



مبانی
انرژی زمین گرمایی

Principles of geothermal energy

مؤلف:

دکتر احسان شریف‌آرا

مبانی انرژی زمین گرمایی



مؤلفان: دکتر احسان شریف‌آرا
ناشر: عصر قلم
جلد و صفحه‌آرایی: میم گرافیک
چاپ و صحافی: پیام کوثر
نوبت چاپ: اول، ۱۳۹۶
شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
قیمت: ۱۲/۰۰۰ تومان
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۶۲۸۴-۹-۰

این اثر، مشمول قانون حمایت از مؤلفان و مصنفان می‌باشد. هیچ بخشی از کتاب به هیچ شکلی اعم از فتوکپی یا بازنویسی مطالب در هرگونه رسانه‌ای از جمله کتاب، نشر، مجلات، بدون اجازه کتبی ناشر قابل استفاده نیست و موجب پیگرد قانونی می‌شود.

سرشناسه: شریف‌آرا، احسان، ۱۳۶۷ -
عنوان و نام پدیدآور: مبانی انرژی زمین گرمایی = Principles of geothermal energy / مؤلف احسان شریف‌آرا.
مشخصات نشر: تهران: انتشارات عصر قلم، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری: ۱۸۴ ص: مصور، جدول، نقش
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۶۲۸۴-۹-۰
وضعیت فهرست نویسی: فیبا
یادداشت: کتابنامه: ص. ۱۸۲ - ۱۸۴.
موضوع: منابع زمین گرمایی - Geothermal resources
موضوع: مهندسی زمین گرمایی - Engineering Geothermal
موضوع: منابع زمین گرمایی - ایران - Geothermal resources - Iran
رده بندی کنگره: ۱۳۹۵ م۲۴ش/۵/۱۱۹۹ GB
رده بندی دیویی: ۵۵۱/۲۳
شماره کتابشناسی ملی: ۴۶۱۰۵۸۰



www.agpub.ac

www.agpub.ir



info@agpub.ac

info@agpub.ir



۶۶۴۸۹۴۵۲

۶۶۴۸۹۵۱۳



خیابان انقلاب، روبروی دانشگاه تهران، شماره ۱۲۲۴، طبقه سوم

انتشارات عصر قلم را در
شبکه‌های اجتماعی دنبال کنید
@asreghalampub



پیشگفتار

درصد بسیار بالایی از میزان تولید انرژی در ایران از منابع نفت و گاز تامین می‌شود. این در حالی است که منابع تجدیدپذیر تنها بخش بسیار اندکی از تولید انرژی در ایران را به خود اختصاص می‌دهند. درآمد کشور در بخش تولید انرژی بیشتر از منابع نفت و گاز تامین می‌شود که در نتیجه فشار فرایندهای را بر منابع طبیعی کشور وارد می‌آورد. ادامه این روش می‌تواند کشور را از دستیابی به اهداف توسعه و پیشرفت پایدار دور سازد. به همین دلیل است که انجام مطالعات و توسعه‌ی انرژی‌های تجدیدپذیر می‌بایستی مورد توجه تصمیم‌گیران قرار گیرد تا خللی در روند دستیابی به اهداف توسعه پایدار ایجاد نگردد.

به دلیل عدم ایجاد الودگی یا آلودگی کمتر و دیگر مزایای قابل توجه، انرژی‌های تجدیدپذیر در چند دهه اخیر نیازهای زیادی را به خود جلب نموده است. انرژی زمین‌گرمایی شکلی از این انرژی‌هاست که به نظر دانشمندان، به همراه انرژی اتمی پایه‌های اصلی تولید انرژی را در قرن آینده تشکیل خواهند داد.

در این کتاب، منابع زمین‌گرمایی، روش‌ها و جنبه‌های گوناگون بهره‌برداری از این منابع مورد بررسی قرار می‌گیرد. همچنین چالش‌ها، موانع و راهکارها برای بهره‌برداری صنایع از این انرژی پاک و ارزشمند، معرفی شده و مورد بررسی قرار می‌گیرد و راهکارهایی نوین نیز در این زمینه ارائه می‌گردد.

این کتاب نشان می‌دهد که انرژی زمین‌گرمایی، در صورت بهره‌برداری صحیح و شفافیت در روش‌ها، می‌تواند مزایای بسیاری را برای حوزه‌های گوناگون در بر خواهد داشت. استفاده از انرژی زمین‌گرمایی می‌تواند هزینه‌های بالا برای تامین انرژی مورد نیاز را کاهش دهد. استفاده از این انرژی در تاسیسات گوناگون، می‌تواند نیاز به شبکه برق را کاهش و از میزان آسیب‌پذیری و اختلال در شبکه برق بکاهد.

