

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سند راهبردی و نقشه‌ی راه توسعه‌ی فناوری‌های مرتبط با انرژی زمین‌گرمایی

مدیر پروژه: مهندس جواد نورعلیانی
گروه پژوهشی انرژی‌های نو

راهبر: معاونت فناوری
ناشر: پژوهشگاه نیرو

کارفرما: شرکت توانیر
سفارش‌دهنده: وزارت نیرو

اعضای محترم کمیته راهبردی تدوین سند:

✦ مهندس محمدحسن امامیان

✦ دکتر سهیل پرخیال

✦ مهندس سمیه داراب

✦ مهندس شهریار جلائی

✦ دکتر اکبر شعبانی‌کیا

✦ دکتر مهران کیانی‌راد

✦ دکتر علی مرادزاده

ویرایش اول

۱۳۹۴

مقدمه

انرژی زمین گرمایی یکی از انواع انرژی های تجدیدپذیر است که از گرمای درون زمین به دست می آید. منابع انرژی زمین گرمایی را به دو گروه اصلی منابع زمین گرمایی عمیق و کم عمق تقسیم بندی می شوند. عمق مبنا برای تقسیم بندی منابع زمین گرمایی، ۲۰۰ متر می باشد. بدین ترتیب که منابع واقع در اعماق بیش از ۲۰۰ متر، منابع زمین گرمایی عمیق و منابع واقع در اعماق کمتر از ۲۰۰ متر، منابع کم عمق در نظر گرفته می شوند. منابع زمین گرمایی عمیق به دو دسته عمده منابع هیدروترمال (گرمابی) و منابع توسعه یافته (EGS) تقسیم می شوند. منابع هیدروترمال، آن دسته از منابع انرژی زمین گرمایی هستند که دارای سیال داغ (آبداغ یا بخار یا مخلوطی از هر دو) بوده و با حفر چاه های تولیدی می توان از انرژی حرارتی یا جنبشی سیال آنها بهره برداری نمود. اما، منابع زمین گرمایی توسعه یافته، منابعی هستند که به طور طبیعی و ذاتی فاقد سیال داغ می باشند. این دسته از منابع زمین گرمایی به طور طبیعی حرارت بالایی داشته و میزان نفوذپذیری ثانویه نیز در آنها بالا می باشد به نحوی که با تزریق آب به درون مخزن، آب بر اثر مجاورت با سنگ های داغ، به بخار تبدیل شده و از طریق چاه به سطح زمین راه می یابد.

منابع زمین گرمایی کم عمق نیز شامل سیستم پمپ های حرارتی می گردند که اساساً با منابع زمین گرمایی عمیق تفاوت های بسیار زیادی دارند. در واقع، این سیستم ها، سیستم های تهویه مطبوعی هستند که از ثابت بودن درجه حرارت در اعماق کم زمین بهره می برند. فناوری های مرتبط با منابع زمین گرمایی هیدروترمال به سه دسته اصلی اکتشاف، موارد کاربرد و تعمیر و نگهداری چاه ها تقسیم بندی می شوند. بدیهی است که هر یک از رده های اصلی فوق الذکر، به زیر رده های متعددی تقسیم می شوند.

منظور از ضرورت توسعه، بیان هدف غایی سیاست گزاران از توسعه فناوری مزبور است. موارد زیر را می توان به عنوان دلایل اصلی ضرورت توسعه انرژی زمین گرمایی در ایران معرفی نمود:

- در دسترس بودن منبع به صورت منظم
- پتانسیل بالا در مقایسه با سایر انرژی های تجدیدپذیر
- اثرات محیط زیستی کم
- فرصت های شغلی و توسعه اقتصادی
- افزایش امنیت انرژی
- بازار جهانی و منطقه ای رو به رشد زمین گرمایی
- پتانسیل بالای انرژی زمین گرمایی در کشور

چشم انداز توسعه فناوری های مرتبط با انرژی زمین گرمایی

«با الهام از سند چشم انداز بیست ساله توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور، نقشه جامع علمی کشور و در راستای تحقق سند چشم انداز وزارت نیرو و به منظور ارتقای توانمندی های فناورانه در بخش تولید انرژی، جمهوری اسلامی ایران با تکیه بر توانمندی های داخلی و متخصصان کارآمد و خلاق در طراحی، تولید و راه اندازی فناوری های اولویت دار حوزه زمین گرمایی به جایگاه اول رقابت پذیر در منطقه و بین ۴ کشور اول آسیا در افق ۱۴۰۴ دست یافته است.»

