برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

موضوع پروژه:

ژئوترمال

برای خرید فایل wordاین پروژه اینجا کلیک کنید.
(شماره پروژه = ۴۱۵)
پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فهرست مطالب

عنوان صفحه

مقدمه ۱
خلاصه ای از تاریخچه ژئوترمال ۳
گردایان ژئوترمال ۷
سیستمهای ژئوترمال ۸
دسته بندی منابع ژئوترمال ۹
بهره برداری از منابع ژئوترمال ۱۱
کاربردهای حرارتی مستقیم (مصارف غیر الکتریکی) ۱۴
گرمایش محیطی و منطقه ای ۱۴
کاربردهای کشاورزی ۱۵
آبزی پروری ۱۸
تولید برق ۲۰
واحدهای نیروگاهی سر چاهی ۲۰
مهمترین ویژگیهای فنی انواع واحدهای نیروگاهی ۲۲
توربین بخار خروجی – اتمسفری متداول ۲۲

توربین بخار خروجی – کندانس متداول ۲۶
واحد نیروگاهی دو سیاله ۲۸
توربوآلترناتو دو فازی با جداساز دوار..... ۳۲
تجهیزات جانبی نیروگاههای زمین گرمایی ۳۹
ملاحظات اقتصادی ۴۱
هزینه تمام شده ۴۲
ملاحظات اقتصادی مربوط به نیروگاههای کوچک ژئوترمال ۴۶
اقتصاد مقیاس ۴۶
ضریب ظرفیت ۵۰
ملاحضات اقتصادی نیروگاهای خروجی –اتمسفری و خروجی –کندانس ۵۲
منابع آلودگی ۵۵
قواعد عمومی رفع زیست محیطی ۶۰
نتایج ۶۱
پیوست ۶۴
مراجع ۶۶

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مقدمه

پیشرفت تمدن جوامع بشری بر دستیابی و استفاده بهینه از منابع استوار است و با توجه به آمار و ارقام مشاهده می کنیم که در میان کشورهای مختلف جهان میان میزان مصرف انرژی و عوامل مهمی همچون میزان پیشرفته بودن آن کشور چه از نظر اقتصادی، سطح سواد و رفاه عمومی، دسترسی به خدمات آموزشی و بهداشتی، کیفیت زندگی و عوامل اینچنین رابطه تنگاتنگی وجود دارد.

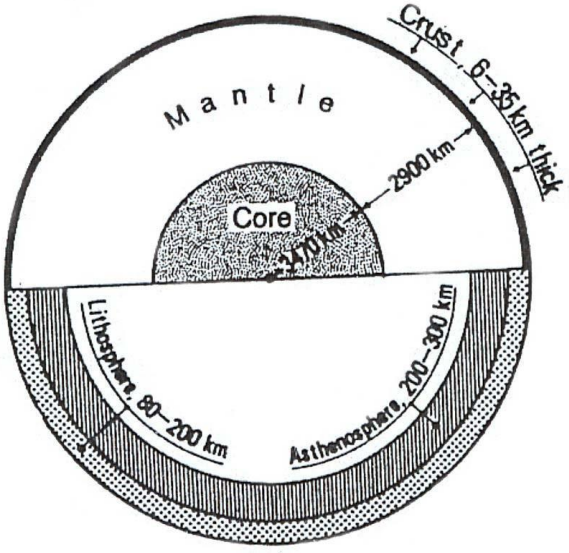
امروزه عمده تامین کننده انرژی مصرفی دنیا بر مبنای انرژی های تجدید ناپذیر متعارفی همچون زغال سنگ، نفت و گاز و بنا نهاده شده است که استفاده گسترده از این منابع در کنار مساله پایان پذیری آن همراه با آزاد شدن مقدار بسیار زیادی از انواع گازهای آلاینده محیط زیست می باشد که پیامدهای زیان باری را به دنبال دارند و دامنه آثار نامطلوب آن را در محیط زیست بسیار وسیع است که امروز با پدیده هایی همچون گرم شدن جهانی و النینو مواجه هستیم از اینرو بسیاری از کشورهای جهان، تلاشی جدی را برای جایگزینی سوخت های فسیلی با انرژی تجدیدپذیر آغاز نموده اند بطوریکه جامعه جهانی امیدوار است تا با اتخاذ سیاستها و اقدامات جدی در این زمینه از جانب دولتمردان و خبرگان فن شاهد رشد و گسترش هر چه بیشتر این انرژی ها درسر تا سر جهان باشد.

حرارت شکل خاصی از انرژی است و انرژی ژئوترمال (geothermal) در لغت به معنای حرارت موجود در داخل زمین است با اینحال امرزه غالباً واژه ژئوترمال به آن بخش از حرارت زمین اطلاق می گردد که بشر می تواند یا خواهد توانست آنرا استخراج و مورد بهره

برداری قرار دهد انرژی زمین گرمایی یکی از منابع عمده انرژی تجدیدپذیر ا ست که جوانب مثبت زیســـت محیطی آن طیف وســـیعی از مواد را شـــامل می گردد در دهه های اخیر اســـتحصـــال انرژی زمین گرمایی از منابع آن به عنوان یکی از گزینه های جدی و موثر برای حل توامان مشکل تامین انرژی و معضلات زیست محیطی نا شی از آن مطرح گردیده ا ست کشور ایران هم با توجه به برخورداری از منابع سرشار انرژی از جمله انرژی های نو (تجدید پذیر) تلا شهایی را برای تو سعه صنایع انرژی خود صورت داده ا ست که در این زمینه می توان به انجام فعالیتهای پتانســیل ســنجی در ســرتا ســر ایران و اقدام به احداث نیروگاه در برخی از مناطق کشــور اشــاره نمود که این کار توســط متخصــصــین، داخلی و با اســتفاده از نظریات و تجربیات راهگشای مشاورین نیوزلندی وایتالیایی صورت پذیرفته است. امروزه ۲۰ کشـــور جهان از انرژی زمین گرمایی برای تولید برق اســـتفاده می کنند، به نحوی که میزان برق تولید شده از انرژی زمین گرمایی در سال ۱۹۹۷ بیش از هشت هزا ر مگاوات بوده است. بر اســـاس مطالعات انجام شـــده در ایران و بر روی مناطق آذربایجان و دماوند میزان ظرفیت این مناطق بیش از $۱۰^{۱۸}$ ×۱۰۰ ژول برآورد شـــده اســـت. در ســـایر نقاط ایران نیز مکانهای متعددی برای این انرژی وجود داردکه توســـعه معاونت انرژی وزارت نیرو درحال مطالعه و برســـی آن اســـت. با بهره گیری از این انرژی می توان مورد نیاز مناطق محروم و روســـتایی کشـــور را تامین نمود تا از این طریق دو مصـــرف انرژی فســـیلی کشـــور صـــرفه جویی به عمل آورد.

خلاصه ای از تاریخچه ژئوترمال

وجود کوههای آتشفشان یقیناً باید نیکان ما را از این حقیقت اگاه ساخته باشد که بخشهای خاصی از اعماق زمین داغ می باشند با اینحال تا یک دوره زمانی بین قرنهای شانزدهم و هفدهم، یعنی زمانیکه اولین معادن تا عمق چند صد متری سطح زمین حفرگردید و بشر بر ا ساس اداراکات فیزیکی ساده ای ا ستنباط نمود که دمای زمین با عمق آن افزایش می یابد اطلاع چندانی در این زمینه وجود نداشت شاید نخستین اندازه گیری ها بوسیله دماسنج در سال ۱۷۴۰ و در معدنی نزدیک Belfort در کشور فرانسه انجام پذیرفت. در سال ۱۸۷۰ از رو شهای علمی پیشرفته ای جهت مطالعه نوع رفتار حرارتی زمین ا ستفاده می شد. اما با ورود به قرن بیستم و کشف نقشی که حرارت رادیوژنیک (حرارت ناشی از زوال مواد رادیواکتیو) ایفا می کند، پرده از راز پدیده هایی همچون موازنه حرارتی و تاریخچه حرارتی زمین برداشته شد. (شکل ۱ طرح ساده ای از ساختار درونی زمین را نشان می دهد)



شکل ۱. لایه های هم مرکز زمین

(بدون رعایت مقیاس)

در اوایل قرن نوردهم، اســـتخراج ســـیالات ژئوترمال با هدف بهره برداری از پتانســـیل انرژی حرارتی آنها صورت می پذیرفت. در آن زمان، یک کارخانه شمیایی در کشور ایتالیا در ناحیه ای که هم اینک لاردرلو (larderello) نامیده می شـــود راه اندازی گردید تا از آبهای داغی که به صورت طبیعی یا از طریق حفر چهاهای کم عمقی که مخ صو صاً برای اینکار حفر می شـدند، به بیرون جریان می یافتند اسـیدبوریک تولید کند. با تبخیر سـیالات داغ در چندین بویلر آهنی که حرارت مورد نیاز خود را از طریق ســـوزاندن چوب درختان جنگلهای مجاور تامین می کردند ا سید بوریک تولید می شود. در سال ۱۸۲۷، فرانچ سکولاردرل (مو سس و پایه گذار این صنعت) سی ستمی را طراحی نمود که در آن به جای سوزاندن چوب درختان جنگلهایی که به ســـرعت رو به نابودی می رفتند حرارت موجود در ســـیالات بوریک برای گرمایش بویلرها مورد اســـتفاده قرار می گرفت، اســـتخراج بخارات طبیعی آب با هدف بهره برداری از انرژی مکانیکی آن در همان زمان آغاز شـــد.. از بخار آب ژئوترمال برای بالا بردن مایعات در بالابرهای گازی قدیمی و همچنین بعدها در پمپهای رفت و برگشـــتی وگریز از مرکز و جزثقیل هایی که به نوعی با عملیات حفاری در ارتباط بوده یا در صنایع محلی تولید اسید بوریک کاربرد داشتند، استفاده می شد.

نخ ستین تلا شها برای تولید برق از بخار آب ژئوترمال در سال ۱۹۰۴ میلادی در ناحیه ای که هم اینک لاردرلو نامیده می شـــود، انجام پذیرفت موفقیت این آزمایش، ارزش صـــنعتی انرژی ژئوترمال را به خوبی ن شان داده و این آغازی بود بر روش بهره برداری خا صی که قرار بوده بعدها به طور قابل توجهی توســـعه داده شـــود. تولید برق در لاردرلو موفقیت تجاری

بزرگی محسوب می شد تا سال ۱۹۴۰ ظرفیت نصب شده برق ژئوترمال به مرز ۱۲۶۸۰۰ کیلو وات رسید. سیستم نمونه ای که درکشور ایتالیا راه اندازی شد، به سرعت توسط چند کشور دیگر الگوبرداری شد. نخستین چاههای ژئوترمال در سال ۱۹۱۹ در Beppu ژاپن و در سال ۱۹۲۱ در The Geysers کالیفرنیا حفر شدند که البته در آن زمان با موفقیت چندانی همراه نبودند در سال ۱۹۲۸، کشور اسیلندکار استخراج سیالات ژئوترمال (بویژه آب داغ) را برای تامین نیاز حرارتی منازل مسکونی آغاز نمود. در همان زمان در ناحیه لاردرلو به جریان انداختن بخار آب کیفیفت – پایین در مبدلهای حرارتی، نیاز حرارتی منازل رو ستایی و آب داغ مصرفی آنها تامین می گردید

پس از جنگ جهانی دوم، توجه بسیاری از کشورها به انرژی ژئوترمال معطوف گشت زیرا تصور بر این بود که این نوع انرژی از نظر اقتصادی قادر به رقابت با سایر انواع انرژی است. انرژی ژئوترمال به هیچ وجه به عنوان یک کالای وارداتی قلمداد نمی شد و در برخی موارد تنها منبع انرژی موجود در یک ناحیه به حساب می آمد اسامی کشورهای که از انرژی ژئوترمال برای تولید انرژی الکتریکی استفاده می کنند در جدول ۱ فهرست شده است.

کشور	ظرفیت (MW)	تعداد واحدها	ظرفیت هر واحد (MW)
ایالات متحده آمریکا	۲۸۵۰	۲۰۳	۱٤
فیلیپین	۱۸٤۸	٦٤	۲۸/۹
مکزیک	۷٤۳	۲٦	۲۸/٦
ایتالیا	۷٤۲	na	
اندونزی	۵۸۹/۵	۱۵	۳۹/۳
ژاپن	۵۳۰	۱۸	۲۹/٤
زلاندنو	۳٦٤	na	
کاستاریکا	۱۲۰	٤	۳۰
السالوادور	۱۰۵	۵	۲۱
نیکاراگوا	۷۰	۲	۳۵
ایسلند	۵۰/٦	۱۳	۳/۹
کنیا	٤۵	۳	۱۵
چین	۲۸/۷۸	۱۳	۲/۲
ترکیه	۲۱	۱	۲۱
پرتغال	۱٦	۵	۳/۲
روسیه	۱۱	۱	۱۱
اتیوپی	۸/۵	۲	٤/۲
فرانسه	٤	۱	٤
آرژانتین	۰/۷	۱	۰/۷
استرالیا	۰/٤	۱	۰/٤
تایلند	۰/۳	۱	۰/۳
مجموع	۸۱٤۷/۷۸		

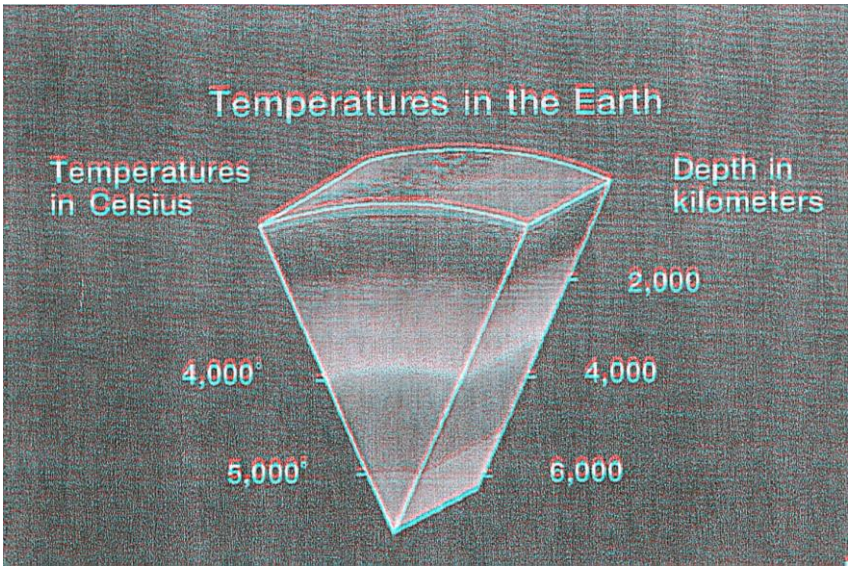
گرادیان ژئوترمال

گرادیان ژئوترمال پارامتر فیزیکی خا صی ا ست که نرخ افزایش دما با عمق را در پو سته زمین نشان می دهد. در محدوده اعماقی که با ا ستفاده از فنون پیشرفته حفاری می توان اقدام به حفر آنها نمود، یعنی حداکثر تا عمق ۱۰۰۰۰ متری سطح زمین میانگین گرادیان ژئوترمال

در حدود ۲/۵ الی ۳ درجه سانتی گراد به ازای هر ۱۰۰ متر است چنانچه دمای چند متر اولیه اعماق زمین را که برابر میانگین سالانه دمای هوای محیط است به عنوان مثال، C ۱۵º در نظر بگیریم، در اینصورت می توان به طور منطقی پذیرفت که دما در عمق ۲۰۰۰ متری سطح زمین در حدود C ۷۵º-۶۵، در عمق ۳۰۰۰ متری آن در حدود C ۱۰۵º- ۹۰ و در چند هزار متر بعدی نیز به طور مشابه محاسبه خواهد شد با اینحال نواحی وسیعی نیز وجود دارند که

جدول ۱- لیست کشورهایی که از انرژی ژئوترمال برای تولید انرژی اکتریکی استفاده می کنند (بر پایه اطلاعات

گرادیان ژئوترمال آنها بیش از مقدار میانگین است. در مناطقی که سنگهای موجود در اعماق زمین با نشست سریعی مواجه شده و جای خالی آنها توسط رسوبات بسیار جوان (از دید علوم زمین شناسی) پر می شود، گرادیان ژئوترمال می تواند مقدار کمتر از C ۱º به ازاء هر ۱۰۰ متر داشته باشد. از سوی دیگر، در برخی از نواحی ژئوترمال می تواند حتی بیش از ده برابر مقدار میانگین باشد.



شکل ۲: گرادیان ژئوترمال

سیستمهای ژئوترمال

سیستمهای ژئوترمال را در مناطقی می توان یافت که گردایان ژئوترمال (نرخ تغییرات دمای اعمال زمین) در حد میانگین یا اندکی بزرگتر از آن باشد.

آبی که دائماً در پو سته فوقانی زمین و در یک فضای محدود در حال جابجایی ا ست حرارت را از یک منبع حرارتی دریافت کرده و آنرا به یک چاه حرارتی که معمولاً از سطح آزادی برخوردار است انتقال می دهد هر سیستم ژئوترمال از سه جزء تشکیل می شود: منبع حرارتی، مخزن و سیال است عاملی که حرارت را انتقال می دهد. منبع حرارتی می تواند یک توده ماگمایی بسیار داغ (C º ۶۰۰<) با شد که تا نزدیکیهای سطح زمین (۵-۱۰Km) نفوذ کرده یا همانطوریکه در برخی سیستمهای دما – پایین مشاهده می شود، منبع حرارتی می تواند از دمای طبیعی اعماق زمین برخوردار با شد که همچنانکه قبلاً نیز شرح داده شد، این دما با عمق افزایش می یابد مخزن به توده انبوهی از سنگهای داغ و رطوبت پذیر اطلاق می شود که سیالات ژئوترمال با جابجایی مداوم در لابلای آنها حرارت را ا ستخراج می کنند در

بیشتر موارد نه همه آنها، مخزن به یک ناحیه سطحی شارژ مجدد متصل است که همه یا بخشی از سیالاتی را که به طور طبیعی بیرون آمده (مثل چشمه های آب گرم) یا از طریق حفر چاههای متعدد استخراج می شوند دائماً جبران می سازد سیال ژئوترمال، آب است(در اکثر موارد، آب حاصل از نزولات جوی) که بسته به شرایط دما و فشار می تواند به صورت مایع یا بخار باشد معمولاً حاوی مواد شمیایی وگازهای نظیر H_2S, CO_2، و غیره می باشد.

