

انرژی حرارتی خورشیدی

تالیف:

علی بخش کسائیان

مسئود یوا عقیلی یگانه

پگاه سادات عقیلی یگانه

www.ketabo.ir



انتشارات جهاد دانشگاهی استان اردبیل

۱۴۰۰

سرشناسه	کسایان، علی‌بخش، ۱۳۵۴-
عنوان و نام پدیدآور	انرژی حرارتی خورشیدی/تالیف علی‌بخش کسایان، سیدبویا عقیلی یگانه، پگاه‌سادات عقیلی یگانه
مشخصات نشر	اردبیل: جهاد دانشگاهی، واحد استان اردبیل، ۱۴۰۰
مشخصات ظاهری	۴۶۴ص. مصور(بخشی رنگی)، جدول، نمودار
شابک	۹۷۸-۶۲۲-۶۲۳۱-۷۰-۱ ریا ۱۸۰۰۰۰
وضعیت فهرست نویسی	فیبا
یادداشت	واژه‌نامه
یادداشت	کتابنامه
موضوع	انرژی حرارتی خورشیدی
موضوع	Solar thermal energy
موضوع	انرژی خورشیدی
موضوع	Solar energy
شناسه افزوده	عقیلی یگانه، سیدبویا، ۱۳۷۲-
شناسه افزوده	عقیلی یگانه، پگاه‌سادات، ۱۳۶۶-
شناسه افزوده	جهاد دانشگاهی، واحد اردبیل
شناسه افزوده	Jahade Daneshgahi ahade Ardebil
رده‌بندی کنگره	TJ ۸۱۰
رده‌بندی دیویی	۶۷۱/۶۴
شماره کتابشناسی ملی	۶۳۱۸۰۴
اطلاعات رگورد کتابشناسی	فیبا

انرژی حرارتی خورشیدی



وحدت استان اردبیل

تالیف: علی‌بخش کسایان، سیدبویا عقیلی یگانه و پگاه سادات عقیلی یگانه

صفحه آرایشی: حسن قربانزاد

طرح جلد: محمود خروشی

ناشر: انتشارات جهاد دانشگاهی استان اردبیل

چاپ: اول - ۱۴۰۰

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۱۸۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۶۲۳۱-۷۰-۱

این اثر، مشمول قانون پشتیبانی مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هر کسی تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مؤلف (ناشر) نشر یا پخش یا عرضه نماید مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

نشانی انتشارات: اردبیل - شهرک کارشناسان - میدان شفا، تلفن: ۳۳۷۴۹۵۰۶، رایانامه: ard_chap@chmail.ir

نشانی سازمان انتشارات: تهران - خیابان انقلاب اسلامی - خیابان فخرورزی - خیابان شهیدی ژاندارمری - پلاک ۷۲، تلفن: ۶۶۹۵۲۹۴۸

پیش گفتار.....	۱۱
۱- مقدمه بر انرژی تجدید پذیر.....	۱۳
۱.۱ مقدمه.....	۱۳
۲.۱ معرفی انواع انرژی‌های تجدید پذیر.....	۱۴
۳.۱ سهم انرژی‌های تجدید پذیر در ایران.....	۲۷
۴.۱ تولید برق از انرژی‌های تجدید پذیر.....	۲۸
۵.۱ منافع ملی و جهانی ایران از استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر.....	۳۰
۶.۱ روش‌های استفاده از اتلاف گرمای خروجی ناشی از تولید انرژی.....	۳۰
۷.۱ تغییرات جوی و ضرورت تولید انرژی‌های نوین.....	۳۱
۸.۱ راهکارها، راهبردهای توسعه انرژی‌های تجدید پذیر در کشور.....	۳۲
۹.۱ توسعه تکنولوژی‌های روز انرژی تجدید پذیر در کشور.....	۳۴
۱۰.۱ افزایش دانش و علوم مرتبط با ظرفیت‌سازی، آموزش بخش‌های تولیدی.....	۳۴
۱۱.۱ توسعه انرژی‌های تجدید پذیر و تأثیر آن در ابعاد اقتصادی و اجتماعی ایران.....	۳۴
۱۲.۱ توسعه انرژی‌های نو در ایران.....	۳۶
۱۳.۱ برخی از نیروگاه‌های تجدید پذیر احداث شده و به بهره‌برداری رسیده در شهرهای ایران.....	۴۷
مراجع.....	۵۱
۲- کلیات انرژی خورشیدی.....	۵۳
۱.۲ مقدمه.....	۵۳
۲.۲ محاسبه زمان.....	۵۳
۳.۲ زاویه‌های خورشیدی.....	۵۵
۴.۲ زاویه برخورد برای سطوح متحرک.....	۶۴
۵.۲ نمودار مسیر خورشید.....	۷۱
۶.۲ تعیین سایه.....	۷۲
مراجع.....	۷۳
۳- اصول تابش خورشیدی.....	۷۵
۱.۳ مقدمه.....	۷۵
۲.۳ تابش حرارتی.....	۷۵

