



انرژی های تجدیدپذیر

مؤلفین:

دکتر شهرام درخشان

مهندس سعید محمدی

سرشناسه : درخشان، شهرام، ۱۳۵۷-
عنوان و نام پدیدآور : انرژی‌های تجدیدپذیر / مولفین شهرام درخشان، سعید محمدی.
مشخصات نشر : تهران: استادکار، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری : ۲۷۲ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک : 978-600-7946-77-0

وضعیت فهرست نویسی : فیها
موضوع : انرژی‌های پایان‌ناپذیر
موضوع : Renewable energy sources
موضوع : انرژی -- استفاده بهینه
موضوع : Force and energy -- *Optimization
شناسه افزوده : محمدی‌کیش، سعید، ۱۳۶۶ -
رده بندی کنگره : TJ۸۰۸
رده بندی دیویی : ۶۲۱/۰۴۲
شماره کتابشناسی ملی : ۵۷۰۹۲۰۴



انتشارات سیمورگ

نام کتاب: انرژی‌های تجدیدپذیر

ناشر: انتشارات استادکار

مؤلفین: دکتر شهرام درخشان، مهندس سعید محمدی

صفحه‌آرا: هفت‌رنگ گرافیک (گلناز کاوسی)

لیتوگرافی: رایپید گرافیک

نوبت چاپ: اول، بهار ۱۳۹۸

چاپ و صحافی: نوپخت

ناظر فنی چاپ: محسن پورحسین

تیراژ: ۵۰ جلد

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۹۴۶-۷۷-۰

www.simorghedaneh.com

مراکز پخش:

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

کتابفروشی عصر دانش: خیابان انقلاب، مقابل دبیرخانه دانشگاه تهران، پلاک ۱۳۳۲، تلفن: ۶۶۹۷۱۲۵۱

انتشارات سیمای دانش: تهران، خیابان انقلاب، ابتدای خیابان ۱۲ فروردین، پلاک ۳۱۸، تلفن: ۵-۶۶۹۶۶

فهرست

پیشگفتار ۱۱

فصل اول

- مقدمه‌ای بر انرژی‌های تجدیدپذیر ۱۳
- ۱-۱ معرفی انرژی‌های تجدیدپذیر ۱۳
- ۲-۱ انرژی خورشیدی ۱۴
- ۳-۱ پیل سوختی ۱۶
- ۴-۱ قدرت باد ۱۷
- ۱-۴-۱ توربین بادی ۱۸
- ۵-۱ قدرت ناشی از آب ۲۱
- ۱-۵-۱ قدرت برق آبی ۲۲
- ۲-۵-۱ قدرت جزر و مدی ۲۳
- ۳-۵-۱ قدرت موج ۲۵
- ۴-۵-۱ مبدل‌های قدرت موج ۲۵
- ۶-۱ انرژی زمین گرمایی ۲۶
- ۷-۱ انرژی زیست توده ۲۷

فصل دوم

- انرژی خورشیدی ۲۹
- ۱-۲ مقدمه ۲۹
- ۲-۲ منابع خورشیدی و فن آوری‌های تبدیل ۳۰



۳۰	۱-۲-۲ منابع خورشیدی
۳۲	۲-۲-۲ فن آوری تبدیل انرژی خورشیدی
۴۸	۳-۲ موارد استفاده از انرژی خورشیدی
۴۸	۱-۳-۲ کاربرد نیروگاهی
۵۳	۲-۳-۲ کاربردهای غیر نیروگاهی
۵۸	۴-۲ هزینه تکنولوژی خورشیدی و روندهای بازار
۵۹	۱-۴-۲ PV خورشیدی
۶۳	۲-۴-۲ CSP
۶۵	۳-۴-۲ هزینه های آبگرمکن خورشیدی و روندهای بازار
۶۶	۴-۴-۲ مشوق های بازار
۶۷	۵-۴-۲ به بر موانع بازار برای توسعه خورشیدی در مقیاس گسترده