از فناوری پمپ‌های حرارتی زمین‌گرمایی نیز می‌توان در موقعیت‌های گوناگون بهره‌برداری‌های کاربردی داشت. مزیت اصلی این فناوری سرعت نصب آن و چالش‌های تدارکاتی اندکی است که در شرایط خاص دارد.

احسان شریف‌آرا

فصل اول: منابع انرژی زمین گرمایی ۱۳

- ۱-۱) مقدمه ۱۴
- ۲-۱) ویژگی‌های زمین گرمایی سیاره زمین ۲۱
- ۳-۱) مخازن زمین گرمایی ۲۴
- ۴-۱) تاریخچه‌ی استفاده از انرژی زمین گرمایی ۲۵

فصل دوم: سامانه‌های منابع زمین گرمایی ۲۹

- ۱-۲) انواع منابع سامانه‌های زمین گرمایی ۳۲
- ۲-۱-۱) سیستم‌های زمین گرمایی بخار غالب ۳۳
- ۲-۱-۲) سیستم‌های زمین گرمایی آب داغ ۳۴
- ۲-۱-۳) منابع زمین گرمایی تحت فشار ۳۶
- ۲-۱-۴) سیستم‌های زمین گرمایی سنگ خشک داغ ۳۶
- ۲-۱-۵) ماگما ۴۰
- ۲-۲) منشأ سیالات زمین گرمایی ۴۲
- ۳-۲) ترکیب شیمیایی سیالات زمین گرمایی ۴۳
- ۲-۳-۱) آب سدیم کلرید ۴۳
- ۲-۳-۲) آب اسید سولفات / کلرید ۴۳
- ۲-۳-۳) آب اسید سولفات ۴۴
- ۲-۳-۴) آب بی‌کربنات ۴۴

فصل سوم: اکتشاف منابع زمین گرمایی ۴۷

- ۱-۳) آب‌شناسی و زمین‌شناسی ۴۸
- ۲-۳) روش‌های ژئوشیمیایی ۴۹
- ۳-۳) روش‌های ژئوفیزیکی ۵۰
- ۴-۳) روش‌های سنجش از دور ۵۱
- ۵-۳) حفاری اکتشافی ۵۲

فصل چهارم: حفاری در پروژه‌های زمین گرمایی ۵۳

- ۵۴ (۱-۴) مرحله اکتشاف اولیه
- ۵۵ (۲-۴) فاز اکتشاف پیشرفته، تایید و بررسی مخزن
- ۵۶ (۳-۴) فاز احداث و بهره‌برداری نیروگاه
- ۵۶ (۴-۴) تفاوت حفاری زمین گرمایی با حفاری نفت و گاز
- ۵۷ (۵-۴) ابزار حفاری
- ۵۸ (۴-۵-۱) گل حفاری
- ۵۹ (۴-۵-۲) سرمته‌های حفاری
- ۶۱ (۵-۳) حفاری با هوا
- ۶۲ (۴-۵-۳) جداره‌گذاری
- ۶۳ (۴-۵-۵) سیمان کاری
- ۶۴ (۴-۵-۶) جلوگیری از نفوذ آب
- ۶۴ (۶-۴) فاصله‌گذاری چاه
- ۶۵ (۷-۴) اندازه‌گیری‌های مربوط به مینی
- ۶۵ (۸-۴) تعمیر چاه‌ها
- ۶۶ (۹-۴) رفتار تولید چرخه‌ای
- ۶۷ (۱۰-۴) کاهش هزینه‌های حفاری
- ۶۷ (۱۱-۴) روش‌های حفاری چاه‌های با قطر کم
- ۶۹ (۱۲-۴) مشکلات حفاری زمین گرمایی

فصل پنجم: حفاری بهره‌برداری ۷۱

- ۷۲ (۱-۵) ابزارهای سر چاه
- ۷۴ (۲-۵) انتقال آب داغ
- ۷۵ (۳-۵) انتقال بخار
- ۷۶ (۴-۵) انتقال مخلوطی از بخار و آب
- ۷۷ (۵-۵) رسوب‌گذاری و کنترل خوردگی
- ۷۸ (۵-۵-۱) روش‌های جلوگیری از رسوب‌گرفتگی
- ۷۸ (۵-۵-۲) روش‌های کنترل خوردگی
- ۸۲ (۶-۵) بهره‌برداری و نگهداری چاه‌های زمین گرمایی

فصل ششم: مهندسی مخازن زمین گرمایی ۸۵

- ۸۶ (۱-۶) وضعیت زیرزمینی چاه و مخزن

- ۸۷..... (۲-۶) اندازه‌گیری‌های دما
- ۸۸..... (۳-۶) اندازه‌گیری فشار
- ۸۹..... (۴-۶) اندازه‌گیری جریان
- ۸۹..... (۶-۴-۱) اندازه‌گیری در محل دهانه لوله
- ۸۹..... (۶-۴-۲) اندازه‌گیری به وسیله گرماسنج
- ۹۰..... (۶-۴-۳) مجرای جداکننده‌ی سیکلون
- ۹۰..... (۵-۶) مدل‌سازی مخازن

