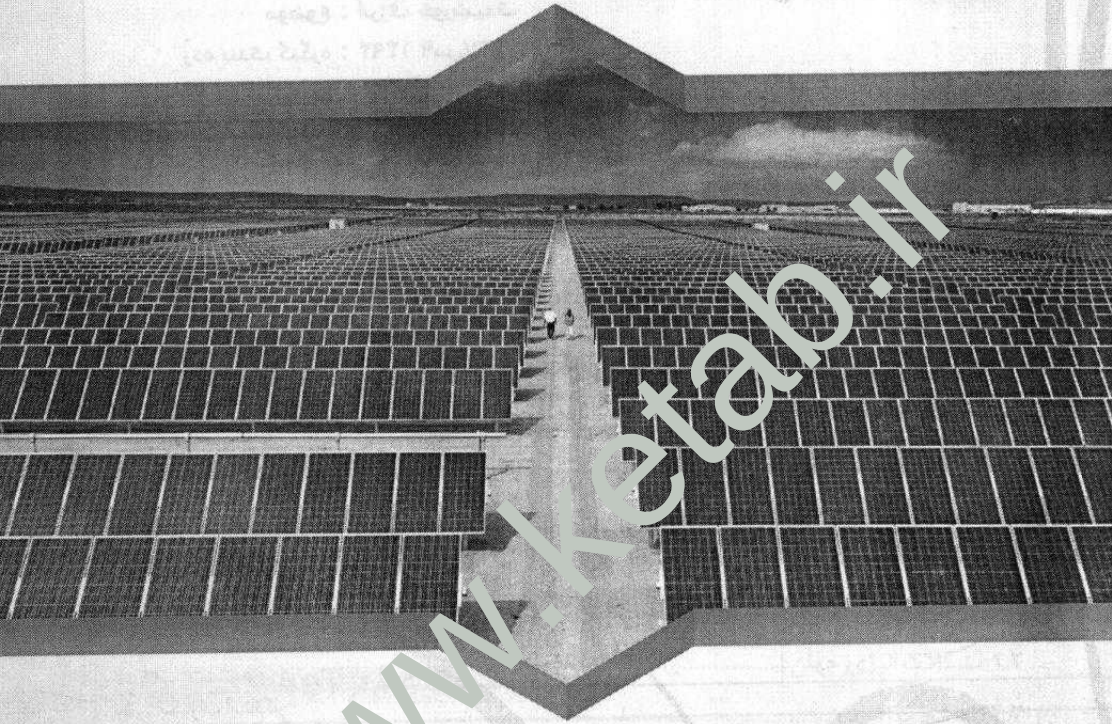




سیستم‌های فوتوولتائیک (سیستم‌های برق خورشیدی)
نویسنده: سعید محمدی

سرشناسه : محمدی، سعید، ۱۳۶۶-

عنوان و نام پدیدآور : سیستم‌های فوتولتائیک (سیستم‌های برق خورشیدی)/تالیف سعید محمدی.

مشخصات نشر : تهران: استادکار، ۱۳۹۴.

مشخصات ظاهری : ۱۲۰ص: مصور، جدول، نمودار.

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۷۹۴۶-۱۵-۲

وضعیت فهرست نویسی : فیبا

موضوع : برق -- سیستم‌های فوتولتایی

موضوع : انرژی خورشیدی

رده بندی کنگره : ۱۳۹۴ س۹ ۲۷/م/TK1۰۸۷

رده بندی دیویی : ۶۲۱/۳۱۲۴۴

شماره کتابشناسی ملی : ۴۰۴۰۷۳۷



انتشارات استادکار

نام کتاب: سیستم‌های فوتولتائیک (سیستم‌های برق خورشیدی)

ناشر: انتشارات استادکار

نویسنده: سعید محمدی

صفحه‌آرا: لیلا مقصودی

لیتوگرافی: رامین

نوبت چاپ: اول - بهار ۱۳۹۴

چاپ: منصور

صحافی: کیمیا

ناظر فنی چاپ: حسین جعفری پورشورغینی

تیراژ: ۳۰۰ جلد

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۹۴۶-۱۵-۲

www.simorghedanesh.com

مراکز پخش:

کتابفروشی هنر: تهران، خیابان انقلاب، رویروی دانشگاه تهران، ابتدای خیابان ۱۲ فروردین، پلاک ۳۲۴، تلفن: ۶۶۴۹۲۲۴۲

کتابفروشی عصر دانش: خیابان انقلاب، نرسیده به ۱۲ فروردین، جنب کتابفروشی فجر تهران، پلاک ۱۳۳۲، تلفن: ۶۶۹۷۱۲۵۱

انتشارات استادکار: تهران، خیابان انقلاب، پلاک ۱۲، فروردین، تلفن: ۶۶۹۶۶۱۱۴۵



مقدمه ۵

↓ فصل اول

انرژی خورشیدی ۹

۱-۱ مقدمه ۹

۲-۱ انرژی خورشیدی ۱۰

۳-۱ منابع خورشیدی و فن آوری تبدیل ۱۳

۱-۳-۱ منابع خورشیدی ۱۳

۲-۳-۱ فن آوری تبدیل انرژی خورشیدی ۱۴

↓ فصل دوم

مقدمه‌ای بر فوتوولتائیک ۱۷

۱-۲ مشکلات انرژی جهان ۱۷

۲-۲ تشعشع خورشیدی ۱۸

۳-۲ تبدیل فوتوولتائیک ۲۰

↓ فصل سوم

نیمه هادی ها ۲۵

۱-۳ مقدمه ۲۵

۲-۳ تئوری نیمه هادی ها ۲۷

۳-۳ اتصال p-n ۲۹

۴-۳ اثر فوتوولتائیک ۳۱

۵-۳ مشخصات سلول PV ۳۴

↓ فصل چهارم

بانل های فوتوولتائیک ۴۳

۱-۴ مقدمه ۴۳

۲-۴ ماژول های PV ۴۳

۱-۲-۴ نقاط داغ ماژول ۴۶

۲-۲-۴ کیفیت طراحی ماژول ۴۷

۳-۴ آرایه های سلولی ۴۷

۱-۳-۴ مطالعه موردی آرایه PV در کرس ۵۰

۲-۳-۴ نصب آرایه ۵۱

۴-۴ انواع تکنولوژی PV ۵۲

↓ فصل پنجم

تجهیزات سیستم فوتوولتائیک ۵۷

۱-۵ مقدمه ۵۷

۲-۵ اجزای بالانس سیستم ۵۸

۱-۲-۵ سازه های نصب ۵۹

۲-۲-۵ کابل ها، فیوزها، اتصال زمین و محافظ صاعقه ۵۹

۳-۲-۵ باتری ها ۶۱

۴-۲-۵ اینورترها ۶۳

۵-۲-۵ کنترلرهای شارژ ۶۶

۶-۲-۵ ردیاب کننده های پیک قدرت ۶۹

۷۹ ۲-۷ بارهای الکتریکی ۷۰ ۳-۵ بار

۸۲ ۳-۷ تشعشع خورشیدی جذب شده ۷۱

۸۸ ۴-۷ دمای سلول ۷۱

۹۱ ۵-۷ اندازه بندی سیستم های PV ۷۱

↓ فصل هشتم

سیستم های PV متمرکز کننده و PV/T ترکیبی ۹۹

۱-۸ PV متمرکز کننده ۹۹

۲-۸ سیستم های PV/T ترکیبی ۱۰۱

۱-۲۸ کاربردهای PV/T ترکیبی ۱۰۴

پیوست ۱ ۱۰۷

۱-۹ زوایای خورشیدی ۱۰۷

↓ فصل ششم

انواع سیستم ها و کاربردهای فوتوولتائیک ۷۱

۱-۶ مقدمه ۷۱

۲-۶ انواع سیستم های PV ۷۲

۱-۲۶ سیستم PV کوپل شده مستقیم ۷۲

۲-۲۶ کاربردهای مستقل ۷۲

۳-۲۶ سیستم اتصال به شبکه ۷۴

۴-۲۶ سیستم اتصال ترکیبی ۷۴

۳-۶ انواع کاربردها ۷۶

↓ فصل هفتم

طراحی سیستم های فوتوولتائیک ۷۹

۱-۷ مقدمه ۷۹

www.ketaboo.ir

مقدمه



زمین به طور مداوم از تابش خورشید در سطح بیرونی اتمسفرش، مقدار $1/74 \times 10^{17} W$ توان را دریافت می‌کند. از این مقدار، ۳۱٪ به فضا منعکس می‌شود، در حالی که بقیه توسط اتمسفر، اقیانوس‌ها و زمین جذب می‌شوند. انرژی جذب شده خورشیدی جریان‌های همرفت و تبخیر آب اقیانوس را ناشی می‌شود، که به ترتیب باد و چرخه آب، را بوجود می‌آورد. علاوه بر این، انرژی خورشیدی به انرژی سیمایی از طریق فتوسنتز تبدیل شده که منجر به ایجاد فرآیند زیست توده و در نتیجه تولید تمام محصولات فسیلی می‌شود.