از میان تمامی اجزاء یک سیستم ژئوترمال، منابع حرارتی تنها جزئی است که باید حتماً طبیعی باشد در صورت وجود شرایط مساعد، دو جزء دیگر می توانند غیر طبیعی (مصنوعی) باشند مثلاً با حفر چاههای ترزیق مجدد (Re-injection wells) می توان پساب خروجی از واحدهای ژئوترمال را با استفاده از پمپهایی که نقش جایگزین یا عامل کمکی را برای جابجایی طبیعی ایفا می کنند، به داخل مخزن ژئوترمال تزریق نموده و دائماً آنرا تغذیه و شارژ نمود. مخزن ژئوترمال نیز می تواند به طور مصنوعی با شکستن و خرد کردن تخته سنگهای متراکم اعماق زمین از طریق ترزیق آب فشار بالا (خرد کردن به روش هیدرولیکی) ایجاد شود.

دسته بندی منابع ژئوترمال

رایج ترین معیار برای دسته بندی ژئوترمال، معیاری است که بر اساس آنتالپی سیالات ژئوترمال که عامل اصلی انتقال حرارت از سنگهای داغ موجود در اعماق زمین به سطح آن قلمداد می شوند، پایه ریزی می گردد. آنتالپی که در حالت کلی می توان آنرا با دما مناسب پنداشت، پارامتری است که بر محتوای حرارتی سیالات دلالت داشتند و تصویری کلی از ارزش آنها ارائه می دهد. منابع ژئوترمال بر حسب معیارهای مختلف مطابق جدول ۲ به سه

نوع آنتالپی – پایین آنتالپی- متوسط و آنتالپی – بالا تقسیم می شوند. مافلر و کتلدی (Muffler and cataldi) روش (a) را برای دسته بندی منابع ژئوترمال ابداع نمودند متخصصین دیگری همچون هو خشتاین (Hochstein) روش (b) و برخی دیگر نظیر بندریتر و کرمی (Benderitter and Cormy) روش (c) را پایه گذاری نمودند؛ هائنل (Haenel) و چند تن دیگر نیز روش (d) را پیشنهاد نمودند که در این روش بین منابع سازگار با فرآیند تولید برق (منابع آنتالپی بالا) و منابع مناسب کاربردهای حرارتی مستقیم (منابع آنتالپی – پایین) تمایز محسوسی قائل گردیده اند.

نوع منابع	(a)	(b)	(c)	(d)
منابع آنتالپی – پایین	<۹۰	<۱۲۵	<۱۰۰	≤۱۵۰
منابع آنتالپی – متوسط	۹۰-۱۵۰	۱۲۵-۲۲۵	۱۰۰-۲۰۰	-
منابع آنالپی – بالا	>۱۵۰	>۲۲۵	>۲۰۰	>۱۵۰

جدول ۲: دسته بندی منابع ژئوترمال (º C)

بر ا ساس د سته بندی هو خ شتاین، منابع کوچک ژئوترمال غالباً جزء منابع آنتالپی – پایین (<۱۲۵ º C) و بعضی نیز جزء منابع آنتالپی – متوسط (۱۲۵-۲۲۵ º C) قلمداد می شوند. معمولاً بین سیستمهای ژئوترمال آب – یا مایع – غالب (water dominated systems) و سیستمهای ژئوترمال بخار – غالب (یا بخار آب خشک) (Vapour dominated systems) تمایز ویژه ای قائل می شوند در سیستمهای آب – غالب این فاز مایع ا ست که در طول زمان، فشار سیال را کنترل می کند در این نوع سیستمها ممکن ا ست مقدار کمی

هم بخار (معمولاً به شکل حبابهای مجزا) وجود دا شته با شد این نوع سیستمهای ژئوترمال که محدوده دمایی آنها می تواند مقادیر کوچکتر از ۱۲۵º C تا مقادیر بزرگتر از ۲۲۵º C را در برگیرد ، بیش ا زسیستمهای بخار – غالب در سطح جهان پراکنده شده اند بسته به مقادیر دما و فشار، این نوع سیستمهای می توانند مقادیر فراوانی از آبهای داغ و انواع مخلوطهای آب و بخار آب، بخارات آب مرطوب و در برخی موارد، بخارات آب خشک را در خود بپروراند در سیستمهای بخار غالب همزیستی و مسالمت آمیزی بین فازهای مایع و بخار آب در داخل مخزن برقرار است و این فاز بخار است که در طول زمان فشار سیال را کنترل می کند این نوع سیستمهای ژئوترمال که معروفترین آنها درLarderello در کشور ایتالیا و The Geysers در ایالت کالیفرنیا آمریکا می باشند تا حدودی زیادی نادر و کم یابند و جزء سیتمهای دما- بالا قلمداد می شوند این نوع سیستمهای معمولاً می توانند بازه و سیعی از بخارات آب خشک تا ما فوق گرم را در خود بپرورانند.

بهره برداری از منابع ژئوترمال

تولید برق مهمترین شکل بهره برداری از منابع ژئوترمال دما – بالا (> ۱۵۰º C) به شمار می رود. منابع دما – متوسط و دما – پایین (۱۵۰º C >) که منابع کوچک ژئوترمال را نیز شامل می شوند برای انواع گوناگونی از کاربردها مناسب به نظر می رسند نمودار کلاسیک لیندال (شکل ۳) که معرف انواع کاربردهای سیالات ژئوترمال در دماهای مختلف می باشد هنوز هم به قوت و اعتبار خود باقی است، اگرچه باید تولید برق در نیروگاههای سیکل دو سیاله را نیز به محدوده، دمایی بالاتر ا زC º ۸۵ در این نمودار افزود، محدوده دمایی پایین تر از C º ۲۰ نیز فقط در شرایط خاصی یا به واسطه استفاده از

پمپهای حرارتی به این نمودار افزود می شـود نمودار لیندال بر دو جنبه مهم بهره برداری از منابع ژئو ترمال تاکید دارد:

الف) با ا ستفاده ازکاربرد آب شاری و ترکیبی می توان قابلیت اجرای پروژه های ژئوترمال را تا حدود زیادی افزایش داد.

ب) دمای منبع می تواند ما را در انتخاب کاربردهای مورد نظر با محدودیت مواجه سازد

با اینحال طرحهای مربوط در زمینه فرآیندهای حرارتی را می توان در برخی از موارد برای استفاده از سیالات ژئوترمال مورد بازنگری قرارداد.

الف) کاربرد های حرارتی مستقیم (مصارف غیر الکتریکی)

کاربردهای حرارتی مسـتقیم یکی از قدیمی ترین، متنوع ترین و متداول ترین روشـهای بهره برداری ازانرژی ژئوترمال به شمار می ود که رایج ترین آنها عبارتند از:

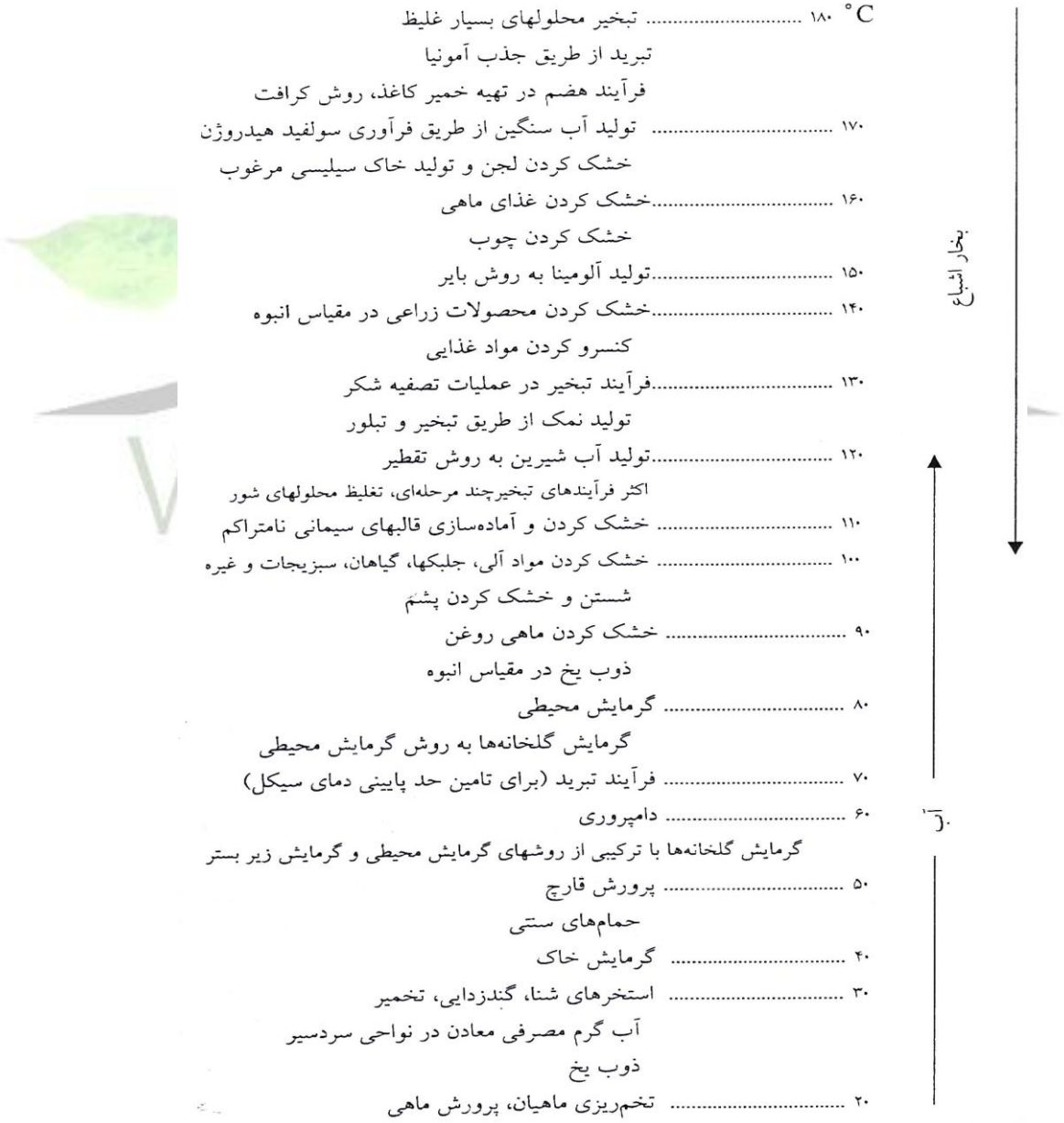
۱- گرمایش محیطی و منطقه ای (Residential and District Hwating)

۲- کاربرد های کشاورزی (Agricalture uses)

۳_ آبزی پروری (Aquacalture)

۴_ کاربردهای صنعتی (Industrial uses)

www.wikipower.ir
ژئوترمال
شماره پروژه:۴۱۵
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



گرمایش محیطی و منطقه ای: شکل ۳: نمودارلیندال

نمود عینی گسترش سیستمهای گرمایش محیطی و منطقه ای در جهان، کشور ایسلند است که مجموع ظرفیت فعال سیستم گرمایش منطقه ای ژئوترمال آن به بیش از ۸۰۰ مگاوات حرارت بالغ می گردد. این نوع سیستمها در ابعاد وسیعی در مجارستان و سایر کشورهای اروپایی شرقی و همچنین در فرانسه، آمریکا، چین و ژاپن و غیره پراکنده شده اند.

سیستمهای گرمایش منطقه ای ژئوترمال نیازمند سرمایه گذاری هنگفت می باشند هزینه های اصلی عبارتند از هزینه های سرمایه گذاری اولیه، برای چاههای تولید و تزریق پمپهای زیر پمپهای زیر بستر و انتقال شبکه های خطوط لوله و توزیع، تجهیزات نظاراتی و کنترلی، ایستگاههای تامین پیک بار (Peaking Stations) و مخازن ذخیره. با اینحال هزینه های جاری سیستمهای ژئوترمال در مقایسه با سیستمهای گرمایشی رایج در سطح پایین تری قرار دارند که شامل هزینه های برق مصرفی جهت انجام عملیات پمپاژ و همچنین هزینه های تعمیر و نگهداری سیستم، کنترل و مدیریت آن می باشند یک عامل تأثیر گذار در بر آورد هزینه اولیه سیستم، دانسیته بار حرارتی (themal load density) است که از

تقسیم حرارت مورد نیاز بر سطح زیر بنای منطقه حاصل می شود دانسیته حرارتی بالا نمایانگر توجیه اقتصادی یک پروژه گرمایش منطقه ای است، زیرا طراحی و ساخت شبکه توزیع، هزینه های زیادی در پی خواهد داشت. با ترکیب گرمایش و سرمایش در مناطقی که از شرایط آب و هوایی مساعدی برخوردارمی باشند می توان به منافع اقتصادی بیشتری دست پیدا کرد ضریب بار در یک سیستم گرمایش و سرمایش مرکب بزرگتر از ضریب بار یک سیستم گرمایشی مجزا خواهد بود و در نتیجه بهای واحد انرژی در این گونه سیستمها تا حدودی بهبود یافت.

سرمایش محیطی ، گزینه دیگری است که چنانچه امکان سازگاری دادن ماشینهای جذبی با کاربردهای ژئوترمال وجود داشته باشد، می توان به آن صورت عینی و عملی بخشید تکنولوژی این ماشینها به خوبی شناخته شده است و می توان به سهولت در بازار به آنها دسترسی پیدا کرد سیکل جذبی (Absorption) فرآیندی است که در آن به جای الکتریسته از گرما به عنوان منبع انرژی استفاده می شود عمل تبرید با استفاده از دو سیال انجام می پذیرد: یک مبرد که دائماً در سیکل به جریان درمی آیدتبخیر می شود و کندانس می گردد و یک سیال ثانویه یا جاذب (Absorbent CYCLE). برای کاربردهای بالاتر از C º. (اساساً در تهویه مطبوع) سیکل از برومیدلیتیم به عنوان جاذب و از آب به عنوان مبرد استفاده می کنند برای کاربردهای پایین تر ازC º . یک سیکل آمونیا / آب استفاده می شود که در آن آمونیا نقش مبرد و آب نقش جاذب را ایفا می کنند سیالات ژئوترمال، انرژی حرارتی لازم برای به حرکت در آوردن این ماشینها را فراهم می سازند، اگر چه بازده آنها در دمای پایین تر ازC º ۱۰۵ کاهش می یابد

کاربردهای کشاورزی:

عبارتند از کشاورزی، در زمینهای روباز و گرمایش گلخانه ها، آب گرم می تواند در کشاورزی روباز برای آبیاری و یا گرمایش خاک مورد استفاده قرارگیرد.بزرگترین مانع در راه استفاده از آب گرم برای آبیاری زمینهای کشاورزی این است که برای ایجاد تغییر لازم در دمای خاک به مقادیر فراوانی آب و در دماهای به حد کفایت پایین نیاز است تا ایراد خسارت به گیاهانی که سرتا سر زمینها را به اشغال خود در آورنده اند، جلوگیری شود یک راه حل عملی برای رفع این معضل، استفاده از یک سیستم آبیاری زیر سطحی است که با یک سیستم گرمایش خاک توسط لوله های زیر بستر، بدون بهره گیری از سیستم آبیاری، می تواند ضریب هدایت حرارتی خاک را کاهش دهد زیرا این کار باعث می شود که رطوبت موجود در اطراف لوله های کاهش یافته و در نتیجه عایق حرارتی ایجاد شود بهترین راه حلی که به نظر می رسد ترکیب گرمایش خاک و آبیاری است ترکیب شیمیایی آبهای ژئوترمال مورد استفاده در فرآیند آبیاری باید به دقت تحت نظر قرار گیرد تا از اثرات نامطلوب آن بر روی گیاهان جلوگیری شود مزایای اصلی کنترل دما در کشاورزی روباز عبارتند از

الف) پیشگیری از بروز خساراتی که در صورت وقوع افتهای دمایی شدید، حیات گیاهان را تهدید می کند.

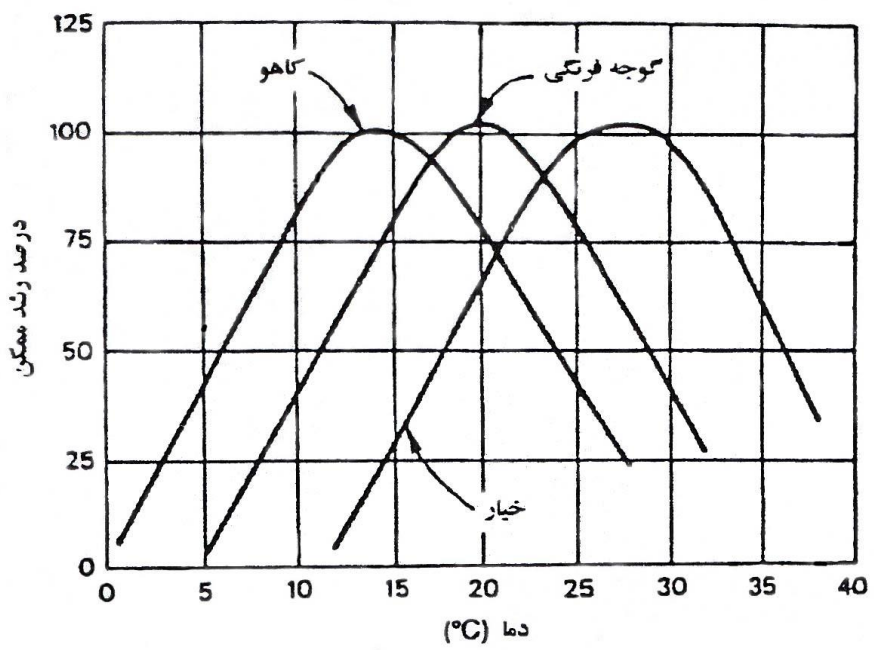
ب) طولانی شدن فصل رویش ، افزایش رشد گیاه و رونق تولید

ج) استریلیزه شدن خاک

با اینحال رایج ترین کاربرد انرژی ژئوترمال در بخش کشاورزی به گرمایش گلخانه ها اختصاصی دارد که از رشد بسیار خوبی در سرتاسر جهان برخوردار بوده است کشت انواع

