

طراحی سیستم گرمایش ساختمانها با استفاده از انرژی زمین گرمایی

سید اسماعیل رضوی

حسین حسین پور آزاد

دانشکده مهندسی مکانیک

دانشکده مهندسی معدن

دانشگاه صنعتی سهند

دانشگاه صنعتی سهند

www.razavi.s5.com

چکیده

در کار حاضر، بخشی از ناحیه سبلان از لحاظ پتانسیل انرژی زمین گرمایی برای گرمایش خانگی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. مطالعات آماری داده‌های حاصل از تحقیقات انجام یافته درنوا حی سرعین و مشکین شهر نشان می‌دهد که این مناطق دارای پتانسیل قابل ملاحظه‌ای در زمینه انرژی زمین گرمایی بوده و حتی در مقایسه با منابع زمین گرمایی کشورهای دیگر جهان دارای ویژگی‌هایی ممتاز می‌باشد. با مطالعه و بررسی وضعیت زمین شناسی و موقعیت جغرافیایی منطقه و با در نظر گرفتن شرایط فیزیکی شیمیایی حاکم نتیجه گیری شد که سیستم گرمایشی غیر مستقیم برای استفاده از انرژی زمین گرمایی در تاسیسات گرمایشی ساختمانهای مسکونی آن مناطق مناسب می‌باشد. در سیستم پیشنهادی طراحی بهینه صورت گرفته است. تحقیقات نشان داد که می‌توان از انرژی نهفته در آبهای زیرزمینی این منطقه به طور مطمئنی برای گرمایش منازل و همچنین انجام برخی فرآیندهای صنعتی از جمله خشک سازی میوه‌جات، در صنایع چرم سازی و بخش کشاورزی استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: انرژی، زمین گرمایی، تاسیسات گرمایشی، رسوب‌گذاری، مبدل گرمایی کویلی، گاز زدایی، فیلتراسیون.

نمادها:

C: Calorimeter
Ch: Coil heating
D: Degasser
F: Filter

H: House
HE: Heat Exchanger
P: Pump
PW: Production Well
Rh: Radiation heating
RW: Reinjection Well
SE: Safety Equipments

۱- مقدمه

سیستم گرمایشی زمین گرمایی در بسیاری از کشورهایی که دارای منابع زمین گرمایی بزرگی هستند، مورد استفاده می‌باشد. کاربرد این سیستم باعث خروج بویلرهای با سوخت فسیلی از صحنه گردیده است و در نتیجه از طرفی به میزان قابل توجهی در سرمایه‌گذاریها صرفه جویی شده و از طرف دیگر از میزان آلاینده‌های محیط زیست بطور چشمگیری کاسته شده است. در کل، انرژی زمین گرمایی جزو منابع انرژی تجدید پذیر به شمار می‌رود. مطمئن‌ترین راه برای ازدیاد عمر یک پروژه زمین گرمایی افزایش بازده حرارتی آن می‌باشد [9]. این کار با انتخاب و طراحی بهینه اجزاء و مدار سیستم گرمایشی زمین گرمایی صورت می‌گیرد. بهترین روش بهره‌برداری، استخراج کمترین مقدار سیال زمین گرمایی و تامین مقدار گرمای مورد نیاز است. در بهره‌برداری از انرژی زمین گرمایی با مشکلاتی مانند رسوبگذاری (Scaling) در لوله‌های انتقال، خوردگی (Corrosion) لوله‌ها و سایر تجهیزات و افت دمایی در خطوط لوله مواجهیم. ضمناً فشار در خطوط انتقال نیز مهم بوده و در نهایت انتخاب بهینه پارامترهای مربوط به خطوط لوله از جمله قطر، طول و جنس لوله‌ها الزامی است. مشخص بودن نوع چاه از لحاظ آرتزین یا غیر آرتزین بودن خیلی مهم است. در صورتیکه چاه آرتزین بوده و دارای فشار و دبی مطلوب باشد نیاز به استفاده از ایستگاه پمپاژ در خط اصلی کمتر خواهد بود. دمای سیال زمین گرمایی در دهانه چاه از پارامترهای کلیدی در سیستم

گرمایشی منطقه‌ای زمین گرمایی می‌باشد. ممکن است چاه حفر شده از نوع آرتزین بوده و دارای فشار و دبی مناسبی باشد ولی بعلاوه پایین بودن دمای سیال، برای استفاده در سیستم گرمایشی مناسب نباشد.