۹۳	مراجع
۹۵	۴- کلکتورهای صفحه مسطح
۹۵	۱.۴ مقدمه
۹۵	۲.۴ انواع کلکتور خورشیدی
۹۶	۳.۴ کلکتورهای غیرمتمرکز کننده
۱۰۸	۴.۴ تحلیل حرارتی کلکتورهای صفحه مسطح
۱۰۸	۵.۴ تابش خورشیدی جذب شده
۱۱۰	۶.۴ تلفات انرژی کلکتور
۱۱۶	۷.۴ عملکرد کلکتورهای خورشیدی
۱۱۷	۸.۴ بازده گرمایی کلکتور
۱۱۹	۹.۴ اصلاح زاویه تشعشع برخوردی به کلکتورهای صفحه مسطح
۱۲۱	۱۰.۴ کلکتورهای صفحه مسطح خنک کننده تابشی
۱۳۴	مراجع
۱۳۷	۵- کلکتورهای متمرکز کننده
۱۳۷	۱.۵ مقدمه
۱۳۸	۲.۵ کلکتورهای متمرکز کننده با ردیابی خورشید
۱۵۲	۳.۵ بازده حرارتی کلکتورهای متمرکز کننده
۱۵۴	۴.۵ اصلاح زاویه تشعشع برخوردی به کلکتورهای متمرکز کننده
۱۵۵	۵.۵ زاویه پذیرش کلکتور متمرکز کننده
۱۵۶	۶.۵ آنالیز کلکتورهای متمرکز کننده
۱۵۸	۷.۵ تجزیه و تحلیل نوری کلکتور مرکب سهمی شکل
۱۶۱	۸.۵ تجزیه و تحلیل حرارتی کلکتورهای مرکب سهمی شکل
۱۶۵	مراجع
۱۶۷	۶- سامانه فتوولتایک حرارتی
۱۶۷	۱.۶ مقدمه
۱۶۷	۲.۶ شرح مختصری بر سیستم‌های فتوولتایک
۱۷۰	۳.۶ نیمه رساناها
۱۷۵	۴.۶ ویژگی‌های مولد و مدل‌های فتوولتایک
۱۸۳	۵.۶ سیستم‌های مرکب حرارت و توان فتوولتایک- حرارتی
۱۸۴	۶.۶ سیستم‌های متمرکز کننده فتوولتایک حرارتی ترکیبی گرما و برق