سبزیجات و گلها، خارج از فصل طبیعی، یا در یک شرایط آب و هوایی غیر طبیعی هم اینک با استفاده ازتکنولوژی پیشرفته ای که کارآیی خود را در موارد متعدد به اثبات رسانیده است، قابل اجرا است راههای مختلفی برای رسیدن به شرایط بهینه رشد وجود دارد که تمامی آنها بر اساس دمای بهینه رشد هر گیاه (شکل ۴) و مقدار نور، غلظت CO_2 در محیط گلخانه، رطوبت خاک و هوا و سرعت جابجایی هوا پایه ریزی شده اند جداره های گلخانه ها می توانند که از صفحات شیشه ای یا پلاستیکی ساخته شوند. صفحات شیشه ای، شفافتر از صفحات پلاستیکی می باشند و نور بسیاری از خود عبور دهند اما به لحاظ عایق بندی حرارتی ضعیف تر از نوع پلاستیکی بوده مقاومتشان در برابر ضربات وارده کمتراست و سنگین تر و گرانقیمت تر از صفحات پلاستیکی می باشد، ساده ترین گلخانه ها از ورقه های نازک پلاستیکی ساخته می شوند گرمایش گلخانه ها می تواند از طریق جابجایی اجباری هوا در مبدلهای حرارتی یا از طریق استفاده از لوله ها با مجاری مخصوصی که جهت سیر کولاسیون آب داغ در زیر بستر یا روی کف گلخانه کار گذاشته می شوند یا نهایتاً ترکیبی از روش های فوق انجام پذیرد. بهره برداری از حرارت ژئوترمال در گرمایش گلخانه ها می تواند به طور قابل ملاحظه ای هزینه های جاری آنها را، که در برخی موارد (نظیر سبزیجات گلها، گیاهان خانگی و قلمه های درختان) به بیش از ۳۵٪ هزینه تولید بالغ می گردد کاهش دهد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



WikiPower.ir

شکل۴. منحنی های رشد برای برخی محصولات کشاورزی

علاوه بر سبزیجات و گیاهان می توان با تامین شرایط بهینه رشد حیوانات اهلی و گونه های آبزی، کیفیت و کمیت تولید آنها را تا حد زیادی ارتقاء بخشید (شکل۵). در بسیاری از موارد ، آبهای ژئوترمال می توانند در ترکیبی از کاربردهای دامپروری وگرمایش گلخانه های ژئوترمال مورد ا ستفاده قرار گیرند انرژی مورد نیاز برای گرم کردن یک مجموعه تا سی سات پرورش دام و طیور، چیزی در حدود ۵۰٪انرژی مود نیاز گلخانه با مساحت مشابه است بطوریکه می توان بهره برداری چند منظوره ای از آن به عمل آورد پرورش دام و طیور در

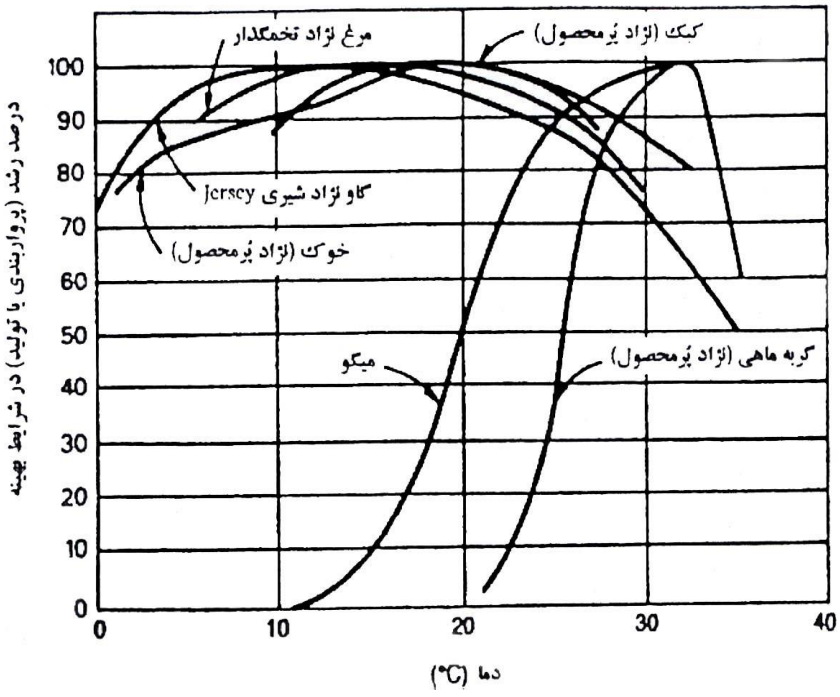
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

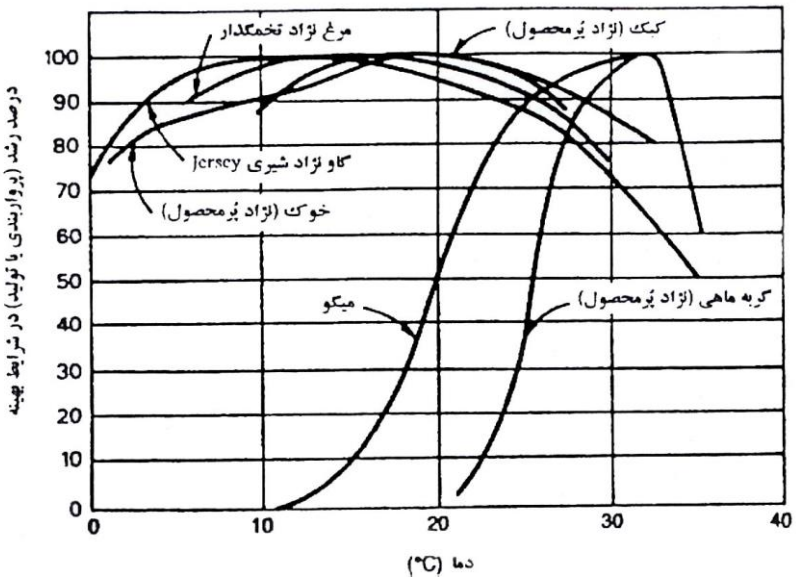
یک محیط با دمای کنترل شده، سلامت حیوان را تضمین می کند همچنین سیالات داغ ژئوترمال می توانند برای پاکیزه نگهداشتن، بهداشتی نمودن و خشک نگهداشتن محلولهای نگهداری حیوانات و ضایعات دور ریز آنها مورد استفاده قرار گیرند.

آبزی پروری:

به معنای پرورش کنترل شده گونه های آبزی می باشد، به دلیل تقاضای روز افزون بازار، امروزه از اهمیت خاصی در سر تا سر جهان بر خوردار است کنترل دماهای رشد گونه های آبزی از اهمیت بسیار بیشتری نسبت به گونه های خشکی برخودار است و همانطور که در شکل (۵) نیز می توان مشاهده کرد شیب منحنی رشد گونه های آبزی بسیار متفاوت است با شیب منحنی رشد گونه های خشکی زی، با تنظیم دما بر روی دمای بهینه رشد می توان انوع گونه ای بیگانه را پروش داد، نرخ تولد یا افزایش داد، و حتی در برخی موارد، سیکل باز تولید را شتابی دو چندان بخشید:

WikiPower.ir





شکل ۵. تاثیر دما بر روی رشد یا تولید جانوران خوراکی

آبزی پروری همچنین پرورش نهنگ (Alligaror) و کروکودیل را نیز شـامل می شـود که امروزه به عنوان صنعتی نوظهور و سود آور در سطح جهان مطرح ا ست. تجارت حا صل از فعالیتهای صورت گرفته در ایالات متحده آمریکا نشان می دهد که با تثبیت دمای رشد در حدودC ۳۰º ، یک نهنگ در طول ۳ سـال ، چیزی در حدود ۲ متر رشـد خواهد کرد در حالیکه نهنگ ها تحت شرایط طبیعی در طی یک مدت م شابه فقط به اندازه ۱/۲ متر ر شد می کنند. شکل دیگری از آبزی پروری که هم اینک در حال گسترش است و انتظار می رود که در آینده اهمیت بیشـتری پیدا کند، پروش ریز جلبک های غنی از پروتئین نظیر اسـپیرولینا (Spirulina) اسـت دمای مورد نیاز گونه های مختلف آبزیان ممولاً در محدوده دمایی C ۲۰-۳۰º واقع اسـت. سـایز تاسـیسـات به دمای منبع ژئوترمال دمای مورد نیاز در حوضچه های پرورش ماهی و اتلافات حرارتی حوضچه بستگی دارد.

کل بازده دمایی سیالات ژئوترمال، خواه بخار آب و خواه مایع، می تواند جهت تامین نیاز حرارتی فرآیندهای صنعتی مورد استفاده قرار گیرد.دو تا از مهمترین کاربردهای صنعتی انرژی ژئوترمال عبارتند از رطوبت زدایی وخشکاندن سبزیجات و میوه ها. البته تبخیر، تقطیر، شستشو و استخراج نمک و مواد شیمیایی نیز جزء این قبیل کاربردها قرار می گیرند بازیافت روغن، یکی از کاربردهای صنعتی انرژی ژئوترمال است

ب) تولید برق

تولید برق اساساً بسته به نوع ویژگیهای منبع ژئوترمال در توربینهای رایج بخار ونیروگاههای دو سیاله انجام می پذیرد.

در این قسمت به بررسی واحدهای نیروگاهی سرچاهی و ویژگیهای فنی انواع واحدهای نیروگاهی به شرح زیر می پردازیم:

الف) توربین بخار خروجی – اتمسفری متداول

ب) توربین بخار خروجی – کندانس متداول

ج) سیکل دو سیاله

د) توربوآلترناتور دو فاری با جدا ساز دوار

واحدهای نیروگاهی سر چاهی

در سالیان اخیر، واحدهای نیروگاهی سرچاهی به یکی از سودمند ترین و جذابترین شاخه های صنعت برق ژئوترمال تبدیل شده اند. همانطوریکه از نام شان پیدا ست، واحدهای سر چاهی درمجاورت یک یا چند چاه تولیدی راه اندازی شده و معمولاً با آب داغ بخار یا آب خروجی از آنها تغذیه می شوند چندین ویژگی مهم، واحدهای نیروگاهی سر چاهی ژئوترمال

را از یک نیروگاه مرکزی ژئوترمال متمایز می سازند اول اینکه توان ناخالص تولیدی واحدهای سرچاهی معمولاً کمتر از ۱۰ مگاوات است. دیگر اینکه واحدهای نیروگاهی سرچاهی از خطوط انتقال بخار بسیار کوتاهی برخوردارند در حالیکه نیروگاههای مرکزی ژئوترمال مشخصاً از خطوط لوله به هم پیوسته و طویلی برخوردارند که بخار آب را از مجموعه چاهای متعدد به واحد مرکزی انتقال می دهند

برجسته ترین ویژگی واحدهای پیشرفته سرچاهی، ساختار مدولار آنها است بدین معنا که معمولاً تور بوژنراتورهای سرچاهی در مقیاس های معین ساخته می شوند و قطعات آنها در همان محل کارخانه بر روی یکدیگر جفت و جور شده و بر روی یک پایه ساده (با قابلیت حمل آسان) سوار می شوند. یکی ازمزایای ذاتی و احدهای مدولار پیش ساخته این است که سیستم، پس از ساخت، در محل کارخانه تست شده و در نتیجه از عملکردهایی صحیح تمامی اجزاء و اتصال دقیق آنها به یکدیگر اطمینان حاصل می شود این نوع عملیات تست و راه اندازی کارخانه ای باعث کاهش چشمگیری در مدت زمان مورد نیاز برای انجام تست پیش راه اندازی مقدماتی و رفع اغتشاشات احتمالی خواهد شد. ساخت واحدهای بسیار کوچک، استاندارد و قابل حمل خروجی – اتمسفری را می توان در ظرف کمتر از۱۲ ماه پس از تاریخ سفارش آنها به اتمام رسانید و بهره رداری از آنها را آغاز کرد. همچنین درصورت نیاز می توان این واحدها را در ظرف کمتر از ۲-۱ ماه به یک چاه جدید انتقال داد معمولاً برای ساخت و راه اندازی یک نیروگاه مرکزی بر روی یک منبع جدید و اثبات نشده و ژئوترمال، از حفر اولین چاه تا شروع تولید ۶ الی ۷ سال زمان لازم است یکی از منابع عمده حاصل از راه اندازی واحدهای کوچک نیروگاهی بر روی چاههای اکتشافی، اطلاعات بسیار سودمندی

است که به راحتی می توان با تست منبع بدانها دسترسی پیدا کرد تاسیسات ویژه جدایش بخار و تزریق مجدد پسابهای خروجی (Separation and re-injection plant) که معمولاً برای انجام تستهای طولانی مدت تخلیه چاه در حوزه های آنتالپی – متوسط بدانها نیاز است، بخشی از تجهیزات استاندارد مورد نیاز این گونه واحدها را تشکیل می دهند. به موازات فعالیت این گونه واحدها می توان اطلاعاتی راجع به مقادیر فشار، دما، حجم گازهای غیر قابل کندانس و نوع رفتار شیمیایی عناصر موجود کسب کرد، مشاهده دقیق پاسخ مخزن به تخلیه محتویات آن از طریق چاههای دیده بانی مجاور می تواند ما را در برآورد کمی پارامترهای مخزن از قبیل ضریب قابلیت انتقال و ضریب قابلیت ذخیره در محدوده و سیعی از مخزن یاری نماید این اطلاعات اضافی ما را قادر می سازد تا پیش بینی های دقیقتری راجع به نوع رفتار مخزن در آینده نسبتاً دور بعمل آورده و در نتیجه ریسک بهره برداری از منبع در مقیاس وسیع را تا حد زیادی کاهش می دهیم

مهمترین ویژگیهای فنی انواع واحدهای نیروگاهی

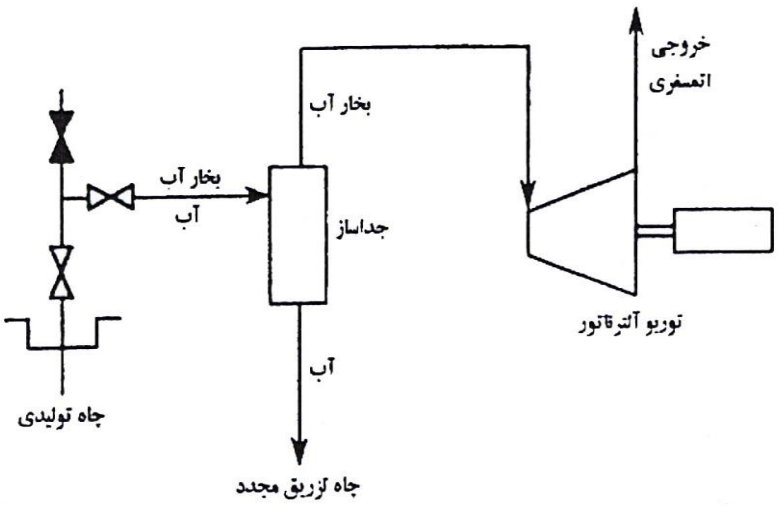
(-) توربین بخار خروجی- اتمسفری متداول

(Atmospherin exhaust conventional steam turbine)

توربین های خروجی – اتمسفری (که فشار پشت آنها با محیط برابر است) ساده ترین و از حیث هزینه سرمایه گذاری، ارزان قیمت ترین ، سیکل ژئوترمال به شمار می روند در این نوع سیستمها ، بخار آب از سیال ژئوترمال خروجی از چاه جدا سازی شده و به داخل یک توربین بخار جریان محوری متداول، که خروجی آن مستقیماً به محیط اطراف تخلیه می

شود ارسال می گردد طرح ساده ای از یک واحد نیروگاهی خروجی - اتمسفری در شکل ۶ نشان داده شده است

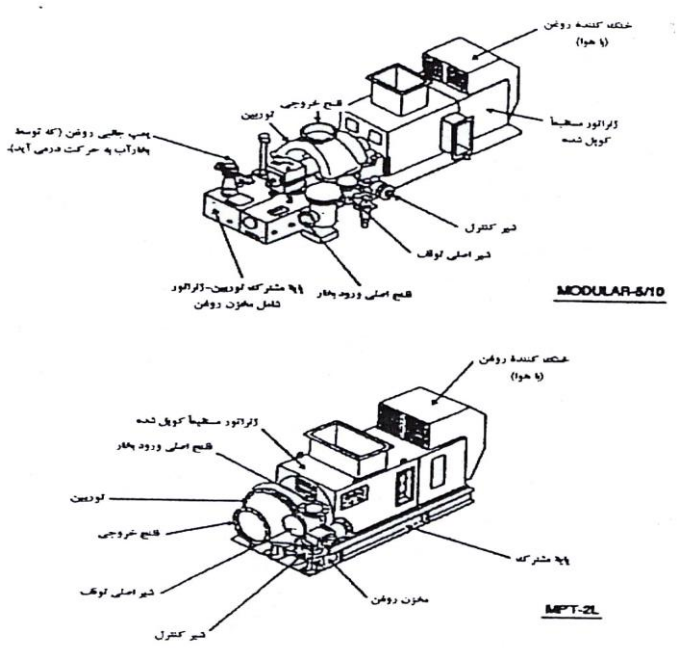
این نوع سیستمها شاید چیزی در حدود دو برا بر واحدهای نیروگاهی خروجی – کندانس به ازاء هر کیلووات برق تولیدی (با فرض فشارهای ورودی یکسان) بخار آب مصرف می کنند و ازهمین رو میزان مصـــرف انرژی وهزینه کلی چاههای آنها در ســـطح بالاتری قرار دارد با وجود این وا حد های نیرو گاهی خروجی – اتمســـفریی، کاربرد خاص خود را به عنوان واحدهای کمکی (Pilot Plants) و واحدهای پشـــتیبانی (Stand-by plants) دارا می با شند، که در آنها از جریانات ضعیف خروجی از چاههای دور از یکدیگر و همچنین خروجی چاههای آزمایشـــی (در حین توســـعه حوزه) برای تولید برق اســـتفاده می شـــود، دیگر مزیت واحدهای نیروگاهی خروجی – اتمســـفری این اســـت که معمولاً می توان آنها را بدون نیاز به یک منبع برق خارجی راه اندازی نمود، زیرا تنها د ستگاه جانبی ضروری سیستم یعنی پمپ روغن روان کاری را می توان بوسیله یک توربین بخار کوچک بکار انداخت.



شکل ۶. طرح ساده

سیکل خروجی -

طرح ساده ای از دو نوع توربوآلترناتور خروجی – اتمسفری کوچک، ساخت صنایع سنگین اتمسفری
میتسوبیشی(Mitsubishi Industries) در شکل ۷ نشان داده شده است. این واحدها را می توان با انتخاب فشارهای ورودی منا سب و پره گذاری صحیح بعنوان واحدهای خروجی کندانس نیز بکار گرفت.



