

# نقش توسعه انرژی زمین گرمایی در کشور

و

## «تولید آسان نفت سنگین»

منوچهر فتوحی

سازمان انرژیهای نو ایران (سانا)

### واژه‌های کلیدی:

انرژی زمین گرمایی، منابع نفت سنگین، انرژی جنبشی، گرانشی، رانش (نفوذپذیری) یا تراوایی (Permeability)، پمپ گرمایشی، منابع فسیلی

### پیشگفتار

پژوهشهای زمین گرمایی که از سال ۱۳۵۲ در کشور ایران انجام شده مؤید آن است که اکثر مناطق ایران به ویژه نواحی محروم دارای انرژی زمین گرمایی است. از این انرژی بی‌پایان (تجدیدپذیر) می‌توان برای احداث نیروگاههای برق؛ تأمین سرمایش و گرمایش محله‌های مسکونی؛ استخراج و تولید اقتصادی نفتهای سنگین با گرانشی ۱۰ تا ۲۵ API؛ خشک کردن میوه‌ها و غلات؛ پرورش آبزیهای اقیانوسی؛ کشت و برداشت سبزی‌ها؛ گلها در گلخانه استفاده کرده و در نتیجه از کاربرد انرژی پرازش فسیلی (نفت، گاز و زغال‌سنگ) بطور چشم‌گیر صرفه‌جویی کرد و ذخایر انرژی فسیلی را برای آینده کشور ذخیره کرد. چون هنوز انرژی به انعطاف‌پذیری و انواع فراورده‌های حاصل از انرژی فسیلی در جهان شناخته نشده است.

در این نوشتار نقش توسعه انرژی زمین گرمایی در رابطه با بهره‌برداری از منابع نفت سنگین یا بازیافتی نفت باقی مانده در مخزن و استفاده از چاههای متروکه (اکتشافی) نفت که بعللی استخراج و تولید از آنها مقدور یا مقرون به صرفه نبوده است مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در این رابطه به عنوان مثال از منابع نفت و زمین گرمایی تکزاس (Texas) و نواادا (Nevada) اشاره خواهد شد و نیز یادی از مشاهدات حفاری اکتشافی طاق‌دیس‌های و هدف‌های نفتی در ایران مورد بررسی قرار می‌گیرد تا باشد در آینده با مطالعه و بازنگری به گزارشهای چاههای اکتشافی متروکه نفت کشور به توان با بهره‌گیری توأم انرژی زمین گرمایی و نفت را نیز در ایران دایر کرد.

### مناطق مستعد برای اکتشافات انرژی زمین گرمایی

کشور ایران در منطقه فعال زمین ساخت و کمربند زمین لرزه جهانی واقع شده، آثار آتشفشانهای خاموش عهد حاضر (سبلان، دماوند، آرات و بزمان)؛ آتشفشان نیمه فعال (تفتان)؛ گردونه‌های آتشفشانی ارومیه دختر (شمال غربی تا جنوب شرقی ایران) گسلهای فعال (نهبندان، نایند، درونه، تبریز، دشت بیاض، ... غیره) و زمین لرزه‌های شدید همه گواه نیروی زمین گرمایی بی‌پایان در کشور می‌باشد. چنانکه در مقاله‌ها و گزارشهای مدون اکتشافی زمین گرمایی هم آمده (شکل ۱) در اطراف ساختارهای اشاره شده در بالا گرمابه‌ها، گازفشانها، چشمه‌های آبگرمهای فراوان نیز وجود دارد که همه شواهدی هستند بر وجود انرژی زمین گرمایی در کشور. با توجه به این که برخی از ساختارها و عوارض اشاره شده در بالا در مناطق و میدانهای نفت‌خیز جنوب، جنوب شرقی، جنوب غربی و شمال و شمال شرقی ایران نیز مشاهده شده‌اند. بنابراین استدال نواحی انرژی زمین گرمایی در اکثر نقاط به ویژه مناطق محروم ایران گسترده است.