اهداف توسعه فناوری

حوزه پمپ حرارتی:

- ۱- جایگاه اول منطقه در عرصه علم و فناوری
- ۲- جایگاه اول در منطقه و در بین ۴ کشور برتر آسیا در تولید صنعتی بومی و رقابت پذیر
- ۳- افزایش میزان بومی سازی تجهیزات پمپ های حرارتی به میزان حداقل ۷۰ درصد ارزش تجهیزات نصب شده در افق چشم انداز سند حاضر
- ۴- توانمندی در صادرات رقابت پذیر خدمات فنی و مهندسی و تجهیزات پمپ حرارتی با سهم ۴۰ درصدی از کل خدمات فنی و مهندسی و تجهیزات پمپ حرارتی ساخت داخل با تأکید بر بخش خصوصی

حوزه تولید برق و کاربرد مستقیم:

- ۱- جایگاه اول منطقه در عرصه علم و فناوری
- ۲- جایگاه اول در منطقه و در بین ۵ کشور برتر آسیا در تولید صنعتی بومی و رقابت پذیر
- ۳- افزایش میزان بومی سازی تجهیزات زمین گرمایی به میزان حداقل ۲۰ درصد ارزش تجهیزات نصب شده در افق چشم انداز سند حاضر
- ۴- دستیابی به توانمندی در صادرات خدمات فنی و مهندسی و تجهیزات نیروگاهی با سهم ۲۰ درصدی از کل خدمات فنی و مهندسی و تجهیزات زمین گرمایی ساخت داخل با تأکید بر بخش خصوصی
- ۵- ایجاد و تقویت نمانام ملی با حداقل ظرفیت نصب شده در داخل و خارج کشور، معادل ۵۰ درصد ظرفیت نصب شده زمین گرمایی در داخل کشور و افزایش سهم صادراتی نمانام ایرانی در بازارهای منطقه ای و جهانی

حوزه منابع زمین گرمایی پیشرفته:

- ۱- جایگاه اول منطقه و جزو ۱۰ کشور برتر دنیا در عرصه علم و فناوری
- ۲- دستیابی به نیروی انسانی با کیفیت، خلاق و متخصص در حوزه های مختلف انرژی زمین گرمایی

راهبردهای توسعه فناوری

الف- در بخش اکتشاف منابع زمین گرمایی هیدروترمال:

راهبرد کلان ۱: توسعه فناوری های حوزه اکتشاف در داخل کشور از طریق توسعه درونزا در زمینه های زیر:

- فناوری های مواد و روش های آنالیز شیمیایی
- فناوری های تجهیزات آنالیز شیمیایی
- فناوری های برداشت های هوایی مادون قرمز
- فناوری نرم افزارهای کاربردی جهت توصیف و تعیین خصوصیات مخزن
- فناوری های مرتبط با نرم افزارهای بررسی داده های ژئوفیزیکی و زمین شناسی درون

چاهی

- فناوری مرتبط با نرم افزارهای ارزیابی پتروفیزیکی چاه ها

راهبرد کلان ۲: توسعه فناوری های حوزه اکتشاف از طریق حمایت و تشویق صنایع توانمند داخلی به همکاری فعالانه با پیشگامان این فناوری در دنیا

- سیستم های نمودارگیری
- سیستم های اندازه گیری پارامتری ژئومکانیکی مغزه ها
- فناوری های مواد و روش های آنالیز ایزوتوپی
- فناوری های تجهیزات آنالیز ایزوتوپی
- فناوری های مرتبط با روش MT
- فناوری های مرتبط با روش TEM
- فناوری های مرتبط با نمودارگیری متداول و پیشرفته از چاه های زمین گرمایی
- فناوری آزمایش های چاه های زمین گرمایی
- فناوری های مرتبط با تجهیزات، وسایل و دستگاه های مورد نیاز جهت اجرای عملیات چاه آزمایشی

آزمایی

- فناوری های مرتبط با عملیات چاه آزمایشی
- فناوری های مورد نیاز در آزمایشگاه بررسی خواص سیالات و سنگ مخزن

ب- در بخش تعمیر و نگهداری چاه های منابع زمین گرمایی هیدروترمال:

راهبرد کلان ۱: توسعه فناوری های حوزه تعمیر و نگهداری چاه های منابع زمین گرمایی هیدروترمال در داخل کشور از طریق حمایت و تشویق صنایع توانمند داخلی به همکاری فعالانه با پیشگامان این فناوری در دنیا:

- فناوری های مرتبط با ساخت و تعمیر و نگهداری شیر آلات سرچاهی
- فناوری های تولید مواد شیمیایی مورد نیاز برای تمیزکاری چاه های زمین گرمایی

ج- در بخش تولید برق هیدروترمال:

راهبرد کلان ۱: توسعه فناوری های حوزه تولید برق هیدروترمال در داخل کشور از طریق توسعه درونزا در زمینه های زیر:

- طراحی نیروگاه های زمین گرمایی
- اجرای نیروگاه های زمین گرمایی
- لوله و اتصالات
- فناوری های نگهداری و تعمیرات نیروگاه های زمین گرمایی در بخش الکترونیک ولتاژ بالا
- فناوری های نگهداری و تعمیرات نیروگاه های زمین گرمایی در بخش الکترونیک ولتاژ متوسط
- فناوری های نگهداری و تعمیرات نیروگاه های زمین گرمایی در بخش الکترونیک ولتاژ پایین
- فناوری های نگهداری و تعمیرات نیروگاه ها در بخش مکانیک تجهیزات اصلی
- فناوری های نگهداری و تعمیرات نیروگاه ها در بخش مکانیک تجهیزات جانبی
- فناوری های نگهداری و تعمیرات نیروگاه ها در بخش ابزار دقیق - سیستم های کنترل
- فناوری های نگهداری و تعمیرات نیروگاه ها در بخش ابزار دقیق - تجهیزات اندازه گیری
- فناوری های نگهداری و تعمیرات نیروگاه ها در بخش خوردگی
- فناوری های نگهداری و تعمیرات نیروگاه ها در بخش تست های پایش وضعیت
- فناوری های نگهداری و تعمیرات نیروگاه ها در بخش نرم افزارهای پایش وضعیت

