

مهندسی انرژی‌های دجله‌شنونده

تألیف: دکتر پرویز ترابی تهرانی

مرکز نشر دانشگاه بوعلی سینا

۱۳۹۳

تراپی تهرانی، پرویز	TJ
مهندسی انرژی‌های تجدید شونده/ پرویز تراپی تهرانی	۸۰۸/۲
همدان: مرکز نشر دانشگاه بوعلی سینا، ۱۳۹۳.	۹ م ۴ ت/
۳۴۰ ص.	۱۳۹۳
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۲۸-۱۷۷-۸	
۱. انرژی‌های پایان پذیر. ۲. انرژی، منابع، الف. عنوان	
۳۳۳/۷۹۴	

مهندسی انرژی‌های تجدید شونده	عنوان
دکتر پرویز تراپی تهرانی	نویسنده
مرکز نشر دانشگاه بوعلی سینا	ناشر
دکتر محمدقربان رحیمی، دکتر علی اصغر سپاهی گرو	ویراستار علمی
سید باقری	طراح جلد
زنگنه شیدی	صفحه آرا
محمد غواص الهی فر	مدیر مرکز نشر
پیام رسانه	چاپخانه
۳۴۰ و	صفحه و قطع
اول	نوبت چاپ
۱۰۰۰	تیراژ
۱۴۰۰ تومان	قیمت
۱۳۹۳	تاریخ انتشار
۳۰۰-ع	شماره کتاب
۹۷۸-۶۰۰-۱۲۸-۱۷۷-۸	شابک

کلیه حقوق برای مرکز نشر دانشگاه بوعلی سینا محفوظ است

مراکز فروش در همدان: ۱. دانشگاه بوعلی سینا، مرکز نشر دانشگاه بوعلی سینا تلفکس: (۱۱) ۲۹۱

۲. خیابان شهید حسین فهمیده، روبروی پارک مردم، فروشگاه اداره انتشارات

۳. خیابان مهدیه روبروی خانه معلم- انتشارات دانشجو

نمایندگی فروش در تهران: ۱. موسسه کتاببران، میدان انقلاب، خیابان لبافی نژاد غربی (بعد از چهار راه کارگر جنوبی)،

بعد از فروشگاه شیلان، پلاک ۲۳۷ تلفن: ۶۶۹۲۶۶۸۷-۶۶۴۲۲۴۱۶

۲. نوپرداران، میدان انقلاب، خیابان لبافی نژاد، بین ۱۲ فروردین و اردیبهشت، پلاک ۲۰۶ تلفن: ۶۶۴۹۴۴۰۹-۶۶۴۱۱۱۷۳

صفحه	عنوان
۱	پیش‌گفتار
۳	فصل یک - جایگاه ترمودینامیک در ژئوترمی
۵	۱-۱ مقدمه
۶	۱-۲ انتقال گرما بوسیله کندانسیون
۶	۱-۲-۱ قانون فوریه
۹	۱-۳ کسینون
۱۱	۱-۳-۱ پدید کسینون در لایه‌های آبدار: تبادل گرما بین فاز جامد و مایع
۱۶	۱-۴ پراکشی حرارتی
۱۶	۱-۵ تبادل گرما (در لایه‌های آبدار) (منطقه تهویه)
۱۷	۱-۶ تبادل گرما بین روغن و لایه آبدار
۱۹	۱-۷ دمای هوا
۲۰	۱-۸ تشعشع حرارتی
۲۳	۱-۹ دمای زمین
۲۶	۱-۱۰ کسینون مانتولیک
۲۹	فصل دو - صفحات فتوولتائیک
۳۱	۲-۱ تعریف صفحه خورشیدی
۳۱	۲-۲ انواع صفحات خورشیدی
۳۲	۲-۳ برآورد انرژی خورشید
۳۲	۲-۴ گیرنده‌های خورشیدی (صفحات خورشیدی حرارتی)
۳۴	۲-۵ صفحات خورشیدی فتوولتائیک یا مدول‌های فتوولتائیک
۳۵	۲-۶ تولید جهانی
۳۶	۲-۷ پیل فتوولتائیک
۳۶	۲-۸ ساختار سلول فتوولتائیک
۴۵	۲-۹ فن‌آوری مدول‌های فتوولتائیک
۵۳	۲-۱۰ انتخاب مدول فتوولتائیک
۵۵	۲-۱۱ نقش دما در راندمان مدول‌های فتوولتائیک
۵۶	۲-۱۲ کاربرد انباره‌ها یا باتری‌ها در فن‌آوری فتوولتائیک