ایتالیا اولین کشوری بود که از این انرژی در صنعت بهره برد [5]. سپس کشورهای مختلفی همچون ژاپن، ایالات متحده آمریکا شروع به سرمایه‌گذاری بر روی پروژه‌های زمین‌گرمایی نمودند. اکنون کشورهایی که بیشترین بهره‌برداری را از منابع انرژی زمین‌گرمایی دارند عبارتند از: ایالات متحده، ژاپن، ایتالیا، نیوزیلند و فیلیپین [۱]. ایسلند نیز در سال 1928 بهره‌برداری از آبهای زمین‌گرمایی را جهت استفاده در سیستم گرمایشی خانگی شروع کرد. در همین زمان در لاردلو (ایتالیا) از بخار دما پایین حاصل از منابع انرژی زمین‌گرمایی در مبدل‌های حرارتی جهت گرم کردن خانه‌ها و سایر کاربردها استفاده شد در کار حاضر مدلی برای گرمایش خانگی با استفاده از انرژی زمین‌گرمایی پیشنهاد شده است.

۲- جایگاه کنونی انرژی زمین‌گرمایی در جهان

انرژی زمین‌گرمایی با داشتن پتانسیلی در حدود 4×10^{22} ژول بعد از انرژی خورشیدی در جهان قرار دارد. [۲] از این انرژی در نیروگاه‌ها برای تولید برق نیز استفاده می‌شود. منابع گسترده‌ای از انرژی زمین‌گرمایی در ایالت‌های غربی آمریکا شناسایی شده است [3].

در ایران نیز منابع زمین‌گرمایی قوی در نقاط مختلف شناسایی شده‌اند. در این زمینه تحقیقاتی در سال ۱۳۵۴ توسط شرکت برق ایتالیایی آغاز گردید و در منطقه‌ای به وسعت ۲۶۰۰۰۰ کیلومتر مربع این مطالعات انجام گرفتند [۳]. در نتیجه این مطالعات چهار ناحیه مساعد که عبارتند از: نواحی سبلان، خوی و ماکو، سهند و دماوند تشخیص داده شد. [۳، ۶]. استان اردبیل بعلاوه واقع شدن در نوار ولکانیکی ترشیر ایران، یکی از مناطق مستعد برای استفاده از منابع انرژی زمین‌گرمایی در ایران به حساب می‌آید. وجود چشمه‌های متعدد آب گرم (در حدود ۳۳ چشمه آب گرم شناخته شده است) در ناحیه سرعین، مشکین شهر و دیگر نقاط استان با پتانسیل‌های بسیار قوی و مساعد نشانگر فعالیت‌های هیدروترمالی رشته کوه‌های سبلان بوده و گویای ارزش‌های بالای اقتصادی در این ناحیه می‌باشند [3].

بر اساس بررسی‌های به عمل آمده، کشور ایران دارای پتانسیلی بالغ بر 60×10^9 گیگاژول انرژی زمین‌گرمایی قابل برداشت برای استفاده مستقیم در کشور می‌باشد [6]. امروزه با بهره‌گیری از تکنولوژی جدید و تزریق مجدد سیالات زمین‌گرمایی به داخل مخزن، انرژی زمین‌گرمایی به عنوان یکی از منابع تولید انرژی با حداقل آلودگی‌های زیست محیطی مورد توجه قرار گرفته است [5]. سرمایه‌گذاری انجام شده در جهان در بهره‌برداری از منابع انرژی زمین