د- در بخش منابع زمین گرمایی پیشرفته (EGS):

راهبرد کلان ۱: توسعه فناوری های حوزه منابع زمین گرمایی پیشرفته (EGS) در داخل کشور از طریق توسعه درونزا در زمینه های زیر:

- فناوری های مرتبط با اکتشاف منابع زمین گرمایی پیشرفته
- فناوری های مرتبط با تعمیر و نگهداری چاه های منابع زمین گرمایی پیشرفته

ه- در بخش پمپ های حرارتی زمین گرمایی:

راهبرد کلان ۱: توسعه فناوری های حوزه پمپ های حرارتی زمین گرمایی در داخل کشور از طریق توسعه درونزا در زمینه های زیر:

- طراحی کویل زمینی
- سیستم کنترلی و محافظتی
- مبدل های آب به مبرد دو لوله ای
- مبدل های آب به مبرد دی سوپرهیتر
- سیال کاری کویل زمینی
- آزمایش های مربوط به سیستم های بسته عمودی
- گروت ریزی

راهبرد کلان ۲: توسعه فناوری های حوزه پمپ های حرارتی زمین گرمایی از طریق حمایت و تشویق صنایع توانمند داخلی به همکاری فعالانه با پیشگامان این فناوری در دنیا

- تجهیزات سیستم های توسعه یافته
- حفاری
- مبرد
- کمپرسور
- گروت

اقدامات و سیاست‌های توسعه فناوری

۱- سیاست های ضروری لازم الاجرا جهت توسعه فناوری های مرتبط با حوزه اکتشاف

منابع هیدروترمال

الف) در بخش توسعه و انتشار دانش

- انتخاب گروهی از متخصصین خبره در صنایع دیگر که نوع تخصص آنها نزدیک به دانش و توانایی موردنیاز در صنعت زمین گرمایی است و سپس درگیر کردن آنها در پروژه‌های اکتشافی همکاری مشترک یا کنسرسیوم در منطقه یا آسیا برای کسب دانش عملیاتی لازم
- تدوین سازوکار مناسب برای افزایش همکاری‌های علمی و پژوهشی با اساتید ایرانی و خارجی دانشگاه‌های معتبر دنیا در حوزه زمین گرمایی
- حمایت از بورس‌های آموزشی در حوزه انرژی زمین گرمایی
- ایجاد گرایش خاص اکتشاف زمین گرمایی حداقل در مقطع کارشناسی ارشد در دانشگاه‌های برتر کشور
- حمایت از ایجاد مرکزی شبیه به ایسلند با هدف ایجاد محلی برای گسترش فناوری برای جهان سوم
- طرح مباحث مرتبط با اکتشاف زمین گرمایی در دوره‌های فنی و حرفه‌ای و گواهینامه‌های نظام مهندسی
- ارائه محتوای جدید در قالب دروس تخصصی و اختیاری بعضی رشته‌ها و پیشنهاد آنها توسط سازمان نظام مهندسی
- برگزاری دوره‌های کوتاه‌مدت برای مهندسان تحصیلکرده در رشته‌های مرتبط
- آموزش کاربرد نرم‌افزارها در دانشگاه‌ها
- ترجمه و تدوین کتب آموزشی در زمینه اکتشاف منابع زمین گرمایی
- برگزاری دوره‌های آموزشی بین‌المللی در حوزه اکتشاف زمین گرمایی
- تهیه و انتشار نشریه تخصصی در حوزه انرژی زمین گرمایی با همکاری دانشگاه‌های کشور

ب) در بخش به شکل دهی بازار

- ارائه مشوق های مالیاتی به شرکت های خصوصی در زمینه توسعه بهره برداری زمین گرمایی
- تدوین سازوکار لازم برای حمایت از سرمایه گذاری خطرپذیر توسط بخش خصوصی در حوزه اکتشاف زمین گرمایی
- ایجاد یک بازار مطمئن از طریق خرید دولتی از محصولات با کیفیت ساخت داخل
- تعیین مالیات اضافه تر برای انرژی های فسیلی در مناطقی که انرژی های نو در شبکه قرار می گیرند
- اعمال پاداش در تعرفه خرید برق زمین گرمایی برای احداث کنندگانی که از تجهیزات بومی استفاده می کنند از طریق وضع تعرفه های گمرکی هوشمندانه برای حمایت از محصولاتی که به صورت مناسب در داخل بومی سازی شده اند.
- بازنگری در تعرفه خرید برق زمین گرمایی