۷.۶	سیستم فتوولتائیک-حرارتی همراه با کلکتور کانالی سهمی شکل.....	۱۸۵
۸.۶	خنک سازی سیستم فتوولتائیک-حرارتی با هوا.....	۱۹۲
۹.۶	خنک سازی سیستم فتوولتائیک-حرارتی با آب.....	۱۹۸
۲۰۲	مراجع.....	
۷-	مباحث ویژه در انرژی خورشیدی حرارتی.....	۲۰۵
۱.۷	مقدمه.....	۲۰۵
۲.۷	ساختمان انرژی صفر.....	۲۰۵
۳.۷	شبیه سازی الکتریکی ساختمان انرژی صفر با سیستم فتوولتائیک بادی.....	۲۰۶
۴.۷	دودکش های خورشیدی.....	۲۱۳
۵.۷	آب شیرین کن خورشیدی.....	۲۱۷
۶.۷	بهینه سازی دودکش خورشیدی مرکب به منظور نمک زدایی از آب.....	۲۱۸
۷.۷	استخرهای خورشیدی.....	۲۲۸
۸.۷	مواد تغییر فاز دهنده.....	۲۲۹
۹.۷	ادغام یک استخر خورشیدی با یک سیستم ذخیره سازی گرمای پنهان.....	۲۳۱
	مراجع.....	۲۴۴
۸-	بهینه سازی و مدل سازی در انرژی خورشیدی حرارتی.....	۲۴۹
۱.۸	مقدمه.....	۲۴۹
۲.۸	بهینه سازی و تجزیه و تحلیل اقتصاد خورشیدی.....	۲۴۹
۳.۸	تحلیل حرارتی و بهینه سازی چندمنظوره سیستم خنک کننده جذبی.....	۲۵۵
۴.۸	بهینه سازی هندسی کلکتور خورشیدی کانالی سهمی شکل.....	۲۶۱
۵.۸	بهینه سازی و شبیه سازی پارامترهای هندسی یک دودکش خورشیدی در تهران.....	۲۶۸
۶.۸	بهینه سازی و شبیه سازی یک سیستم ترکیبی گرما و برق.....	۲۷۴
	مراجع.....	۲۸۱
۹-	ترمودینامیک و انرژی در انرژی خورشیدی.....	۲۸۵
۱.۹	مقدمه.....	۲۸۵
۲.۹	تعاریف مربوطه.....	۲۸۵
۳.۹	تحلیل قانون دوم ترمودینامیک.....	۲۸۶
۴.۹	تحلیل ترمودینامیکی و انرژی کلکتور فتوولتائیک گرمایی.....	۲۹۳
۵.۹	تحلیل ترمودینامیکی سیکل رنکین ارگانیک همراه با گیرنده خورشیدی.....	۳۰۴
۶.۹	تحلیل ترمودینامیکی سیستم خنک کننده جذبی با کلکتورهای مختلف.....	۳۱۳

۳۱۷	مراجع
۳۲۱	۱۰- سرمایش خورشیدی.....
۳۲۱	۱.۱۰ مقدمه.....
۳۲۱	۲.۱۰ سرمایش الکتریکی خورشیدی.....
۳۲۳	۳.۱۰ سرمایش حرارتی خورشیدی.....
۳۴۶	۴.۱۰ سیکل ترکیبی توان / تبرید.....
۳۵۴	۵.۱۰ مراجع.....
۳۵۷	۱۱- سامانه تولید همزمان برق و حرارت خورشیدی.....
۳۵۷	۱.۱۱ مقدمه.....
۳۵۸	۲.۱۱ کلکتورهای خورشیدی به عنوان سیستم های گرما و انرژی ترکیبی.....
۳۷۰	۳.۱۱ شبیه سازی کلکتور فتوولتاییک متمرکز کننده، در سامانه خنک کننده تولید همزمان برق و حرارت.....
۳۸۶	مراجع
۳۹۱	۱۲- فناوری نانو در انرژی خورشیدی.....
۳۹۱	۱.۱۲ مقدمه.....
۳۹۲	۲.۱۲ تهیه نانو سیالات.....
۳۹۳	۳.۱۲ دلیل انتخاب نانو سیالات.....
۳۹۴	۴.۱۲ پایداری نانو سیالات.....
۳۹۵	۵.۱۲ کاربرد نانو سیالات در انرژی خورشیدی.....
۳۹۵	۶.۱۲ بررسی انرژی و انرژی نانو سیالات آلومینا / روغن و سیلیکا / روغن در گیرنده حفره نیمکره ای.....
۴۰۴	۷.۱۲ افزایش انتقال حرارت در کلکتور لوله ای با کانال سهمی شکل با استفاده از نانو سیال اکسید آلومینیوم / روغن مصنوعی.....
۴۱۱	۸.۱۲ نانولوله کربنی.....
۴۱۳	۹.۱۲ مطالعه تجربی نانولوله کربن / نانو سیال روغنی در متمرکز کننده بشقابی با استفاده از گیرنده حفره استوانه ای.....
۴۲۱	۱۰.۱۲ نانو الیاف.....
۴۲۲	۱۱.۱۲ تأثیر تراکم نانو الیاف دی اکسید تیتانیوم بر سلول های خورشیدی ترکیبی مبتنی بر آلی و معدنی.....
۴۲۵	مراجع

۴۲۹.....	۱۳- نرمافزارها و شبیه‌سازی انرژی خورشیدی.....
۴۲۹.....	۱.۱۳ مقدمه.....
۴۲۹.....	۲.۱۳ مدل‌سازی رایانه‌ای.....
۴۳۰.....	۳.۱۳ برنامه شبیه‌سازی ترنسیس.....
۴۳۳.....	۴.۱۳ برنامه شبیه‌سازی واتسان.....
۴۳۵.....	۵.۱۳ برنامه شبیه‌سازی پلیسان.....
۴۳۶.....	۶.۱۳ هوش مصنوعی در سیستم‌های انرژی خورشیدی.....
۴۳۸.....	۷.۱۳ الگوریتم‌های بهینه‌سازی.....
۴۵۶.....	۸.۱۳ روش مونت کارلو.....
۴۵۶.....	۹.۱۳ محدودیت‌های شبیه‌سازی.....
۴۵۷.....	مراجع.....
۴۶۱.....	واژه‌نامه.....