گرمایی در طول دهه 1983-1992 نشان دهنده یک رشد چشمگیر و افزایش ۸۰٪ نسبت به مدت مشابه قبل از آن می‌باشد که میزان این سرمایه‌گذاری به 14.3 میلیارد دلار بالغ می‌گردد [7,3,1]. طرح درازمدت بهره‌برداری از انرژی زمین گرمایی در غرب ایالات متحده جهت توسعه بهره‌برداری از منابع زمین گرمایی غرب ایالات متحده، سازمان جدیدی به نام بخش انرژی (DOE) در اواخر ژانویه 2000 تاسیس گردید. هدف این سازمان افزایش بهره‌برداری از انرژی زمین گرمایی برای تولید هر چه بیشتر انرژی است [1].. طرح ابتکاری جدید دیگری نیز با عنوان Geopowering the West در زمینه حمایت بیشتر از تولید الکتریسیته با بهره‌گیری از انرژی زمین گرمایی و تامین انرژی گرمایی و الکتریکی مورد نیاز برای میلیون‌ها واحد مسکونی و تجاری در ایالت‌های غربی آمریکا معرفی گردیده است. با افزایش تولید و استفاده از انرژی به دست آمده از گرمای درونی زمین در قالب طرح مذکور تغییرات عمده‌ای در میزان تولید ملی انرژی ایالات متحده بوجود خواهد آمد. در این طرح بر روی سه هدف اصلی تاکید شده است:

- ۱- تامین حداقل ده درصد انرژی الکتریکی مورد نیاز ایالات غربی تا سال 2020 از طریق نصب نیروگاه‌های زمین گرمایی با ظرفیت 20000 مگاوات الکتریکی .
 - ۲- تامین انرژی گرمایی و الکتریکی مورد نیاز حداقل هفت میلیون خانوار آمریکایی تا سال 2010 با استفاده از منابع زمین گرمایی.
 - ۳- انتظار می‌رود که تا سال 2006 تعداد ایالت‌های آمریکا که دارای تاسیسات نیزوگاہی زمین گرمایی هستند تا دو برابر افزایش یافته و به هشت ایالت برسد.
- در ایران نیز طرح تاسیس نیروگاهی در منطقه مشکین‌شهر در دست مطالعه است. این نیروگاه که از بخار حاصل از منابع زمین گرمایی منطقه تغذیه خواهد شد دارای ظرفیتی در حدود 100 MW بوده و پیش‌بینی شده است که تا سی سال عمر داشته باشد. در صورتیکه شرایط حاکم بر منابع زمین گرمایی منطقه مذکور اجازه دهد می‌توان با استفاده از روش بهره‌برداری پله‌ای (Cascading Application) بیشترین بهره را از این منابع برداشت نمود. و مخصوصاً در جهت تامین انرژی مورد نیاز برای سیستم گرمایشی شهرها و روستاهای منطقه استفاده بهینه را از آنها برد [12].

۳- انواع کاربردهای انرژی زمین گرمایی

منابع انرژی زمین گرمایی تنها به مخازن محتوی سیالات زمین گرمایی محدود نمی شود. شود باید گفت که زمین همانند یک منبع ذخیره انرژی عظیمی است که ۴۷٪ انرژی خورشید را جذب می کند. (بیش از پانصد برابر انرژی مورد نیاز در هر سال) [10]. این انرژی توسط خاک به اعماق زمین منتقل و در آنجا ذخیره می شود. حال این انرژی در حوزه انرژی زمین گرمایی قرار گرفته و جزو آن به شمار می رود. برای بهره برداری از این انرژی پمپهای حرارتی بهترین فن آوری موجود در عصر حاضر می باشد. بدیهی است که این سیستم هم می تواند بصورت گرمایشی و هم به صورت سرمایشی عمل کند. گفتنی است که از پمپهای حرارتی در کاربرد سیالات زمین گرمایی دما پایین نیز استفاده می شود [۱۴]. انواع کاربرد انرژی زمین گرمایی در نمودار لندال نشان داده شده است [8].