ج) در بخش به مشروعیت بخشی

- فرهنگ سازی عمومی در خصوص پذیرش همگانی انرژی های نو به عنوان انرژی های پاک و جایگزین
- تشکیل سازمان های مردم نهاد فعال در حوزه انرژی زمین گرمایی در مناطق دارای پتانسیل زمین گرمایی به منظور آشنا کردن مردم این مناطق با مزایای اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی این انرژی

۲- سیاست های ضروری لازم الاجرا جهت توسعه فناوری های مرتبط با حوزه پمپ های

حرارتی زمین گرمایی

الف) در بخش توسعه و انتشار دانش

- تدوین سازوکاری مناسب برای ایجاد تعامل با متخصصان با تجربه در صنایع دیگر و آموزش آن ها برای رسیدن به رویه های استاندارد متناسب با صنعت پمپ حرارتی زمین گرمایی
- نیازسنجی و در صورت لزوم ارائه پیشنهاد برای ایجاد دروس تخصصی زمین گرمایی در رشته های موجود و تلاش برای ارائه این دروس در دانشگاه های برتر کشور

- شناسایی اساتید توانمند رشته‌های مرتبط که موضوعات پایان‌نامه‌های آن‌ها می‌تواند در صنعت زمین‌گرمایی مورد استفاده قرار گیرد
- تدوین سازوکار مناسب برای افزایش همکاری‌های علمی و پژوهشی با اساتید ایرانی و خارجی دانشگاه‌های معتبر دنیا در حوزه زمین‌گرمایی
- در نظر گرفتن مشوق‌های مالی برای انجام پروژه‌های پژوهشی و اجرایی و بهره‌گیری از حمایت‌های معاونت علمی ریاست جمهوری و سانا در این زمینه
- ایجاد ساز و کار مناسب جهت تشویق صنایع مرتبط برای ایجاد واحد پژوهشی خاص پمپ حرارتی زمین‌گرمایی
- طرح مباحث مرتبط با زمین‌گرمایی در دوره‌های فنی و حرفه‌ای و گواهینامه‌های نظام مهندسی
- ارائه محتوای جدید در قالب دروس تخصصی و اختیاری بعضی رشته‌ها و پیشنهاد آن‌ها توسط سازمان نظام مهندسی
- برگزاری دوره‌های کوتاه‌مدت برای مهندسان تحصیل‌کرده در رشته‌های مرتبط
- آموزش کاربرد نرم‌افزارها در دانشگاه‌ها

ب) در بخش تأمین منابع

- اعطای گرنت به شرکت‌های خصوصی فعال در حوزه زمین‌گرمایی و سایر صنایع مرتبط برای گردآوری اطلاعات زمین‌شناسی لازم
- حمایت از سرمایه‌گذاری ریسک‌پذیر شرکت‌های فعال در زمینه‌های موردنیاز صنعت زمین‌گرمایی (از طریق اعطای گرنت، بیمه سرمایه‌گذاری و ...) به منظور فراهم کردن اطلاعات و زیرساخت‌های لازم
- برگزاری دوره‌های آموزشی بین‌المللی
- معرفی نیروی انسانی خبره در حوزه پمپ حرارتی به شرکت‌های علاقمند به فعالیت در این حوزه از جانب سازمان‌های دولتی مسئول
- ایجاد رشته خاص در دانشگاه جامع علمی- کاربردی برای پرورش تکنسین‌ها در حوزه‌های کاری خاص زمین‌گرمایی

ج) در بخش جهت دهی به سیستم

- اصلاح و تدوین دوره‌های استانداردهای فنی در زمینه ساخت و نصب تجهیزات مرتبط با این بخش و پیش‌بینی جریمه یا پاداش برای عدم رعایت یا عملکرد فراتر از استاندارد

د) در بخش شکل دهی به بازار

- تدوین سازوکار مناسب برای استفاده انبوه‌سازان از گزینه پمپ حرارتی برای سرمایش و گرمایش طرح‌های جدید انبوه‌سازی دولتی در مناطق جغرافیایی که قبلاً توجیه‌پذیری استفاده از این سیستم‌ها ثابت شده است
- تأمین اعتبار در خصوص جایگزینی سایر گزینه‌های سرمایش و گرمایش در ساختمان‌های بزرگ دولتی با گزینه پمپ حرارتی در مناطق جغرافیایی که قبلاً توجیه‌پذیری استفاده از این سیستم‌ها ثابت شده است
- اعطای تخفیف‌های مالیاتی افزایشی و گمرکی برای شرکت‌های فعال در حوزه تجهیزات سرمایشی-گرمایشی در صورت فعالیت در بازارهای معرفی شده پمپ حرارتی زمین گرمایی
- فراهم کردن اطلاعات و شفافیت لازم در مورد بازارهای جدید برای تولیدکنندگان به‌منظور ایجاد انگیزه فعالیت در آن‌ها در حوزه پمپ حرارتی
- ایجاد سازوکار مناسب برای افزایش جذابیت پمپ‌های حرارتی زمین-گرمایی به‌منظور استفاده در ساختمان‌ها (به‌عنوان مثال اعطای وام‌های بلندمدت خرید تجهیزات پمپ حرارتی به خانوارهای استفاده‌کننده)
- ایجاد سازوکار مناسب جهت خریدهای دولتی از محصولات تولیدی شرکت‌های دانش‌بنیان
- حمایت‌های مالی دولت از مصرف‌کننده تجهیزات زمین گرمایی (حداقل در سال‌های اول استفاده) برای برداشته شدن فشار مالی از دوش بازار
- ایجاد الزام قانونی برای استفاده شرکت‌های دولتی از پمپ حرارتی و لحاظ کردن این شرط در اعطای مجوز ساخت