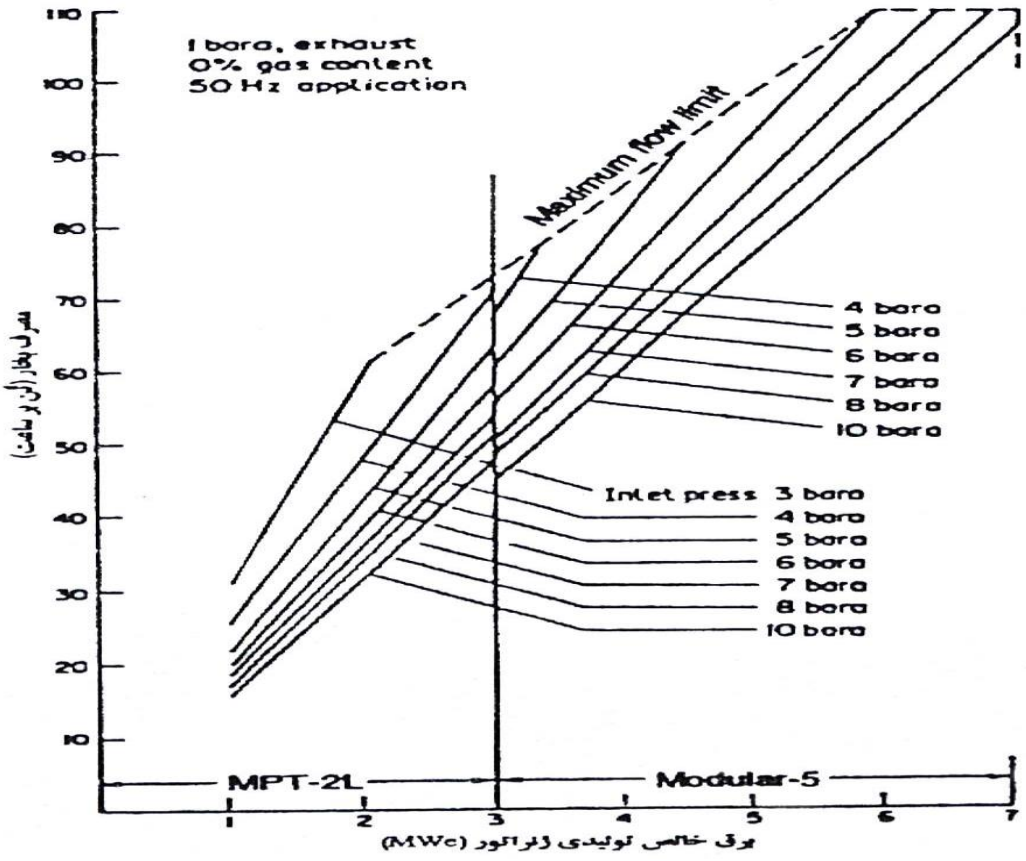
. طرح ساده مینی توربینهای modular 5/10 و MPT-2L ساخت صنایع سنگین میتسوبیشی

شکل ۷

مصرف بخار

میزان مصرف بخار واحدهای خروجی- اتمسفری استاندارد، ساخت صنایع سنگین میتسوبیشی، در شکل ۸ نشان داده شده است. این نمودار با فرض ایده ال عدم گازهای

غیر قابل کندانس در جریان بخار آب رسم شده است، منحنی های مصرف بخار صرفاً مقدار نامی مصرف بخار و باری را که می توان برای یک فشار ورودی نامی و معین در نقطه کاری طرح (شرایط نامی) انتظار داشت، نشان می دهند. این منحنی ها هیچگونه اشاره ای به مقادیر مصرف بخار و بار تولیدی یک فرآیند معمولی با مقادیر مربوط به فرآیند اختناق (آنتالپی – ثابت) با فشاری ورودی مشابه ندارند از انیرو این منحنی ها بیانگر نحوه عملکرد هیچیک از انواع توربین ها نمی باشند، بلکه بیشتر، نمایانگر نقاط کاری طرح می باشد که با استفاده از توربینهای استاندارد و با پره گذاری مناسب بر روی آنها می توان بدانها دست یافت با اینحال، توربینها استاندارد بگونه ای طراحی می شوند که قابلیت تغییر کاربردی را داشته و بتوانند عملکرد خوب خود را در فشارهای ورودی مختلف حفظ کنند. معمولاً بازده آیزونتروپیک توربین های استاندارد در شرایط خاص طراحی اندکی کمتر از ۵۰ درصد بار نامی طرح در نظر گرفته می شود که البته به مرور زمان شاهد افت تدریجی بازده به مقادیر پایین خواهیم بود



شکل ۸

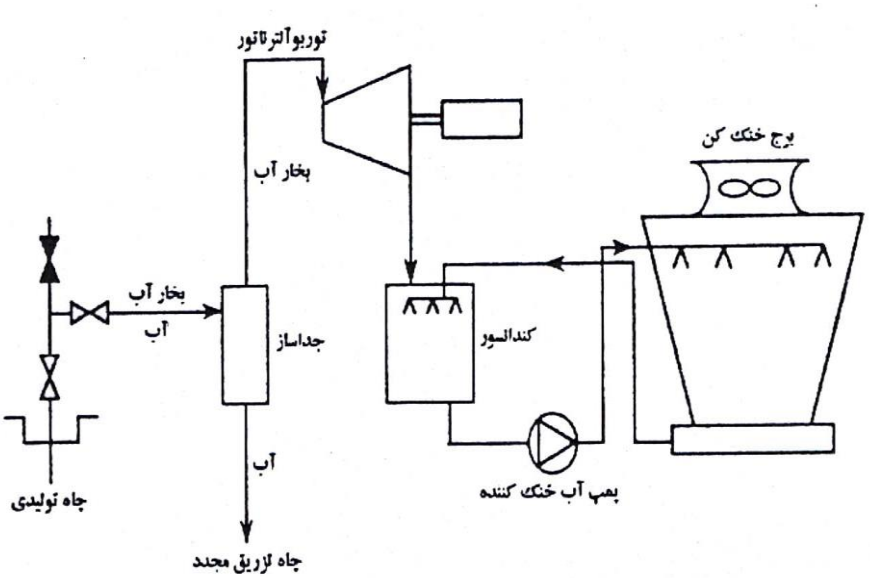
ارتفاع محلی که واحد نیروگاهی در آن م شغول فعالیت می با شند تاثیر ب سزایی بر نرخ توان الکتریکی حاصـــل از جریان بخار آبی با فشـــار ورودی و نرخ جریان جرمی معین دارد. در ارتفاعات بالاتر، به دلیل پایین تر بودن فشار اتمسفر و در نتیجه پایین تر بودن فشار خروجی سیستم، توان الکتریکی بیشتری تولید می شود به عنوان مثال در حوزه Olkaria در کشور کنیا (با ارتفاع ۱۹۵۰ متر بالاتر از سطح دریا) که فشار اتمسفر ۰/۸ bara می با شد میزان قابل وصول از جریان بخار آبی با نرخ جریان جرمی معین و فشار ورودی فرضی ۰/۸ bara، ۱۰/۵٪ بیشتر از نواحی هم سطح دریا ا ست. ضمناً اگر از فشار ورودی پایین تری ا ستفاده شود، رقم مذکور بزرگتر خواهد بود.

توربین بخار خروجی- کندانس متداول

(Condensing exhaust conventional steam turbinc)

این نوع واحد نیروگاهی حاصـل انجام بهینه سـازی ترمودینامیکی بر روی طرح توربین های خروجی – اتمسفری می با شد. به جای تخلیه بخار خروجی از توربین به محیط اطراف، بخار به داخل یک اتاقک کندانس که نوعاً در یک فشـــار بســـیار پایین در حدود ۰/۱۲ bara نگهداری می شود، تخلیه می گردد. از آنجائیکه در مقایسه با توربینهای خروجی – اتمسفری، افت فشـار بیشـتری در توربینهای خروجی- کندانس روی می دهد لذا توان تولیدی این نوع توربینها با فرض شـــرایط ورودی یکســـان و نرخ جریان مشـــابه تقریبا دو برابر توربین های

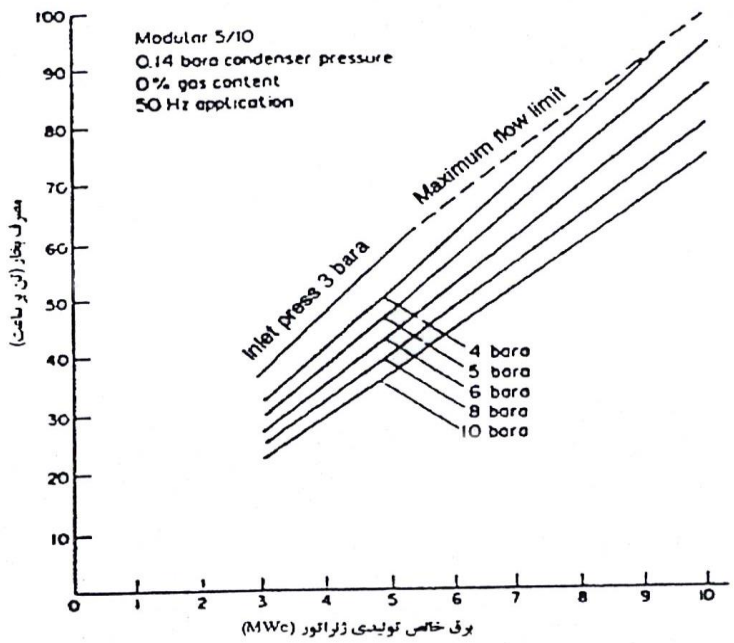
خروجی – اتمسفری خواهد بود. دلیل اینکه بخار خروجی از توربین باید حتماً کندانس شود، این اســت که در صــورت عدم انجام این کار (تبدیل بخار آب به مایع) انرژی بســیار زیادی برای پمپاژ سیال از شرایط فشار – پایین داخل کندانسور به محیط بیرون نیاز خواهد بود که تامین آن از عهده ما خارج اســت طرح ســاده ای از یک توربین بخار خروجی- کندانس در شکل ۹ نشان داده شده است البته با اضافه شدن یک دستگاه کندانسور و همچنین برجهای خنک کن و تجهیزات پمپاژ مربوط به آن، افزایش قابل ملاحظه ای در هزینه کلی واحد نیروگاهی ایجاد خواهد شــد. به علاوه باید گازهای غیر قابل کندانســی را که جریان بخار آب ژئوترمال وجود داشــته و در داخل کندانســور جمع می شــود به طور جداگانه و با اســتفاده تجهیزات جدایش گاز از داخل کندانســور به خارج آن پمپاژ کرد چنانچه جرم گازهای غیر قابل کندانس از حدود ۱۲٪ جرم بخار آب موجود تجاوز نماید، در این صورت معمولاً استفاده از واحدهای نیروگاهی خروجی – اتمســفری به لحاظ اقتصــادی مقرون به صــرفه خواهد بود زیرا برای تخلیه این مقدار گاز داخل کندانســور به محیط بیرون، توان الکتریکی زیادی لازم است.



شکل ۹

مصرف بخار

میزان مصرف بخار واحدهای خروجی – کندانس استاندارد مدل Modular 5/10 ، ساخت صنایع سنگین میتسوبیشی، در شکل ۱۰ نشان داده است. این نمودار با فرض ایده آل عدم وجود گازهای غیر قابل کندانس در جریان رسم شده و فشار فرآیند کندانس نیز به میزان ۰/۱۴ bara فرض شده است همانطوریکه در مورد توربینهای خروجی – اتمسفری نیز ذکر شد، این منحنی ها بنانگر نحوه عملکرد هیچ توربینی نمی باشند بلکه بیشتر نمایانگر نقاط کاری طرح می باشند که با استفاده از توربینهای استاندارد و با پره گذاری مناسب بر روی آنها می توان بدانها دست یافت. نکته مهمی که باید بدان توجه داشت، این است که مقایسه مصرف بخار توربینهای خروجی- اتمسفری با توربین های خروجی – کندانس در شرایط فشار ورودی یکسان، هرگز صحیح نیست علت، آن است که فشار فرآیند جدایش بخار (و در نتیجه فشار ورودی توربین) برای یک واحد خروجی-اتمسفری بیش از یک واحد خروجی-کندانس می باشد



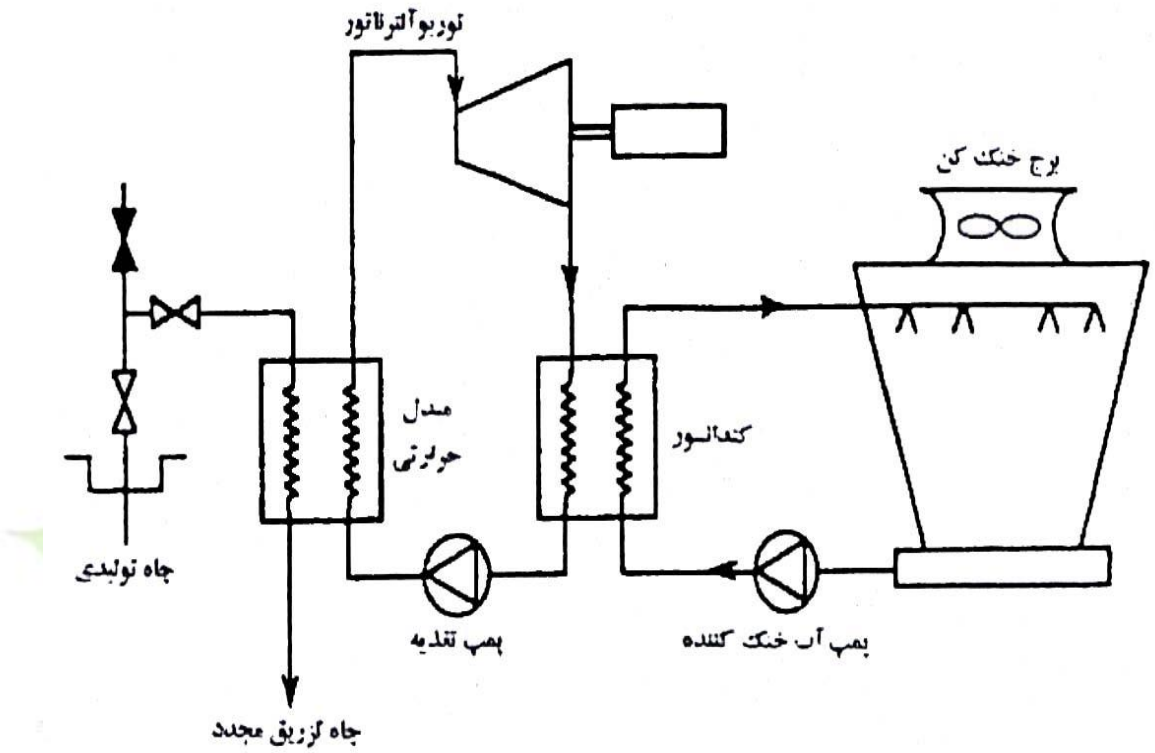
شکل ۱۰

واحد نیروگاهی دو سیاله (Binary Plant)

تکنولوژی نیروگاههای دو سیاله ژئوترمال اساساً با هدف تولید برق از منابع دما – پایین الی متوسط و افزایش میان بهره برداری ا ز منابع حرارتی از طریق بازیافت حرارت اتلاقی آنها بسط و توسعه یافته است یکی از منابع عمده اتلاف گرما در حوزه های ژئوترمال، آب مایع جدا شده از مخلوط آب / بخار آب در جدا سازی پاششی (Flash Separators) است. غیر از مواردی که باید در آنها محدودیتهای خاصی را در زمینه بهره برداری از منابع ژئوترمال مدنظر قرار داد، در سایر موارد، اقتصادی ترین راه ممکن برای تولید برق از منابع دما – بالا معمولاً راه اندازی نیروگاههایی است که در آنها از توربینها متداول بخار استفاده می شود.

طرح ساده ای از یک سیستم دو سیاله در شکل ۱۱ نشان داده شده است. در سیستم دو سیاله، یک سیال عمل ثانویه که در مقایسه با بخار آب از نقطه جوش پایین تر و فشار بخار بالاتری در دماهای پایین برخوردار ا ست، مورد ا ستفاده قرار می گیرد. این سیال ثانویه در یک سیکل رایج رانکین به گردش درمی آید با انتخاب یک سیال عامل مناسب می توان سیستمهای دو سیاله را طوری طراحی نمود که بتوانند با استفاده از دماهای ورودی ºC ۱۷۰-۸۵ به فعالیت خود ادامه دهند. حد بیشینه دما به عنوان سقف قابلیت حرارتی سیالات آلی ثانویه وحد کمینه آن بواسطه برخی ملاحظات اجرایی و اقتصادی وضع شده است، که به عنوان مثال، دردماهای پایین تر از محدوده دمایی فوق، اندازه مبدل حرارتی مورد نیاز به قدری بزرگ خواهد بودکه عملاً باعث غیر اقت صادی شدن طرح خواهد شد حرارت بو سیله مبدلهای حرارتی ازسیال ژئوترمال به سیکل دو سیال از داخل یک توربین مقادیر دما و فشارآن تا حدودی کاهش می یابد

عموماً واحدهای نیروگاهی دو سیاله به صورت واحدهای مدولار کوچکی ساخته می شود که ظرفیت تولید برق آنها از چند صد کیلو وات تا چند مگاوات متغیر است سوددهی اقتصادی واحدهای کوچک تا حد زیادی مدیون ساختار مدولار آنها است که باعث کاهش زمان ساخت و راه اندازی اینگونه واحدها می شود طرحهای بزرگتر (۵۰-۱۰ مگاوات) را می توان با راه اندازی و اتصال چند واحد مدولار به یکدیگر در قالب یک طرح مشترک به انجام می رسانید.



WWW.WIKIPOWER.IR

شکل ۱۱

در مواردی که چاهها به خودی خود به بیرون جریان نمی یابند یا در جاهاییکه بهتر است از تبخیر آنی سیال ژئوترمال (به عنوان مثال، برای پیشگیری از کلیسته شدن چاه) ممانعت به عمل آید، می توان پمپهای عمقی را جهت ابقاء سیال در حالت مایع تحت فشار مورد

ا ستفاده قرار داد. سپس می توان واحدهای نیروگاهی دو سیاله را جهت اتسخراج انرژی از سیال درحال گردش مورد استفاده قرار داد.

مبدلهای حرارتی سیکل دو سیاله

هدف از بکارگیری مبدلهای حرارتی، تامین حرارت لازم جهت تبخیر سیال ثانویه و همچنین دی سوپرهیت کردن و کندانس کردن آن در حین مرحله دفع حرارت از سیکل می با شد. معمولاً سیال ثانویه در دو واحد مجزا ابتدا گرم و سپس تبخیر می شود.