۵۹	۱۳-۲- حفاظت در برابر تخلیه باطری
۶۰	۱۴-۲- دیوده‌های بایپاس
۶۲	۱۵-۲- تشریح اطلاعاتی که سازندگان صفحات فتوولتائیک ارائه می‌دهند
۶۶	۱۶-۲- اتصال صفحات فتوولتائیک
۶۷	۱-۱۶-۲- حالت اول، اتصال سری
۶۹	۲-۱۶-۲- حالت دوم، اتصال موازی
۷۱	۱۷-۲- یکپارچه‌کننده
۷۵	۲-۲- توصیه
۷۷	۱۹-۲- انواع یکسوکننده‌ها و توپولوژی آنها
۷۷	۱-۱۹-۲- یکپارچه‌کننده‌های مرکزی
۷۸	۲-۱۹-۲- یکپارچه‌کننده‌های استرینگ، یکسوکننده‌های مولتی- استرینگ
۷۹	۳-۱۹-۲- یکسوکننده‌های مدولر
۷۹	۲۰-۲- اطلاعاتی که توسط سازندگان یکسوکننده‌ها ارائه می‌شوند (بازده)
۸۳	۲۱-۲- انتخاب یکسوکننده
۸۵	۲۲-۲- بررسی چگونگی اتصال تأسیسات فتوولتائیک به شبکه برق سراسری
۸۷	۲۳-۲- حفاظت در برابر خطر صاعقه
۸۹	فصل سوم- تأسیسات فتوولتائیک خودگردان
۹۱	۱-۳- تأسیسات فتوولتائیک خودگردان
۹۱	۲-۳- سیستم خورشیدی خانگی SHS
۹۳	۳-۳- شبکه برق محلی با جریان متناوب
۹۴	۴-۳- باطری‌های ذخیره‌سازی
۹۴	۵-۳- فن‌آوری‌های مختلف باطری‌ها
۹۶	۶-۳- کاربرد اطلاعاتی که توسط سازندگان باطری‌ها داده می‌شود
۹۹	۷-۳- تأثیر نحوه ترکیب باطری‌ها یا عناصر روی مشخصات آنها
۱۰۰	۸-۳- توصیه‌های لازم طی بهره‌برداری از باطری‌ها
۱۰۱	۹-۳- تنظیم کننده شارژ باطری
۱۰۲	۱۰-۳- روش انتخاب یک تأسیسات فتوولتائیک

