

طراحی و نصب سیستم‌های فتوولتائیک

جلد دوم

انجمن انرژی خورشیدی آلمان

فریده الهوردی

(استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد اندیمشک)

فرامرز سامانی

نیاز دانش

عنوان و نام پدیدآور	: طراحی و نصب سیستم‌های فتوولتائیک/ جامعه انرژی خورشیدی آلمان؛ مترجمین فریده الهوردی، فرامرز سامانی.
مشخصات نشر	: تهران: نیاز دانش، ۱۴۰۰ -
مشخصات ظاهری	: ج. : مصور
شابک	: ۱-۰۶-۰۷۷۹-۶۲۲-۹۷۸-۰۸-۵ : ج. ۱ ۲-ج. ۹۷۸-۶۲۲-۷۷۹-۰۸-۵
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: عنوان اصلی: Photovoltaische Anlagen.
یادداشت	: کتاب حاضر از متن انگلیسی اثر با عنوان « Planning and installing photovoltaic systems : a guide for installers, architects and engineers, 2nd ed, 2008. به فارسی برگردانده شده است.
موضوع	: سیستم‌های فتوولتایی یکپارچه ساختمان -- نصب
موضوع	: Building-integrated photovoltaic systems -- Installation
شناسه افزوده	: الهوردی، فریده، ۱۳۶۱- مترجم
شناسه افزوده	: سامانی، فرامرز، ۱۳۴۹- مترجم
شناسه افزوده	: جامعه انرژی خورشیدی آلمان Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie
رده بندی کنگره	: TK۱۰۸۷
رده بندی دیویی	: ۶۲۱/۳۱۲۴۴
شماره کتابشناسی ملی	: ۸۶۵۸۷۱۵
اطلاعات رکورد کتابشناسی	: فیپا



نام کتاب	: طراحی و نصب سیستم‌های فتوولتائیک (جلد دوم)
مؤلفین	: انجمن انرژی خورشیدی آلمان
مترجمین	: فریده اله وردی - فرامرز سامانی
مدیر اجرایی - ناظر بر چاپ	: حمیدرضا محمد شیرازی - محمد شمس
ناشر	: نیاز دانش
صفحه‌آرا	: واحد تولید انتشارات نیاز دانش
نوبت چاپ	: اول - ۱۴۰۰
شمارگان	: ۵۰ نسخه
قیمت	: ۷۰۰۰۰۰ ریال

ISBN:978-622-7790-08-5

شابک جلد دوم : ۹۷۸-۶۲۲-۷۷۹-۰۸-۵

ISBN:978-622-7790-07-8

دوره : ۸-۰۷-۰۷۷۹-۶۲۲-۹۷۸

هرگونه چاپ و تکثیر (اعم از زیراکس، بازنویسی، ضبط کامپیوتری و تهیه CD) از محتویات این اثر بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است، متخلفان به موجب بند ۵ از ماده ۲ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

کلیه حقوق این اثر برای ناشر محفوظ است.

آدرس انتشارات: تهران، میدان انقلاب، خیابان ۱۲ فروردین، تقاطع وحید نظری، پلاک ۲۵۵، طبقه ۱، واحد ۲

۰۲۱-۶۶۴۷۸۱۰۶-۶۶۴۷۸۱۰۸-۰۹۱۲۷۰۷۳۹۳۵

www.Niaze-Danesh.com

مشاوره جهت نشر: ۰۹۱۲-۲۱۰۶۷۰۹

پیشگفتار

فتولتائیک (پی-وی) یا همان فنآوری استحصال مستقیم برق از نور خورشید، از پرشتاب‌ترین بخش‌ها در صنعت انرژی‌های تجدیدپذیر است. جایگاه این فنآوری تا به حال در بسیاری از کشورها تثبیت گردیده است و به نظر می‌رسد که یکی از فنآوری‌های کلیدی در قرن بیست و یکم باشد. نگرانی‌ها در مورد انتشار گازهای گلخانه‌ای، امنیت انرژی و افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی، محرک‌های اصلی توسعه بازار فتولتائیک هستند.

