

انرژی زمین گرمایی

نوشته: هارش گوپتا، سوکانتا روی

ترجمه: مهندس مهدی ملکپور



فهرست

۷	مقدمه
۱۱	فصل ۱: چشم‌اندازی از انرژی
۲۷	فصل ۲: مفاهیم اساسی
۴۳	فصل ۳: انتقال حرارت
۶۱	فصل ۴: سیستم‌ها و منابع زمین گرمایی
۷۵	فصل ۵: شیوه‌های اکتشاف
۱۴۳	فصل ۶: ارزیابی و استخراج
۱۹۱	فصل ۷: میدان زمین گرمایی سروپريتو، مکزیک
۲۲۵	فصل ۸: وضعیت جهانی بهره‌برداری از ذخایر زمین گرمایی
۲۵۹	فصل ۹: انرژی حرارتی اقیانوس‌ها
۲۷۵	نمایه
۲۸۷	منابع

مقدمه

چشمه‌های آب گرم از دیر باز برای مقاصد آب درمانی استفاده شده‌اند. با این حال، استفاده از انرژی حرارتی زمین به عنوان منبع جدید انرژی، در اوایل قرن بیستم و بعد از تولید اولین برق زمین گرمایی در لادرلو ایتالیا در سال ۱۹۰۴ آغاز شد. با گذشت زمان، جمعیت دنیا از ۲/۵۹ میلیارد نفر در سال ۱۹۵۱ به ۶/۲ میلیارد نفر در سال ۲۰۰۳ رسید و مصرف جهانی انرژی نیز از ۲۷۶۰ میلیون تن متریک انرژی قابل استحصال از ذغال سنگ، به ۱۵۱۷۸ میلیون تن متریک انرژی قابل استحصال از ذغال سنگ در سال ۲۰۰۳ افزایش یافت. از این رو، انرژی‌های تجدیدپذیر، و در زمره‌ی آن‌ها انرژی زمین گرمایی اهمیت ویژه‌ی رشدی یافتند. از آنجاییکه این انرژی‌ها پاک‌تر می‌باشند، لذا توجه بیشتری را به خود معطوف می‌سازند. امروزه، بیش از ۲۰ کشور از انرژی زمین گرمایی برق استحصال می‌کنند و ۶۰ کشور نیز در حال استفاده مستقیم (غیر از تولید برق-م) از این منبع انرژی می‌باشند. در برخی کشورهای کوچک مانند ایسلند، فیلیپین و... انرژی زمین گرمایی درصد قابل توجهی از منبع تولید برق آن‌ها را شامل می‌شود. تاکنون، کل ظرفیت زمین گرمایی نصب شده در تمامی کشورها برای تولید برق برابر ۸۰۰۰ مگاوات و برای استفاده غیرمستقیم، بیش از ۱۵۰۰۰ مگاوات می‌باشد. قابل توجه است که در سال ۱۹۷۱ کل ظرفیت برق زمین گرمایی جهان، تنها ۷۰۰ مگاوات بود که رشدی چشمگیر داشته است. با مطرح تکنولوژی کنونی، نرخ رشد ۱۰ برابری قابل پیش‌بینی می‌باشد.

کتاب «انرژی زمین گرمایی: منبعی تجدید پذیر برای قرن بیست و یکم» مطالب خواندنی و پیوسته‌ای از جنبه‌های مختلف توسعه انرژی زمین گرمایی را فراهم آورده است. این کتاب، نسخه بروز شده ویرایش قبلی آن می‌باشد که در سال ۱۹۸۰ در انتشارات السویر به چاپ رسید. فصل اول با مسایل رشد روزافزون تقاضای انرژی، ناشی از افزایش جمعیت جهانی و افزایش سرانه مصرف انرژی، سروکار دارد. شیوه‌های جدید تولید الکتریسیته به طور خلاصه شرح داده شده و نقش انرژی زمین گرمایی در سناریوی آتی مشخص شده است. فصل دوم ساختار زمین را بررسی می‌کند؛ دمای آن و جریان حرارت در آن را شامل می‌شود و فرضیه صفحات تکتونیک

