

بسمه تعالی



مقدمه‌ای بر انرژی زمین گرمایی

مولفان:

سهیل پرخیال

حسین لطفی زاده

آریا قهرمانیان

- نام کتاب: مقدمه‌ای بر انرژی زمین گرمایی
● مولفان: سهیل پرخیال و حسن لطفی زاده و آریه قهرمانیان
● ناظر فنی چاپ: زهره محمدی
● طراح جلد: هدی لطفی زاده
● صفحه آرا: سیده فاطمه دهبوند
● لیتوگرافی: طراوت
● ناشر: راه
● چاپ: دانش پژوه
● سال نشر: ۱۳۹۱
● نوبت چاپ: اول
● شمارگان: ۱۰۰۰ جلد
● قیمت: ۷۰۰۰ تومان
● شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۲۷۲-۱۴۵-۷
● ISBN: 978-600-272-145-7

- دپارتمان علمی کاربردی، کارشناسی به کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترا: ۷۲-۶۶۵۷۴۹۷۰ تلفکس: ۰۲۱-۶۶۹۲۹۴۲۲

- کلیه حقوق این کتاب برای انتشارات راه محفوظ است.

هیچ شخص حقیقی یا حقوقی حق چاپ و نشر تمام یا بخشی از این اثر را به هر صورت اعم از فتوکپی، چاپ کتاب و جزوه و حتی برداشت به صورت دستنویس ندارد و متخلفین به موجب بند ۵ از ماده‌ی قانون حمایت از ناشران تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

فصل اول

۵	مقدمه
۸	تاریخچه
۱۵	منابع زمین گرمایی
۲۴	پتانسیل های انرژی زمین گرمایی در بخش های مختلف ایران
۲۸	انواع نیروگاه های زمین گرمایی و ویژگی های آنها
۳۱	فهرستی از کاربردهای انرژی زمین گرمایی
۳۳	کاربردهای ژئوترمال در گرمایش محیطی و منطقه ای
۳۴	انواع سیستم های گرمایش زمین گرمایی
۳۹	بررسی استفاده از ژئوترمال در گلخانه ها
۴۲	سیستم های گرمایشی گلخانه های ژئوترمال و انواع آن
۴۳	جنبه های اقتصادی گرمایشی گلخانه ای
۴۵	نحوه استفاده از انرژی زمین گرمایی در سیستم های دوجریان
۵۱	کاربردهای صنعتی انرژی ژئوترمال در کشورهای مختلف
۵۲	تولید برق
۵۴	مزایای حاصل از به کارگیری سیستم های گرمایشی ژئوترمال
۵۵	پمپ های حرارتی زمین گرمایی

فصل دوم

۶۳	نیروگاه‌های زمین گرمایی
۶۵	انواع نیروگاه‌های زمین گرمایی
۷۳	سیستم‌های مدرن زمین گرمایی
۷۵	دیدگاه‌های اقتصادی در ارزیابی پروژه‌های زمین گرمایی
۸۰	مرایای استفاده نیروگاهی از انرژی ژئوترمال
۸۲	شرایط طراحی نیروگاه
۸۴	طراحی نیروگاه
۸۵	موقعیت جغرافیایی
۸۶	برج‌های خنک کن
۹۰	خطوط لوله
۹۱	تجهیزات
۹۲	تمهیدات مربوط به جو نیروگاه زمین گرمایی
۹۳	سیستم جمع‌آوری
۹۵	آرایش سیستم لوله کشی
۱۰۰	فلشر
۱۰۱	رطوبت گیر
۱۰۲	تجهیزات اصلی مکانیکی
۱۰۳	توربین بخار زمین گرمایی
۱۰۴	کندانسور
۱۰۶	تجهیزات اصلی الکتریکی
۱۰۸	تجهیزات ابزار دقیق و کنترل
۱۰۹	سیستم کنترلی با توجه به نقش نیروگاه در شبکه قدرت
۱۱۰	منحنی بارگیری
۱۱۱	سامانه اطفای حریق