ویرایش حاضر کتاب **طراحی و نصب سیستم‌های فتولتائیک**، ترجمه‌ایست به‌روز و اقتباسی از کتابی که توسط انجمن انرژی خورشیدی آلمان (DGS) منتشر گردیده است. آلمان دارای بیشترین تعداد سیستم‌های PV متصل به شبکه در جهان است. کتاب شامل شرح تولیدات جدید و به ویژه تازه-ترین تحولات در فنآوری ماژول و همچنین تشریح پیشرفت‌ها در زمینه فنآوری‌های نصب ماژول و فتولتائی‌های ادغام شده در ساختمان (BIPV) می‌باشد. فصل‌های مربوط به مساحی محل، طراحی و نصب سیستم نیز به روز رسانی شده‌اند و فصلی جدید درخصوص بازاریابی PV افزوده شده است. هرچند تأکید کتاب حاضر بر سیستم‌های متصل به شبکه است- بخشی که دارای سریع‌ترین آهنگ رشد در صنعت بوده و متناسب‌ترین نوع برای کشورهای صنعتی است که دارای شبکه‌های توزیع برق پیشرفته‌اند- لیکن فصلی درخصوص سیستم‌های نامتصل به شبکه نیز گنجانده شده است.

این کتاب برای مخاطبین در سراسر جهان تهیه شده است. در بیشتر موارد از قوانین و مقررات آلمان پیروی شده است که عمدتاً مشابه با مقررات جاری در سایر کشورهای اتحادیه اروپاست، هرچند گاه تفاوت‌هایی نیز وجود دارد. به همین دلیل خوانندگان گرامی می‌باید به قوانین و مقررات ملی ساختمان و برق مراجعه نموده و آنها را رعایت نمایند. همچنین چیدمان تجهیزات اندازه‌گیری و فروش برق خورشیدی به شبکه توزیع از یک کشور به کشور دیگر متفاوت است و از اینرو لازم است نصابان محترم با چیدمان‌های توصیه شده توسط مقررات ملی، آشنایی داشته باشند.

فرانک جکسون

موسسه انرژی‌های سبز- برلین

پیشگفتار مترجم

اهمیت روز افزون بهره‌برداری از منابع انرژی تجدید پذیر و بویژه فراگیر شدن فناوری تبدیل مستقیم انرژی خورشیدی به الکتریسیته، ما را بر آن داشت تا ترجمه کتاب *طراحی و نصب سیستم‌های فتوولتائیک* که توسط انجمن انرژی خورشیدی آلمان (DGS) منتشر شده است را جهت استفاده اساتید، دانشجویان و مهندسين فعال در این حوزه ارائه نماییم.

کتاب طراحی و نصب سیستم‌های فتوولتائیک در دو جلد ترجمه و تدوین شده است. در جلد نخست سیستم‌های فتوولتائیک و کاربردهای آن معرفی می‌شوند و برخی مبانی نظری لازم برای درک طرز کار دو نوع سیستم متصل و نامتصل به شبکه ارائه می‌شوند. همچنین مطالعات مورد نیاز و ایده-های اصلی جهت طراحی سیستم‌های فتوولتائیک (بویژه سیستم‌های متصل به شبکه) و روش محاسبات تجهیزات الکتریکی تشریح می‌شوند.

در جلد دوم به مطالب کاربردی‌تر عمدتاً در حوزه نصب و راه‌اندازی سیستم‌های فتوولتائیک پرداخته شده است و موضوعات ادغام پانل‌های خورشیدی در نمای ساختمان‌ها، مسایل اقتصادی در این صنعت و بازاریابی و فروش را پوشش می‌دهد. از اینرو جلد دوم می‌تواند مورد استفاده معماران، نصابان و فعالان اقتصادی در این حوزه قرار گیرد. همچنین ساختار و خصوصیات سیستم‌های نامتصل به شبکه نیز تشریح می‌شوند و مبانی طراحی این سیستم‌ها ارائه می‌شوند.

بر خود لازم می‌دانیم از همکاری ارزشمند جناب آقای مهندس امیر خداداد بیات و تلاش‌های صمیمانه سرکار خانم معصومه الهوردی در تهیه این کتاب قدردانی نماییم.