۱۰۳	۱-۱۰-۳- بررسی موردی: مثال
۱۰۴	۲-۱۰-۳- محاسبه حداکثر توان مورد نیاز و متوسط انرژی مصرف شده
۱۰۵	۳-۱۰-۳- ژیرمان خورشیدی
۱۰۷	۴-۱۰-۳- تعیین مشخصات عددی یکسوکننده- شارژ کننده
۱۰۹	۵-۱۰-۳- تعیین مشخصات عددی صفحات فتوولتائیک
۱۱۱	۶-۱۰-۳- تعیین مشخصه عددی باطری ها
۱۱۳	۷-۱۰-۳- مشخصات کابل ها و سیم ها
۱۱۹	۱۱-۳- توصیف ای لازم
۱۱۹	۱-۱۱-۳- حفاظت در برابر صاعقه
۱۱۹	۲-۱۱-۳- دیود یک طرفه
۱۲۱	فصل چهار- آبرمکن سیستم های خورشیدی
۱۲۳	۱-۴- هدف
۱۲۳	۲-۴- مقدمه
۱۲۴	۳-۴- ساختار عمومی آبرمکن های خورشیدی
۱۲۴	۴-۴- گیرنده های خورشیدی
۱۲۵	۵-۴- منبع ذخیره
۱۲۵	۶-۴- سیستم تکمیلی
۱۲۵	۷-۴- تنظیم کننده
۱۲۵	۸-۴- تشریح توزیع انرژی
۱۲۵	۱-۸-۴- اساس کار- بازده گیرنده های خورشیدی
۱۲۸	۹-۴- فن آوری گیرنده های حرارتی
۱۲۹	۱-۹-۴- گیرنده های خورشیدی صاف
۱۳۰	۲-۹-۴- گیرنده های خورشیدی لوله ای
۱۳۲	۱۰-۴- مقایسه گیرنده های صاف و لوله ای
۱۳۴	۱۱-۴- استقرار و اتصال گیرنده ها
۱۳۵	۱۲-۴- منبع ذخیره
۱۳۵	۱-۱۲-۴- آبرمکن های خانگی برای کاربرد در مناطق گرمسیر

۱۳۶	۴-۱۲-۲ منبع ذخیره آب گرم الکتروسولر
۱۳۸	۴-۱۲-۳ منبع ذخیره هیدروسولر
۱۳۸	۴-۱۳ ابعاد
۱۳۸	۴-۱۴ مناطق اقلیمی
۱۳۸	۴-۱۵ محاسبه ابعاد گیرنده و حجم منبع ذخیره
۱۴۰	۴-۱۶ محاسبه ابعاد منبع ذخیره آب گرم
۱۴۱	۴-۱۷ ابعاد و یا سطح گیرنده های خورشیدی
۱۴۴	۴-۱۸ بررسی یک پروژه
۱۴۷	۴-۱۹ دیگر کاربردهای آبگرمکن های خورشیدی
۱۴۹	۴-۲۰ تلفات و اتلاف های خورشیدی
۱۵۳	فصل پنج - بادگردان
۱۵۵	۵-۱ مقدمه
۱۵۵	۵-۲ طبقه بندی بادگردان
۱۵۶	۵-۳ اجزاء یک بادگردان
۱۵۸	۵-۴ توان باد محتوی در یک استوانه با مقطع
۱۵۹	۵-۵ نقش سرعت باد
۱۶۰	۵-۶ فاکتور شارژ
۱۶۱	۵-۷ کاربرد بادگردان کوچک یا خانگی
۱۶۱	۵-۸ تولید برقی که به شبکه سراسری تزریق می شود
۱۶۱	۵-۸-۱ انتخاب اول: تزریق مازاد به شبکه سراسری
۱۶۳	۵-۸-۲ انتخاب دوم، تزریق کلیه برق تولیدی
۱۶۴	۵-۸-۳ انتخاب سوم، تولید برق شخصی
۱۶۵	۵-۹ تولید هیبرید (بادگردان - فتوولتائیک)
۱۶۷	۵-۱۰ ژنراتورهای مورد مصرف در بادگردانهای کوچک
۱۷۰	۵-۱۱ برآورد پتانسیل انرژی زائی یک سایت
۱۷۱	۵-۱۲ مثال
۱۷۱	۵-۱۲-۱ درخواست یک متقاضی