## اکتشافهای منابع نفت و گاز

شرکت ملی نفت ایران در اکثر نقاط ایران عملیات اکتشافی زمین شناسی ژئوفیزیکی انجام داده است، در پایان براساس اکتشافهای مذکور اقدام به حفر چاههای اکتشافی گردیده است. به تجربه مشاهده شده که برخی از چاههای اکتشافی (ساختارها طاقدیسها) مورد نظر عاری از مواد نفتی بوده یا استخراج و تولید آنها بعلی مقرون به صرفه شناخته نشده‌اند و در نهایت چاههای مذکور متروک گردیده‌اند. در صورتی که براساس بررسیها و پژوهشهای امروزه که طی مقاله‌ها در مجلات علمی اکتشافی نفت و زمین گرمایی انتشار یافته است از این گونه منابع می‌توان توأم با انرژی سیال زمین گرمایی بهره‌برداری اقتصادی کرد؛ که موضوع بحث این مقاله است. برای این منظور روش استخراج و تولید نفت سنگین (گرانروی ۱۰ تا ۲۵ API) جنوب ایالت تکزاس و نوادا در امریکا را که بطور عملی انجام شده مورد بررسی قرار داده و اجرای آن در میداین نفت یا چاههای متروکه ایران پیشنهاد می‌شود.



## شکل ۱- سیمای انرژی زمین گرمایی

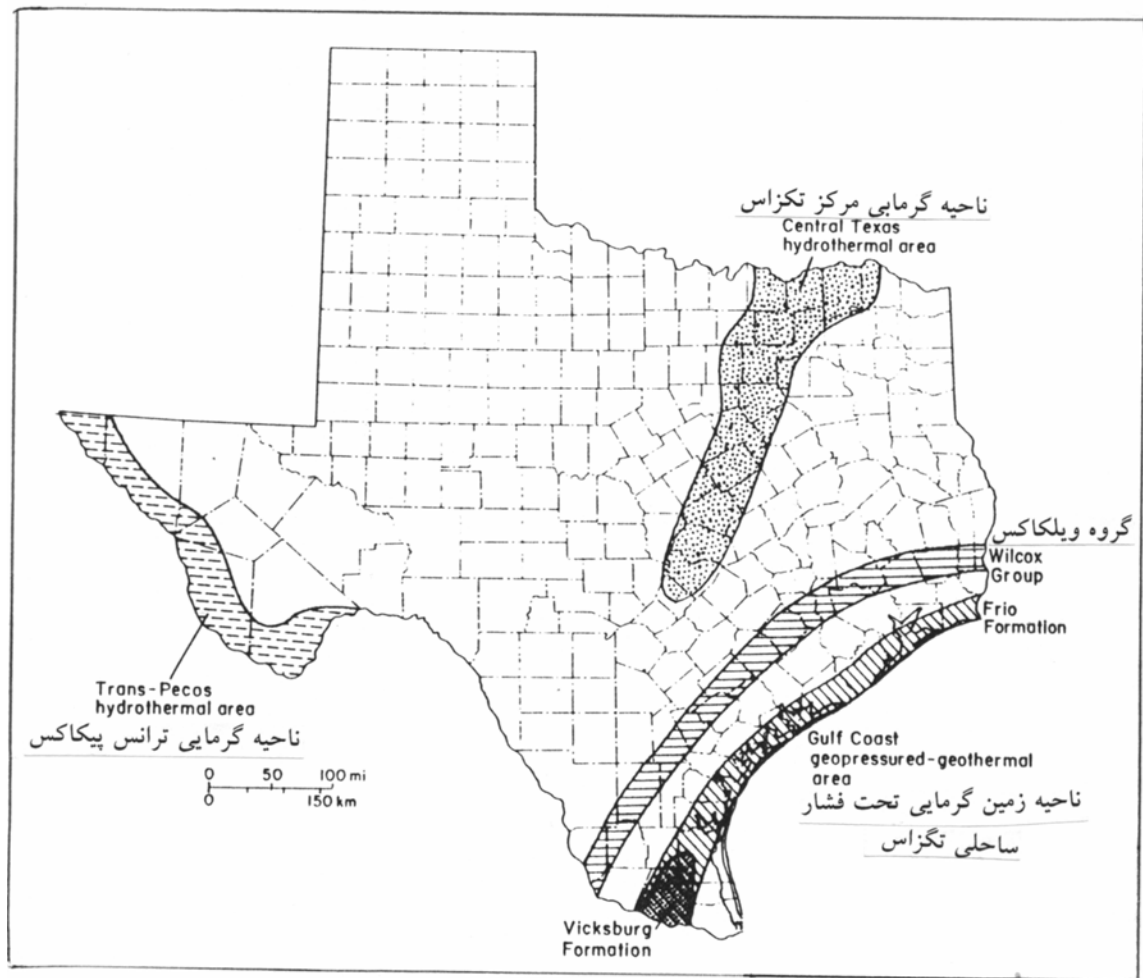
### تولید منابع نفت سنگین جنوب تکراس بوسیله انرژی سیال زمین گرمایی:

منابع بسیار بزرگ از ذخایر انرژی زمین گرمایی تحت فشار در کناره ساحلی خلیج تکراس (شکل ۲) شناخته شده‌اند که در منطقه ساختاری فروزمین یا کافتی (Rift) با منبع گرمایی (hydrothrmal) ارتباط دارند؛ به عبارت دیگر ناحیه گرمایی دارای گسلهای زیادی است که تحت فشار طبقات زمین و ایستایی آب نیز قرار گرفته‌اند. بنابراین فشار سیال خیلی زیاد است. بعلاوه ارزانی نفت در تکراس استفاده از منابع انرژی زمین گرمایی یاد شده در بالا اقتصادی نبود تا در سال ۱۹۹۱ (۱۳۷۰ هـ شمسی) با پیشرفت تکنولوژی از منابع تحت فشار زمین گرمایی ساحل جنوبی تکراس به وسیله سه عامل انرژی: حرارت (آب داغ) شیمیایی (گاز طبیعی محلول سیال زمین گرمایی) و انرژی جنبشی (Kinetic Energy) مثل انرژی هیدرولیکی توأم مورد استفاده قرار گرفت. وزارت نیروی امریکا برای حمایت این پدیده با کاهش مالیات کاربرد انرژی زمین گرمایی را مورد تشویق قرار داد.

