انرژی حرارتی زمین

قسمت سوم : کاربرد انرژی

نوشتهٔ :
زین‌العابدین نجات

دانشیار دانشکده‌فنی- دانشگاه تهران

چکیده :

کاربردهای انرژی حرارتی زمین بعلت قابلیت انعطاف آن در تولید نیروی برق - صنایع - کشاورزی- پزشگی وغیره فراوان است. این انرژی بادارا بودن منبع حرارتی دائمی وعدم تولید آلودگی در محیط‌زیست درسالهای اخیر موردتوجه فراوان قرارگرفته است. دراین مقاله سعی شده است کاربردهای مختلف آن به خلاصه قیدگردد تا اهمیت این نوع انرژی برای کشورمان که صادرکننده نفت وگاز است آشکارگردد.

معرفی :

بحرانهای انرژی در دنیا هرچند سال یکبار بوقوع میپیوندد وممالک جهان رابرآن میدارد که منابع انرژی درداخل کشور خود رااکتشاف وموردبهره‌برداری قرار دهند. این نوع منابع انرژی درعین قابل‌اطمینان بودن ازنظر بحرانهای انرژی جهانی آسیب پذیر نیستند. کاربردهای دیگر سوختهای فسیلی نظیر نفت وگاز درصنایع پلاستیک وغذائی ونساجی وغیره، دارندگان این نوع ذخایر رانیز برآن داشته است تا منابع دیگر انرژی راجایگزین آنها بنمایند. نیروگاههای مولد برق حرارتی وآتمی همراه با آلودگی محیط‌زیست است که خود باید موردتوجه قرارگیرد. انرژی حرارتی زمین باتوجه به منبع انرژی تقریباً همیشگی وعدم تولید آلودگی محیط‌زیست درسالهای اخیر موردتوجه فراوان قرارگرفته است. این نوع انرژی علاوه بر تولیدنیروی برق دارای کاربردهای زیادی درصنایع است که درزیر بشرح آنها می‌پردازیم:

۱- تولید نیروی برق

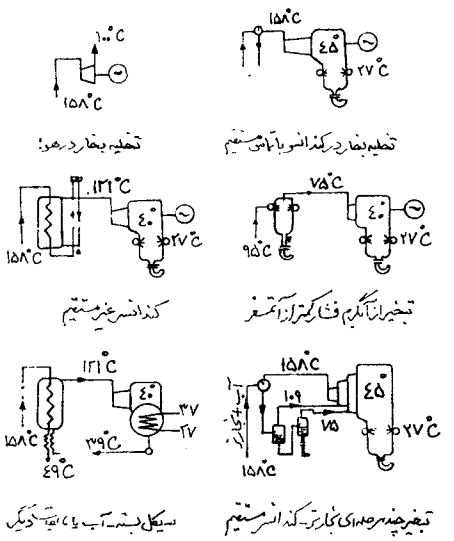
در جدول شماره یک منبع مراجعه (۱)*نشان داده شده که تاسال ۱۹۷۱، ۷۰۵ مگاوات برق‌از بخار طبیعی این نوع انرژی‌در دنیا تولیدمیشد ومراکز دیگری باظرفیت ۱۸۵ مگاوات در دست‌ساختمان‌بود.

---

* ارقام داخل پارانتز اشاره به‌منابعی مینماید که لیست آنها درآخر مقاله آمده است.

تولید نیروی برق در حال‌حاضر درگیزرز (I) آمریکا از ۸۲ به ۵۰۲ مگاوات افزایش یافته وبرنامه‌ای در دست اجراست که تاسال ۱۹۷۸ مقدار این تولید به۹۰۸ مگاوات برسد(۱).در زلاندنو پیش‌بینی می گردد که تولید برق تاسال ۱۹۸۲ بمیزان ۱۵۰ مگاوات دیگر ازدیادپیدا کرده واحتمالادر بیست‌وپنج‌سال‌آینده به‌ظرفیت کل ۱۷۰۰مگاوات خواهدرسید (۲)و(۳).