فصل هفتم: کاربردهای مستقیم انرژی زمین‌گرمایی

- ۹۲..... (۱-۷) گرمایش محلی و کاربردهای آن
- ۹۵..... (۱-۱-۱) انواع سیستم‌های گرمایش زمین‌گرمایی
- ۹۶..... (۷-۱-۲) سیستم‌های گرمایش منطقه‌ای
- ۹۷..... (۲-۷) ذوب برف
- ۹۸..... (۳-۷) پمپ‌های زمین‌گرمایی
- ۱۰۲..... (۷-۳-۱) سیستم توزیع گرما
- ۱۰۳..... (۷-۳-۲) مزایای پمپ‌های حرارتی
- ۱۰۴..... (۴-۷) کاربرد صنعتی انرژی زمین‌گرمایی در کشورهای مختلف

فصل هشتم: کاربردهای غیر مستقیم انرژی زمین‌گرمایی

- ۱۰۸..... (۱-۸) نیروگاه‌های زمین‌گرمایی
- ۱۱۲..... (۲-۸) انواع نیروگاه‌های زمین‌گرمایی
- ۱۱۲..... (۸-۲-۱) نیروگاه بخار خشک
- ۱۱۴..... (۸-۲-۲) نیروگاه بخار تبخیر آبی (فلاش)
- ۱۱۹..... (۸-۲-۳) نیروگاه چرخه دوگانه
- ۱۲۳..... (۳-۸) تجهیزات اصلی نیروگاه زمین‌گرمایی
- ۱۲۵..... (۴-۸) تجهیزات جانبی نیروگاه‌های زمین‌گرمایی
- ۱۲۷..... (۵-۸) بازده سیستم‌های گردش زمین‌گرمایی
- ۱۲۸..... (۶-۸) مزایای حاصل از بکارگیری سیستم‌های گردش زمین‌گرمایی
- ۱۲۸..... (۷-۸) استفاده‌ی همزمان از سیالات زمین‌گرمایی
- ۱۲۹..... (۸-۸) آینده‌ی تامین نیرو از انرژی زمین‌گرمایی
- ۱۳۰..... (۸-۸-۱) سیستم‌های پیشرفته‌ی زمین‌گرمایی

فصل نهم: اقتصاد و محیط زیست در پروژه‌های زمین گرمایی

- ۱۳۴ (۱-۹) اقتصاد پروژه‌های زمین گرمایی
- ۱۳۷ (۲-۹) ملاحظات اقتصادی برای بهره‌برداری مناسب
- ۱۳۷ (۳-۹) چالش‌های زیست‌محیطی بهره‌برداری از انرژی زمین گرمایی
- ۱۳۹ (۱-۳-۹) آثار فیزیکی خروج سیال
- ۱۴۰ (۲-۳-۹) آثار حرارتی
- ۱۴۰ (۳-۳-۹) آلودگی شیمیایی
- ۱۴۴ (۴-۳-۹) آلودگی صوتی
- ۱۴۴ (۹-۴) متیسه انرژی زمین گرمایی با انرژی حاصل از سوخت‌های فسیلی

فصل دهم: انرژی در کشور ایران

- ۱۵۱ (۱-۱۰) استفاده از زمین گرمایی در ایران
- ۱۵۷ (۲-۱۰) استفاده مستقیم از انرژی زمین گرمایی در ایران
- ۱۵۹ (۱-۲-۱۰) اولین پمپ حرارتی زمین گرمایی در ایران
- ۱۶۱ (۳-۱۰) جمع‌بندی

فصل یازدهم: پیشرفت‌های مورد انتظار در بهره‌برداری از انرژی زمین گرمایی

- ۱۶۶ (۱-۱۱) اکتشاف و تعیین خصوصیات
- ۱۷۸ (۲-۱۱) حفاری
- ۱۶۹ (۳-۱۱) سیستم‌های پیشرفته زمین گرمایی
- ۱۷۱ (۴-۱۱) تولید نیرو
- ۱۷۱ (۱-۴-۱۱) سیستم بخار خشک
- ۱۷۱ (۲-۴-۱۱) سیستم بخار فلاش (تبخیر آبی)
- ۱۷۲ (۳-۴-۱۱) سیستم دوگانه
- ۱۷۲ (۴-۴-۱۱) سیستم‌های خنک‌کننده نیروگاهی
- ۱۷۲ (۵-۴-۱۱) تبدیل انرژی
- ۱۷۳ (۶-۴-۱۱) یکپارچه‌سازی سیستم نیروی زمین گرمایی
- ۱۷۵ (۵-۱۱) پمپ حرارتی زمین گرمایی
- ۱۷۶ (۱-۵-۱۱) گرمایش و سرمایش با منبع زمینی