مبدلهای حرارتی رایج از نوع لوله- پوسته ای می باشند این مبدلهای به لحاظ فیزیکی بزرگ اند و بخش عمده ای از هزینه های یک واحدهای نیروگاهی دو سیاله را به خود اختصاص می دهند میزان بازدهی فنی/ اقتصادی واحدهای نیروگاهی دو سیاله تا حد زیادی به انتخاب مبدلهای حرارتی مناسب بستگی دارد یکی از معایب اصلی هیدروکربن ها و مبردهایی که به عنوان سیال ثانویه مورد استفاده قرار می گیرند، این است که ضریب انتقال حرارت آنها پایین است. بازده تبادل حرارت مبدلهای حرارتی غالباً در اثر جرم گرفتگی کاهش می یابد که این امر در برخی موارد می تواند استراتژی های اجرائی خاصی را عملاً غیر ممکن جلوه دهد.جرم گرفتگی باعث کاهش انتقال حرارت و در نتیجه کاهش بازده هیدورلیکی مبدلهای حرارتی لوله – پوسته ای و همچین افزایش هزینه های تعمیر و نگهداری و کاهش بهره وری نیروگاه می شود.

هم اینک موسسات تحقیقاتی مختلف با عنایت به جنبه های زیبایی- شناختی موضوع، گرایش شدید به ساخت مبدلهای حرارتی تماس-مستقیم پیدا کرده اند که بسیار کارآمد بوده و در عین حال به مراتب کوچکتر از مبدلهای حرارتی لوله – پوسته ای می باشند.

تفاوت نقاط جوش دو سیال باعث ت سهیل در امر جدا سازی آنها پس از انجام تبادل حرارت می شود. مهمترین معضلات مربوط به مبدلهای حرارتی تماس – مستقیم عبارتند از:

۱- نیاز به داشتن سیالات اولیه و ثانویه در فشار یکسان

۲- قابلیت انحلال جزئی سیال ژئوترمال در سیال ثانویه و بالعکس. این امر باعث آلودگی هر دو سیال شده و همچنین می تواند باعث ایجاد اختلال در عملکرد توربین شود.

۳- تجهیزات آزمایشگاهی متعددی ساخته شده که ثابت می کنند تکنولوژی تماس – مستقیم می تواند در سیستمهای دو سیاله مورد استفاده قرار گیرد با اینحال تا کنون هزینه ها و منافع حاصل از اجرای اینگونه طرحهای به طور دقیق محاسبه نگردیده است.

میزان برق خالص تولیدی

انتخاب سیال و سایر حرارتی، بسته به نوع کاربرد مورد نظر متفاوت است. لازمه یک انتخاب ایده ال این است که محدوده دمایی فعالیت سیستم و میزان برق تولیدی آن را به دقت مدنظر قرار دهیم. با اینحال، به منظور انجام مطالعات امکان- سنجی اولیه، فرمول زیر می تواند میزان برق خالص تولیدی را با دقت بالا مورد محاسبه قرار دهد

$$NEP = [(۰/۱۸\ T - ۱۰)\ ATP] / ۲۷۸$$

که در آن:

T : دمای ورودی سیال اولیه (º C)

NEP : میزان برق خالص تولیدی (Kw)

ATP : میزان توان حرارتی قابل استحصال(Kw)

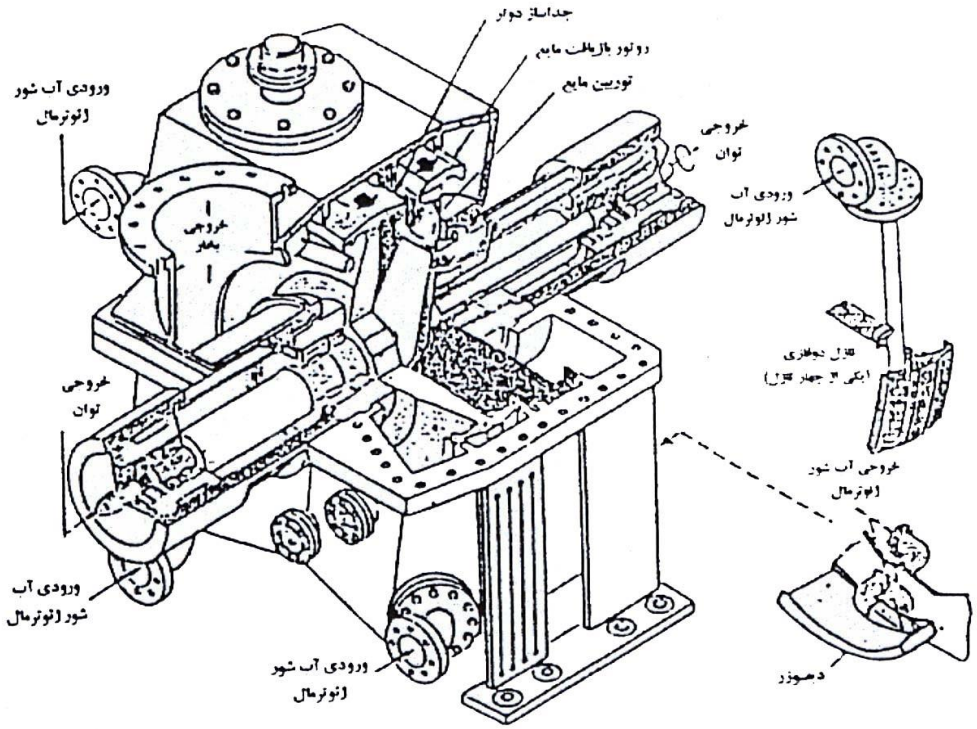
توان حرارتی قابل استحصال (Available thermal power) به حرارتی اطلاق می شود که می توان از جریان ژئوترمال قابل دسترسی استحصال نمود و مقدار آن(طبق قرار داد) بر حسب دمایی که ۱۰ º C بالاتر از دمای کمیته سیکل در نظر گرفته می شود محاسبه می گردد. معمولاً دمای کمیته سیکل 40^{cc} فرض می شود به عنوان مثال با استفاده ازمعادله فوق می توان به سهولت محاسبه نمود که چنانچه سیال ژئوترمال با دمای ورودی ۱۴۰ º C در دسترس قرار داشته باشد، می توان به یک بازده تبدیل خالص تقریباً ۵/۵ درصدی دست یافت، در حالیکه با فرض دمای ورودی ۱۰۰ º C تنها می توان به بازدهی در حدود ۲/۸ درصد نائل گردید.

توربوآلترناتور دو فازی با جداسازی دوار

(Biphase rotary separator turbo – alternator)

جدا ساز دو فلزی دوار اساساً هدف بهره برداری از توان حرارتی یک مخلوط دو فازی بخار آب / آب برای تولید انرژی الکتریکی طراحی شده است. این سیستم همچنانکه در شکل ۱۲ نشان داده شده است از سه جزء اصلی تشکیل می شود: تعدادی نازل دو فازی، یک جداسازی دوار و یک توربین مایع.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



WikiPower.ir

نازل دوفازی ، بخشـــی از آنتالپی مخلوط دو فازی رابه انرژی جنبشـــی تبدیل می کند.

شکل ۱۲

مخلوط پرفشار اولیه در اثرعبور ازنازل با افت فشار قابل ملاحظه ای مواجه شده و به صورت مخلوط کاملاً یکنواختی از قطرات ریز آب و جبابهای بخار آب از آن خارج می شـود شـتاب حبابهای بخار و قطرات آبی که آنها را همراهی می کنند، بر اثر انبساط در داخل نازل افزایش یافته و در نتیجه انرژی جنبشـــی آب و بخار آب نیز افزایش می یابد. حاصـــل، یک جت (جریان) دو فازی با انرژی جنبشی بالا است.

جت دو فلزی حا صل ، مماس بر سطح داخلی یک جدا ساز طبلی – شکل دوار به حرکت خود ادامه می دهد. جدا ســاز با ســرعتی نزدیک به ســرعت جت دو فازی دوران می کند، بطوریکه افت اصــطحکاکی بســیار کوچکی روی می دهد و انرژی جنبشــی مایع همچنان در سطح بالایی باقی می ماند. شتاب بالای گریز از مرکز باعث وارد آمدن نیرو به فاز مایع سیال(جزء سنگین تر) و چ سبیدن آن به دیوار جدا ساز شده و درنتیجه فاز مایع بطور کامل از فاز بخار جدا می شــود مایع جدا شــده به همراه طبلک دواران می کند، در حالیکه بخار آب، به آهستگی راه دریچه خروجی را پیش می گیرد.

مایع که از ســمت نازل وارد روتور جدا ســاز می شــود از داخل حفره های انتقال مایع که بر روی دیسک ایجاد شده اند عبور داده می شود تا در سمت دیگر آن که مشرف به یک توربین مایع ا ست، لایه ای از مایع تشکیل دهد. توربین مایع، که انرژی جنبشی مایع از طبق ا صل ضربه به توان مکانیکی محور تبدیل می کند. از یک بازوی دوار و دو المان توربین در دو انتهای آن تشکیل شده است. المان های توربین مایع، مایع را از روتور جدا ساز دریافت کرده جهت جریان را به میزان º ۱۸۰ معکوس کرده و آنرا به درون روتور انتقال مایع تخلیه می کنند. وارونگی جر یان مایع در دا خل ا لمان توربین با عث اع مال نیرویی برخود ا لمان وگشتاوری بر روتور توربین می شود

جریان مایع خروجی از المانهای توربین مایع به داخل روتور انتقال مایع سرازیر می شود. این روتور که ســاختاری شــبیه روتور قبلی دارد، نیروی لازم برای دوران خود را از طریق انرژی جنبشی باقی مانده در مایع تامین می کند.

نوعاً سرعت دوران توربین مایع (Nu) در حدود ۶۰٪ سرعت دوران جداساز دوار (Ns) است. با نادیده انگاشتن اتلافی که در المان توربین روی می دهد، ۹۶٪ کل انرژی جنبشی مایع اتسحصال خواهد شد. انرژی باقیمانده صرف راه اندازی و دوران روتور انتقال مایع می شود. با فرض Nu=٪۶ Ns روتور انتقال مایع با سرعت Nu= ٪۲ Ns و در جهتی مشابه به جهت دوران جدا ساز دوار خواهد چرخید.

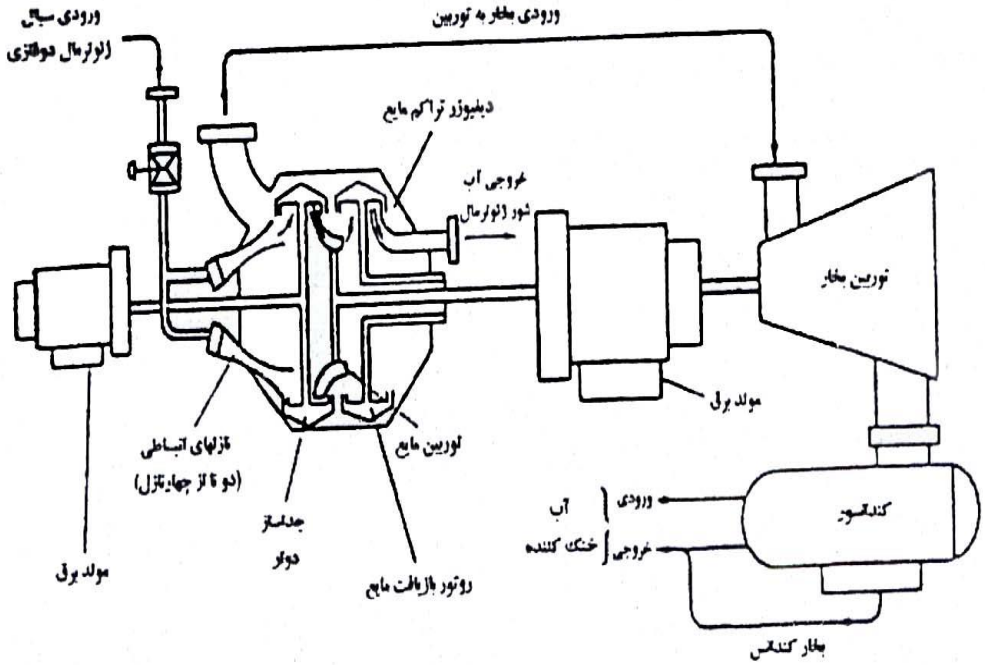
مایع مصرفی بو سیله یک دیفیوز ساکن از روتور اانتقال مایع دریافت می شود. سطح مقطع عر ضی این دیوفیوزر واگرا با نسبت ۳ به ۱ افزایش می یابد. واگرایی دیفیوزر باعث می شود تا انرژی جنبشی باقیمانده در مایع به فشار تبدیل شود و بدین ترتیب فشار مورد نیاز برای تزریق مجدد سیالات به اعماق زمین تامین گردد با افزایش نسبت سرعت N_U/N_s ، دیفیوزر قادر خواهد بود که انرژی بیشتری را از جریان مایع استحصال نموده ودر نتیجه فشار آن را بیش از پیش افزایش دهد با افزایش نسبت سرعت تا رقم۰/۷۵ می توان به فشارهایی بیش از ۱۷ bar دست یافت و بدین ترتیب پساب خروجی از سیستم را بدون نیاز به استفاده از پمپهای تزریق مجدد به اعماق زمین تزریع نمود.

واحد دو فازی معمولاً به همراه یک توربین بخار متداول که توسط بخارآب خروجی از جدا ساز دو فازی دوار تغذیه می شود، بکار گرفته می شود.

آرایش تقدمی (Topping arrangement)

آرایش مرسوم واحدهای نیروگاهی دو فازی ، همچنانکه در شکل ۱۳ نشان داده شده است، به صورت یک سیستم بالا دستی (تقدمی) برای یک توربین بخار خروجی- کندانس می باشد. با اینحال می توان توربین دو فازی یا جدا ساز دوار را برای تغذیه یک توربین بخار

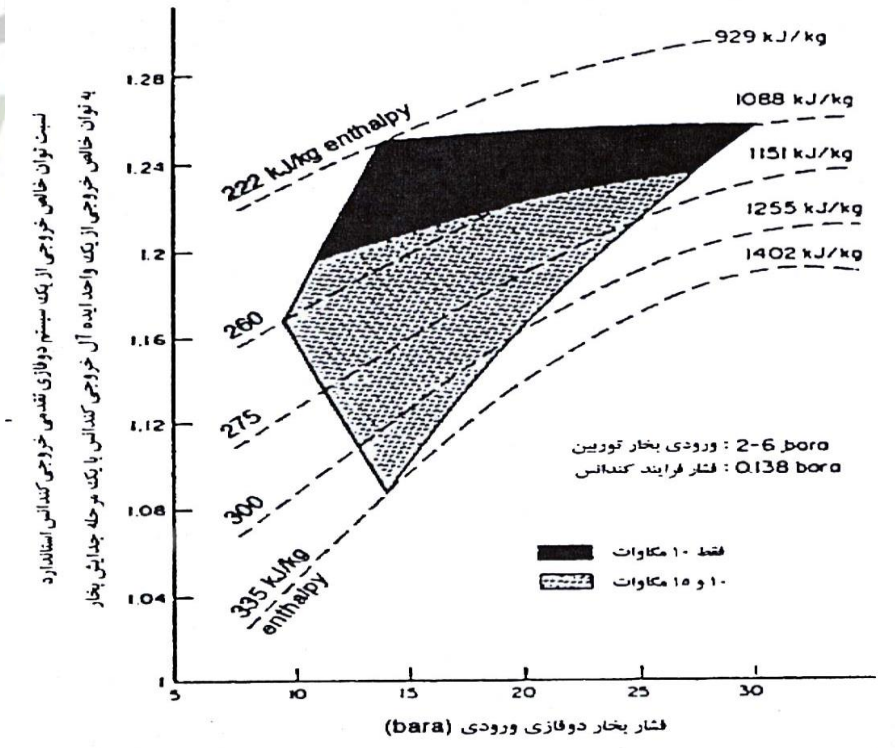
خروجی- اتمسفری نیز مورد استفاده قرار داد یا حتی بخار آب خروجی آز آن را مستقیماً به محیط اطراف



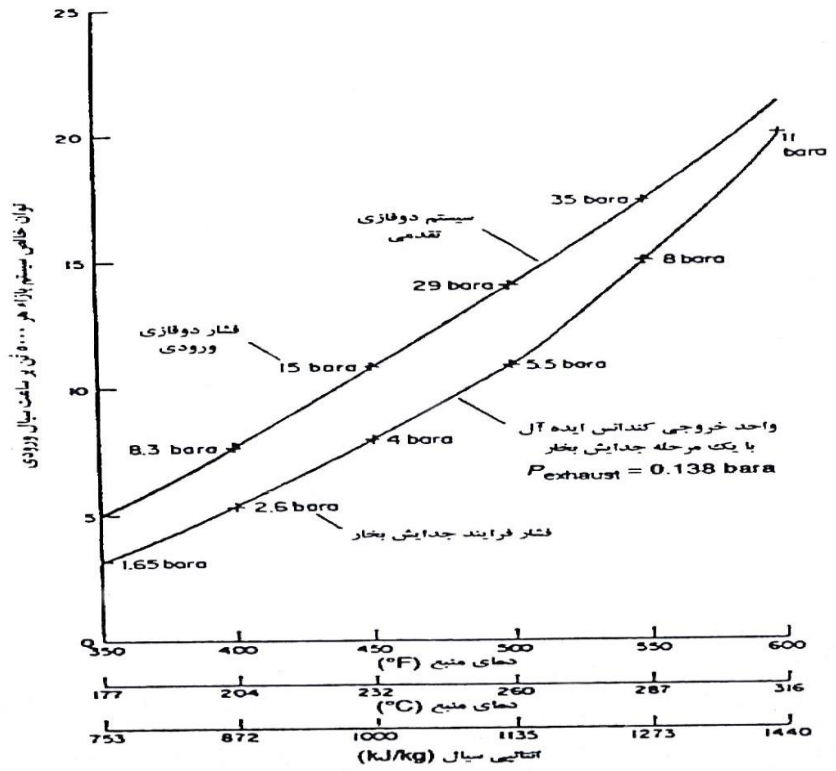
شکل ۱۳

نحوه عملکرد توربین دو فازی در صورت استفاده از آن به عنوان واحد بالادستی برای یک توربین بخار خروجی – کندانس متداول در شکل ۱۴ نشان داده شده است. این نمودار، نسبت توان خالص تولیدی یک «واحد دو فازی خروجی – کنداسن استاندارد» به توان خالص تولیدی یک «واحد ایده ال خروجی – کندانس با یک مرحله جدایش بخار » (Convenyional optimized single flash (condensing unit) را برای مقادیر متنوعی از فشارهای ورودی دو فازی و آنتالپی های سیال نشان می دهد. نرخ جریان سیال ژئوترمال ثابت است. فشار فرآیند جدایش بخار در واحد خروجی- کندانس ایده ال، معادل فشار بهینه متناظر با مقادیر مختلف آنتالپی سیال در نظر گرفته شده است.