برای بخار خشک یابخارتر که‌از چاههای حفرشده خارج میگرددسیکل‌های مختلفی جهت نیرو بکار می‌رود.بخار همیشه بامقداری گازتقطیر نشدنی همراه است که مقدارآن‌در مناطق مختلف فرق مینماید. همراه بخار تر معمولا مقداری آبگرم از چاه بالا میاید که درجداکننده‌هائی در سرچاه‌از بخار حذف‌میگردد. نسبت بخار به‌آب گرم از $\frac{۱}{۴}$ تا $\frac{۱}{۱۰}$ در جاهای مختلف فرق میکند.یک سیکل ساده بخار باتوربین یک یا دومسیری جهت تولید نیروی برق مورد استفاده قرار میگیرد.بخار خارج شده‌از توربین ممکن است‌بهوای‌آزاد ارسال گردد ودراین حالت حداکثر قدرت توربین نباید از ۵ مگاوات بیشتر باشد.معمولا بخار خارج شده‌را به کندانسر ارسال میدارند.شکل ۱ سیکل‌های مختلف توربین‌های بخار را نشان میدهد (٤) و(٥).



شکل ۱ — سیکلهای مختلف توربین بخار

بستن رسوبات وخورندگی مواد شیمیایی داخل بخار در روی پره‌های توربین تولید مسائلی را می‌نمود ودر ابتدا از یک مبادل حرارتی جهت‌تولید بخار تمیز برای توربین استفاده میکردند.باتوجه‌باینکه مسائلی نظیر رسوبات وخورندگی وغیره از توربین به‌مبادل حرارتی منتقل شده وخودمبادل بهره حرارتی سیستم را پائین میآورد در طرحهای جدید ازآن صرف‌نظر شد.

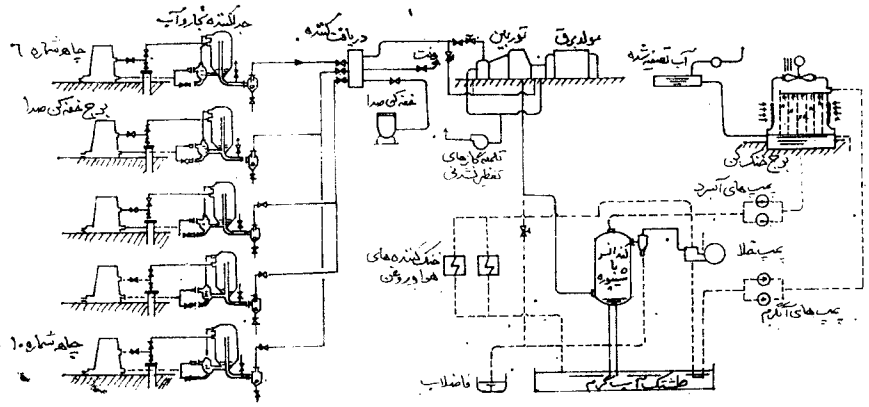
کندانسرهای مراکز تولید نیروی انرژی حرارتی زمین معمولا ازنوع شیپوره‌ای باتماس مستقیم بین آب تقطیرشده بخاروآب خنک کن است(٦).علت استفاده ازاین‌نوع کندانسرها تقلیل در قیمت تمام‌شده بوده ودر سیکل‌های فشارکم بخار استفاده فراوان دارند.

---

۱ — The Geysers

برجهای خنک کن معمولا از نوع باجریان هوای طبیعی انتخاب می گردند. بعلت حذف گرمای زیاد نسبی، هزینه آنها برای هر کیلووات نصب شده بیشتر از مراکز حرارتی سنتی است. این برجهای خنک کن باید در مقابل خورندگی ورسوبات مقاوم باشند مخصوصاً که گازهای CO_2 و H_2S همراه بخار وجود دارد .

شکل ۲ دیاگرام تولید انرژی را درمرکز اوتاکه (I)ژاپن نشان میدهد(۷).