اجزا و تجهیزات تشکیل دهنده یک سیستم گرمایشی منطقه ای زمین گرمایی عبارتند از: تجهیزات دهانه چاه، ایستگاههای تقویتی، مبدل حرارتی، لوله های انتقال و سایر تجهیزات جنبی

۴- طراحی یک سیستم گرمایشی منطقه ای زمین گرمایی ناحیه سبلان

این ناحیه در حدود ۳۳ چشمه آب گرم دارد که پتانسیل بالای منابع زمین گرمایی منطقه را نشان می دهد عمده ترین چشمه های آب گرم سبلان در ناحیه دشت اردبیل را چشمه های سرعین و ویلادره تشکیل داده اند. وجود این چشمه ها نشانگر آخرین فعالیتهای ماگماتیسم در منطقه می باشد که این فعالیتها تحت تاثیر زمین لرزه ها بوده و لرزه ها نیز باعث افزایش دما و دبی چشمه ها می گردد [3]. این چشمه ها غنی از CO_2 بوده و در ردیف چشمه های بی کربناته سدیک یا کلر بی کربنات سدیک و کلسیک قرار دارند. حداکثر درجه دما، در آبهای عمقی بوده و با نزدیک شدن به سطح بعلت مخلوط شدن با آبهای سطحی و همچنین به دلیل خروج گازهای محلول مخصوصاً CO_2 ، دمای این آبها کاهش می یابد. این کاهش $11^{\circ}C$ به ازاء متصاعد شدن 100^{mg} گاز کربنیک است. دمای این چشمه ها در سطح حدوداً $12^{\circ}C$ و در عمقهای زیاد به $250^{\circ}C$ می رسد. بررسیها نشان می دهد که تمامی آبهای گرم اطراف سبلان از ترکیب مقدار بسیار کم آبهای گرم با مقدار بسیار زیاد آبهای سطحی بوجود می آیند. همچنین نتایج حاصل از آزمایشات نشان می دهد که آبهای عمقی و سطحی منشأ جوی، در حالیکه گازهای موجود منشأ ماگمایی دارند [3].

۵- عناصر موجود در آبهای گرم ناحیه سبلان

مقدار سیلیس آبهای مذکور در حدود 10 mg/lit و مقدار سیلیس آمورف تابع درجه حرارت می باشد. مقدار SH_2, CO_2 در منشا آبهای گرم بیشتر است. آنالیزهای شیمیایی نشان داده است که مقادیر عناصر اصلی و جزئی در سالهای مختلف متغیر بوده و علل این تغییرات تاثیر فعالیتهای ماگمایی، فومارولها و زمین لرزه می باشد. گازهای نامبرده به ندرت بصورت همزمان در یک منبع زمین گرمایی یافت می شوند. در کل چشمه های آب گرم منطقه به دو گروه تقسیم می شوند: بی کربناته (چشمه های سرعین) یا سولفوردار (چشمه های قوتور سویی). گازهای محلول اثر مستقیم بر روی اسیدیت و کاهش P^H آنها دارد. در این مورد می توان به آبهای گرم ویلادره و آب ژنرال اشاره نمود که به ترتیب دارای P^H برابر با 6.5 - 5.4 - 6.8 - 5.6 می باشند. مقدار اکسیژن در آبهای منطقه بسیار ناچیز می باشد که باز نشانگر عمیق بودن منشا گازها می باشد.

جدول ۱ درصد عناصر اصلی موجود در چند تا از چشمه های آب گرم منطقه سرعین را نشان می دهد [۳].