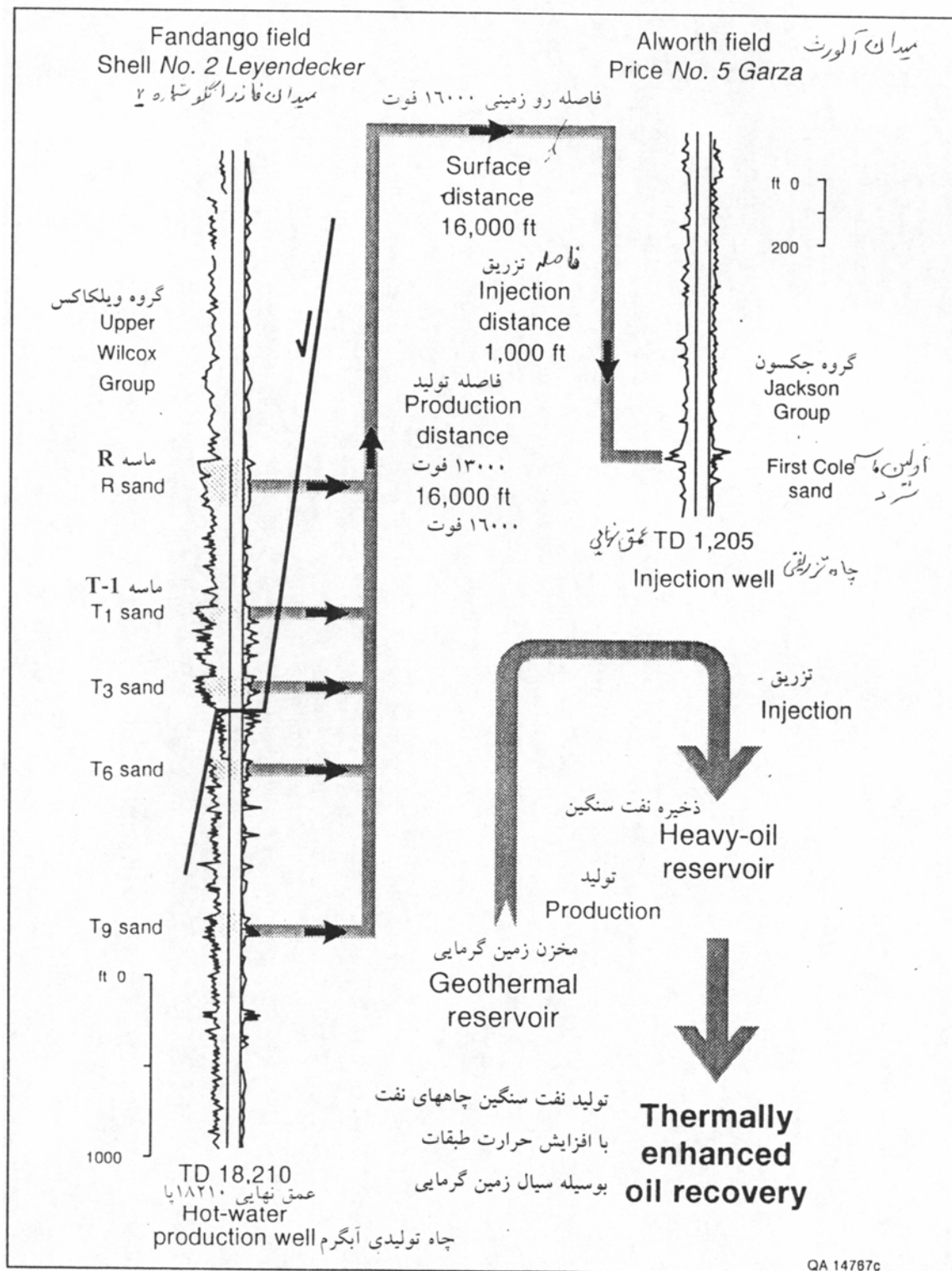
تزریق سیال داغ تحت فشار زمین گرمایی به طبقات چاههای نفت سنگین به منظور پایین آوردن غلظت (گرانروی و نیروی کششی) اولین بار در سال ۱۹۹۱ بوسیله «نگوس- دوویز» (Negus-de Wys) پیشنهاد و عملاً اجرا گردید؛ با کاربرد این پدیده تولید آسان و اقتصادی نفت سنگین میسر گردید. تنها مشکل این بود چاههای زمین گرمایی مذکور در نزدیکی چاه نفت قرار گیرد. در سواحل جنوب غربی تکراس منابع نفت سنگین و زمین گرمایی تحت فشار با هم (شکل ۲) در یک چاه قرار گرفته‌اند بطوریکه منابع زمین گرمایی پالیوسن - ایوسین (Paleocene- Eocene) یعنی گروه ۲ و ۳ ولکاکس (Wilcox) در حدود ۳-۵ کیلومتر زیر منابع نفت سنگین در سازند جکسون (Jackson) از دوران ایوسن در یک چاه ظاهر گشته است. در این چاه با تزریق سیال و بخار داغ حاصل از طبق زمین گرمایی (شکل ۳) بطور همزمان می‌توان نفت سنگین را به آسانی استخراج کرده و از نیروی سیال زمین گرمایی تحت فشار (انرژی زمین گرمایی) نیز استفاده اقتصادی کرد. بعبارت دیگر از انرژی فسیلی و زمین گرمایی توأم بهره‌گیری کرد. برای اجرای این نوع پروژه باید مطالعات و مراتب زیر را مورد توجه قرار داد. سپس طرح مورد نظر را عملاً اجرا نمود:

۱- داشتن اطلاعات دقیق اولیه زمین شناسی داده‌های مهندسی مخازن چاه

۲- آزمایش سیال زمین گرمایی از نظر تولید نفت با افزایش درجه حرارت (روان کردن نفت و پایین آوردن غلظت نفت)



شکل ۲- منابع نفت سنگین و زمین گرمایی گرمایی تحت فشار، جنوب غربی تکزاس



شکل ۳- تزریق سیال زمین گرمایی در لایه‌های نفتی (سنگین) تکزاس

- ۳- بررسی ویژگیهای مخازن نفت سنگین (در ایران) مخصوصاً داده‌هایی از قبیل: تخلخل، نفوذپذیری، نوع سنگ مخزن و درجه API با گرانروی نفت خام تولیدی ... غیره.
- ۴- بررسی و آزمایش سیال ویژگیهای نفت مخازن از نظر گرانروی متوسط تا سنگین در منطقه گسترده میدان نفت سنگین (مثل طاق‌دیس گرگان جنوب دریای خزر)
- ۵- بررسی امکان استحصال نفت با گرانروی متوسط تا سنگین در مناطق جنوب و شمال و فلات قاره ایران
- ۶- بررسی داده‌های حفاری به ویژه وزن و داده‌های گل حفاری و عملیات لوله گذاری و تزریق و شستشوی سنگ مخزن با اسید. چون امکان دارد در نتیجه تزریق اسید به مخزن باعث از بین رفتن تخلخل و رانش مخصوصاً در مخازنی که ماسه‌ای بشود.

## امکان بهره‌گیری توأم انرژی فسیلی و زمین گرمایی

### در ایران

براساس پژوهشهای علمی و اکتشافی انجام شده در کشور، اکثر مناطق مختلف ایران منابع انرژی زمین گرمایی پیش بینی می‌شود که در آتیه در تأمین انرژی کشور سهم به سزا خواهد داشت. در این مورد به مراتب زیر باید توجه خاص شود: الف) حفظ ذخایر انرژی فسیلی برای آتیه کشور الزامی و حیاتی است چنانکه در آینده منابع فسیلی (نفت گاز و زغال سنگ) تمام شود یا قادر به تأمین مصرف روزمره اجتماع آینده نشود فاجعه بزرگی پیش بینی می‌شود؛ برای این منظور کشورهای آینده‌نگر جهان سعی دارند انرژی فسیلی مورد نیاز خود را از کشورهای نفت‌خیز تأمین کنند و انرژی موجود در محل خود را برای آینده نگهدارند. چنانکه ایالات متحده آمریکا استخراج ذخایر شناخته شده در فلات قاره غرب (کالیفرنیا) را ممنوع اعلام کرده، حتی استخراج نفت روزانه از چاههای نفتی حاضر را به مقدار کم محدود کرده است و از انرژیهای تجدیدپذیر به ویژه انرژی زمین گرمایی حداکثر استفاده را می‌کند.

ب) تولید انرژی مکانیکی از ذخایر تحت فشار زمین گرمایی کمک شایان ذکری است. از این انرژی برای تولید برق یا مستقیم جهت آبیاری از رودخانه‌ها (تلمبه زنی) می‌توان استفاده کرد.

پ) کاربرد انرژی زمین گرمایی در محل (بطور مستقیم یا غیرمستقیم) باعث کاهش مصرف انرژی فسیلی می‌شود.