انرژی که زمین از خورشید دریافت می‌کند از مصرف انرژی جمعیت جهان در یک سال بیشتر است. نه تنها انرژی خورشید، بلکه آب و فنی بالاتری از هر منبع انرژی تجدیدپذیر دیگر دارد، بلکه به راحتی در هر محیط زیست قابل اقامه‌ای در دسترس است. با این حال، جذب این منبع انرژی بزرگ، ولی پراکنده نیاز به غلبه بر چالش‌های فنی و اقتصادی دارد.

نفوذ گسترده تابش خورشیدی بر روی زمین را می‌توان برای مقاصد مختلف زندگی استفاده کرد. کاربردهای اثبات شده تولید برق، گرمایش آب، پخش و پخش، یک کردن محصولات کشاورزی و شیرین سازی آب و ... با انرژی خورشیدی می‌باشند.

انرژی خورشیدی می‌تواند برای تمام استفاده‌های مختلف به کار رود. در محل هر برنامه، فن‌آوری‌هایی وجود دارد که از هر دو شدت طبیعی خورشیدی و یا استفاده از فن‌آوری‌های «متمرکز» برای به تمرکز درآوردن جزء مستقیم تابش خورشیدی استفاده می‌شود. بازده و قابلیت اقتصادی شدن فن‌آوری‌های انرژی خورشیدی، در بخش‌های بزرگی، بستگی به کیفیت منابع محلی انرژی خورشیدی دارد. فن‌آوری‌های تولید برق عبارتند از PV و CSP؛ سایر فن‌آوری‌های خورشیدی، شامل گرمایش و روشنایی، برق را مستقیماً تولید نمی‌کنند، اما ممکن است مصرف برق در ساختمان‌ها را کاهش دهند.

یک سلول فوتوولتائیک (PV) که به عنوان سلول خورشیدی نیز شناخته می شود، یک وسیله نیمه هادی است که وقتی نور خورشید بر آن می تابد، برق تولید می کند. اگرچه اثر فوتوولتائیک در سال ۱۸۳۹ توسط دانشمند فرانسوی ادموند بکورل مشاهده شد، اما تا زمان توسعه تئوری کوانتم نور و فیزیک حالت جامد در اواسط دهه ۱۹۰۰ قابل درک نبود.

تبدیل فوتوولتائیک انرژی خورشیدی شامل محدوده گسترده ای از اطلاعات و دانش ها می باشد: مسائل انرژی، مشخصات تشعشع خورشیدی رسیده به سطح زمین، اثر فوتوولتائیک در اتصال p-n، خواص نیمه هادی هایی که در تبدیل فوتوولتائیک مهم هستند، تکنولوژی سلول های خورشیدی، ساختار ماژول ها و آرایه های فوتوولتائیک، سیستم های کنترل ایستگاه قدرت فوتوولتائیک و همچنین مسائل بوم شناختی و اقتصادی تأسیسات فوتوولتائیک. فوتوولتائیک ها شتاب زیادی در علوم و تکنولوژی ها را به هم مرتبط می سازند. هدف علمی اصلی فوتوولتائیک ها تولید سلول های خورشیدی و سیستم های خورشیدی با پایداری بالا و بازده بالاست و اینکه از لحاظ اقتصادی قابل قبول باشند.

این کتاب برای فراهم آوردن توصیفی در سطح کارکرد و اصول اساسی سیستم های فوتوولتائیک گردآوری شده است. مباحث کتاب حاضر به طور خلاصه به صورت زیر می باشد:

فصل اول به مقدمه ای درباره انرژی خورشیدی، مختصری درباره منابع خورشیدی و فناوری های تبدیل انرژی خورشیدی می پردازد.