را در برمی گیرد. تمامی میادین زمین گرمایی یافت شده و احتمالی در مرز صفحات و محدوده آنها قرار گرفته اند. مفاهیم پایه ای انتقال حرارت و روابط کمی جریان حرارت برای پیکره های ساده در فصل سوم گردآوری شده اند. فصل چهارم طبقه بندی انواع مختلف سیستم های زمین گرمایی را در برمی گیرد. مطالب مربوط به تکنیک های استخراج، بطور مختصر مطالب مربوط به زمین شناسی، ژئوشیمی، ژئوفیزیک و تحقیقات و نقشه برداری های هوایی بطور جزئی تر در فصل پنجم بررسی شده است. نحوه کاربرد تکنولوژی استخراج موجود در یک ناحیه بخصوص و چگونگی بسط و توسعه اهداف استخراجی نیز در این فصل گنجانده شده اند. در فصل ششم نحوه دسترسی به منابع زمین گرمایی شامل حفاری، فیزیک مخازن و مهندسی و تکنولوژی تولید بحث شده اند. میدان زمین گرمایی سروپیتو در مکزیک با ظرفیت احداث شده ای ۷۲۰ مگاوات، در بین سه میدان بزرگ زمین گرمایی جهان قرار دارد. یک مطالعه موردی موشکافانه درباره این میدان زمین گرمایی در فصل هفتم آورده شده است. فصل هشتم وضعیت بهره برداری از منابع زمین گرمایی را تا حال حاضر بررسی می کند. مبحث جدید و کاملاً پیشرفته استفاده انرژی حرارتی ذخیره شده در آب های استوایی اقیانوس ها برای تولید برق و آب شرب در فصل نهم بحث شده است. در آخر نیز مرجعی از منابع بروز در این مورد گنجانده شده است.

مفاهیم با اهمیت و تکنولوژی های پیشرفته کنونی که در این کتاب گردآوری شده اند، برای فارغ التحصیلان، محققان، مهندسين و یا سرمایه گذاران در زمینه های نو قابل استفاده می باشند. توسعه انرژی زمین گرمایی متخصصین رشته های علمی سنتی متنوع مانند زمین شناسی، ژئوفیزیک، مهندسی، سرمایه گذاری و... را به صحنه عمل کشانیده است. اگرچه این متخصصین دارای ارجحیت علمی یکسانی در این زمینه می باشند اما برای داشتن هماهنگی با متخصصین سایر زمینه ها نیازمند دانشی پایه ای از سایر رشته ها می باشند که این کتاب این پیش نیاز را برای آنها فراهم کرده است.

مطالب این کتاب حاصل نتایج آزمایشگاهی و میدانی نویسنده گان می باشد که در سطح وسیعی انجام یافته اند. بازدید از میادین زمین گرمایی نصب شده و بحث و تبادل نظر با تعداد بسیاری از متخصصین بسیار مفید واقع شده است. لیست آنها بسیار طولی می باشد که قابل اشاره نیست. نویسنده اول بطور مستقیم با پروژه های پیشرفته استحصال انرژی حرارتی ذخیره شده در آب های استوایی اقیانوس هند درگیر بوده است. تشکر ویژه ای داریم از دکتر ام. راویندران، اس. کاتیرولی، پورنما جالیهال، و روبرت سینگ از موسسه ملی تکنولوژی اقیانوس، چنای کشور هند. همچنین لازم است اشاره ویژه ای به پورفسور اف. رامل، پورفسور اس. کاسینگ و پورفسور دی. چاندراساخارام که کلیه مطالب مورد نیاز را مشتاقانه در اختیار ما گذاشتند، داشته باشیم. جناب پی. رادهاکریشان کمک شایانی به ما کردند. سایر افرادی که ما را یاری رساندند عبارتند

از: خانم ام. جایاراماریو، شاراد کومارتانک، او. پراساد رایو، جی. راماجاندر، ام. کرانسی کومار، وی. راجاسخار، پی. سوندار رایو، جی. اس. واراپرساد و ام. اوماآنورادها. نویسندگان اول مایل است از سازمان انرژی اتمی، دولت هند بخاطر عضویت راجارامانا تشکر نماید. همچنین از دکتر وی. پی. دیمیری، مدیر موسسه تحقیقات ژئوفیزیک حیدرآباد، بخاطر فراهم نمودن امکانات قدردانی می‌نماییم.

از آقای فریسوون استرا از موسسه انتشارات السویر بخاطر تشویق ما به نوشتن این کتاب، از لیندا ورسینگ، جوئی هابی و سایر کارکنان انتشارات السویر و مک میلان هند، تیم تولید بخاطر تولید موفق و عالی این کتاب و کیفیت بالای چاپ آن تشکر می‌نماییم. در آخر از همسرانمان، نیجوگوپتا و راخی روی و همچنین فرزندانمان بخاطر حمایت‌شان قدردانی می‌کنیم. سوکانتا روی صمیمانه از خانواده‌اش، ساچی کانتاروی و دیپالی روی بخاطر تشویق و ترغیب‌شان سپاسگزار است.

هارش گوپتا - سوکانتا روی

حیدرآباد، هند - ۲۰۰۶