فریده الهوردی – فرامرز سامانی

فهرست

صفحه	عنوان
۱	فصل ششم: نصب سیستم‌ها و تکمیل ساختمان‌ها.....
۱-۶	۱-۶ مقدمه
۲-۶	۲-۶ اصول سقف
۱-۲-۶	۱-۲-۶ وظایف سقف
۲-۲-۶	۲-۲-۶ شکل‌های سقف
۳-۲-۶	۳-۲-۶ سازه‌های سقفی
۴-۲-۶	۴-۲-۶ پوشش سقف
۵-۲-۶	۵-۲-۶ سقف‌های شیب‌دار
۶-۲-۶	۶-۲-۶ سقف مسطح
۳-۶	۳-۶ سقف‌های شیب‌دار
۱-۳-۶	۱-۳-۶ سیستم تک سقف
۲-۳-۶	۲-۳-۶ سیستم سقفی
۴-۶	۴-۶ سقف‌های مسطح
۱-۴-۶	۱-۴-۶ سیستم‌های تک سقفی برای سقف‌های مسطح
۲-۴-۶	۲-۴-۶ سیستم‌های یکپارچه سقف
۵-۶	۵-۶ اصول نما
۱-۵-۶	۱-۵-۶ ساختار دیوار خارجی
۲-۵-۶	۲-۵-۶ انواع نما
۳-۵-۶	۳-۵-۶ ساختارهای نما و روشهای ساخت
۴-۵-۶	۴-۵-۶ چفت و بست
۵-۵-۶	۵-۵-۶ مفاصل و چفت و بست آنها
۶-۶	۶-۶ نماهای فتوولتائیک
۱-۶-۶	۱-۶-۶ نصب ماژول‌ها در نماهای موجود
۲-۶-۶	۲-۶-۶ نما با ماژول‌های فشرده
۷-۶	۷-۶ سقف‌های شیشه‌ای
۸-۶	۸-۶ تجهیزات حفاظت در برابر تابش خورشید
۱-۸-۶	۱-۸-۶ ثابت‌سازی ماژول
۲-۸-۶	۲-۸-۶ سایه‌بان خورشیدی ثابت
۳-۸-۶	۳-۸-۶ سایه‌بان خورشیدی متحرک

۹۵	فصل هفتم: نصب و راه‌اندازی سیستم‌های فتولتائیک متصل به شبکه
۹۵	۱-۷ ملاحظات نصب کردن
۹۵	۱-۱-۷ ملاحظات نصب DC
۹۶	۲-۱-۷ ملاحظات نصب ماژول‌ها
۹۸	۳-۱-۷ ملاحظات اتصال ماژول‌ها به یکدیگر
۹۸	۴-۱-۷ ملاحظات کابل کشی
۹۹	۲-۷ نصب نمونه‌ای از سیستم فتولتائیک متصل به شبکه
۹۹	۱-۲-۷ آماده‌سازی
۱۰۱	۲-۲-۷ نصب سیستم: مرحله به مرحله
۱۱۰	۳-۷ ضمانت
۱۱۰	۴-۷ خرابی‌ها، عیب‌های معمولی و نگهداری سیستم‌های PV
۱۱۲	۱-۴-۷ نگهداری
۱۱۳	۲-۴-۷ چک لیست حفظ و نگهداری
۱۱۳	۵-۷ عیب‌یابی
۱۱۶	۶-۷ مانیتورینگ داده‌های عملیاتی
۱۱۹	۱-۶-۷ ارزیابی سیستم مبتنی بر اینترنت
۱۲۰	۲-۶-۷ انتقال و ارزیابی داده‌های مبتنی بر وب
۱۲۱	۳-۶-۷ ارائه و تجسم
۱۲۲	۷-۷ تجربه طولانی مدت و کیفیت
۱۲۲	۱-۷-۷ رفتار طولانی مدت ماژول‌های فتولتائیک
۱۲۵	۲-۷-۷ کیفیت و قابلیت اطمینان اینورترها
۱۲۷	فصل هشتم: سیستم‌های فتولتائیک مستقل
۱۲۷	۱-۸ مقدمه
۱۲۹	۲-۸ ماژول در سیستم‌های PV مستقل
۱۲۹	۳-۸ باتری در سیستم‌های PV مستقل
۱۳۰	۱-۳-۸ نحوه کار باتری‌های اسید سرب: ساخت و بهره برداری
۱۳۱	۲-۳-۸ انواع و طراحی باتری‌های اسید سرب
۱۳۵	۳-۳-۸ رفتار و خصوصیات عملکرد باتری‌های اسید سرب ظرفیت باتری
۱۴۱	۴-۳-۸ اثرات فرسودگی
۱۴۱	۵-۳-۸ معیارهای انتخاب
۱۴۳	۶-۳-۸ نگهداری و امنیت باتری
۱۴۴	۷-۳-۸ بازیافت
۱۴۵	۴-۸ شارژ کنترلرها