فصل دوم مقدمه ای از فوتوولتائیک آورده شده و در آن مطالبی در مورد مشکلات انرژی جهان، تشعشع خورشیدی و تبدیل فوتوولتائیک گفته شده است.

در فصل سوم به بررسی نیمه هادی ها پرداخته شده و در آن تئوری نیمه هادی ها، اتصال p-n، اثر فوتوولتائیک و مشخصات سلول PV آورده می شود.

فصل چهارم به تشریح پانل های فوتوولتائیک می پردازد و در آن ماژول ها PV و آرایه های سلولی بررسی شده و معادلات مربوط به ولتاژ-جریان آن ها آورده می شوند. همچنین در این فصل یک مطالعه موردی از پانل های فوتوولتائیک ذکر و تشریح می شود. در پایان این فصل انواع تکنولوژی های PV توضیح داده می شوند.

در فصل پنجم اجزای یک سیستم خورشیدی PV که شامل ماژول های PV یا آرایه های خورشیدی، بالانس سیستم و بار الکتریکی می باشد، شرح داده می شوند.

فصل ششم به انواع سیستم ها و کاربردهای فوتوولتائیک می پردازد که با توجه به آرایش

سیستم، می‌توانیم چهار نوع اصلی از سیستم‌های PV معرفی کنیم: کوپل شده مستقیم، مستقل، متصل به شبکه و ترکیبی. هر یک از این سیستم‌ها در این فصل تشریح می‌شوند.

در فصل هفتم طراحی سیستم‌های فوتوولتائیک همراه با مثال‌هایی تشریح و توضیح داده می‌شود. خروجی قدرت الکتریکی از یک پانل PV به تشعشع برخوردی، دمای سلول، زاویه تابش خورشیدی و مقاومت بار بستگی دارد. در این فصل، یک روش برای طراحی یک سیستم PV ارائه می‌شود و تمام این پارامترها آنالیز می‌شوند.

یک راه برای افزایش کارایی PVها متمرکز کردن نور خورشید بر روی سلول‌های فوتوولتائیک کوچک با کارآمدی بالا با استفاده از مواد بازتاب‌کننده کم‌هزینه، لنزها یا آینه‌ها می‌باشد. این سیستم‌ها به عنوان فوتو-تائیک،های متمرکز کننده (CPVها) شناخته می‌شوند. همچنین یک سیستم که بتواند به طور همزمان هم انرژی الکتریکی و هم انرژی حرارتی را فراهم کند، یک کاربرد جالب توجه خواهد بود. چنین سیستمی می‌تواند بخشی از انرژی الکتریکی و حرارتی مورد نیاز برای کاربردهای متعددی در صنعت و ساختمان‌ها (بیمارستان‌ها، مدارس و خانه‌ها) را پوشش دهد. این دو راهکار به ترتیب تحت عناوین سیستم PV متمرکز کننده و PV/T ترکیبی در فصل هشتم تشریح می‌شوند.

در فصل نهم یک پیوست آورده شده است که در آن به تشریح زوایای خورشیدی پرداخته شده که فهم درستی از آن‌ها در حل مسائل کتاب لازم و مفید می‌باشد.

امید است کتاب حاضر مورد توجه محققان، اساتید و دانشجویان عزیز و همچنین مهندسان و مدیران برجسته کشور در حوزه انرژی خورشیدی و سیستم‌های فوتوولتائیک قرار گرفته تا قدمی هر چند کوچک در راستای اعتلای میهن عزیزمان برداشته شود.

در پایان به پاس زحمات پدر و مادرم کتاب را به ایشان تقدیم می‌کنم. از دوست عزیزم خانم شیرین نوری که در تصحیح و ترجمه کتاب یاری رساندند و نظراتشان در بهر رساندن کتاب مفید بود تشکر و قدردانی می‌کنم.

همچنین مراتب تقدیر و تشکر از جناب آقایان مهندس حمید سعیدی و مهندس همایون محمدی که در طول نگارش کتاب با بنده همکاری بی دریغ و سودمند داشتند ابراز می‌دارم و بهترین‌ها را از خداوند متعال برای ایشان خواستارم.

با آرزوی توفیق الهی
سید محمدی (پاییز ۹۴)