ه) در بخش کار آفرینی

- واگذاری پروژههای پایلوت پمپ حرارتی ناتمام به پارک ها و مراکز رشد دانشگاهی به منظور مطالعات فنی - اقتصادی بیشتر و همچنین ایجاد شرکت های دانش بنیان در این حوزه

و) در بخش مشروعیت بخشی

- فرهنگ سازی و آگاهی بخشی به عموم مردم در مورد مزایای استفاده از پمپ حرارتی به- خصوص در مناطق جغرافیایی توجیه پذیر

۳- سیاست های ضروری لازم الاجرا جهت توسعه فناوری های مرتبط با حوزه نیروگاه های زمین گرمایی

الف) در بخش توسعه و انتشار دانش

- نیازسنجی و ارائه دروس تخصصی زمین گرمایی در رشته های موجود و تلاش برای ارائه این دروس در دانشگاه های برتر کشور
- حمایت از ارتباطات فناورانه میان مراکز علمی و صنعتی داخل با مراکز علمی و صنعتی بین المللی

ب) در بخش تأمین منابع

- تشکیل بانک اطلاعاتی از تأمین کنندگان بالقوه تجهیزات زمین گرمایی
- پایش شرکت های دارای توان بالقوه در تأمین تجهیزات خاص زمین گرمایی و دعوت از آنها برای شرکت در نمایشگاه های ملی / بین المللی صنعت زمین گرمایی و همچنین انعقاد قراردادهای خرید قطعات تولیدی برای پروژه های پایلوت
- رایزنی با بانک مرکزی جهت تسهیل ضمانت جهت سرمایه گذاری خارجی
- اختصاص بخشی از درآمد نیروگاه زمین گرمایی به تحقیق و توسعه
- تاسیس دفتر مستقل هماهنگی های زمین گرمایی
- ارائه حمایت های اطلاعاتی و واسطه ای و کمک به شبکه سازی علمی و صنعتی توسط وزارت نیرو و سازمان های مرتبط با انرژی های نو

- تسهیل در اعطای مجوزهای لازم به سرمایه گذاران جهت احداث نیروگاه های زمین گرمایی و معرفی آنان به وزارت نیرو جهت عقد قرارداد با تشکیل کمیته تسهیل اعطای مجوز

ج) در بخش جهت دهی به سیستم

- تاسیس دفتر مستقل هماهنگی های زمین گرمایی
- ارائه حمایت های اطلاعاتی و واسطه ای و کمک به شبکه سازی علمی و صنعتی توسط وزارت نیرو و سازمان های مرتبط با انرژی های نو
- تسهیل در اعطای مجوزهای لازم به سرمایه گذاران جهت احداث نیروگاه های زمین گرمایی و معرفی آنان به وزارت نیرو جهت عقد قرارداد با تشکیل کمیته تسهیل اعطای مجوز

د) در بخش شکل دهی به بازار

- تدوین نظام نامه مالکیت فکری و معنوی
- تسریع پروژه پایلوت ۵ مگاواتی مشکین شهر از طریق ارائه مشوق های مالیاتی به پیمانکار
- رویه تعیین تعرفه خرید برق زمین گرمایی تدوین گردد و هر ساله با توجه به پارامترهای موثر مانند هزینه سرمایه گذاری، نرخ ارز و نرخ تورم بازنگری گردد.

ه) در بخش کار آفرینی

- دعوت از شرکت های بین المللی معتبر برای حضور در نمایشگاه های انرژی و پروژه های پایلوت جهت آشنایی با فرصت های کشور در حوزه زمین گرمایی
- انعقاد قراردادهای سرمایه گذاری خطرپذیر مشترک با شرکت های معتبر و انتقال فناوری از آنها برای ایجاد برند جدید در ایران

پروژه های اجرایی

خوشه پروژه های مرتبط با اکتشاف منابع انرژی زمین گرمایی

- پتانسیل سنجی سراسری منابع زمین گرمایی هیدروترمال در کشور
- تدوین دانش فنی مطالعات ژئوفیزیکی اندازه گیری حرارت در سطح زمین و ساخت تجهیزات مربوطه
- تدوین دانش فنی مواد و روش های آنالیز شیمیایی آبها و گازها و تولید مواد مربوطه
- تهیه و تدوین برنامه استراتژیک و راهبردی برای اجرای یک پروژه زمین گرمایی هیدروترمال تا حصول نتیجه
- بومی سازی نرم افزارهای مرتبط جهت تجزیه و تحلیل داده های ژئوفیزیک سطحی به منظور اکتشاف منابع زمین گرمایی
- تدوین دانش فنی طراحی مفهومی و ساخت تجهیزات مطالعات MT
- طراحی مفهومی و ساخت تجهیزات مطالعات TEM
- تدوین دانش فنی طراحی مفهومی و ساخت سیستم برداشت تصاویر مادون قرمز حرارتی
- تدوین دانش فنی تجهیزات حرارت سنجی در گمانه های کم عمق و ساخت آنها
- تدوین دانش فنی تجهیزات آنالیز ایزوتوپی آبها و گازها و ساخت آنها
- تدوین دانش فنی تجهیزات مورد نیاز آزمایشگاه بررسی خواص سیالات و مخزن زمین گرمایی و ساخت آنها