جدول ۱ درصد عناصر اصلی در چشمه های آبگرم منطقه سرعین

		کاتیون %			%		
	کاتیون+آنیون (میلی اکی والان)	<i>Na + K</i>	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>HCO₃</i>	<i>Cl⁻</i>	<i>So₄⁻</i>
A ₁	27.19	29.10	15.56	5.73	16.25	25.25	7.20
A ₂	26.68	25.27	14.05	5.84	17.80	25.17	7.64
A ₃	13.45	22.00	20.52	6.69	12.11	24.16	13.90
A ₄	26.88	31.39	12.90	5.50	19.79	21.50	8.89
A ₅	26.28	26.28	13.88	5.63	17.50	25.35	7.91
A ₆	26.12	30.00	15.97	3.82	17.22	24.38	8.61
A ₇	25.94	29.49	14.64	6.06	17.43	23.94	8.32
A ₈	27.02	29.97	14.24	5.57	17.43	24.20	8.32
A ₉	26.56	30.60	13.55	6.11	18.62	23.06	8.62
A ₁₀	26.84	29.50	14.15	6.26	18.25	23.01	8.53

بنابراین، پدیده رسوبگذاری پوسته‌ای در تاسیسات گرمایشی ناحیه سبلان پیش بینی می‌گردد که مشکلات موجود در

تاسیسات آب گرم سریع، صحت این پیش بینی را نشان می‌دهد. در نتیجه، سیستم گرمایشی غیر مستقیم، بعنوان

سیستم مناسب برای گرمایش ساختمانی در ناحیه سبلان پیشنهاد می‌گردد.

طرح شماتیکی از این نوع سیستم در شکل ۱ نشان داده شده است.

۶- شرح اجزای سیستم

- چاه تولید (production well): شرح مفصل حفاری چاههای عمیق آب در [5] ارائه شده است. جدول زیر مختصر اطلاعاتی در مورد چاههای حفاری شده در ناحیه سبلان (دره گاومیش گلی در منطقه سرعین) را نشان می‌دهد [۳].

عمق (m)	C^o	(lit/s)	(mm)
0-10			153
10-70	35	5	132
70-120	46	15	112
120-150	50	70	93
150-220	57	105	93

مشاهده می‌شود که با افزایش عمق حفاری، هم دبی و هم دما افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد با انتخاب عمق حفاری

در حدود $500^m - 600^m$ بتوان به دمای مطلوب در حدود 90^{oc} دست یافت.

- فیلتر (filter): با توجه به زمین شناسی منطقه و آزمایشهای شیمیایی آبهای گرم موجود در آن استفاده از سیستم

فیلتراسیون در چاه ضروری است. اصولاً برای ذرات بزرگتر از 1^{um} (حالت ایده‌آل) باید از فیلتر استفاده شود ولی

جهت کاهش هزینه و راحتی کار بهتر است از فیلتر برای ذرات بزرگتر از 5^{um} استفاده گردد. ضمناً چاه (تولید) طوری

باید طراحی شود که بتوان در صورت نیاز اقدام به تعویض فیلتر نمود.

- تجهیزات ایمنی (safety equipments): در ناحیه سبلان فعالیتهای تکتونیکی و لرزه‌زا شدید بوده و فعالیتهای ولکانیکی نیز در کنار آن وجود دارد. بنابراین و با توجه به مطالب قبلی استفاده از تجهیزات ایمنی در دهانه چاه ضروری به نظر می‌رسد. همچنین در مواردی همچون تعمیر و بازسازی چاه که سیستم باید از مدار خارج شود، این قسمت می‌تواند بعنوان شیر کنترل نیز عمل کند.

- ایستگاه پمپاژ (pump station): به دلیل وضعیت زمین ساخت منطقه، اکثر چاههای حفر شده از نوع آرتزین بوده و به نظر می‌رسد تا حدودی می‌تواند فشار مورد نیاز برای خطوط انتقال را تامین کند در صورتیکه فشار چاه کافی نباشد، از یک ایستگاه پمپاژ تقویتی در مسیر استفاده می‌شود. این ایستگاه بصورت Stand by عمل می‌کند.