نکته ای که به وضوح در این دیاگرام نمایان است، این واقعیت می باشد که در مورد سیالات آنتالپی – متوسط لازم است فشار ورودی واحد دو فازی را حتی الامکان درسطح بالایی اختیار کنیم تا بازده ای بیش از بازده یک واحد خروجی – کندانس معمولی بد ست آوریم. با اینحال، از روی این دیاگرام نمی توان پی به این واقعیت مهم برد که معمولاً هر چه فشار ورودی مورد نیاز واحد دو فازی در سطح بالاتری قرار داشته باشد، نرخ جریان قابل استخراج چاه در سطح پایین تری خواهد بود از اینرو باید تاثیر منفی ویژگی فوق را بر عملکرد سیستمهای دو فازی، پیش از مقایسه مستقیم ابعاد اقتصادی آنها با سایر سیستمهای جایگزین، مدنظر قرار دهیم.



شکل ۱۴، عملکرد یک « سیستم دو فازی تقدمی » را با عملکرد یک « سیستم خروجی – کندانس ایده ال با جدایش بخار تک –مرحله ای» بر حسب مقادیر مختلفی از آنتالپی سیال ورودی مقایسه می کند.



شکل ۱۵

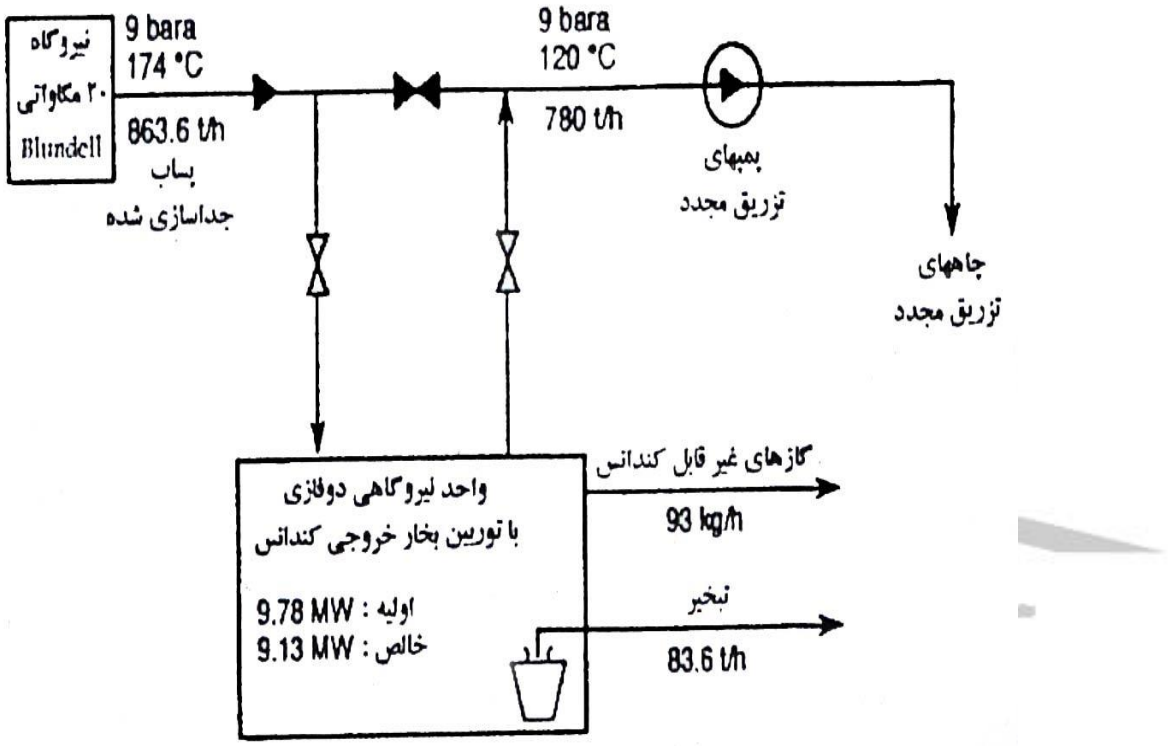
این نمودار بر اساس نمودار مشابهی که توسط شرکت سازنده در اختیار ما قرار گرفته رسم شده است. با اینحال، ما نیز مقادیر فشار دو فازی ورودی و فشار فرآیند ایده ال جدایش بخار را که در ترسیم منحنی های فوق به کار گرفته شده اند به طور جداگانه محاسبه کرده ایم در اینجا هم ازروی دیاگرام نمی توان پی به این واقعیت مهم برد که نرخ جریان قابل استخراج چاه در اثر افزایش فشار دو فازی ورودی کاهش نمی یابد. ارقامی که به عنوان دمای منبع توسط شرکت سازنده بر روی محور افقی نمودار قید شده اند، بر این فرض ایده ال استوارند که سیال موجود درمنبع ژئوترمال بطور کامل از آب تشکیل شده است. ما همچنین مقادیر متناظر آنتالپی سیال را برای مقادیر مختلفی از دمای منبع محاسبه کرده و بدین ترتیب شاخصه بارزتری از شرایط عمومی سیال ارائه نموده ایم. از نمودار فوق می توان دریافت که استفاده ازتوربینهای دو فازی فقط برای سیالاتی با آنتالپی نسبتاً پایین مقرون به صرفه خواهد بود، یعنی در صورتیکه بخش عمده ای از سیال ژئوترمال را آب تشکیل داده باشد.

آرایش تاخیری (Bottoming arrangement)

نوع دیگری از آرایش توربینهای دو فازی که می توان از همان نمودارهای قبلی برای مقایسه مستقیم آنها با سایر سیستمها استفاده کرد، سیستم تاخیری نام دارد. در این نوع آرایشی

خاص، بجای اینکه پساب خروجی از سیستم جدایش بخار یک واحد نیروگاهی را مستقیماً به اعماق زمین تزریق کنیم، آن را در داخل یک نیروگاه دو فازی به جریان می اندازیم. در چنین مواردی، نرخ جریان سیال ژئوترمال، فارغ از اینکه فشار ورودی واحد دو فازی به چه میزان باشد، مقداری ثابت خواهد داشت مزیت دیگر واحدهای دو فاز تاخیری این است که پساب خروجی از اینگونه واحدها را می توان با فشاری برابر فشار ورودی یاحتی بیشتر از آن به خارج سیستم هدایت کرد. این امر می تواند ما را در تزریق مجدد این پسابها به اعماق زمین بسیار یاری دهد. فشار سیال ورودی را باید به میزان کافی کاهش داد تا بخار آب مورد نیاز سیستم توربین بخار تامین شود مانع اصلی در راه استفاده از واحدهای دو فازی تاخیری این است که این واحدها به ماشینهای بسیار بزرگی نیاز دارند تا بتوانند استفاده لازم را از سیالات آنتالپی – پایین که با نرخ جریان بالا وارد سیستم می شوند، ببرند. شکل ۱۶، طرح شماتیکی از یک سیستم دو فازی تاخیری را که جهت الحاق به نیروگاه ۲۰ مگاواتی Blundell در ایالات متحده آمریکا طراحی شده است، نشان می دهد. استفاده از واحدهای نیروگاهی دو فازی برای این نوع کاربردهای خاص با مزایای ترمودینامیکی آشکاری همراه است با اینحال ، سایز بزرگ اینگونه واحدها باعث افزایش قابل ملاحظه ای در هزینه های طرح می شود. ابعاد اقتصادی واحدهای دو فازی تا حد زیادی نشناخته مانده است، زیرا تنها واحد از این نوع که بطور تجاری بیش از ۵ سال است که مشغول فعالیت می باشد، واحد ۹ مگاواتی Desert Peak ، واقع در ایالات نوادا (آمریکا) است. با اینحال، به نظر می رسدکه هزینه مخصوص راه اندازی (هزینه به ازاء هر کیلو وات ظرفیت نصب شده) یک واحد دو فازی خروجی – کندانس با آرایش تقدمی تا حد زیادی شبیه یک واحد خروجی- کندانس

(از نوع متداول) اســـت. یک واحد دو فازی معمولاً قادر به تولید توان بیشـــتری از یک چاه ژئوترمال در مقایسه با یک واحد متداول است؛ با اینحال، همانطوریکه که قبلاً نیز شرح داده شد، این مزیت غالباً به چاههای با خروجی های نسبتاً آنتالپی – پایین محدود می شود که فشار ورودی دو فازی آنها خیلی زیاد نیست.



تجهیزات جانبی نیروگاههای زمین گرمایی

این تجهیزات عبارتند از: شـیرآلات سـرچاهی، جدا کننده، صـدا خفه کن، تجهیزات ایمنی، سیستم انتقال سیال و تاسیسات تزریق آب به مخزن زمین گرمایی

شیر آلات سرچاهی

وظیفه این تجهیزات که در بالای چاه زمین گرمایی نصب می شوند. کنترل فشار و دبی سیال و تثبیت کردن لوله تولید سیال زمین گرمایی (جلوگیری از ارتعاش لوله) ا ست. علاوه بر این در هنگام تعمیر چاه یا نیروگاه به کمک آنها می توان جریان سیال را متوقف یا به مسیر دیگری منحرف کرد.

شیر آلات سرچاهی که در چاه های زمین گرمایی مورد استفاده قرار می گیرند. بسیار شبیهه انواعی است که در چاههای استخراج نفت و گاز بکار می روند، این تاسیسات شامل سرلوله ، بازوهای نگهدارنده لوله، ماسورهٔ انبساطی، شیرهای اصلی، سه راهی جریان و اتصالات هستند:

جدا کننده

بیشتر مخازن زمین گرمایی که می توانند برق تولید کنند از انواع مخازن با ذخیره آب بالنده هستند به این معنی که قسمت اعظم سیال تولیدی آب داغ است. بنابراین برای تفکیک بخار چاه از آب داغ دستگاه جدا کننده مورد استفاده قرار می گیرد، سپس بخار حاصل برای تولید برق به توربین هدایت شده و خروجی از جدا کننده به سوی دستگاههای ترزیق آب به مخزن منتقل می شود. در بی شتر جدا کننده ها این جدا شدن با ا ستفاده از نیروی گریز از مرکز یا نیروی ثقل انجام می شود.

صدا خفه کن

این دستگاه به منظور از بین بردن صداهای ناهنجار ناشی از خروجی سیال چاه بکار می رود وقتی که سیال یک چاه به هوا را رها می شود صدای ناشی از خروج این سیال، به حدی آزار دهنده است که حتی می تواند موجب ناشنوایی افرادی شود که به طور دایم در نزدیکی

انتقال سیال داغ از چاه به سمت نیروگاه بر عهدهٔ این سیستم است. اجزای اصلی این سیستم، لولهٔ های انتقال بخار و آب داغ است . لوله های انتقال بخار به انواع لوله های اصلی و فرعی تقسیم می شوند.

لوله های فرعی، بخار را از سر چاه به لولهٔ اصلی منتقل می کنند، بنابراین لوله های اصلی، کل بخار میدان زمین گرمایی را به نیروگاه منتقل می کنند.قطر لوله های اصلی و فرعی بر حسب و دبی چاه متفاوت است. برای جلوگیری از ایجاد پدیدهٔ شوک حرارتی در لوله ها (ناشی از انقباض و انبساط حرارتی) از روشهایی استفاده می شود که عبارتند از: زیگزاگ کردن لوله ها، خم کردن لوله ها در سطح قائم و انحناء دار کردن لوله ها

لوله ها در سطح افق

لوله های انتقال آب داغ یکی دیگر از اجزاء سیستم انتقال سیال هستند. امروزه در نیروگاههای زمین گرمایی دارای سیکل دو مداره از آب داغ برای تولید برق استفاده می شود. سیستم انتقال آب داغ با سیستم انتقال بخار تفاوت دارد. از جمله مشکلات انتقال آب داغ مسالهٔ جوشش آن در لوله ها است زیرا بخار تولید شده بر اثر جوشش ممکن است لوله را منفجر کند البته با پمپاژ می توان از جوشش آن در مسیر انتقال جلوگیری کرد .به این ترتیب که فشار اعمال شده به سیال بر فشار بخار غلبه کرده و دماسنج جوشش آب داغ می شود.

عایق بندی لوله های انتقال بخار آب داغ

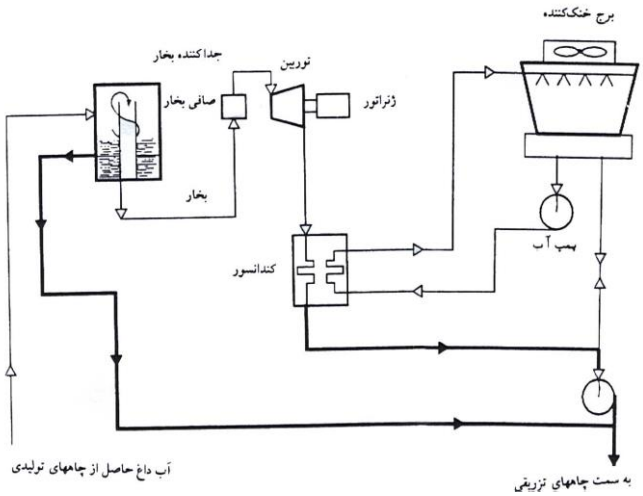
بخار و آب داغ در طول مسیر انتقال خود از سر چاه نیروگاه، بخشی از حرارت خود را از دست می دهند بنابراین به منظور جلوگیری از اتلاف حرارت، لوله ها، مخازن و سایر تاسیسات مربوط از نیروگاههای زمین گرمایی به وسیلهٔ مواد عایق پوشش داده می شوند.

معمولاً برای عایق بندی لوله ها از منگنز و نوعی کانی رسی به بنام ورمیکولیت استفاده می شود. در میادین حاوی بخار خ شک، عایق بندی لوله ها باید به نحوی با شد که حرارت بخار بسیار گرم خروجی از چاه درحین انتقال به حد نقطهٔ چگالش نر سد. از سوی دیگر اگر لوله های آب داغ نیر به بهمترین وجهه ممکن عایق بندی شوند، میزان افت حرارت، بسیار کمتر از یک درجه سانتی گراد به ازاء هر کیلو متر طول لوله خواهد بود.

تاسیسات تزریق آب به مخزن

در میدانهای زمین گرمایی، تمام یا بخش عمده ای سیال خروجی چاه به صورت آب مجدداً به درون مخزن تزریق می شود. در غیر اینصورت پس از گذ شت مدت زمانی نسبتاً کوتاه از آغاز بردا شت مخزن تمامی سیال موجود در آن تخلیه شده و از آنجا که در این زمان کوتاه، بارشهای جوی و آبهای نفوذی، قادر به تغذیه مجدد مخزن نیستند، مخزن از سیال تهی شده و فشار و دبی آن کاهش می یابد، تجهیزاتی که برای تزریق آب بکار می روند، عبارتند از سیستم لوکشی آب تزریق مخزن جمع آوری آب تزریقی و پمپها

در شکل زیر طرح کلی مسیر انتقال آبهای مازاد یک نیروگاه زمین گرمایی مشاهده می گردد.



باید توجه داشت ابعاد، حجم، نوع و سایر مشخصات فیزیکی این تاسیسات تابع میزان سیال اســـت که از چاههای تولیدی به دســـت می آید. همچنین اشـــاره می گردد، علاوه بر تاسـیسـات اشـاره شـده در نیروگاههای زمین گرمایی سـیسـتمهای جانبی دیگری (مانند اجکتورها، برجهای خنک کننده و ...) نیر وجود دارند، که چون تفاوت چندانی از نظر نوع و مکانیسم کار با انوع مشابه در نیروگاههای متعارف ندارد از ذکر آنها در این پروژه صرف نظر شـده اسـت، اما اشـاره نکردن به آنها دلیل وجود نداشـتن آنها در نیروگاههای زمین گرمایی نیست

ملاحضات اقتصادی

پیش از اخذ تصمیم نهایی راجع به مناسبترین شکل بهره برداری از منابع ژئوترمال موجود، نکات مهمی وجود دارد که باید آنها را به دقت مدنظر قرار داد:

۱- سیالات ژئوترمال می توانند از طریق لوله هایی با عایقبندی حرارتی مناسب تا فواصل نسبتاً دور انتقال داده شوند. در شرایط ایده ال لوله ها می توانند ۶۰ کلیومتر طول داشته باشند با اینحال، خطوط لوله، تجهیزات جانبی مورد نیاز (پمپها، شیرها و غیره) و تعمیر و نگهداری آنها همگی بسیار پرهزینه اند و می توانند تا حدود زیادی، هزینه سرمایه گذاری و هزینه های جاری یک واحد ژئوترمال را افزایش دهند، از این رو لازم است فاصله بین منبع ژئوترمال و سایت بهره برداری تا حد امکان کوتاه باشد.

۲- هزینه سرمایه گذاری یک واحد ژئوترمال معمولاً بیشتر، و گاهی اوقات بسیار، بیشتر از هزینه یک واحد مشابه است که با سوخت رایج کارمی کند. بالعکس، انرژی فعال ساز یک واحد ژتوترمال بسیار ارزان قیمت تر از انرژی حاصل از یک سوخت رایج است و همینطور است در مورد هزینه تعمیر و نگهداری اجزاء ژئوترمال واحد (لوله ها، شیرها، پمپها، مبدلهای حرارتی و غیره). هزینه سرمایه گذاری افزونتر باید از طریق صرفه جویی در هزینه انرژی جبران شود از اینرو لازم است سیستم بهره برداری از منبع طوری طراحی شود که عمر آن به حد کافی طولانی باشد تا سرمایه گذاری اولیه و ، هرجا که ممکن باشد، حتی بیشتر ازآن را، مستهلک سازد.

۳- با اتخاذ سیستمهای مرکب (Integrated systems) که ضریب بهره برداری بالاتری را برای ما فراهم می سازند (مثلاً ترکیب گرمایش و سرمایش محیطی) یا سیستمهای آبشاری (Cascad systems) که در آنها چند واحد بصورت یک مجموعه به یکدیگر متصل

می شـوند و هر واحد از پسـاپ خروجی واحد بالادسـتی خود تغذیه می کند (بعنوان مثال، تولید، برق + گرمایش گلخانه ای + دامپروری) می توان صرفه جویی های محسوسی حاصل نمود.

۴- برای کاهش هزینه تعمیر و نگهداری و تقلیل دفعات خاموشـی سـیسـتم لازم اسـت، پیچیدگی فنی واحد در حدی باشـد که فهم آن برای پرسـنل فنی محلی یا کارشـناسـی که د ستر سی به آنها به سهولت امکان پذیر ا ست مي سر با شد. در حالت ایده ال فقط باید در مواقعی از متخصصین فنی بسیار خبره یا سازندگان سیستم یاری طلبید که نیاز به تعمیرات بسیار گسترده بوده یا خرابی های وسیعی به بار آمده باشد.

