۲۴	۷-۲ ماژول‌های Add-on
۲۴	۱-۷-۲ Biomass ماژول
۲۶	۲-۷-۲ Hydro ماژول
۲۸	۳-۷-۲ Combined Heat and Power ماژول
۳۰	۴-۷-۲ Advanced Load ماژول
۳۱	۵-۷-۲ Advanced Grid ماژول
۳۴	۶-۷-۲ Hydrogen ماژول
۳۶	۸-۲ استفاده از نرم‌افزار HOMER
۳۷	۹-۲ نصب و فعال‌سازی نرم‌افزار Homer
۳۷	مراجع
۳۸	تمرین

۳۹	فصل سوم: نمایش پنجره DESIGN
۴۰	۱-۳ Load زبانه Load
۴۰	۱-۱-۳ اضافه کردن یک بار به مدل
۴۵	۲-۱-۳ Load Profile منوی
۴۸	۳-۱-۳ Electric آیکون
۴۹	۴-۱-۳ Thermal آیکون
۴۹	۵-۱-۳ Deferrable آیکون
۵۲	۶-۱-۳ Hydrogen آیکون
۵۲	۲-۳ Components
۵۳	۱-۲-۳ Generator
۶۴	۲-۳ پنل های فوتوولتائیک (PV)
۶۸	۳-۲-۳ Wind turbine
۷۲	۴-۲-۳ Battery
۷۶	۵-۲-۳ Flywheel
۷۸	۶-۲-۳ Converter
۸۱	۷-۲-۳ Boiler
۸۲	۸-۲-۳ Hydro
۸۴	۹-۲-۳ Hydrokinetic
۸۷	۱۰-۲-۳ Thermal Load Controller
۸۹	۱۱-۲-۳ Grid
۹۰	۱-۱۱-۲-۳ Simple Rates
۹۰	۲-۱۱-۲-۳ Real Time Prices
۹۳	۳-۱۱-۲-۳ Scheduled Rates
۹۸	۴-۱۱-۲-۳ Grid Extension
۹۸	۵-۱۱-۲-۳ Purchase and Sale Capacities
۱۰۱	۶-۱۱-۲-۳ Demand Rates
۱۰۴	۷-۱۱-۲-۳ Reliability
۱۰۶	۸-۱۱-۲-۳ Emissions
۱۰۷	۹-۱۱-۲-۳ Net Metering
۱۰۸	۱۲-۲-۳ Hydrogen Tank
۱۱۰	۱۳-۲-۳ Electrolyzer

۱۱۱	Reformer - ۱۴-۲-۳
۱۱۴	Resources ۳-۳
۱۱۴	Solar GHI Resource - ۱-۳-۳
۱۱۸	Solar DNI Resource - ۲-۳-۳
۱۲۱	Temperature Resource - ۳-۳-۳
۱۲۴	Wind Resource - ۴-۳-۳
۱۲۶	Parameters - ۱-۴-۳-۳
۱۲۷	Variation with Height - ۲-۴-۳-۳
۱۲۹	Advanced Parameters - ۱-۴-۳-۳
۱۲۹	Hydro Resource - ۵-۳-۳
۱۳۱	Fuel Resource - ۶-۳-۳
۱۳۱	Hydrokinetic Resource - ۷-۳-۳
۱۳۳	Biomass Resource - ۸-۳-۳
۱۳۵	Project ۴-۳ زبانه‌ی
۱۳۵	Economics - ۱-۴-۳
۱۳۶	System Control - ۲-۴-۳
۱۳۸	Constraints - ۳-۴-۳
۱۴۰	Emissions - ۴-۴-۳
۱۴۲	System ۵-۳ زبانه‌ی
۱۴۳	Calculation ۶-۳ زبانه‌ی
۱۴۳	مراجع
۱۴۴	تمرین
۱۴۷	Result فصل چهارم: نمایش پنجره
۱۴۸	Simulation Results ۱-۴ پنجره‌ی
۱۴۹	Cost Summary ۱-۱-۴ زبانه
۱۵۳	Cash Flow ۲-۱-۴ زبانه
۱۵۶	Electrical ۳-۱-۴ زبانه
۱۵۸	Emissions ۴-۱-۴ زبانه
۱۵۸	PV ۵-۱-۴ زبانه
۱۵۹	Wind Turbine ۶-۱-۴ زبانه
۱۵۹	Generator ۷-۱-۴ زبانه