فصل سوم

۶۹	پیل سوختی
۶۹	۱-۳ مقدمه
۷۰	۲-۳ پیل سوختی چیست؟
۷۵	۳-۳ تاریخچه پیل سوختی
۷۷	۴-۳ مزایای استفاده از پیل های سوختی
۷۸	۵-۳ بسته های پیل سوختی
۷۹	۶-۳ سیستم های پیل سوختی
۸۰	۷-۳ معرفی انواع پیل سوختی
۸۲	۱-۷-۳ پیل سوختی اسید فسفریک
۸۴	۲-۷-۳ پیل سوختی قلبایی
۸۶	۳-۷-۳ پیل سوختی کربنات مذاب
۸۹	۴-۷-۳ پیل سوختی اکسید جامد
۹۰	۵-۷-۳ پیل سوختی متانولی
۹۱	۶-۷-۳ پیل سوختی سرامیکی پروتونی
۹۲	۷-۷-۳ پیل سوختی پلیمری
۹۴	۸-۳ پیل های سوختی مولدهای انرژی غیر متمرکز
۹۶	۹-۳ بررسی آماری پیل های سوختی خانگی، نیروگاهی در جهان

فصل چهارم

۹۹	انرژی باد
۹۹	۱-۴ باد
۹۹	۱-۴-۱ باد چیست؟
۱۰۱	۱-۴-۲ توصیف باد

۱۰۱	۴-۱-۳ انواع مختلف باد
۱۰۲	۴-۱-۴ مزایای بهره برداری از انرژی باد
۱۰۲	۴-۱-۵ گلباد
۱۰۳	۴-۱-۶ تغییرپذیری سرعت باد
۱۰۳	۴-۱-۷ عوامل کاهش دهنده محتوای انرژی باد
۱۰۴	۴-۱-۷-۳ زبری و برش
۱۰۵	۴-۱-۸ عوامل افزایش دهنده انرژی باد
۱۰۶	۴-۱-۹ انتخاب سایت های توربین باد
۱۰۶	۴-۲ انرژی باد
۱۰۶	۴-۲-۱ قدرت قابل دسترس باد
۱۰۸	۴-۲-۲ اسباب مربوط به چگالی هوا
۱۰۹	۴-۲-۳ میانگین سرعت باد
۱۱۰	۴-۳ استفاده از باد
۱۱۱	۴-۴ منابع باد
۱۱۲	۴-۵ تولید قدرت باد
۱۱۲	۴-۵-۱ نظریه فیزیکی توربین باد
۱۱۴	۴-۶ انواع توربین بادی
۱۱۴	۴-۶-۱ توربین های بادی محور عمودی
۱۱۵	۴-۶-۲ توربین های بادی محور افقی
۱۱۵	۴-۷ بخش های توربین های بادی افقی و تولید برق
۱۱۸	۴-۸ ملاحظات کلی آثرودینامیک
۱۱۸	۴-۸-۱ پارامترهای مشخصه
۱۱۹	۴-۸-۲ حداکثر قدرت دراگ وارد بر توربین
۱۲۰	۴-۸-۳ حداکثر قدرت لیفت وارد بر توربین باد
۱۲۱	۴-۹ آثار زیست محیطی توربین های بادی
۱۲۱	۴-۹-۱ آلودگی و انتشار دی اکسید کربن
۱۲۱	۴-۹-۲ تأثیرات بوم شناختی
۱۲۱	۴-۹-۳ استفاده از زمین
۱۲۲	۴-۱۰ محدوده تولید توربین باد
۱۲۳	۴-۱۱ علت و چگونگی ذخیره سازی انرژی باد
۱۲۴	۴-۱۱-۱ سیستم های ذخیره سازی انرژی باد
۱۲۷	۴-۱۲ مجموع ظرفیت نصب شده انرژی باد
۱۳۱	۴-۱۳ هزینه های جاری قدرت باد