۱۷۳	۵-۱۳ استقرار بادگردان و ساختار دکل آن
۱۷۴	۵-۱۴ توزیع وایلبول - منحنی ربله
۱۸۱	۵-۱۵ انتخاب مشخصات یکسوکنده
۱۸۲	۵-۱۶ مثال
۱۸۲	۵-۱۶-۱ تغذیه یک واحد مسکونی
۱۸۳	۵-۱۶-۲ تعیین مشخصات باطریها
۱۸۴	۵-۱۶-۳ مشخصات یک سو کننده - شارژ کننده
۱۸۴	۵-۱۶-۴ مشخصات بادگردان
۱۸۹	فصل ششم - ژنر می پروتومی
۱۹۱	۶-۱ بهره‌برداری ژنر می
۱۹۱	۶-۲ تعریف
۱۹۵	۶-۳ توجیه بهره‌برداری از ژنر می
۱۹۶	۶-۴ لرزه نگاری
۱۹۸	۶-۵ کاربرد انرژی بسیار کم
۲۰۰	۶-۶ گیرنده‌ها
۲۰۰	۶-۶-۱ گیرنده‌های افقی
۲۰۴	۶-۶-۲ جذب کالری به حالت عمودی
۲۰۷	۶-۷ مایعات حمل کننده کالری
۲۰۷	۶-۸ جذب کالری آب زیرزمینی
۲۱۰	۶-۹ توصیه‌های لازم
۲۱۰	۶-۱۰ پمپ گرمازا
۲۱۳	۶-۱۱ دیالگرام مولیه
۲۱۳	۶-۱۲ کمپرسورها
۲۱۴	۶-۱۳ مایعات فریگوریژن درون پمپ‌های گرمازا
۲۱۵	۶-۱۴ انرژی مورد نیاز پمپ‌های گرمازا
۲۱۵	۶-۱۵ مزایای پمپ‌های گرمازا
۲۱۵	۶-۱۶ انواع پمپ‌های گرمازا

۲۱۶	۱-۱۶-۶ پمپ‌های گرمای هوا/ هوا
۲۱۶	۲-۱۶-۶ پمپ‌های گرمای هوا/ آب
۲۱۷	۳-۱۶-۶ پمپ‌های گرمای آب گلیکوله/ آب
۲۱۷	۴-۱۶-۶ پمپ‌های گرمای آب گلیکوله/ آب گلیکوله
۲۱۷	۵-۱۶-۶ پمپ‌های گرمای زمین/ آب
۲۱۸	۶-۱۶-۶ پمپ‌های گرمای آب/ آب
۲۱۹	۷-۱۶-۶ پمپ‌های گرمای جذبی
۲۱۹	۸-۱۶-۶ پمپ‌های گرما با دمای بالا
۲۲۰	۹-۱۶-۶ پمپ‌های گرما با انبساط مستقیم
۲۲۰	۱۰-۱۶-۶ پمپ‌های گرمای مختلف
۲۲۱	۱۱-۱۶-۶ پمپ‌های گرمای حد وسط
۲۲۱	۱۲-۱۶-۶ پمپ‌های گرمای گرمایی
۲۲۶	۱۳-۱۶-۶ پمپ‌های گرما با سیستم بسته
۲۲۶	۱۷-۶ توان پمپ‌های گرما
۲۲۷	۱۸-۶ ضریب بهینه کار یا COP پمپ‌های گرما
۲۲۸	۱۹-۶ دیاگرام ضریب بهینه کار یک پمپ گرما
۲۳۰	۲۰-۶ ترکیب پمپ‌های گرما
۲۳۲	۲۱-۶ کاربرد پمپ‌های گرما در استخرها
۲۳۳	۲۲-۶ نیاز حرارتی
۲۳۵	۲۳-۶ تجهیزات بهره‌برداری
۲۳۶	۲۴-۶ توزیع کننده‌های گرما
۲۳۶	۱-۲۴-۶ کف گرمکن‌ها
۲۳۹	۲-۲۴-۶ رادیاتورها
۲۴۱	۳-۲۴-۶ وانتیلو- کنوکتورها
۲۴۳	۲۵-۶ اجرای یک پروژه
۲۴۶	۱-۲۵-۶ مشخصات پمپ گرما
۲۴۷	۲-۲۵-۶ مشخصات گیرنده‌ها
۲۵۰	۳-۲۵-۶ استخراج انرژی از آب لایه آبدار