۵- نهایتاً ، اگر قرار باشد واحد ژئوترمال به تولید فرآورده های مصرفی بپردازد، در این صورت باید پیشـاپیش ارزیابی دقیقی از وضـعیت بازار بعمل آورد تا بتوان فروش مناسـب این محصولات را تضمین نمود. همچنین باید تمامی زیر ساختهای مورد نیاز برای انتقال محصول نهایی از محل تولید به بازار مصرف پیشاپیش موجود بوده یا در طرح اولیه لحاظ گردد

هزینه تمام شده (شامل هزینه های ساخت، حمل ونصب تجهیزات)

الف) نیروگاه سرچاهی خروجی- اتمسفری و خروجی- کندانس

این ار قام را با ید د قت و احتیاط کافی بکار برد، زیرا تفاوت ملاحظه ای بین هزینه طرحهای مختلف م شاهده می شود با اینحال می توان انتظار دا شت که هزینه ساخت، حمل و راه اندازی نوعاً به شرح زیر باشد (بر حسب ارزش دلار آمریکا درسال ۱۹۹۳):

خروجی – اتمسفری (۲/۵ Mw)	۱۲۵۰ دلار به ازاء هر کیلو وات برق خالص تولیدی
خروجی – اتمسفری (۵ Mw)	۱۰۵۰ دلار به ازاء هر کیلو وات برق خالص تولیدی
خروجی – کندانس (۵ Mw)	۱۶۹۰ دلار به ازاء هر کیلو وات برق خالص تولیدی
خروجی – کندانس (۱۰ Mw)	۱۴۸۵ دلار به ازاء هر کیلو وات برق خالص تولیدی

(-) بدون احتساب هزینه چاهها

(-) سیستم کوتاه انتقال بخار

(-) سیستم ساده ترزیق مجدد

(-) خطوط کوتاه انتقال نیرو

(-) وجود کمتر از ۵٪ گاز در ترکیب سیال

(-) بدون احتساب هزینه های خدماتی و مالیاتی

(-) با این فرض که توربرآلترناتور کاملاً مطابق سفارش خریدار ساخته شده با شد. همچنین انتظار می رود که مدت زمان لازم برای ساخت، حمل و راه اندازی نوعاً به شرح زیر باشد:

WikiPower.ir

نوع واحد نیروگاهی	از تاریخ سفارش تا زمان بارگیری و حمل (ماه)	از زمان بارگیری و حمل تا شروع بهره‌برداری (ماه)	مجموع (ماه)
خروجی- اتمسفری (۲/۵ Mw)	۹	٤	۱۳
خروجی- اتمسفری (۵ Mw)	۱۰	٤	۱٤
خروجی- کندانس (۵ Mw)	۱۱	۵	۱٦
خروجی- کندانس (۱۰ Mw)	۱۳	٦	۱۹

ب) واحد نیروگاهی دو سیاله

این ارقام را باید با دقت و احتیاط کافی بکار برد، زیرا تفاوت قابل ملاحظه ای بین هزینه طرحهای مختلف مشاهده می شود علی الخصوص، دمای ورودی سیال ژئوترمال، تاثیر قابل ملاحظه ای بر هزینه واحد نیروگاهی دو سیاله دارد ورودی سیال بر سایز توربین، مبدلهای حرارتی و برجهای خنک کن مورد نیاز جهت تولید یک توان خروجی تاثیر گذار است و سایز تجهیزات نیز از این امر تبعیت می کند.

ج) واحداهای نیروگاهی دو فازی

این ارقام را باید با دقت و احتیاط کافی بکار برد، زیرا تفاوت قابل ملاحظه ای بین هزینه طرحهای مختلف مشاهده می شود. علی الخصوص اینکه آرایش تقدمی دو فازی فقط برای آنتالپی های پایین الی متوسط مناسب است. یکی از مزایای عمده اقتصادی واحدهای نیروگاهی دو فازی، عدم نیاز آنها به بهره گیری از یک سیستم مجزا برای جدایش بخار آب از

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ترکیب اولیه سیال ژئوترمال می باشد با اینحال می توان انتظار داشت که هزینه ساخت نصب و راه اندازی یک واحد سرچاهی دو فازی که آنتالپی سیال ورودی در حدود KJ/Kg ۱۱۰۰است، نوعاً به شرح زیر باشد.

(بر حسب ارزش دلار آمریکا در سال ۱۹۹۳)

واحد دو فازی با خروجی مستقیم به محیط اطراف	۱۷۵۰ دلار به ازاء هر کیلو وات برق تولیدی
واحد دو فازی تقدمی همراه با توربین خروجی - اتمسفری	۱۶۲۰ دلار به ازاء هر کیلو وات برق تولیدی
واحد دو فازی تقدمی همراه با توربین خروجی- کندانس	۱۴۹۰ دلار به ازاء هر کیلو وات برق تولیدی

WikiPower.ir

(-) آنتالپی سیال در حدود KJ/Kg ۱۱۰۰

(-) بدون احتساب هزینه چاهها

(-) سیستم کوتاه انتقال بخار

(-) سیستم ساده تزریق مجدد

(-) خطوط کوتاه انتقال نیرو

(-) بدون احتساب هزینه های خدماتی و مالیاتی

همچنین انتظارمی رود که مدت زمان لازم برای ساخت، حمل و راه اندازی یک واحد نیروگاهی دو فازی به شرح زیر باشد:

نوع واحد نیروگاهی	از تاریخ سفارش تا زمان بارگیری و حمل (ماه)	از زمان بارگیری و حمل تا شروع بهره برداری (ماه)	مجموع (ماه)
وا حد دو فازی با خروجی مستقیم به محیط اطراف	۹	۴	۱۳
واحد دو فازی تقدمی همراه توربین خروجی- اتمسفری	۱۰	۴	۱۴
واحد دو فازی تقدمی همراه با توربین خروجی- کندانس	۱۳	۶	۱۹

ملاحضات اقتصادی مربوط به نیروگاههای کوچک ژئوترمال

در این قسمت به بررسی ویژگیهای اقتصادی نیروگاهی کوچک ژئوترمال خواهیم پرداخت این مبحث اساساً به توربینهای بخار متداول از نوع خروجی- اتمسفری یا خروجی – کندانس اخت صا صی دارد. با اینحال می توان ا صول کلی مباحث مطروحه را بطور م شابه به واحدهای نیروگاهی دو سیاله یا دو فازی نیز تعمیم داد.

اقتصاد مقیاس

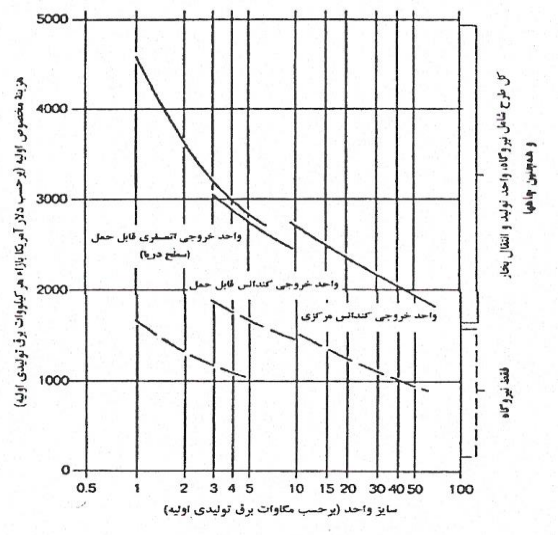
شکل ۱۷، نمودار کلی هزینه های اجرایی انواع واحدهای نیروگاهی شامل واحدهای سرچاهی خروجی- اتمسفری ، واحد های سرچاهی خروجی – کندانس و نیروگاههای مرکزی خروجی – کندانس را بر حسب ظرفیت تولید آنها نشان می دهد. در اینجا باید بر این نکته تاکید نمود که این ارقام نما یانگر مقادیر میانگین می باشد و هرگز نبا ید برای برآورد هزینه

طراحهای اجرایی خاص از آنها استفاده کرد این نمودار فقط برای مقایسه هزینه های عمومی انواع واحدهای نیروگاهی و ارائه دیدگاه کلی که با افزایش ظرفیت تولید یک واحد نیروگاهی، هزینه اجرائی خاص آن واحد کاهش می یابد رسم شده است.

مطابق قواعد اقتصادی مربوط به مقیاس نیروگاهها، هزینه مخصوص واحدهای کوچک (هزینه لازم برای نصب هر کیلو وات ظرفیت تولید) همواره بیش از واحدهای بزرگتر است. با اینحال، انواع هزینه های عمده ناشی از بکارگیری واحدهای بزرگتر که در ذیل به شرح یکایک آنها خواهیم پرداخت خود پاسخ روشنی بر این سوال اساسی است که چرا غالباً واحدهای نیروگاهی کوچکتر بعنوان بخش ثابتی از طرحهای اجرایی سود آوری مورد ا ستفاده قرار می گیرند.

پاسخگویی به روند رشد تقاضا

هنگامی که واحدهای بزرگ به یک سیستم افزود می شوند، یک هزینه ا ضافی به سیستم تحمیل می شود که ناشی از تامین ظرفیت بزرگتر (بیش از حد نیاز) برای یک دوره زمانی طولانی ا ست واین زمانی که ر شد تقا ضا، اثر ظرفیت ا ضافی نصب شده را خنثی کند، ادامه خواهد یافت.



۱- میانگین آنتالپی سیالات خروجی از چاه تولیدی واحد خروجی کندانس ۵ مگاواتی ۱۵۰۰ کیلو ژول بر کیلو گرم

شکل ۱۷ : هزینه سرمایه گذاری کلی برای توسعه ژئوترمال (۱۹۹۳) ظرفیت

۲- عمق چاه ۲۰۰۰ متر

۳- با احتساب هزینه مربوط به عملیات تزریق مجدد

۴- با فرض خطوط انتقال برق

۵- با فرض وجود کمتر از ۵٪ گاز غیر قابل کندانس در ترکیب بخار آب

۶- بدون احتساب وجوه منقول (نظیر عوارض، حق ثبت امتیاز و مالیات)

۷- بدن احتساب تمایمی محدودیتهای موجود در راه بهره برداری از منابع

۸- بدون احتساب بهره در طول ساخت

ظرفیت ذخیره کافی (بیش از حد نیاز سال خشک) باید در سیستم فراهم باشد تا بتوان واحد نیروگاهی را برای انجام تعمیرات دوره ای و همچنین برای خاموشی اجباری از مدار خارج ساخت. یک معیار دلخواه مفید که غالباً مورد استفاده قرار می گیرد مجموع ظرفیت اولین و سومین واحد بزرگ و فعال سیستم می باشد استفاده از واحدهای بزرگ در سیستم کوچک در یک سیستم کوچک بدین معنا خواهد بود که ظرفیت ذخیره مورد نیاز می تواند بخش بزرگی از ظرفیت نصب شده را به خود اختصاص دهد. هزینه فراهم نمودن این ظرفیت اضافی، یک هزینه اضافی است که می توان آن را به استفاده از واحدهای بزرگ نسبت داد.

در ادامه این بحث چنانچه ما یک سیستم با واحدهای کاملاً مشابه را در نظر بگیریم که هریک نیاز دارند تا یک ماه از هر سال را برای انجام عملیات تعمیراتی از مدار خارج شوند، سپس قادر با شند تا یک بار ثابت را با کوچکترین سطح ظرفیت ذخیره تامین کنند، در این صورت لازم ا ست این سیستم سیزده واحد م شابه دا شته با شدکه هر یک قادر با شند یک دوازدهم بار سیستم را تامین نمایند. واحدهای دارای سایزهای کوچکتر یا بازرگتر از نیاز به ظرفیت بزرگتر (یا حداقل مساوی) خواهند داشت.

ذخیره چرخشی

معمولاً واحدها به تعداد کافی در خط تولید دایر می شوند، اما حتی الامکان با ظرفیتی پایین تری از بار کامل خود فعالیت می کنند تا بتوانند بار بزرگترین واحد را، در صورت لزوم، سریعاً تامین نمایند. استفاده از تعداد کمتری از واحدهای بزرگ بدین معنا خواهد بود که این واحدها الزاماً در یک بخش کوچک از بار کامل خود به فعالیت خواهند پرداخت و در نتیجه بازده آنها پایین تر خواهد بود.

ریسک (خطر پذیری)

بویژه در مورد توسعه حوزه های بخار ژئوترمال که در مراحل اولیه اکتشاف قرار داشته و هنوز وسعت یا قابلیت بهره برداری ازمنبع به درستی تعیین نشده باشد لازم است هزینه ناکامی (قصور) حتماً مدنظر قرار داده شود این هزینه به حداقل خواهد رسید اگر فقط سرمایه صرف شده برای راه اندازی واحد کوچک اولیه از یک طرح زمان بندی شده به هدر رود.

ضریب ظرفیت

این ضریب بصورت زیر محاسبه می شود:

(Kw)ظرفیت / (Kw) میانگین بار تولید شده در یک دوره زمانی معین و (h) تعداد ساعات آن دوره ×(Kw) ظرفیت) / (Kwh) کل انرژی تولید شـــده در یک دوره زمانی معین این ضریب، وسیله ای است برای اندازه گیری نسبت انرژی تولید شده از یک ایستگاه به حداکثر تولید انرژی ممکن.

گزینه های تولید از قبیل توربین آبی، توربین (زغال-ســـوزبخار، توربین گازی ،مولد دیزلی و ژئوترمال، هریک نیازمند برقراری موازنه خاصی بین هزینه های ثابت و هزینه های متغیر می باشـند هزینه های ثابت، هزینه هایی را گویند که تحت تاثیر میزان حقیقی توان تولید شـده قرار نمی گیرند، نظیر هزینه ســرمایه گذاری اولیه نیروگاه. هزینه های متغیر، هزینه هایی را گویند که به میزان حقیقی توان تولید شده بستگی دارند نظیر هزینه سوختی زغال سنگ یا دیزل. تاثیر میزان حقیقی توان تولید شده قرار نمی گیرند، نظیر هزنیه سرمایه گذاری اولیه نیروگاه. هزینه های متغیر، هزینه هایی را گویند که به میزان حقیقی توان تولید شده بستگی دارند، نظیر هزینه های سوختی زغال سنگ یا دیزل هزینه های یک گزینه تولید باید از طریق فروش انرژی تولید شـــده توســط نیروگاه (Kwh) در طول دوره حیات اقتصـــادی آن مســـترد گردد. برای هر گزینه تولید، همان اندازه که ظرفیت و به تبع آن مقدار انرژی تولید شـــده کاهش یابد، بخش مربوط به هزینه های ثابت که باید از طریق فروش هر واحد انرژی تولید شده مسترد گردد، افزایش می یابد.این مساله، هزینه واحد آن گزینه تولید را افزایش می دهد هزینه واحد تولید تحت تاثیر بخش مربوط به هزینه های متغیر قرار نمی گیرد، با

اینحال، همانند کلیه هزینه های متغیر (نظیر هزینه سوخت) متناسب با کاهش تولید کاهش می یابد.

ویژگی بارز تولید ژئوترمال، برخوداری از هزینه ثابت بسیار سنگین در مقایسه با هزینه های متغیر پایین آن است بنابراین، به همان نسبت که ضریب ظرفیت کاهش می یابد هزینه واحد برق ژئوترمال با یک نرخ بسیار بزرگتر از گزینه های سوختی – فسیلی نظیر واحدهای زغال – سوز بخار ، توربینهای گازی یا مولد های دیزلی افزایش می یابد در ضرایب بسیار پایین (کوچکتر از ۱۵-۱۰٪) توربین گازی همواره ارزانترین وسیله ممکن برای تامین ظرفیت مورد نیاز یک سیستم بزرگ به شمار می رود، و برای یک سیستم کوچک، مولد احتراق- داخلی دیزلی.

این فقط بدلیل اقتصادی است که واحدهای ژئوترمال معمولاًفقط برای کاربردهای با ضرایب ظرفیت بزرگ (بار پایه) مناسب می باشند. از یک نقطه نظر فنی مطلقاً هیچ مشکلی در طراحی یک ایستگاه ژئوترمال برای تامین بارهای سبک یا کار در ضرایب ظرفیت یا بار کوچک وجود ندارد مقایسه دقیق اقتصادی جایگزین های سوخت- فسیلی برای این نوع کاربردهای خاص الزامی است.

هزینه اجتناب شده

این اصطلاح، یک مفهوم اساسی و مهم است که زمانی با آن مواجه خواهیم شد که قصد بررسی منافع یا صرفه جویی های حاصل از تحمل تولید اضافی به یک سیستم فعال را داشته باشیم.یک نمونه خوب در این رابطه، بر آورد هزینه / فایده نصب و راه اندازی یک توربین کوچک بر روی چاههای اکتشافی اولیه تا زمانی است که آنها نیاز به یک توسعه وسیع تر و

همه جانبه تر دارند. یک اشتباه رایج، این است که بعضاً تصور می شود ارزش برق تولید شده از چنین واحدی معادل قیمت رایج برق می باشد (حتی اگر این قیمت به صورت تخمینی محاسبه شده باشد) این یک خطای جدی است، زیرا صرفه جویی های حاصله فقط هزینه هایی را شامل می شوند که با استفاده از این تولید خاص می توان از آنها اجتناب نمود این هزینه ها فقط شامل هزینه های سوختی و سایر هزینه های متغیر می باشد مگر اینکه به هر دلیلی زمان بهره برداری از ظرفیت برنامه ریزی شده به تعویق بیافتد (که این کار معمولاً مناسب نیست). اجزاء هزینه سرمایه گذاری کلیه واحدهای موجود (فعال) با این تولید اضافی مورد اجتناب قرار نمی گیرند و باید همچنان مسترد گردند.

بعنوان یک مثال بسیار خوب، اگر یک سیستم نیروگاهی بطور کامل از نوع آبی باشد، در اینصورت ارزش تولید اضافی صفر خواهد بود، زیرا با استفاده از آن هیچ صرفه جویی خاصی حاصل نمی شود هزینه اجتناب شده چنین تولیدی با تعیین هزینه های سوختی(یا سایر هزینه های جاری متغیر) که واحدی که در هر بخش روز و سال توسط تولید اضافی جایگزین می شود، صرفه جویی می گردد ، محاسبه می شود چنانچه واحد آبی در سیستم وجود داشته باشد در این صورت برآوردهای تولید سال میانگین (نه سال خشک) برای هر نوع واحد باید مورد استفاده قرار گیرد. دلیل اینکه منافع حاصل از صرف هزینه های هنگفت برای سرمایه گذاری بر روی یک واحد جدید معمولاً با این نوع پروژه خاص همخوانی ندارد، این است که ، بدلیل طولانی بودن زمان مورد نیاز برای ساخت نیروگاههای بزرگتر، برنامه توسعه زمان بندی شده در طول دوره ای که مینی توربین مورد استفاده قرارخواهد گرفت، معمولاً در همان دوره ارزیابی قابل اجرا می باشد

ملاحظات اقتصادی مربوط به نیروگاههای خروجی- اتمسفری و خروجی- کندانس

رفتار اقتصادی توربینهای سرچاهی تا حد بسیار زیادی به فلسفه ساخت و راه اندازی آنها بستگی دارد هر جا چاههای اکتشافی با هدف تعیین سطح بهینه تولید و سپس چاههای تولید برای حمایت از تولید بیشتر حفر شده اند هزینه کلیه این فعالیتها (که بر اساس مطالعات امکان سنجی اولیه محاسبه می شود) نشان داده است که آنها توجیه اقتصادی لازم را دارا بوده و هزینه های طرح با فروش برق حاصل تو سعه نهایی آن مسترد خواهد گردید. بنابراین چنانچه قصد بررسی توجیه اقتصادی راه اندازی واحدهای سر چاهی به روی چاههای اکتشافی یا تولیدی اولیه را داشته باشیم تنها لازم است منافع اضافی حاصله را با هزینه های اضافی صرف شده مقایسه کنیم .