ت) ایجاد استخرهای بزرگ برای پرورش آبزیهای اقیانوسی، چون اکثر سیالهای خروجی از چاههای زمین گرمایی شبیه آب اقیانوسها است یا می‌توان با مخلوط کردن کمی آب شیرین آن را مناسب برای پرورش آبزیهای مذکور نمود.

ث) بالاخره مصرف انرژی زمین گرمایی بطور بارزی از انتشار گازهای گلخانه‌ای جلوگیری می‌کند.

ج) بهینه‌سازی تولید نفت سنگین بوسیله سیال انرژی زمین گرمایی که امروزه در جهان متداول گشته است در ایران نیز می‌توان از این روش برای روان کردن و تولید بیشتر نفت سنگین در میادین نفتی استفاده کرد که شرح آن به قرار زیر است.

### بهره‌برداری از ذخایر نفت سنگین

گزارشهای چاههای اکتشافی که در گذشته بعلت داشتن نفت سنگین غیرقابل تولید بوده و متروک گردیده باید بطور دقیق مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد. یعنی نمودارهای موجود، آزمایشهای انجام شده و نظرهای تهیه کننده گزارش مجدداً باید ارزیابی و بررسی گردد. برای این منظور چاههای متروکه به شرح زیر رده بندی می‌شود.

الف) مخازن نفت سنگین که بعلت گرانی (API) ۲۴ - ۲۵ پس از بهره‌برداری مقداری از نفت سنگین در تخلخل باقی مانده قابل بهره‌برداری نبوده لذا چاه متروک شده

ب) چاههایی که بعلت گرانی نفت سنگین قابل بهره‌برداری نبوده

پ) چاههایی که سیال تحت فشار با کمی گاز محلول

ت) چاه کم عمق که دارای گاز مردابی و آب

ث) چاههایی که بعلت برخورد به طبقات آب گرم زمین گرمایی غیرقابل استفاده شده است.

ج) چاههای خشک و گرم

الف) مخازن نفت سنگین که بعلت گرانی (API) ۲۴-۲۵ کاملاً تخلیه نشده‌اند بهره‌برداری از این نوع مخازن در گذشته با مشکلات مواجه بود؛ اغلب با دایر کردن بخار خارج از چاه و تزریق آن به طبقات تولید از چاه را امکان پذیر می‌کردند. امروزه با پدیده‌ای که مورد بحث است با عمیق کردن چاه و استفاده از آب با بخار داغ زمین گرمایی به راحتی استخراج نفت سنگین مسیر گردیده و از انرژی زمین گرمایی هم استفاده‌های حرارتی و مکانیکی می‌شود. در این مورد توصیه می‌شود برنامه‌ریزی این گونه طرحها باید تحت نظر متخصصین زمین گرمایی و مهندسين مخازن انجام و اجرا گردد.

ب) چاههایی که بعلت گرانی نفت سنگین قابل بهره‌برداری نبودن: در این چاهها و مخازن متروکه پیشنهاد می‌شود: گزارش چاه یا مخزن مورد نظر بطور دقیق بررسی و مطالعه شود، در صورتی که در اعماق زیاده‌تر از طبقات نفت وجود مخزن زمین گرمایی تشخیص داده شود، با طرح برنامه دقیق عمیق کردن چاه اجرا می‌گردد، به شرط اینکه عملیات تولید توأم نفت و انرژی زمین گرمایی اقتصادی شناخته شود.

ب) همانگونه که اکثراً مشاهده شده زیر لایه نفتی طاقدیسهای منابع تحت فشار آب موجود است مثل میدان متروکه نفت البرز (نزدیک شهر قم) در این موارد با بررسی مطالعات دقیق از نظر ژئوشیمی آب مخزن، فشار، حرارت و سایر داده‌ها چاه را عمیق کرده و مورد بهره‌برداری قرار داد یا چاههایی که سیال با کمی گاز دارند می‌توان طرح مورد نظر را اگر اقتصادی باشد اجرا کرد.