پیش گفتار

مقوله انرژی و تأمین آن برای مصرف کنندگان در سراسر جهان موضوعی است که دغدغه تمامی جوامع و صنایع است. مواردی چون روند رو به اتمام منابع انرژی فسیلی، مانع تراشی در مسیر تولید محصولات با ارزش افزوده بالا به واسطه مصرف بیش از حد نفت برای سوخت، جنگ های نفتی، آلودگی محیط زیست، پدیده وارونگی هوا و گرمایش کره زمین از جمله نگرانی هایی هستند که مصرف سوخت های فسیلی به همراه آورده است. معضلات جدی ذکر شده، کشورهای جهان را وادار به چاره اندیشی اساسی و عملیاتی در خصوص حل مشکل خواهد نمود. لذا مسیری که پیش روست، دربرگیرنده بهینه سازی مصرف سوخت و استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر است. انرژی های تجدید پذیر شامل انرژی های آبی، زمین گرمایی، انرژی زیستی، انرژی هیدروژنی، امواج، انرژی بادی و انرژی خورشیدی می توانند جایگزین سوخت های فسیلی شده و نقش عمده ای در حل مسائل ایجاد شده ایفا نمایند. از بین تمامی منابع انرژی تجدید پذیر، انرژی خورشیدی دارای مزایای ارزشمندی چون در دسترس بودن در سراسر جهان، تنوع در نوع مبدل های انرژی و پتانسیل بالای تأمین انرژی است. پتانسیل این انرژی تا حدی بالاست که طبق برآوردهای انجام شده، حدود ۹۰ دقیقه از تابش خورشیدی بتواند کل نیاز یک سال انرژی جهان را تأمین نماید. انرژی قابل ملاحظه ای که فقط یک دو میلیاردیم کل انرژی تأمین شده توسط کره خورشید به واسطه همجوشی هسته هلیوم و هیدروژن را در برمی گیرد. تابش خورشیدی به دو شکل حرارتی و الکتریسیته با استفاده از کلکتورها و پنل فتو ولتائیک قابل تبدیل و بهره برداری است.

کتاب حاضر حاصل ۱۲ سال تجربه آموزش و پژوهش مؤلف در زمینه تبدیل انرژی خورشیدی است که به رشته تألیف و تصنیف درآمده است. لذا سعی بر آن شده در کنار مفاهیم اصلی انرژی خورشیدی، حاصل تحقیقات مشترک با دانشجویان تحصیلات تکمیلی، اساتید و محققین برتر بین المللی در چارچوب این کتاب گنجانده شود. مفاهیم فتوولتائیک ها موضوع اصلی بحث نبوده و تمرکز روی انرژی حرارتی خورشیدی قرار گرفته است. در ابتدا، مقدمه ای بر انواع انرژی های تجدید پذیر و الزامات توسعه دانش و فناوری آن ارائه می گردد. در فصل بعدی، به کلیات انرژی خورشیدی و زوایای خورشیدی پرداخته می شود. اصول تابش خورشیدی و مدل های استفاده شده برای تابش خورشیدی، موضوع فصل سوم است. در فصل چهارم، موضوع کلکتورهای غیرمتمرکز کننده شامل کلکتورهای صفحه تخت، لوله خلأ و لوله حرارتی مورد بحث قرار می گیرد. مبحث کلکتورهای متمرکز کننده شامل کلکتورهای سهموی خطی، سهموی بشقابی، فرنل، هلیوستات و مکانیزم عملکرد ردیاب های خورشیدی مواردی است که در فصل پنجم کتاب گنجانده شده است. فصل ششم با حفظ مضمون فتوولتائیک ها و مقدمه ای بر فیزیک و مکانیزم فتوولتائیک، اختصاص به سامانه های