شکل ۲ — دیاگرام تولید انرژی درمرکز اوتاکه ژاپن

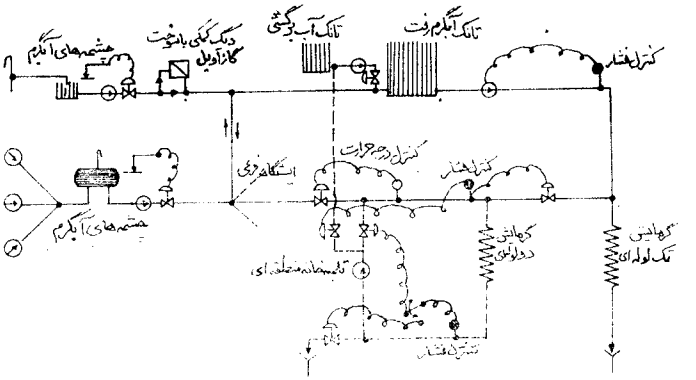
۲ـگرمایش منطقه‌ای

درجه حرارت راحت برای محیط کار وزیست بسته به‌نوع فعالیت انسان بین ۱۰ تا ۲۲ درجه سانتیگراد است در حالیکه در نقاط مختلف دنیا درجه‌حرارت هوای بیرون بطور متوسط بین ۳۰ـتا ۴۰+درجه سانتیگراد تغییر خواهد کرد. وقتیکه ذخائر انرژی حرارتی زمین بصورت آبگرم بادرجه حرارت پائین ترازنقطه جوش باشددر گرمایش ویا سرمایش منطقه‌ای میتوان ازآن ها استفاده نمود. ازاوائل‌قرن بیستم استفاده از آبگرم جهت گرمایش در ایسلاند شروع گردید ودره ۱۹۲۰ مجموعه‌ای از هفتصد خانه‌ـاستخر شنای سرپوشیده وسر باز وساختمانهای عمومی و مدارس بوسیله آب ۸۷ درجه سانتیگراد که از حفر چاه بدین‌منظور بدست آمده بود گرم شدند. این شاید اولین قدم در استفاده از انرژی حرارتی زمین برای گرمایش منطقه‌ای بود. درسال ۱۹۷۰ در ایسلاند گرمای استفاده شده جهت گرمایش منطقه‌ای‌ـگرمخانه‌های کشاورزی و کار بردهای صنعتی ازآبهائی که دارای درجه حرارت بیشتراز ۴۰ درجه سانتیگراد بود بالغ برحدود ۲۸۰ تریلیون کالری گردید. واین انرژی‌برای کشوری که فاقد سوخت‌های‌فسیلی‌است‌خیلی شایان توجه بود. در ممالک دیگر نظیر ژاپن‌ـروسیه‌ـمجارستان وزلاندنو نیز گرمایش منطقه‌ای از آبگرم طبیعی مورد توجه‌بوده است ومراکزی در حال حاضر ازآن بهره‌مند شده‌اند.

شکل ۳ دیاگرام بهره‌برداری در گرمایش منطقه‌ای را نشان میدهد(۵).

---

۱ — Otake



شکل ۳ — دیاگرام لوله کشی و کنترل گرمایش منطقه‌ای

۳ـ کاربردهای صنعتی

سیال انرژی حرارتی زمین ممکن درکاربردهامختلف صنعتی از قبیل : گرم کردن ساده- خشک کردن -تصفیه‌آب-تولید سرما-آب کردن یخ ویا درکارهای استخراج معادن بکار رود. بعضی از سیالهـا دارای مواد شیمیائی -فلزات قیمتی و گازهای غیرقابل تقطیر هستند که شاید بتوان ازآنها هم استفاده‌نمود دراین قسمت سعی میشودفقط کاربرد آن بعنوان منبع انرژی مورد بررسی قرارگیرد. در تولید محصولات ـ شیمیائی در مواردیکه احتیاج به‌انرژی حرارتی باشد بعنوان مثال: تهیه آب سنگین-لاکتوز-ریون-اکسیداتیلن الکل اتیلیک- سولفات آلومینیوم- قند از چغندر -اسید بوریک - شیرین کردن آب‌دریا وغیره(۸)ازاین انرژی استفاده بعمل میاید .

درکارخانجات تولید کاغذ وصنایع چوب در زلاند نو برای اولین دفعه از بخار طبیعی‌استفاده بعمل آمد. مصرف بخاردراین کارخانجات حدود ۲۰۰٫۰۰۰ کیلوگرم بخار در ساعت است.

در ژاپن کارخانه کوچکی وجود دارد که بااستفاده ازاین انرژی آب دریا را تبخیر کرده ونمک ازآن بدست میاید. ظرفیت این کارخانه در حدود چندصد تن نمک در سال است (۷).

در ایتالیا تا سالهای اخیر از بخار طبیعی اسید بوریک تهیه میکردند. بعلت هدر رفتن زیاد بخـار این روش از بین رفت وحالا بااستفاده از گرمایش بخار وسنگ‌های معدنی که بمحل حمل میگردد اسیـد بوریک لازم را تهیه می‌نمایند.

در ژاپن برای آب کردن یخ‌وبرف خیابانها در مناطق سردسیر از این انرژی استفاده بعمل‌میاید.