مقدمه

زمین منبع بسیار عظیم انرژی است. انرژی زمین گرمایی از انرژی خورشیدی که در طول هزاران سال در داخل زمین ذخیره شده و همچنین فروپاشی عناصر رادیو اکتیو در عمق زمین نشأت گرفته است. این انرژی که به صورت حرارت از اعماق زمین به سطح هدایت می‌شود در صورت توسعه فن‌آوری استخراج آن، به تنهایی قادر خواهد بود کلیه نیازهای انرژی امروز و آینده بشر را تامین کند. انرژی زمین گرمایی انرژی حرارتی موجود در پوسته جامد زمین می‌باشد. این انرژی در امتداد مرزهای صفحات تکتونیکی، در نواحی شناخته شده آتشفشانی و زلزله‌خیز که دارای شکستگی‌ها و گسل‌هایی فراوانی هستند، از تمرکز بیشتری برخوردار است. به‌طور کلی هرچه از سطح زمین به سمت عمق پیش برویم درجه حرارت افزایش می‌یابد و به‌طور متوسط به ازاء هر ۱۰۰ متر عمق، ۳ درجه سانتیگراد دما بالا می‌رود. به عبارت دیگر در عمق ۲ کیلومتری سطح زمین، درجه حرارت حدود ۷۰ درجه می‌باشد اما در بعضی نقاط، فعالیت‌های تکتونیکی باعث جاری شدن گدازه‌های داغ یا مذاب به سمت سطح زمین و در نهایت تشکیل منابعی با درجه حرارت بالا در سطح قابل دسترس از زمین می‌شود. نظر به اینکه حرارت همیشه از سمت ناحیه گرم‌تر به ناحیه سردتر انتقال پیدا می‌کند، حرارت و گرمای درون زمین به نواحی نزدیک به سطح حرکت می‌کند. تقریباً توانی معادل با ۴۲ میلیون مگاوات حرارتی به طور پیوسته از کل سطح کره زمین قابل استحصال است که این مقدار انرژی، به طور پیوسته به فضای سردی که زمین را در بر گرفته است منتقل می‌شود.

به طور میانگین، حرارتی که از اعماق زمین به بیرون و محیط آزادی که زمین را در بر گرفته آزاد می‌شود، معادل با ۰/۰۶ وات به ازای هر متر مربع می‌باشد که این رقم معادل با یک پانصدم میزان حرارتی است که در همین مقیاس از خورشید به زمین می‌رسد.

طبق محاسبات، مشخص شده است که انرژی حرارتی ذخیره شده در ۱۱ کیلومتر فوقانی پوسته زمین معادل پنجاه هزار برابر کل انرژی به دست آمده از منابع نفت و گاز شناخته شده امروز جهان است. پس این منبع عظیم انرژی می‌تواند در آینده جایگزین قابل اعتمادی برای انرژی حاصل از سوخت‌های فسیلی باشد. البته بدیهی است که بهره‌برداری گسترده از ذخایر زمین گرمایی، مستلزم توسعه بیشتر در زمینه تکنیک‌های اکتشاف و استخراج آن است.

زمین

سیاره ما متشکل از یک پوسته، با ضخامتی در حدود ۲۰ تا ۶۵ کیلومتر در نواحی قاره‌ای و ۵ تا ۶ کیلومتر در نواحی اقیانوسی، یک جبه با ضخامت ۲۹۰۰ کیلومتر و یک هسته با شعاع در حدود ۳۴۷۰ کیلومتر می‌باشد. خصیصه‌های شیمیایی و فیزیکی پوسته، جبه و هسته با سطح و مرکز زمین متفاوت می‌باشد. بیرونی‌ترین سطح زمین به نام لیتوسفر خوانده می‌شود که بالای سطح پوسته قرار گرفته است.



شماتیکی از لایه‌های درونی زمین

ضخامت آن از حداقل ۸۰ کیلومتر در نواحی اقیانوسی تا بیش از ۲۰۰ کیلومتر در نواحی قاره‌ای می‌باشد.

خصیصه لیتوسفر، داشتن یک بدنه‌ی سخت می‌باشد. در زیر لیتوسفر ناحیه‌ای به نام استنوسفر، با ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلومتر ضخامت قرار دارد که دارای سختی کمتر و انعطاف‌پذیری بیشتر می‌باشد. بواسطه تفاوت در دمای بین قسمت‌های مختلف استنوسفر، حرکت‌های رسانی گرمایی و احتمالاً سلول‌های رسانی گرمایی در حدود دهها میلیون سال قبل تشکیل یافته‌اند. حرکت کاملاً آهسته‌ی آن‌ها (چندین سانتیمتر در سال) به‌وسیله تداوم تولید گرما از طریق اضمحلال عناصر رادیواکتیو و گرمای متصاعد