خوشه پروژه های مرتبط با پمپ های حرارتی انرژی زمین گرمایی

- تدوین دانش فنی طراحی کوئل زمینی سیستم های پمپ حرارتی زمین گرمایی (GHP)
- تدوین دانش فنی و ساخت تجهیزات حفاری سیستم های پمپ حرارتی زمین گرمایی (GHP)
- تدوین دانش فنی سیستم های کنترلی و محافظتی پمپ های حرارتی زمین گرمایی (GHP)
- تدوین دانش فنی سیال کاری کوئل زمینی سیستم های بسته پمپ های حرارتی زمین گرمایی (GHP)

- تدوین دانش فنی و ساخت تجهیزات پمپ‌های حرارتی زمین گرمایی (GHP) توسعه یافته
 - تدوین دانش فنی مبدل‌های حرارتی پمپ‌های حرارتی زمین گرمایی (GHP)
 - تدوین آیین نامه استانداردهای مرتبط با آزمایش پمپ‌های حرارتی زمین گرمایی (GHP)
- بسته
- تدوین دانش فنی و تولید گروت و بررسی و تحقیق در خصوص عملیات گروت‌ریزی سیستم-های پمپ حرارتی زمین گرمایی (GHP)
 - تهیه بسته آموزشی جهت آموزش طراحان و مهندسين مشاور در حوزه پمپ های حرارتی (شامل آموزش طراحی و کاربرد سیستم های GHP در ساختمان‌ها، ممیزی انرژی، محاسبات اقتصادی مربوطه و کاربرد نرم افزارهای طراحی)
 - تدوین دانش فنی و ساخت کمپرسور سیستم های پمپ حرارتی زمین گرمایی (GHP)

خوشه پروژه های مرتبط با تعمیر و نگهداری چاه های زمین گرمایی

- تدوین دانش فنی شیرآلات سرچاهی زمین گرمایی و طراحی مفهومی و ساخت یک نمونه از آنها
- طراحی و ساخت سیستم بازدارنده رسوب گذاری در چاه‌های زمین گرمایی
- تدوین دانش فنی تعمیر و نگهداری از شیرآلات سرچاهی زمین گرمایی
- تدوین دانش فنی و طراحی و ساخت تجهیزات بازبینی درون چاه های زمین گرمایی
- تدوین دانش فنی طراحی و تولید مواد و ساخت تجهیزات لازم جهت جلوگیری از خوردگی لوله‌ها در چاه‌های زمین گرمایی
- تدوین دانش فنی و ساخت تجهیزات انتقال بهینه سیال زمین گرمایی (مانند لوله‌های آل‌بینیوس)

خوشه پروژه های مرتبط با نیروگاه‌های زمین گرمایی

- شناسایی گلوگاه‌های فناورانه نیروگاه‌های تبخیرآنی

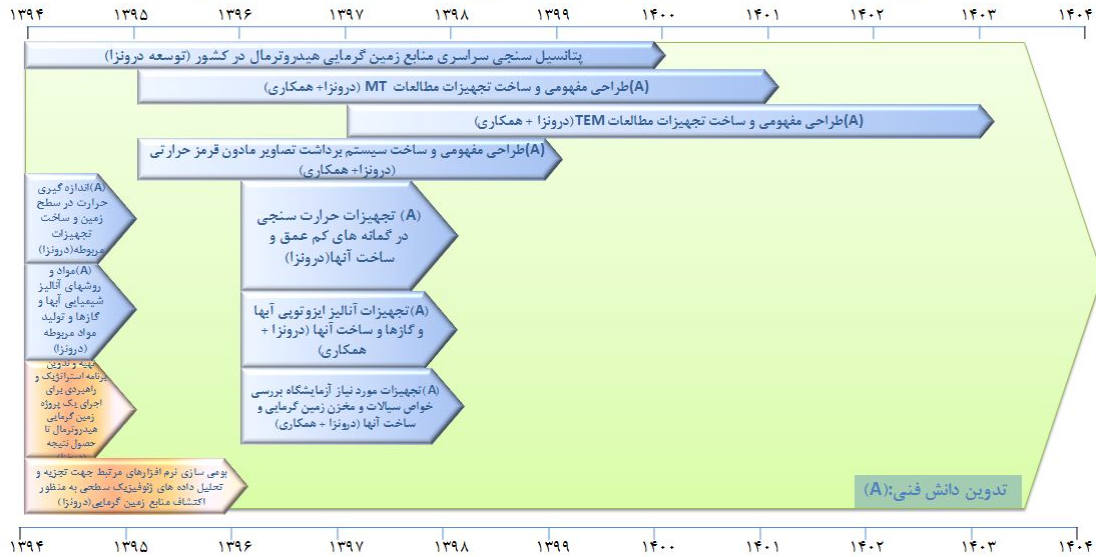
- تدوین دانش فنی طراحی نیروگاه های تبخیر آبی
- تدوین دانش فنی عملیات نصب و راه اندازی نیروگاه های تبخیر آبی
- طراحی، نصب و راه اندازی دومین نیروگاه زمین گرمایی تبخیر آبی کشور
- طراحی و ساخت یک نیروگاه پایلوت زمین گرمایی دومداره
- مستندسازی نتایج به دست آمده از پروژه ساخت نیروگاه زمین گرمایی دومداره
- شناسایی گلوگاه های فناوریانه بهره برداری از نیروگاه های زمین گرمایی دومداره
- طراحی و ساخت دومین نیروگاه زمین گرمایی دومداره در کشور
- طراحی و ساخت تجهیزات نیروگاه های زمین گرمایی دومداره و آزمایشگاه های مربوطه

