

سرشناسه	: رجبی مشهدی، مصطفی، ۱۳۵۰ -
عنوان و نام پدیدآورنده	: مرجع فتوولتائیک / نویسندگان مصطفی رجبی مشهدی، عباس جودکی؛ [به سفارش انجمن صنفی کارفرمایی شرکت های توزیع نیروی برق].
مشخصات نشر	: تهران: پیک نور، -۱۳۹۶
مشخصات ظاهری	: ج.: مصور، جدول.
شابک	: ۲۸۰۰۰۰ ریل: ج.: ۳- ۱۹۷۸-۹۶۴-۷۶۱۵-۵۶-۰ : ج.: ۰- ۲۹۷۸-۹۶۴-۷۶۱۵۸۶-۰
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: ج.: ۲ (چاپ اول: ۱۳۹۹) (فیبا).
مندرجات	: ج.: ۱. طراحی و ساخت سلول، مازول و مولد فتوولتائیک. ۲. طراحی، نصب، اجرا و نگهداری مولد فتوولتائیک
موضوع	: تولید برق از انرژی خورشیدی -- ایران
موضوع	: Photovoltaic power generation -- Iran
موضوع	: انرژی خورشیدی -- ایران
موضوع	: Solar energy -- Iran
موضوع	: برق-- سیستم های فتوولتائیکی
موضوع	: Photovoltaic power systems
شناسه افزوده	: جودکی، عباس، ۱۳۵۹ -
شناسه افزوده	: انجمن صنفی کارفرمایی شرکت های توزیع نیروی برق
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۶ م ۲/۸۷ TK۱۰۸۷
رده بندی دیویی	: ۳۳۳/۷۹۲۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۷۲۶۶۸۱

نام کتاب: مرجع فتوولتائیک (جلد دوم): طراحی، نصب، اجرا و نگهداری مولد فتوولتائیک

نویسندگان: دکتر مصطفی رجبی مشهدی و مهندس عباس جودکی

قطع: وزیری

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

ناشر: انتشارات پیک نور

چاپ و صحافی: معرفت

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۷۶۱۵۸۶-۰

شابک دوره: ۹۷۸-۹۶۴-۷۶۱۵-۸۷۷

نوبت چاپ: اول ۱۳۹۹

قیمت: ۴۵۰۰۰ تومان

تلفن: ۰۲۱- ۴۴۴۴۳۰۱۱-۱۴

وب سایت: www.edca.ir

پیشگفتار

روند رو به رشد نیاز به انرژی برق در جهان موجب شده است هر ساله به ظرفیت‌های تولید این انرژی با بهره‌مندی از منابع متنوع افزوده شود. با توجه به ذخایر محدود منابع فسیلی و افزایش نیاز به انرژی در جهان، دیگر نمی‌توان به منابع موجود انرژی متکی بود.

در کشور ما نیز بیش از ۹۰ درصد انرژی مصرفی کشور توسط نیروگاه‌های سوخت فسیلی تأمین می‌شود. مسائلی نظیر محدودیت دوام ذخایر فسیلی و نگرانی‌های زیست محیطی، سیاست‌گذاران حوزه انرژی را مجاب ساخته است تا استفاده از سایر منابع، خصوصاً منابع تجدیدشونده برای تولید انرژی برق را در برنامه‌ریزی‌ها مورد توجه قرار دهند.

ایران به دلیل قرار گرفتن در کمربند تابشی خورشید از پتانسیل بالایی در زمینه بهره‌برداری از این موهبت خدادادی برخوردار است. این پتانسیل مطلوب انرژی خورشیدی در کشور، زمینه مناسبی را برای استفاده از مولکدهای خورشیدی فراهم کرده است.

با توجه به رویکرد کشور به افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله خورشیدی در سبد تولید انرژی برق و سیاست‌های تشویقی و ترغیبی دولت برای توسعه این صنعت و ضرورت آشنایی بیشتر فعالان این حوزه با مسائل فنی تجهیزات مولکدهای فتوولتائیک، دو کتاب تحت عنوان «مرجع فتوولتائیک» به همت جناب آقای دکتر مصطفی رجبی مشهدی عضو هیأت علمی دانشگاه و معاون برنامه‌ریزی و امور اقتصادی شرکت توانیر و جناب آقای مهندس عباس جودکی گردآوری و نگارش شده است.