۲۵۳	۴-۲۵-۶ مشخصات توزیع کننده
۲۵۷	۵-۲۵-۶ مشخصات رادیاتورها
۲۵۸	۶-۲۵-۶ مشخصات وانتیلو- کتوکتور
۲۵۸	۲۶-۶ کاربردهای تکمیلی پمپ‌های گرمازا
۲۵۸	۱-۲۶-۶ آب گرم بهداشتی
۲۶۱	۲-۲۶-۶ تأمین آب گرم در استخرها: طرح سه منظوره
۲۶۲	۲۷-۶ کاربرد پمپ گرما در تولید هوای خنک
۲۶۴	پیوست ۱- پمپ گرمازای آب گلیکوله/ آب با گیرنده قائم
۲۶۵	پیوست ۲- پمپ گرمازای آب گلیکوله/ آب با گیرنده قائم
۲۶۶	پیوست ۳- پمپ گرمازای هوا/ آب
۲۶۶	پیوست ۴- پمپ گرمازای زمین/ آب
۲۶۷	پیوست ۵- پمپ گرمازای زمین/ زمین
۲۶۷	پیوست ۶- پمپ گرمازای زمین/ زمین
۲۶۹	فصل هفتم- سولار ترمودینامیک
۲۷۱	۱-۷ مقدمه
۲۷۱	۲-۷ چرخه کار نو- موتور ایده‌آل
۲۷۳	۳-۷ موتورهای ترمیک با دو منبع حرارتی
۲۷۴	۴-۷ دیاگرام کلایپرون
۲۷۵	۵-۷ پمپ گرمازا
۲۷۶	۶-۷ موتور استیرلینگ
۲۷۹	۱-۶-۷ اصول موتورهای استیرلینگ
۲۷۸	۲-۶-۷ طبقه‌بندی موتورهای استیرلینگ
۲۸۰	۳-۶-۷ کاربردهای موتورهای استیرلینگ
۲۸۱	۴-۶-۷ محاسن موتورهای استیرلینگ
۲۸۲	۵-۶-۷ معایب موتورهای استیرلینگ
۲۸۲	۷-۷ چرخه موتور رانکین
۲۸۷	۸-۷ چرخه آلی رانکین O.R.C

۲۸۹	۷-۸-۱ تکنولوژی کار O.R.C
۲۹۱	۷-۹ سولار ترمودینامیک
۲۹۱	۷-۹-۱ جنبه‌های فنی
۲۹۳	۷-۱۰ سیالات حمل کننده کالری و ترمودینامیک
۲۹۴	۷-۱۱ سیستم‌های تولید الکتریسیته
۲۹۴	۷-۱۲ سیستم پارابول یا دیش (سهمی)
۲۹۶	۷-۱۳-۱ تکنولوژی ساخت پارابول (سهمی)
۲۹۷	۷-۱۳-۲ سیستم تأسیسات دارای برج
۲۹۹	۷-۱۳-۳ تکنولوژی ساخت
۳۰۱	۷-۱۴ سیستم میلند پارابولیک
۳۰۳	۷-۱۴-۱ تکنولوژی
۳۰۳	۷-۱۵ سیستم آینده‌ها
۳۰۴	۷-۱۶ دودکش خورشیدی
۳۰۶	۷-۱۶-۱ محاسبه ابعاد سیستم
۳۰۸	۷-۱۷ توصیه
۳۰۹	۷-۱۸ تعریف چند اصطلاح

منابع

۳۱۹	مجلات مورد استفاده
۳۲۰	سازندگان و موسساتی که به آنها مراجعه و مشورت شد
۳۲۱	دیگر منابع با بهره گیری از اینترنت
۳۲۴	

پیش گفتار

در این کتاب دو پدیدهٔ ترمودینامیک، یعنی حرارت و گرما کلیهٔ کار هستند، لذا به منظور درک بهتر محتوی این کتاب سعی شد به‌طور اختصار و یادآوری از ترمودینامیک کمک گرفته شود.

شناخت و آشنایی در نمایشگاه‌های بین‌المللی با سازندگانی که منبع انرژی محصولات حرارتی آنها انرژی تجدید شونده است و نیز همکاری در بخش ژئوترمی سازمان زمین‌شناسی و وابسته به دانشگاه لوئی یاستور استراسبورگ، تجربیات خوبی بودند که مرا در نوشتن این کتاب یاری کردند.