فصل پنجم

۱۳۵	انرژی اقیانوس
۱۳۵	۵-۱ مقدمه



۱۳۶	۲-۵ انرژی جزر و مد
۱۳۶	۱-۲-۵ روش های سد بندی جزر و مدی
۱۳۷	۲-۲-۵ توربین جریان دریایی
۱۴۲	۳-۲-۵ محاسبات انرژی مبدل های انرژی جزر و مدی
۱۴۳	۳-۵ موج
۱۴۴	۱-۳-۵ قدرت موج
۱۴۶	۲-۳-۵ انواع فن آوری انرژی موج
۱۵۵	۴-۵ تبدیل انرژی حرارتی اقیانوس
۱۵۶	۱-۴-۵ انواع فن آوری OTEC
۱۵۸	۲-۴-۵ ترمودینامیک OTEC
۱۶۲	۱-۴-۵ کاربردهای OTEC
۱۶۴	۵-۵ روش های مزینه ای فن آوری انرژی اقیانوس
۱۶۴	۵-۵ موج
۱۶۵	۲-۵-۵ جریان اقیانوس
۱۶۵	۶-۵ گسترش ظرفیت انرژی اقیانوس
۱۶۶	۷-۵ جمع بندی
۱۶۶	۱-۷-۵ قدرت جزر و مدی
۱۶۷	۲-۷-۵ OTEC

فصل هشتم

۱۶۹	زمین گرمایی
۱۶۹	۱-۶ مقدمه
۱۷۰	۲-۶ زمین گرمایی
۱۷۱	۱-۲-۶ جریان گرما و درجه حرارت های زیر سطحی
۱۷۲	۲-۲-۶ کنترل های زمین ساختی
۱۷۵	۳-۶ تاریخچه
۱۷۷	۴-۶ منابع انرژی های زمین گرمایی
۱۷۹	۱-۴-۶ سیستم های هیدروترمال
۱۸۰	۲-۴-۶ سیستم های ژئوپرسور
۱۸۰	۳-۴-۶ سیستم های پتروترمال
۱۸۰	۵-۶ انرژی زمین گرمایی کجاست؟
۱۸۱	۱-۵-۶ انرژی زمین گرمایی دمای پایین
۱۸۲	۲-۵-۶ انرژی زمین گرمایی دمای بالا
۱۸۴	۶-۶ توان زمین گرمایی از مخازن طبیعی
۱۸۸	۷-۶ استفاده از منابع زمین گرمایی
۱۸۹	۱-۷-۶ فرآیند تولید برق در نیروگاه زمین گرمایی
۱۹۱	۲-۷-۶ روش های استفاده مستقیم یا غیر نیروگاهی

۱۹۴	۸-۶ زمین گرمایی در کشور ایسلند
۱۹۶	۱-۸-۶ گرمایش ساختمان‌ها در کشور ایسلند
۱۹۶	۲-۸-۶ استخرهای شناور در کشور ایسلند
۱۹۶	۳-۸-۶ ذوب برف در معابر کشور ایسلند
۱۹۷	۴-۸-۶ گلخانه زمین گرمایی در کشور ایسلند
۱۹۷	۵-۸-۶ حوضچه‌های پرورش ماهی
۱۹۷	۶-۸-۶ تولید برق در نیروگاه‌های زمین گرمایی
۱۹۷	۹-۶ پتانسیل زمین گرمایی سراسر جهان
۱۹۸	۱۰-۶ توسعه زمین گرمایی در سراسر جهان
۲۰۰	۱۱-۶ محدودیت‌های محیط زیست
۲۰۱	۱۲-۶ آینده