٤ـ کاربردهای کشاورزی وغذائی

گرم کردن فضای داخل گرمخانه ها برای کشاورزی بااستفاده از این نوع انرژی از ابتـدای این قرن متداول بوده‌است. همزمان باآن گرم کردن خاك زراعتی در مناطق سرد سیر زیر مورد توجه‌فراوان قرار گرفت. دراین دو روش از آبگرم طبیعی استفاده می گردد که درجه حرارت آن پائین و در حدود ٤٠ سانتیگراد است. هزینه گرم کردن گرمخانه‌هادر ممالکی که سوختهای‌فسیلی ندارند بالغ بر ۱۵ تا ۲۰ درصد قیمت تمام شده محصولات می گردد وبهمین دلیل کار بردسیال انرژی حرارتی زمین در ممالکی نظیرایسلاند

ژاپن ـ مجارستان وغیره مورد توجه فراوان قرار گرفت. اولین گرمخانه ازاین نوع در ایسلاندساخته‌شد ودر سال ۱۹۷۰ در آن کشور ۱۱۰۰۰۰ مترمربع گرمخانه که باآبگرم طبیعی گرم می‌شدند وجود داشت.

درممالکی نظیر زلاندنو ـ ژاپن-مجارستان وایسلاند، اصطبل ها-اطاقهای شیر دوشی وفضاهای ـ دیگر مزارع ـ اطاقهای جوجه کشی وغیره بااین آب گرم میشوند. آب استخرهای تکثیر ماهی نیز در ژاپن وایسلاند بوسیله این انرژی بدرجه حرارت مطلوب رسانده‌میشود. کشت درختان‌مناطق‌حاره ونگهداری ـ تمساح هادرنقاط سردسیر ژاپن بااستفاده‌ازآن ممکن شده‌است .

کاربردهای پزشکی وتوریستی

استفاده از چشمه های آبگرم و گل جوشان تاریخچه بسیار قدیمی دارد. استحمام در این چشمه ها بمنظور التیام بخشیدن به‌امراض جلدی ویا بمقاصد فیزیوتراپی بسیار مرسوم است. در ژاپن بطور متوسط هر نفر درسال به‌یک چشمه آبگرم مراجعه می‌نماید.

چشمه های آبگرم درحال حاضر تبدیل بمراکز توریستی شده است. درجه‌حرارت آب این چشمه ها در حدود ۴۰ درجه سانتیگراد میباشد. چشمه های آبگرم معدنی ایران مورد توجه مردمان نقاط مختلف کشور بوده واستحمام ویا آشامیدن آب آنها بسیار رایج میباشد. باید توجه داشت آب بعضی از چشمه ها دارای‌مواد اسیدی است واز نظر شرب مناسب نیستند. مطالعات اندکی در ایران در جهت شناسائی چشمه های آبگرم بعمل آمده است وتنها در سالهای اخیر طرحهائی در دست تهیه است که از چشمه های خاص بعنوان مراکز پزشگی وتوریستی بتوان استفاده نمود (۹) (۱۰)و(۱۱).

منابع مراجعه

۱ — زین‌العابدین نجات : انرژی حرارتی زمین (قسمت اول) معرفی موضوع ـ نشریه دانشکده فنی شماره ۳۰ دی‌ماه ۱۳۵۳.

2— W.E. Scott : Rising Fuel Costs Boost to Geothermal Energy, Energy International, Vol. 12, No. 1, 1975,

3— W. E. Scott : New Zealand Looks again at Geothermal Energy Sources, Energy International, Vol. 11, No. 6, 1974,

4— Z. Nejat : Geothermal Enerby , Int. Conf. Mech. End. , Lahore, 1979.

5— U.N.E.S.C.O. : Geothermal Energy , Review of Research & Development, Pbris, 1973,

6— T. Usui & K. Aikawa : Engineering & Design Features Otake Geothermal Power Plant, U. N. Symposium, Pisa, 1970,

7— Japan Geothermal : Geothermal Energy Utilization in Japan, 1974, Energy Association.

8— C. Chilton : Process Requirements, Part 1, Mc Graw Hill, 1953.

۹ — محمدجواد جنیدی : چشمه های معدنی ایران ـ انتشارات دانشگاه تبریز شماره ۲۸ ـ ۱۳۴۸.

۱۰ — وزارت نیرو : مطالعه سیستماتیک چشمه های معدنی ایران ـ جلد اول ـ ۱۳۵۳.

11— Z. Nejat : Prospect of Geothrmal Enegy in Iran, Jurnal of J. G. E. A., Vol. 13, No. 2, 1976,