درخواست فزایندهٔ مشتریان خصوصی و شرکت‌های ساختمانی از متخصصین بخش ژئوترمی به‌منظور مطالعه استفاده از دای زمین جهت تأمین انرژی لازم و کافی برای نیازهای حرارتی، ساختمان‌های مسکونی، مجموعه آپارتمانی، دامداری‌ها و گلخانه‌های تولید انبوه و ... از یک طرف، افزایش تعداد سازندگان در هر سال و تنوع ساخت انواع سیستم‌های حرارتی در نمایشگاه‌ها از طرف دیگر، حاکی از گسترش و تعمیم این تکنولوژی می‌باشد. زیرا:

گذشته از مقاومت‌ها و مبارزات اکولوژیست‌ها در مورد مصرف انرژی‌های فسیلی و هسته‌ای که هر ساله تشدید می‌یابد، افزایش روز به روز مصرف انرژی‌های فسیلی و الکتریسیته از یک جهت و تضعیف درآمد مردم (به ویژه قشر متوسط) از جهت دیگر اجباراً مردم و دولت‌ها را وادار به گرایش به سمت انرژی‌های تجدید شونده می‌پایان می‌کند.

ویژگی این نوع انرژی‌ها در آنست که مولد هیچگونه آلودگی و زائده نبوده و به‌طور رایگان و پیوسته در اختیار تمامی انسان‌ها می‌باشد.

گو این که سرمایه‌گذاری برای استفاده از این انرژی‌ها در ابتدا هزینه‌بردار است ولی چنانچه این سرمایه‌گذاری به‌خوبی توجیه شود در درازمدت کاملاً قابل جبران می‌باشد.

چند توضیح:

اغلب در گفتگوهای مردمی، حرارت و گرما با یک معنی تعبیر می‌شوند. اما نباید بین این دو اشتباه کرد، نظیر آن است که بین وزن و جرم فرق گذاشته نشود. درجه حرارت تعریف شاید بتوان تا اندازه‌ای اختلاف این دو را نشان داد.

حرارت یک عامل فیزیکی قراردادی است که به وسیلهٔ دماسنج اندازه‌گیری می‌شود، برای ایجاد گرما نیاز به انرژی است، حرارت موجب حرکات ذرات یک محیط و نشانگر انرژی درونی آن است. حضور یا عدم حضور حرارت، موجب پیدایش گرما یا سرما می‌شود، حرارت در ذهن مهندسی انرژی^۱ ایجاد می‌کند، گرما انتقال انرژی بین دو محیط است که حرارت آنها متفاوت می‌باشد. مقدار گرما بستگی به جرم یک جسم دارد، گرما شکلی از انرژی است، گرما نیز قابل اندازه‌گیری است، مقدار گرما، با روش الکتریک بر حسب ژول می‌باشد. کالری، مقدار گرمایی که لازم است به یک گرم آب داده شود تا از دمای ۱۴/۵ درجهٔ سانتیگراد به ۱۵/۵ درجهٔ سانتیگراد برسد یک کالری = ۴/۱۸۵ ژول است. پدیده‌های تأثیرگذار در مقدار گرما عبارتند از:

- ۱- تغییر حالت فیزیکی: (گرمای نهان تغییر حالت)
- ۲- تغییر شکل شیمیایی
- ۳- انرژی مکانیکی (اصطکاک و ضربه)
- ۴- جریان الکتریسته

۱- آنتروپی در ترمودینامیک عبارت است از: $ds = \int \frac{dQ}{T}$

dQ: مقدار گرمای دریافتی قابل برگشت بوسیلهٔ یک سیستم ترمودینامیک برای یک تغییر شکل بی‌نهایت کوچک
T: حرارت مطلق که برای این مقدار گرما داده شده است.

0° C (Celsius) = 273.15° K (Kelvin)

K = C + 273.15

K = F + 459.64/18

C = K - 273.15

F = K × 1.8 - 459.67