جلد اول آن در سال ۱۳۹۶ با موضوع طراحی و ساخت سلول، مازول، پنل و مولکد فتوولتائیک، از سوی انجمن صنفی کارفرمایی شرکت‌های توزیع نیروی برق چاپ و منتشر شد و اینک جلد دوم آن که به موضوع طراحی، نصب، اجرا و نگهداری مولکد فتوولتائیک پرداخته است پیش روی شما قرار دارد.

ضمن قدردانی از تلاش‌های علمی و ارزشمند نویسندگان این مجموعه و تشکر از حمایت‌های هیئت مدیره محترم انجمن برای چاپ آن، امیدواریم مطالعه این کتاب برای فعالان حوزه انرژی کشور اعم از جامعه دانشگاهی و صنعتی مفید واقع شود.

سید محمد هاشمی

دبیر انجمن

فهرست مطالب

۱- فصل اول: مروری بر مبانی و تعاریف نیروگاه فتوولتائیک..... ۱	
۱-۱- مقدمه..... ۲	
۱-۲- تعاریف..... ۲	
۱-۲-۱- نیروگاه..... ۲	
۱-۲-۲- شبکه برق..... ۲	
۱-۲-۳- نیروگاه تولید پراکنده DG..... ۲	
۱-۲-۴- انرژی‌های تجدیدپذیر..... ۳	
۱-۲-۵- نیروگاه تجدیدپذیر..... ۳	
۱-۲-۶- نیروگاه فتوولتائیک..... ۳	
۱-۲-۷- نیروگاه متصل به شبکه..... ۴	
۱-۲-۸- نیروگاه جدا از شبکه..... ۴	
۱-۲-۹- استرینگ‌بندی..... ۴	
۱-۲-۱۰- تزریق به شبکه..... ۴	
۱-۲-۱۱- شبکه فشار ضعیف..... ۴	
۱-۲-۱۲- شبکه فشار متوسط..... ۴	
۱-۲-۱۳- شرکت برق..... ۵	
۱-۲-۱۴- مولد مقیاس کوچک..... ۵	
۱-۳- نیروگاه فتوولتائیک..... ۶	
۱-۳-۱- انواع نیروگاه فتوولتائیک..... ۶	
۱-۳-۱-۱- انواع نیروگاه فتوولتائیک از نظر توان نامی..... ۶	
۱-۳-۱-۲- انواع نیروگاه از نظر اتصال به شبکه برق..... ۸	
۱-۳-۱-۳- تقسیم‌بندی نیروگاه‌ها از نظر نوع جریان خروجی..... ۹	

۸۸	۲-۱۰-۱- صاعقه گیر پسیو
۸۸	۲-۱۰-۲- صاعقه گیر اکتیو
۸۹	۲-۱۰-۳- طرّاحی صاعقه گیر
۹۰	۲-۱۰-۴- شعاع حفاظتی
۹۱	۲-۱۰-۵- سطح حفاظتی
۹۱	۲-۱۰-۶- زمان فعّال سازی
۹۱	۲-۱۰-۷- انتخاب صاعقه گیر
۹۲	۲-۱۱- تجهیزات حفاظتی
۹۴	۲-۱۲- سیم کشی
۹۶	۲-۱۳- مرکز پایش (مانیتورینگ)