- مبدل حرارتی (heat exchanger): دربخش قبل نتیجه گیری شد که برای گرمایش (زمین گرمایی) در ناحیه سبلان، سیستم گرمایشی غیر مستقیم مناسب است. شاخص این سیستم همان مبدل حرارتی است. بدیهی است که ورود مستقیم سیال زمین گرمایی به تاسیسات داخل ساختمان باعث رسوب‌گذاری شدید در آنها شده و در مدت کوتاهی همه تجهیزات (مخصوصاً رادیاتورها و کویلها) را از کار خواهد انداخت. مبدل «حرارتی صفحه‌ای» (plate heat exchanger) بعنوان مناسبترین نوع مبدلها برای این نوع سیستمها پیشنهاد می‌شود [13,11,7].

- جدا کننده گاز (degasser): همانطور که قبلاً نیز گفته شد آبهای گرم ناحیه سبلان محتوی مقادیر بالایی گازهای محلول همانند H_2S, CO_2 می‌باشند. برای جلوگیری از ورود این گازها به اتمسفر که می‌تواند آلودگی شدید ایجاد نماید استفاده از این وسیله در سیستم ضروری است. و همچنین با توجه به اینکه منشا این گازها ماگما بوده و دمای

بالای آبهای مذکور بیشتر ناشی از وجود این گازهاست. بنابراین جایگاه تعیین شده برای این وسیله در مدار، منطقی‌تر به نظر می‌رسد.

- رادیاتورها (radiators) و کویلها (coils): از رادیاتورها در طراحی ارائه شده برای گرمایش فضای اتاقها و از کویلها جهت گرم کردن آب مورد نیاز جهت مصرف در آشپزخانه، حمام و دستشویی استفاده شده است. [۱۵]

۷- شرح کار سیستم

آب گرم با دمایی در حدود $90^{\circ}C$ توسط چاه از منبع زمین گرمایی استخراج می‌شود. برای کاهش مشکلات رسوب‌گذاری در لوله‌ها و مسدود شدن مجاریها از فیلتر استفاده شده برای قطع کردن کل مدار در مواقع لزوم تجهیزات ایمنی (SE) در دهانه چاه بکار گرفته می‌شود. فشار مدار باید در حدی باشد که جریان آب گرم بصورت مناسب در خطوط انجام گیرد. فشار مورد نیاز از دو طریق تامین می‌شود. یا چاه آرتزین بوده و فشار بصورت طبیعی تامین می‌شود و یا اینکه از ایستگاه پمپاژ استفاده می‌شود. از آنجاییکه ممکن است فشار سیستم در ارتباط با شرایط تکنیکی و فعالیتهای ولکانیکی منطقه متغیر باشد. بنابراین از یک ایستگاه پمپاژ بصورت Stand by در مدار استفاده شده است. برای جلوگیری از رسوب‌گذاری در خطوط لوله خانگی از مبدل حرارتی (HE) استفاده می‌شود، آب گرم زمین گرمایی وارد مبدل حرارتی شده بعد از گرم کردن آب تمیزی که در سیستم ثانویه جریان دارد، دمایش را از دست می‌دهد سپس از مبدل حرارتی خارج شده، وارد سیستم جدا کننده گاز (D) می‌گردد. این سیستم گازهای محلول در سیال زمین گرمایی را جدا کرده و بصورت کنترل شده از مدار خارج می‌کند. حال آب زمین گرمایی با دمایی پایین‌تر از $20^{\circ}C$ بطرف چاه تزریق جریان می‌یابد. آب تمیزی که در سیستم ثانویه در جریان است با گردش در داخل HE تا دمایی در حدود $70^{\circ}C$ گرم شده و بطرف ساختمانها هدایت می‌گردد. در "A" DETAIL سیستم داخلی یکی از ساختمانها بطور جزئی تر شرح داده شده است. آب گرم تمیز بعد از عبور از کالریومتر وارد خط مصرف می‌شود. خط مصرف از کویلها و رادیاتورها تشکیل شده است. کویل بصورت موازی با رادیاتورها در مدار قرار گرفته است. بنابراین آب گرم همزمان وارد دو خط می‌شود ولی می‌توان با استفاده از شیرهای نصب شده در این خطوط به دلخواه هر یک از خطوط را مستقل از دیگری از مدار خارج کرد. از یک طرف آب سرد شهری وارد کویل شده و بعد از گرم شدن در آن ذخیره شده و می‌توان از آن جهت تامین آب گرم مورد نیاز در حمام، آشپزخانه و