خوشه پروژه های مرتبط با منابع زمین گرمایی پیشرفته (EGS)

- تدوین دانش فنی مطالعات اکتشافی منابع زمین گرمایی پیشرفته (EGS)
- پتانسیل سنجی سراسری منابع زمین گرمایی پیشرفته در کشور
- اجرای یک پروژه پایلوت نیروگاه زمین گرمایی پیشرفته (EGS) در مناسب ترین منطقه امیدبخش کشور
- تدوین دانش فنی عملیات تعمیر و نگهداری چاه های منابع زمین گرمایی پیشرفته (EGS)
- تدوین دانش فنی استحصال منابع زمین گرمایی سنگ داغ خشک (Hot Dry Rock)

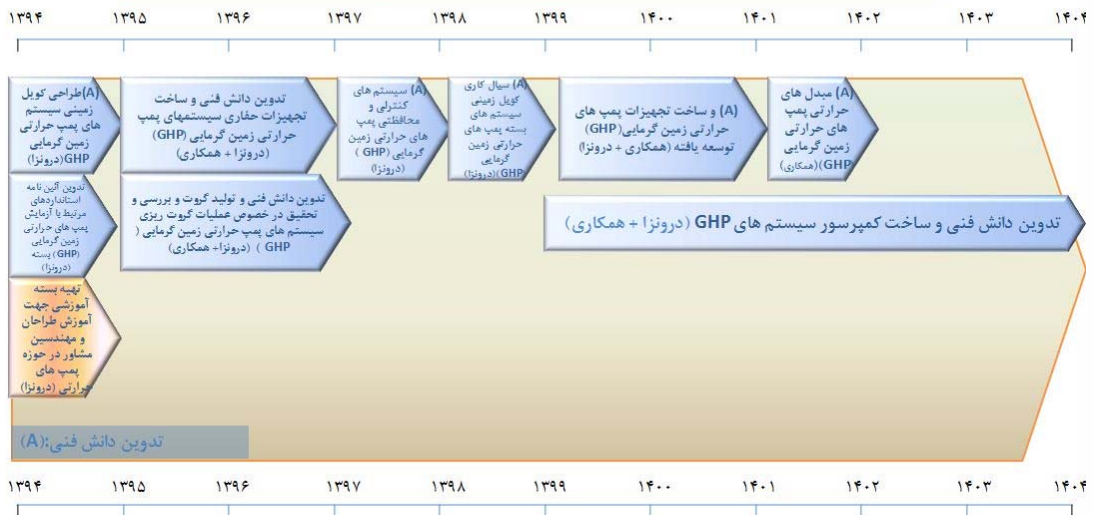
رهنگاشت (نقشه راه) توسعه فناوری های مرتبط با انرژی زمین گرمایی

نقشه راه توسعه فناوری های مرتبط با اکتشاف منابع هیدروترمال
بر اساس نظر متخصصین مربوطه



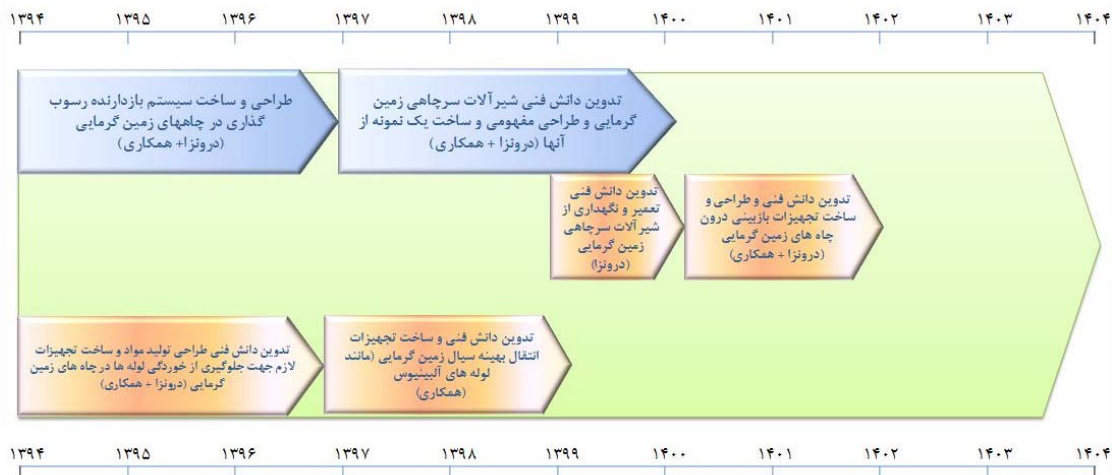
نقشه راه فناوری های مرتبط با اکتشاف منابع انرژی زمین گرمایی