فصل هفتم

۲۰۳	زیست توده
۲۰۳	۱-۷ مقدمه
۲۰۵	۲-۷ تاریخچه زیست توده
۲۰۶	۳-۷ زیست توده
۲۰۷	۴-۷ دسته‌بندی زیست توده از دیدگاه منابع تولید
۲۰۸	۵-۷ بررسی انواع اصلی منابع زیست توده
۲۰۸	۱-۵-۷ زائدات کشاورزی
۲۰۹	۲-۵-۷ فضولات دامی
۲۱۱	۳-۵-۷ پسماندهای تجزیه‌پذیر شهری
۲۱۱	۴-۵-۷ فاضلاب‌های شهری
۲۱۲	۶-۷ ارزیابی و انتخاب منابع زیست توده
۲۱۳	۷-۷ فن‌آوری‌های تبدیل انرژی زیست توده
۲۱۳	۱-۷-۷ فرایندهای احتراق مستقیم
۲۱۶	۲-۷-۷ فرآیند ترموشیمیایی
۲۱۸	۳-۷-۷ فن‌آوری پلاسما
۲۱۹	۳-۷-۷ فرآیندهای بیوشیمیایی
۲۲۷	۲-۳-۷-۷ بیوفیول‌ها
۲۲۸	۸-۷ چشم‌انداز و رویکرد جهانی در خصوص زیست توده
۲۲۹	۹-۷ پیش‌بینی وضعیت انرژی زیست توده تا سال ۲۰۴۰
۲۳۰	۱-۹-۷ سناریوی سیاست‌های پیشرفته بین‌المللی (AIP)
۲۳۱	۲-۹-۷ سناریوی سیاست‌های پویای جاری (DCP)
۲۳۱	۳-۹-۷ سناریوی کشورهای مختلف
۲۳۲	۱۰-۷ هزینه سیستم‌های تولید برق از زباله در اروپا
۲۳۳	۱۱-۷ تولید و ظرفیت نصب شده زیست توده



فصل هشتم

۲۳۵	برق آبی
۲۳۵	۱-۸ مقدمه
۲۳۶	۲-۸ تاریخچه توربین های آبی
۲۴۱	۳-۸ معرفی نیروگاه آبی
۲۴۴	۴-۸ تقسیم بندی توربین های آبی
۲۴۴	۱-۴-۸ توربین های ضربه ای
۲۴۹	۲-۴-۸ توربین های عکس العملی
۲۵۲	۲-۲-۴-۸ توربین کاپلان
۲۵۶	۳-۴-۸ بلمپ - توربین
۲۵۷	۴-۴-۸ مایسه دامنه کار توربین ها
۲۵۹	۵-۸ تابلو انرژی در توربین های آبی
۲۶۲	۶-۸ مزایای نیروگاه آبی
۲۶۲	۱-۶-۸ ملاحظات اقتصادی
۲۶۲	۲-۶-۸ انتشار گازهای گلخانه ای
۲۶۲	۳-۶-۸ فعالیت های زیست
۲۶۳	۷-۸ معایب نیروگاه آبی
۲۶۳	۱-۷-۸ آسیب به محیط زیست
۲۶۴	۲-۷-۸ انتشار گازهای گلخانه ای
۲۶۴	۳-۷-۸ جابجایی جمعیت
۲۶۴	۴-۷-۸ شکست سد
۲۶۴	۸-۸ ظرفیت برق آبی در جهان و روند تولید
۲۶۶	۹-۸ هزینه های جاری برق آبی