دستشویی استفاده کرد و در نتیجه این آب وارد فاضلاب شده و از مدار خارج می‌شود. حال آب گرم سیستم ثانویه از یک طرف با دمایی در حدود $20^{\circ}C$ از کویل و از طرف دیگر با همان دما از رادیاتورها خارج شده و توسط یکدستگاه پمپ در مدار بسته‌ای به طرف HE هدایت می‌گردد و بدین ترتیب سیکل تکرار می‌گردد.

۸- بحث، نتیجه گیری

در حال حاضر وجود منابع بزرگ نفت و گاز در ایران و توجه خاص مسئولین به بهره‌برداری از آن منابع، از دو دیدگاه دورنمای موقعیت کشور را در صحنه انرژی متزلزل نشان می‌دهد. یکی اینکه نسل آینده در این عرصه به کلی نادیده گرفته شده است. نفت و گاز از جمله کالاهایی محسوب می‌شوند که زود بازده بوده و در مواقعی که بحران اقتصادی موقتی گریبان‌گیر جامعه می‌گردد می‌توان با فروش سریع آن بحران را خاتمه داد. با توجه به اینکه میزان ذخیره این منابع محدود بوده و تجدیدپذیر نمی‌باشند از طرفی با سرعت سرسام‌آوری که منابع مذکور تخلیه می‌شوند، لزوم توجه مسئولین به نسل آینده و اقدامات جدی ضروری می‌نماید. دیگر اینکه بهره‌برداری از منابع انرژی تجدیدپذیر مخصوصاً زمین گرمایی با وجود پتانسیل بالای آن در کشور شدیداً مورد بی‌توجهی قرار گرفته است و از آنجاییکه بهره‌برداری از منابع انرژی زمین گرمایی، هم اکنون با مشکلاتی همچون رسوب املاح معدنی در خطوط انتقال و محدودیت در فاصله انتقال سیال زمین گرمایی از چاه تا محل بهره‌برداری مواجه است بر شدت این بی‌توجهی می‌افزاید. منابع انرژی زمین گرمایی در گستره وسیعی از کشورمان وجود دارد و خوشبختانه بیشتر این منابع در مناطقی قرار دارند که قطب صنعتی و کشاورزی می‌باشند. بنابراین مشکل فاصله انتقال تا حدود زیادی توسط خود طبیعت حل شده است. می‌ماند مشکل رسوب‌گذاری در خطوط انتقال که باز در کشورهای پیشرفته صنعتی این مشکل نیز تا حد رضایت‌بخشی حل شده و هنوز تحقیقات در این زمینه ادامه دارد و با ارایه راه‌کاری مناسب و از طریق انتقال تکنولوژی و تشویق نیروهای علمی- فنی علاقمند جهت تحقیق در این زمینه می‌توان به نتایج مطلوبی دست یافت.

مناطق که از لحاظ منابع انرژی زمین گرمایی باید مورد توجه خاصی قرار گیرد آذربایجان می‌باشد. ناحیه سیلان واقع در استان اردبیل با پتانسیل بالا شناخته شده است. اما وجود املاح معدنی به مقدار زیاد در منابع ناحیه مذکور، مشکل رسوب‌گذاری در خطوط لوله را تشدید می‌نماید. که می‌توان علاوه بر اقداماتی همچون نصب سیستم فیلتراسیون در

چاه، کنترل PH سیال زمین گرمایی و استفاده از سایر مواد شیمیایی موثر و مجاز، از مبدل حرارتی نیز در خط اصلی استفاده کرد. برای این مورد مبدل حرارتی صفحه‌ای پیشنهاد می‌گردد.