۱۶۰	Fuel Summary	زبانہ ۸-۱-۴
۱۶۱	Battery	زبانہ ۹-۱-۴
۱۶۲	Grid	زبانہ ۱۰-۱-۴
۱۶۳	Converter	زبانہ ۱۱-۱-۴
۱۶۳	Thermal	زبانہ ۱۲-۱-۴
۱۶۴	Thermal Load Controller	زبانہ ۱۳-۱-۴
۱۶۴	Boiler	زبانہ ۱۴-۱-۴
۱۶۵	Hydro	زبانہ ۱۵-۱-۴
۱۶۵	Hydro Kinetic	زبانہ ۱۶-۱-۴
۱۶۶	Hydrogen	زبانہ ۱۷-۱-۴
۱۶۶	Hydrogen Tank	زبانہ ۱۸-۱-۴
۱۶۶	Electrolyzer	زبانہ ۱۹-۱-۴
۱۶۷	Time Series	زبانہ ۲۰-۱-۴
۱۶۸	مشاهدہ یک خاصہ گزارش از نتایج شبیه سازی	۲۱-۱-۵
۱۶۸	کپی گرفتن از نتایج شبیه سازی	۲۲-۱-۴
۱۶۹	Optimization Results	پنجره ۲-۴
۱۷۰	نمایش نتایج به صورت جدوا	۱-۲-۴
۱۷۴	نمایش نتایج به صورت گرافیکی	۲-۲-۴
۱۷۹	Sensitivity Results	پنجره ۳-۴
۱۸۱	چرا باید برای یک سیستم تحلیل حساسیت انجام داد؟	۱-۳-۴
۱۸۳	اضافه کردن مقادیر حساسیت	۲-۳-۴
۱۸۴	مراجع	
۱۸۴	تمرین	
۱۸۷	Library	نمایش پنجره فصل پنجم
۱۸۸	Components	کتابخانه ۱-۵
۱۸۸	Battery	۱-۱-۵
۱۹۳	Vanadium Battery	۱-۱-۱-۵
۱۹۴	Zinc Battery	۲-۱-۱-۵
۱۹۴	Generator	۲-۱-۵
۱۹۷	Photovoltaic (PV)	۳-۱-۵
۱۹۹	Wind Turbine	۴-۱-۵

۲۰۰	-----	Flywheel -۵-۱-۵
۲۰۱	-----	Hydroelectric -۶-۱-۵
۲۰۳	-----	Thermal Load Controller -۷-۱-۵
۲۰۵	-----	Hydrokinetic -۸-۱-۵
۲۰۶	-----	Reformer -۹-۱-۵
۲۰۸	-----	Electrolyzer -۱۰-۱-۵
۲۱۰	-----	Hydrogen Tank -۱۱-۱-۵
۲۱۲	-----	Resource Library -۲-۵
۲۱۳	-----	Unit Library -۳-۵
۲۱۳	-----	Simulation Parameters Library -۴-۵
۲۱۳	-----	مراجع
۲۱۴	-----	تمرین
۲۱۵	-----	فصل ششم: پیدا کردن داده برای رانافزار
۲۱۵	-----	۱-۶- داده‌های بارهای الکتریکی
۲۱۶	-----	۲-۶- داده‌های جغرافیایی
۲۱۶	-----	۳-۶- داده‌های مربوط به تابش خورشید
۲۱۷	-----	۴-۶- داده‌های سرعت باد
۲۱۷	-----	۵-۶- تجهیزات تجدیدپذیر سیستم قدرت
۲۱۸	-----	۶-۶- ژنراتورها
۲۱۸	-----	۷-۶- PV
۲۱۹	-----	۸-۶- انتشار گازهای گلخانه‌ای
۲۱۹	-----	۹-۶- سیاست‌گذاری‌ها و مشوق‌ها
۲۲۰	-----	واژه نامه انگلیسی به فارسی
۲۲۷	-----	واژه نامه فارسی به انگلیسی