۳- فصل سوم: مبانی طرّاحی نیروگاه فتوولتائیک..... ۱۰۱

۱۰۲	۳-۱- مقدمه
۱۰۳	۳-۲- اصول طرّاحی موکد خورشیدی
۱۰۶	۳-۳- فرآیند طرّاحی
۱۰۶	۳-۳-۱- طرّاحی برای تأمین انرژی متقاضی در ساعات و روزهای مختلف
۱۰۷	۳-۳-۲- طرّاحی بر اساس فضای قابل نصب موجود
۱۰۷	۳-۳-۳- معیار طرّاحی بر اساس میزان اعتبارات و توانایی مالی متقاضی
۱۰۸	۳-۴- نمونه طرّاحی
۱۰۹	۳-۴-۱- طرّاحی به منظور تأمین انرژی مورد نیاز متقاضی
۱۱۰	۳-۴-۱-۱- اثر آلودگی و گرد و غبار (F_{dir})
۱۱۱	۳-۴-۱-۲- اثر دما (F_{tmp})
۱۱۱	۳-۴-۱-۳- ضریب دمایی توان
۱۱۱	۳-۴-۱-۴- اثر خطای انسانی (F_{man})
۱۱۲	۳-۴-۱-۵- حداکثر و حداقل تعداد پنل های خورشیدی هر رشته

۱۱۴	۳-۴-۲- طراحی بر اساس فضای محل نصب موجود
۱۱۶	۳-۴-۳- طراحی بر اساس میزان اعتبارات و توانایی مالی متقاضی
۱۱۶	۳-۴-۴- طراحی با حضور ذخیره‌سازها

۴- فصل چهارم: طراحی نیروگاه فتوولتائیک با نرم‌افزارهای متداول ۱۲۱

۱۲۲	۴-۱- مقدمه
۱۲۲	۴-۲- نرم‌افزار PVSOL
۱۲۳	۴-۲-۱- معرفی فضای نرم‌افزار
۱۲۶	۴-۲-۲- معرفی سربرگ‌های نرم‌افزار
۱۲۸	۴-۲-۳- طراحی به کمک نرم‌افزار با یک نمونه اجرایی
۱۳۴	۴-۲-۳-۱- کابل
۱۳۵	۴-۲-۳-۲- دیاگرام مدار
۱۳۵	۴-۲-۳-۳- بررسی مالی
۱۳۶	۴-۲-۳-۴- نتایج
۱۳۶	۴-۲-۳-۵- نتایج شبیه‌سازی
۱۳۷	۴-۳- نرم‌افزار PVSYST
۱۳۷	۴-۳-۱- ابزارهای موجود در نرم‌افزار
۱۳۸	۴-۳-۱-۱- طراحی اولیه
۱۴۲	۴-۳-۱-۲- پایگاه داده‌ها
۱۴۵	۴-۳-۱-۳- طراحی پروژه
۱۴۶	۴-۳-۱-۴- تعریف پروژه
۱۴۸	۴-۳-۱-۵- متغیرهای سیستم

۵- فصل پنجم: نصب و اجرای نیروگاه فتوولتائیک ۱۶۳

۱۶۴	۵-۱- مقدمه
۱۶۴	۵-۲- سازه

۲۰۴	۶-۴-۵-۲-جهت گیری و زاویه افقی نامناسب.....
۲۰۵	۶-۴-۵-۳-جابجایی سازه.....
۲۰۵	۶-۴-۵-۴-خمیدگی و پیچش سازه.....
۲۰۵	۶-۴-۶-مشکلات سیم کشی و تابلوهای برق.....
۲۰۵	۶-۴-۶-۱-خوردگی کانال ها.....
۲۰۶	۶-۴-۶-۲-از بین رفتن عایق کابل ها.....
۲۰۷	۶-۴-۶-۳-سوختن فیوزها و اراسترها.....
۲۰۷	۶-۵-تجهیزات بهره برداری.....
۲۰۸	۶-۵-۱-ارت سنج.....
۲۰۸	۶-۵-۲-دوربین حرارتی.....
۲۱۰	۶-۵-۳-آنالیز کننده بیل فتوالتائیک.....
۲۱۰	۶-۵-۴-آنالیز کننده رشته فتوالتائیک.....
۲۱۱	۶-۵-۵-مولتی متر.....
۲۱۲	مراجع.....
۲۱۳	فهرست شکل ها.....
۲۱۹	فهرست جدول ها.....