همچنین وجود مقادیر زیاد گازهای محلول همچون H_2S, CO_2 در صنایع مذکور می‌تواند مشکلات زیست محیطی ایجاد نماید. نیز از آنجاییکه منشأ این گازها ماگما می‌باشد خروج آنها از سیال زمین گرمایی باعث افت شدید دما و تسریع رسوب‌گذاری در خطوط انتقال خواهد شد. برای حل این مسائل راهکارهای زیر ارائه می‌گردد:

اولاً برای خروج گاز از مدار وسیله‌ای بنام «جدا کننده گاز» (Degasser) پیشنهاد می‌گردد. ثانیاً برای جلوگیری از افت دما و ایجاد رسوب در خط اصلی، طبق طرح ارائه شده نصب این وسیله در خط برگشتی به چاه تزریق مناسب‌تر خواهد بود. از گازهای حاصل شده می‌توان بعنوان محصولات جنبی در صنعت استفاده نمود.

مشکل دیگر پدیده خوردگی در تجهیزات و خطوط لوله انتقال می‌باشد که عامل اصلی آن وجود اکسیژن در سیال زمین گرمایی می‌باشد. ولی با توجه به اینکه مقدار اکسیژن در منابع آن ناحیه خیلی ناچیز بوده و حتی در اعماق زیاد به ندرت یافت می‌شود، به نظر می‌رسد خوردگی در حدی نباشد که مشکلی جدی برای سیستم ایجاد کند. ولی باز لازم است در انتخاب مواد سازنده تجهیزات فلزی و بخصوص جنس لوله‌ها دقت زیادی اعمال گردد.

۹- مراجع

- [1] ماهنامه سانا، وزارت نیرو (معاونت انرژی) - سازمان انرژیهای نو، شماره‌های مختلف.
- [2] حاج سقطی اصغر، «مدیریت مصرف انرژی در یک ساختمان مسکونی و ...»، چهارمین کنفرانس سراسری روستا و انرژی چابهار - ۳ و ۴ اسفند ۱۳۷۹.
- [3] ملک قاسمی فرهاد، طرح تحقیقاتی از طریق شرکت سمتا، ۷۵-۱۳۷۳.
- [4] فکوهی ناصر، «آمایش سرزمین. شهرهای جدید و استراتژی بهینه‌سازی مصرف انرژی»، دومین همایش انرژی ملی ایران، جلد دوم، تهران - اردیبهشت ۱۳۷۸.
- [5] حسین پورآزاد حسین، پایان نامه کارشناسی (شناسایی و بهره‌برداری از منابع انرژی زمین گرمایی) شهریور ۱۳۸۱.
- [6] شکیبی خشایار، «انرژی زمین گرمایی»، اطلاعات علمی، سال شانزدهم، شماره ۵، اسفند ۱۳۸۰.

- [7] Mary H.Dickson and Mario Falvell ,Geothermal Energy ,John Wily and Sons ,1995.
- [8] M.Albu , D.Banks and H.Nash, Mineral and Thermal Ground water Resources, Chapman and Hall, 1997.
- [9] Dai Chauanshan and Liangjun, "Optimum Design and Running of PHEs in Geothermal District Heating ",Tianjin Geothermal Research and Training Center,Tianjin University, Tianjin,Vol.20-No.4,1999.
- [10] "Largest Geothermal System in Ohio goes to high school",Engineered System , Mars 2001,Vol.18.Issue3.
- [11] Sadik Kakaç and Hongtan Liu , "Heat Exchangers Selection,Rating and Thermal Design", Library of Congress Cataloging –in- Publication Data,1997.
- [12] [www.eren.doe.gov/geo/powering the west](http://www.eren.doe.gov/geo/powering_the_west) و سایر سایتهای مرتبط با انرژی
- [13] Fraas, Arthur P. ,Heat Exchanger-Design and Construction, John Wiley and Sons, 1980.
- [14] Chernyak, O.V, Heat Pumps, Moscow-Mir Pub.,1979.
- [15] Hall and Fred, Building Services and equipment, Longman Scientific and Technical ,1990.