ضمیمه

۲۶۹	مراجع
-----	-------

پیشگفتار

انرژی‌های تجدیدپذیر که به اشد اهمیت‌های نو نامیده می‌شوند، از دیرباز در فراروی انسان بوده‌اند. گذشته از استفاده‌های معمول روزانه از انرژی خورشید، باد، زیست توده، آب و زمین گرمایی در طول تاریخ، فعالیت‌هایی به شکل صنعتی نیز در ایران، یونان، مصر و چین باستان در قالب آسیاب‌های بادی و آبی و غیره قابل مشاهده است. متأسفانه نوع پیشرفت بین‌الحالیت‌های صنعتی، امروزه با وجود سوخت‌های فسیلی مورد تهدید قرار گرفته است، تا جائیکه استفاده از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر در جهت تأمین انرژی مورد نیاز، به روشی غیر اقتصادی و تشریفاتی در آمد، است. به منظور رفع این مشکل، بایستی در سه مقوله طراحی، تولید و بازار دست به ارزان سازی هدفمند زد. نمود کتاب حاضر با هدف کمک به نهادینه شدن استفاده از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر در جامعه، تألیف و گردآوری گشته است. زاویه دید این کتاب به مقوله انرژی‌های تجدیدپذیر از دو دیدگاه فنی و توسعه میباشد.

فصل اول به معرفی انرژی‌های تجدیدپذیر (خورشیدی، بیل سوختی، باد، آب، زمین گرمایی و زیست توده) می‌پردازد.

فصل دوم به انرژی خورشیدی اختصاص دارد. در این فصل ضمن معرفی انواع سیستم‌های حرارتی، برودتی و تولید برق خورشیدی، هزینه‌های مربوط به این نوع انرژی و روند بازار در سال‌های آینده نیز توضیح داده شده است.

در فصل سوم پیل‌های سوختی مورد بررسی قرار گرفته است. علاوه بر معرفی انواع پیل سوختی، بررسی آماری نیروگاه‌های پیل سوختی خانگی و صنعتی نیز آورده شده است.

فصل چهارم انرژی‌های باد را در بر می‌گیرد. در این فصل خواننده ضمن آشنایی با مبانی تئوری



انرژی باد، انواع نیروگاه‌های بادی نیز مرور می‌کند. در پایان فصل نیز بررسی بازار از دیدگاه هزینه و ظرفیت‌های نصب شده مورد بررسی قرار گرفته است.

فصل پنجم اختصاص به انرژی اقیانوس دارد. در این فصل بهره‌گیری از منبع تجدیدپذیر اقیانوس، یعنی جزر و مد و موج از نظر تئوری و فنی مورد بررسی قرار گرفته و انواع روش بهره‌گیری از این منابع در جهت تولید انرژی الکتریسیته، شرح داده شده است.

در فصل ششم انرژی زمین گرمایی معرفی شده و سیستم‌های کاربری این انرژی ارائه شده است. در ادامه فصل نیز نیروگاه‌های زمین گرمایی نصب شده در جهان و پتانسیل زمین گرمایی جهان شرح داده شده است.

در فصل هفتم، تولید انرژی با استفاده از انواع منابع زیست توده توضیح داده شده و فرایندهای مربوطه آورده شده است. در پایان فصل نیز مقوله بازار، از نظر هزینه و پتانسیل جهانی مورد بررسی قرار گرفته است.

فصل هشتم، اختصاص به نیروگاه‌های برق آبی داشته که ضمن معرفی انواع توربین‌های آبی ملاحظات اقتصادی مربوط به مورد بررسی قرار گرفته است. در این فصل ضمن بررسی ظرفیت‌های نصب شده و پتانسیل‌های آبی جهان، در خصوص هزینه تمام شده تولید این نوع انرژی، نیز بحث شده است.

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

در پایان از دوستان عزیز خانم مهندس ندا کبری، مهندس آیدا کبودی و دکتر محمد حیدری رارانی که در تصحیح و گردآوری کتاب یاری رساندند و نظرشان در نشر رساندن کتاب مفید بود تشکر و قدردانی می‌شود.

همچنین مراتب تقدیر و تشکر خودم از سایر دوستان عزیز که در طول نگارش کتاب با مولفین همکاری بی دریغ و سودمند را نمودند ابراز می‌شود.

با آرزوی توفیق الهی

سعید محمدی

شهرام درخشان

عضو هیأت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران فوق لیسانس مکانیک دانشگاه علم و صنعت ایران