ث) در اکتشافهای ذخایر نفتی به منابع غنی از آبگرم مواجه شده‌اند که بطور مرسوم زمان (سابق) متروک گردیده‌اند، لذا پیشنهاد می‌شود گزارشهای مدون چاههای متروکه بازنگری شود تا شاید بعنوان چاه انرژی زمین گرمایی جهت تولید برق یا حرارت مورد استفاده قرار گیرد. توصیه می‌شود مطالعه این گونه چاهها زیر نظر متخصصین و دانش پژوهان زمین شناسی و زمین گرمایی می‌باید (در شرکت نفت) انجام گیرد تا باشد از ذخایر نهفته پرازش «ایران زمین» استفاده اقتصادی بعمل آید.

ج) چاههای خشک: در اکتشافهای نفتی به برخی از چاههای عمیق کاملاً خشک مواجه شده‌اند که بعلمت عمق زیاد دارای حرارت زیاد نیز بوده‌اند. از این گونه چاهها می‌توان بوسیله پدیده پمپ گرمایشی زمین گرمایی (Geothermal Heat Pump) انرژی تولید کرد؛ که از شرح تفصیلی آن در مقاله صرفنظر می‌شود.

### نتیجه

با استفاده از انرژی زمین گرمایی می‌توان نفت‌های سنگین را به آسانی و اقتصادی تولید نمود یا از چاههای متروکه نفت سنگین توأم با انرژی زمین گرمایی بهره‌برداری اقتصادی نمود.

چاههای بسیار زیادی در مناطق مختلف از ایران حفر شده که بعضی متروک گردیده‌اند در صورتی که از این چاه می‌توان انرژی زمین گرمایی تولید کرد یا از آنها با روش پمپ حرارتی زمین گرمایی استفاده نمود. بعبارت دیگر سرمایش، گرمایش ایجاد کرد و در مزارع بسته کشاورزی (گلخانه‌ای) برای تولید بذور، گیاهها، گلها، سبزیها از انرژی حرارتی آن استفاده کرد، همچنین در صنایع با ایجاد گرمایش مورد نیاز در کارخانه‌های کاغذسازی، قند و شکر، چوب خشک کنی و خشک کردن فراورده‌های کشاورزی استفاده کرد.

بطور کلی با نگرشی به این روش یا پدیده می‌توان در سوخت صرفه‌جویی کرده تا حد امکان از آلودگی محیط زیست جلوگیری نمود.

براساس مشاهدات اینجانب (در گذشته) پیشنهاد می‌شود برخی از چاههای اکتشافی متروکه مثل منطقه گیلان غرب (امام حسن و باباقر)، ماهیدشت (کرمانشاه)، گرگان (G3A)، قزل تپه و ایمر مورد مطالعه قرار گرفته و در صورت تشخیص کارشناسان (خبره) چاههای مذکور مورد بازنگری گردد، تا باشد با استفاده از آنها از هر دو انرژی (نفت و زمین گرمایی) و یا به تنهایی از انرژی زمین گرمایی بهره‌گیری کرد.

### منابع References

1. Steven J. Seni and Timothy G. Walter, Geothermal and Heavy-Oil Resources in Texas: Direct Use of Geothermal Fluids to enhance Recovery of Heavy Oil, Research conducted for the U.S. Department of Energy Division, Bureau of Economic Geology the University of Texas at Austin Texas, 1993.
2. Hulen Jeff, Oil in Dixie Valley A New Indicator for Natural and Induced Reservoir Processes, Energy and Geoscience Institute, University of Utah, Geothermal Bulletin, Vol. 28/No.1 January/February 1999, P. 6. (News Briefs).
3. Y. Noroollahi, M. Jamaladni & kh. Khosravi, Distribution Map of potential Area for Geothermal Resources in Iran, 1998, Renewable Energy Organization of Iran, 1998.