نقشه راه سیستم پمپ های حرارتی زمین گرمایی بر اساس نظر متخصصین مربوطه



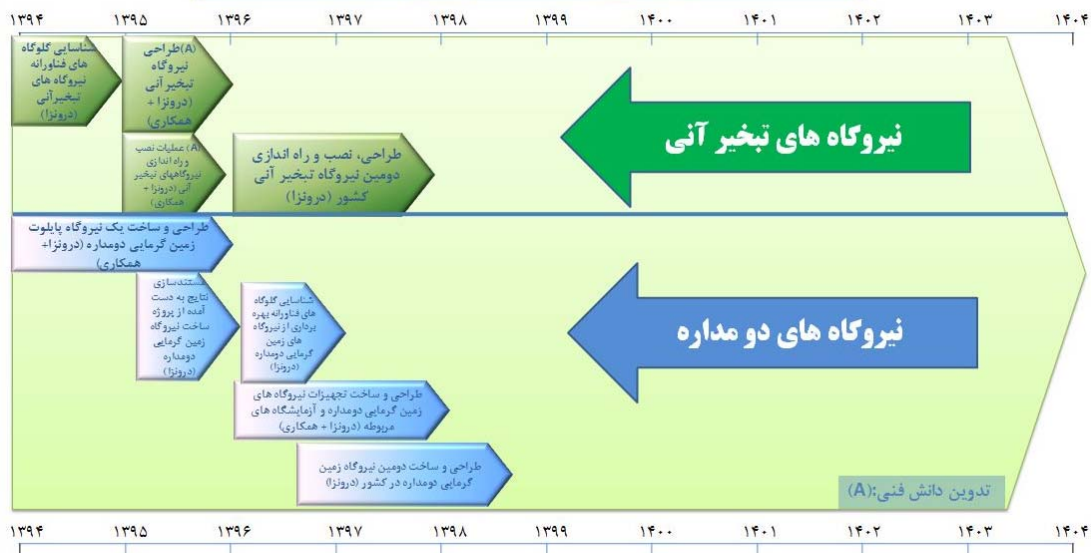
نقشه راه فناوری های مرتبط با پمپ های حرارتی زمین گرمایی

نقشه راه توسعه فناوری های مرتبط با تعمیر و نگهداری چاه های منابع زمین گرمایی
هیدروترمال بر اساس نظر متخصصین مربوطه



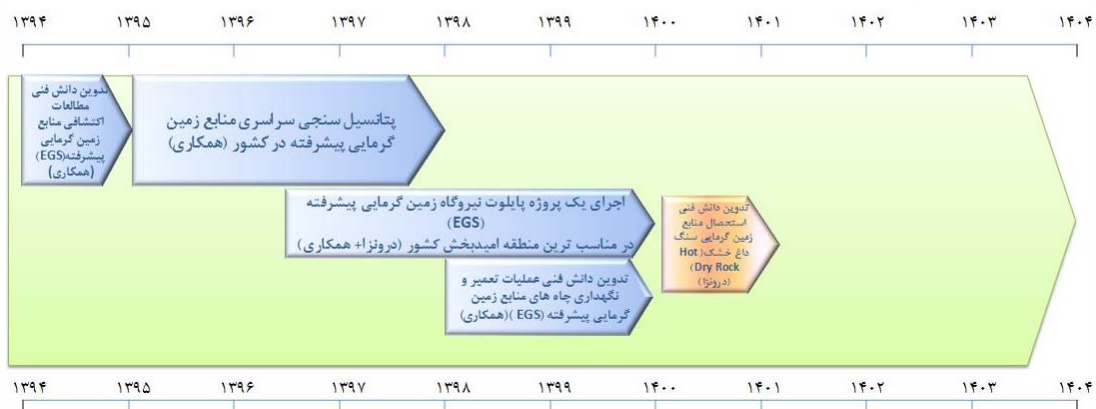
نقشه راه فناوری های مرتبط با تعمیر و نگهداری چاه های منابع انرژی زمین گرمایی

نقشه راه توسعه فناوری های مرتبط با نیروگاه های زمین گرمایی
بر اساس نظر متخصصین مربوطه



نقشه راه فناوری های مرتبط با نیروگاه های منابع انرژی زمین گرمایی

نقشه راه توسعه فناوری های مرتبط با منابع زمین گرمایی پیشرفته (EGS) بر اساس نظر متخصصین مربوطه



نقشه راه فناوری های مرتبط با منابع زمین گرمایی پیشرفته (EGS)