۱۴۷	۱-۴-۸ کنترلرهای سری
۱۴۷	۲-۴-۸ کنترلرهای موازی
۱۴۸	۳-۴-۸ حفاظت از تخلیه عمیق
۱۴۸	۴-۴-۸ کنترلرهای شارژ MPP
۱۵۰	۵-۸ اینورتر مستقل
۱۵۱	۱-۵-۸ اینورترهای موج سینوسی
۱۵۱	۲-۵-۸ اینورترهای موج سینوسی تغییر یافته
۱۵۲	۳-۵-۸ اینورترهای موج مربعی
۱۵۲	۴-۵-۸ معیارهای کاربردی برای اینورترها در سیستم‌های مستقل
۱۵۳	۶-۸ برنامه ریزی و طراحی سیستم مستقل
۱۵۳	۱-۶-۸ اتصال مستقیم ماژول PV، باتری و بارها
۱۵۵	۷-۸ اندازه‌گیری مصرف برق
۱۵۶	۸-۸ اندازه ژنراتور PV
۱۵۶	۱-۸-۸ مدلی برای محاسبه بازده ژنراتور PV
۱۵۸	۲-۸-۸ کابل، تلفات تبدیل و تطبیق
۱۵۸	۳-۸-۸ خلاصه نتیجه طراحی
۱۶۰	۴-۸-۸ خلاصه مختصری از روش محاسباتی طراحی سیستم فتوولتائیک
۱۶۱	۹-۸ اندازه سطح مقطع سیم
۱۶۴	۱-۹-۸ سیم کشی کنترلر شارژر
۱۶۴	۱۰-۸ اندازه باتری
۱۶۶	۱۱-۸ استفاده از اینورتر
۱۶۷	۱۲-۸ فتوولتائیک در شبکه‌های برق غیرمتعارف/شبکه‌های کوچک
۱۶۸	۱-۱۲-۸ سیستم‌های کوپل شده DC
۱۶۹	۲-۱۲-۸ سیستم کوپل شده AC
۱۷۲	فصل نهم: اقتصاد و مسائل زیست محیطی
۱۷۲	۱-۹ روند هزینه گذاری
۱۷۴	۲-۹ روند فن‌آوری
۱۷۵	۳-۹ ارزیابی اقتصادی
۱۷۵	۱-۳-۹ هزینه‌های تولید برق
۱۷۸	۴-۹ اثرات زیست محیطی
۱۷۸	۱-۴-۹ بازپرداخت انرژی و ضریب برداشت
۱۸۱	۲-۴-۹ آلاینده‌ها در فرآیند تولید
۱۸۲	۳-۴-۹ مفاهیم بازیافت ماژول

۱۸۴	فصل دهم: بازاریابی و تبلیغات.....
۱۸۵	۱-۱۰ بازاریابی PV.....
۱۸۵	۱-۱-۱۰ مشتری مداری - موضوع اصلی.....
۱۸۵	۱-۱-۱۰ اصل کوه یخ.....
۱۸۶	۱-۱-۱۰ مفهوم کشش.....
۱۸۷	۲-۱۰ موفقیت بزرگ از طریق بازاریابی.....
۱۸۷	۱-۲-۱۰ سود در درجه اول.....
۱۸۹	۲-۲-۱۰ چهار ستون مفهوم بازاریابی.....
۱۹۲	۳-۲-۱۰ گزینه‌های بازاریابی.....
۲۰۱	۴-۲-۱۰ شش قدم تا هدف.....
۲۰۸	۳-۱۰ بحث فروش خوب سرگرم‌کننده است.....
۲۰۸	۱-۳-۱۰ فروش موفق به چه معناست؟.....
۲۰۹	۲-۳-۱۰ ساختن پل.....
۲۱۱	۳-۳-۱۰ نیازهای مشتری را دریابید.....
۲۱۳	۴-۳-۱۰ راه حل‌های پیشنهادی.....
۲۱۴	۵-۳-۱۰ دستیابی به نتیجه.....