منافع اضافی حاصله شامل برق تولید شده و اطلاعات تست مخزن، و هزینه های اضافی شامل هزینه راه اندازی واحدهای سرچاهی و کلیه چاههای اضافی، به استثناء چاههای موجود می باشند به طور واضح، چنانچه بخواهیم اقتصادی ترین راه را برای افزودن ظرفیت به یک سیستم تولید برق انتخاب کنیم، هزینه هایی که تا کنون با آنها مواجه بوده ایم، یقیناً اجتناب ناپذیر خواهند بود و کم هزینه ترین گزینه ممکن، گزینه ای خواهد بود که هزینه های اضافی آن در پایین سطح ممکن قرار داشته باشد. با اینحال، اگر قرار بر این باشد که یک منبع حفاری نشده با استفاده از توربینهای سرچاهی توسعه داده شود تا مثلاً پاسخگوی بخش کوچکی از نیاز ساکنین یک روستا باشد، در این صورت تمامی چاههای حفر شده برای این منظور باید در ارزیابی اقتصادی طرح مدنظر قرار داده شوند.

با رجوع به مطالبی که در مورد هزینه راه اندازی واحدهای نیروگاهی خروجی- اتمسفری و خروجی – کندانس بیان شد و پیش از این در شکل ۱۷ شرح داده شده بود این یک تفاوت اساسی است که هزینه اولیه راه اندازی یک واحد نیروگاهی خروجی – کندانس (به استثناء هزینه چاهها) معمولاً ۵۰٪ بیشتر از یک واحد ینروگاهی خروجی – اتمسفری با ظرفیت مشابه است. با اینحال، اگر هزینه چاهها نیز مدنظر قرار داده شود، در این صورت هزینه اولیه راه اندازی واحد نیروگاهی خروجی- کندانس معمولاً اندکی کمتر از واحد نیروگاهی خروجی – اتمسفری خواهد بود، این بدین دلیل است که تعداد چاههای مورد نیاز برای تغذیه یک واحد خروجی- اتمسفری تقریباً دو برابر یک واحد خروجی – کندانس می باشد. بدین ترتیب هرگاه نیاز باشد که ظرفیت اضافی به سیستم افزوده شود، به همان نسبت نیاز خواهد بود که چاههای اضافی حفر شوند؛ بنابراین گزینه خروجی – کندانس معمولاً جذابتر از گزینه خروجی – اتمسفری است. این البته برای مواردی صادق است که قبلاً تصمیم نهایی برای توسعه طرح و افزایش تولید اخذ شده باشد و معمولاً برای بهره برداری بلند مدت از چاههای موجود مورد استفاده قرار می گیرد، اگر تقاضا برای ظرفیت بیشتر قابل پاسخگویی با یک واحد خروجی –کندانس با شد. ضمناً همواره ترجیح داده می شود که بهره برداری از منبع ژئوترمال با کارآمد ترین روش ممکن انجام پذیرد با اینحال چنانچه تصمیم بر آن باشد که از فرصت پیش رو برای تولید برق از چاههای حفر شده (موجود) استفاده شود، در این صورت معمولاً واحد خارجی- اتمسفری مطلوبتر و اقتصادی تر خواهد بود.

بنابراین نکته بارزی که در پاراگراف پیشین بدان اشاره گردید، وجود تفاوت در پاسخ به این سوال اساسی است که آیا توسعه طرح و افزایش تولید با هدف پاسخگویی به نیاز بازار صورت

می پذیرد یا اینکه برای صرفه جویی در وقت و استفاده از فرصت پیش رو ؟ چنانچه پاسخ ، معطوف به بخش اول سوال بوده و ظرفیت مورد نیاز بیشتری از حدی باشد که ، مثلاً، بتوان آن را نصب و راه اندازی واحدهای خروجی – اتمسفری بر روی چاههای موجود تامین نمود، در این صورت توسعه طرح باید از طریق حفر چاههای بیشتر یا استفاده از یک واحد جایگزین انجام پذیرد (که این امر مستلزم صرف هزنیه هایی اضافی است). بنابراین ، در اینگونه موارد، واحدهای گرانقیمت تر خروجی – کندانس ممکن است اقتصادی تر جلوه کنند، زیرا تعداد چاههای مشابه می توان تقریباً دو برابر واحد های خروجی- اتمسفری ظرفیت حاصل نمود. اگر توسعه با هدف صرفه جویی در وقت و استفاده از فرصت موجود (پیش رو) انجام پذیرد، در این صـــورت باید دید که آیا هزینه تولید برق از چاههای موجود کمتر از هزینه اجتناب شده تولید است که در صورت استفاده از رو شهای دیگر ناچار به پرداخت آن می بودیم یا خیر.

WikiPower.ir

منابع آلودگی

در بیشتر موارد، میزان تاثیری که بهره برداری از منابع انرژی ژئوترمال بر روی محیط زیست می گذارد، با وسعت ابعاد این بهره برداری متناسب است. جدول ۳، احتمال وقوع و شدت نسبی تبعات زیست محیطی ناشی از اجرای پروژه های استفاده – مستقیم ژئوترمال را به صـورت فهرسـت وار نشـان می دهد تولید برق در نیروگاههای سـیکل دو سـیاله نیز مشـابه کاربردهای حرارتی مسـتقیم بر محیط زیسـت تاثیر خواهد گذاشـت. تبعات زیسـت محیطی انرژی ژئوترمال بطور بالقوه در مورد نیروگاههای برق متداول از نوع خروجی- اتمســـفری یا خروجی – کندانس بیشتر است، بویژه بر روی کیفیت هوا، اما می توان دامنه آنها در محدوده

قابل قبولی ثابت نگاه داشت، بخصوص اگر سرو کار ما با منابع کوچک ژئوترمال و نیروگاههای کوچک ($<10\ MW_e$) باشد.

هر تغییری در دمای محیط زیست ما باید بدقت مورد ارزیابی و سنجش قرار گیرد و میزان انطباق آن بر قواعد زیست محیطی حاکم، که در برخی ازکشورها بسیار سختگیرانه و دقیق تنظیم می شوند، معین گردد، زیرا یک تغییر به ظاهر ناچیز باعث وقوع زنجیره ای از حوادث شود که به سختی می توان پیشاپیش، ارزیابی دقیقی از آنها به عمل آورد.

به عنوان مثال، یک افزایش صرف به میزان C ۳º-۲ در دمای یک آبگیر، که در اثر تخلیه پساب خروجی از یک واحد بهره برداری بوجود آمده است، می تواند اکوسیستم آن را شدیداً تحت تاثیر قرار دهند آن دسته از ارگانیسم های گیاهی و جانوری که نسبت به تغییرات دما حساسترند، می توانند به تدریج نابود شوند و گونه های خاصی از ماهیان را بدون منبع غذایی شان در آب تنها بگذارند. افزایش دمای آب می تواند باعث ایجاد اختلال در رشد تخمهای گونه های دیگر از ماهیان شود. چنانچه این ماهی ها، خوراکی بوده و مایه ارتزاق دسته کوچکی از ماهیگیران را فراهم سازند، نابودی آنها می تواند بحران عمیقی را در زندگی این افراد بوجود آورد. نمونه ای که هم اینک ذکر شد، یک مثال فرضی بود، اما چندان هم دور از حقیقت نمی باشند.

جدول ۳: احتمال وقوع و شدت نسبی تبعات پتانسیل زیست محیطی پروژه های ا ستفاده- مستقیم ژئوترمال

نوع تخریب زیست محیطی	احتمال وقوع	شدت وقوع
آلودگی هوا	کم	متوسط
آلودگی آبها سطحی	متوسط	متوسط
آلودگی اعماق زمین	کم	متوسط
نشست زمین	کم	کم الی متوسط
آلودگی صوتی	زیاد	کم الی متوسط
آلاینده های خروجی ازچاه	کم	کم الی متوسط
مغایرات با نوع ویژگیهای فرهنگی و تاریخی جامعه	کم الی متوسط	متوسط الی زیاد
معضلات اجتماعی – اقتصادی	کم	کم
آلودگی شیمیایی یا حرارتی	کم	متوسط الی زیاد
تخلیه ضایعات جامد	متوسط	متوسط الی زیاد

نخستین اثر مشهود زیست محیطی واحدهای نیروگاهی یا غیر نیروگاهی ژئوترمال نا شی از عملیات حفاری اســت، خواه حفر گودالهای کم عمقی که برای ســنجش گرایان ژئوترمال در مرحله پیش – امکان ســنجی اکتشــافی حفر می شــوند و خواه حفر چاههای اکتشــافی / تولیدی، نصــب یک دکل حفاری و کلیه تجهیزات جانبی آن مســتلزم ســاخت جاده های

مواصلاتی و یک ناحیه مسطح برای انجام عملیات حفاری است، موارد اخیر، ناحیه ای به وسعت ۳۰۰ الی ۵۰۰ متر مربع را برای نصب یک دکل کوچک قابل حمل توسط کامیون (با حداکثر عمق ۳۰۰ الی ۷۰۰ متر) تا ۱۲۰۰ الی ۱۵۰۰ متر مربع برای نصب یک دکل کوچک- الی متوسط (با حداکثر عمق ۲۰۰۰ متر) پوشش خواهد داد. این فعالیتها شکل ظاهری منطقه را تغییر داده و می توانند تهدیدی جدی برای پوشش گیاهی و حیات وحش منطقه قمداد گردد. چنانچه منابع پتانسیل آبهای سطحی در منطقه وجود داشته باشند، در این صورت برای جلوگیری از اختلاط آنها با سیالات ژئوترمال خروجی باید پوشش حائلی برای چاهها درنظر گرفت. وزش بادهای شدید نیز می تواند باعث آلودگی آبهای ژئوترمال شود؛ از اینرو باید هنگام حفر چاههای ژئوترمال در مناطقی که انتظار وجود دماها و فشارهای بالا برای سیالات خروجی می رود، اقدام به نصب موانع بادگیر نمود. در طول انجام عملیات حفاری یا عملیات تست جریان ممکن است، گازهای نامطبوعی به محیط اطراف تخلیه شوند گل حفاری نیز، که ترکیبی از بتونیت (Bentonite) و سایر مواد زیانبار برای محیط زیست می باشد، باید پس از استفاده از آبهای ژئوترمال ورودی از ترکیب آنها جدا سازی شود. آب خروجی را می توان مجدداً مورد استفاده قرار داد، اما ابتدا باید آن را در داخل مخازن یا استخرهای ویژه نگهداری نمود تا از وجود ذرات جامد و تراشه های ناشی از عملیات حفاری پاکسازی شود، اساساً به محض اتمام عملیات حفاری، تبعات مخرب زیست محیطی آن نیز به پایان می رسد.

مرحله بعدی، یعنی نصب و راه اندازی خطوط لوله ای که کار انتقال سیالات ژئوترمال را برعهده خواهند داشت و ساخت واحدهای بهره برداری، نیز بر حیات جانوران و گیاهان

و شکل ظاهری منطقه تاثیر خواهد گذاشت. چشم انداز منطقه نیز تغییر خواهد نمود، اگرچه در برخی نواحی مانند لاردرلودر کشـــور ایتالیا خطوط لوله متقاطعی که از حومه شـــهر می گذرند و برجهای خنک کن نیروگاه به جزئی از چشـــم انداز منطقه تبدیل شـــده و جاذبه توریستی مشهوری را بوجود آورنده اند، مسائل زیست محیطی در حین فعالیت واحد بهره برداری کننده نیز بوجود می آیند. ســـیالات ژئوترمال (بخار آب یا آب داغ) معمولاً حاوی گازهایی نظیر دی اکســـید کربن (CO_2) ســـولفید هیدروژن (H_2S) و متان (CH_4)، و بعلاوه مواد محلولی می باشـــند که معمولاً غلظتشـــان با دما افزایش می یابد. بعنوان مثال کلرید ســـدیم (Nacl)، بورون (B)، ارســـنیک (As) و جیوه (Hg) جزء منابع آلودگی به شـــمار می روند، اگر قرار باشد که آنها به محیط اطرف تخلیه شوند. برخی آبهای ژئوترمال، نظیر آبهایی که برای گرمایش مناطق مختلف در کشـــور ایســـلند مورد اســـتفاده قرار می گیرند، از نوع آبهای شـــرین می باشـــد، اما این یک مورد اســـتثناءدر قاعده کلی ژئوترمال به شـــمار می رود پســـابهای خروجی از واحدهای ژئوترمال نیز دمایی بیش از محیط اطراف خود دارند و از همین رو می توان آنها را بالقوه یک آلاینده حرارتی قلمداد نمود.

آلودگی هوا به هنگام تولید برق در نیروگاههای متداول می تواند به عنوان یک معضل زیست محیطی عمده قلمداد شود. سولفید هیدرژن، یکی از آلاینده های اصلی است حداکثر غلظت مجاز سولفید هیدروژن، در هوا، بواسطه بوی نامطبوعش، در حدود ۵ جزء در هر یک میلیارد جزء حجمی هوا اســـت و چنانچه غلظت آن حتی اندکی از حد مجاز فراتر رود، تبعات فیزیولوژیکی جبران ناپذیری بروز خواهد نمود. با اینحال می توان با اســـتفاده از فرآینده های گوناگون، میزان انتشـــار این گاز را به حداقل ممکن رســـانید. واحدهای نیروگاهی ســـیکل دو

سیاله، که برای تولید برق مورد استفاده قرا ر می گیرند، و همچنین واحدهای گرمایش منطقه ای نیز ممکن ا ست باعث ایجاد معضلات کوچکتری شوند که به سادگی می توان با اتخاذ سیستمهای حلقه – بسته، که مانع از بروز انتشارات گازی شوند بر آنها فائق آمد.

تخلیه پسابهای خروجی نیز یکی از منابع پتانسیل آلودگی شیمیایی قلمداد می گردد. غلظتهای بالای مواد شیمیایی نظیر بورون، فلوراید یا ار سینک در ترکیب سیالات ژئوترمال م صرفی را باید حتماً تعدیل نمود، سیالات م صرفی را مجدداً به داخل مخزن تزریق نمود، یا اینکه باید از هر دو روش استفاده کرد. با اینحال، سیالات ژئوترمال دما – پایین – الی – متو سط مورد ا ستفاده در اکثر کاربردهای ا ستفاده – مستقیم معمولاً حاوی مقادیر اندکی از مواد شیمیایی می باشند. و تخلیه سیالات ژئوترمال مصرفی (در این موارد) به ندرت یک مساله عمده قلمداد می شود. برخی از این سیالات می توانند غالباً پس از سرد شدن به آبهای سطحی تخلیه شوند. آبها را می توان با ذخیره کردن در داخل استخرها یا مخازن ویژه ای که به همین منظور ساخته می شوند سرد سازی نمود تا از بروز تغییرات ناخوا سته در اکوسیستم آبگیرهای طبیعی (رودخانه، دریاچه ها و حتی دریا) جلوگیری شود

استخراج مقادیر فراوانی از سیالات ژئوترمال ا زمنابع آبی زیر زمینی می تواند باعث وقوع پدیده نشست (Subsidence) یا به عبارتی فرونشینی تدریجی سطح زمین شود این یک پدیده بازگشت ناپذیر ا ست، اما به هیچ وجه نباید آنرا فاجعه ای م صیبت آمیز قلمداد نمود، زیرا فرآیند بسیار آهسته ای ا ست که به طور یکنواخت در سرتا سر نواحی پهناوری از کره زمین پخش می شود با این حال، پس از گذشت سالیان متمادی، عمق نشست سطح زمین می تواند به مقدار قابل ملاحظه ای برسد (در برخی موارد، چند ده سانتی متر و حتی چند

صد متر) و باید با استفاده از یک روش معین اقدام به مشاهده و ثبت آن نمود با تزریق مجدد پ سابهای ژئوترمال به اعماق زمین می توان مانع از ن ش ست سطح زمین شد یا اینکه آن را محدود ساخت.

تخلیه و یا تزریق مجدد ســیالات ژئوترمال به اعماق زمین می تواند باعث وقوع زمین لرزه یا تشدید آن در نواحی خاصی از کره زمین شود با اینحال، این زمین لرزه ها به قدری خفیفند که فقط با اســتفاده از دســتگاههای اندازه گیری خاص می توان به وقوع آنها پی برد به نظر نمی رســد که بهره برداری از منابع کوچک ژئوترمال باعث وقوع لرزه های شــدید شــود و تا کنون نیز هرگز چنین اتفاقی نیافتاد است.

آلودگی صــوتی ناشــی از فعالیت واحدهای ژئوترمال را می توان در مواردی که واحد به تولید انرژی الکتریکی می پردازد: یک معضل زیست محیطی قلمداد نمود. آلودگی صوتی واحدهای حرارتی مستقیم معمولاً جزئی و قابل صرفنظر است.

WikiPower.ir

قواعد عمومی رفع معضلات زیست محیطی

تبعات زیست محیطی نا شی از ا ستخراج یک منبع ژئوترمال به عوامل متعددی همچون نوع ویژگیهای مخزن و ســیال ژئوترمال، نوع بهره برداری، ســایز واحد بهره برداری، محیطی که پروژه در آنجا اجرا می گردد و موارد متعدد دیگر بســتگی دارد که این عوامل دارای تاثیرات متقابلی بر یکدیگر می باشــند. بنابراین هر پروژه، مشــکلات و راه حل های خاص خود را به همراه خواهد دا شت. با تمامی این او صاف، برخی ا شارات کلی به مو ضوع فوق الذکر به شرح زیر ارائه می گردد:

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۱- واحدهای ژئوترمال و سیستم بهره برداری به عنوان یک مجموعه باید طوری طراحی شوند که قادر به فعالیت با حداکثر بازده ممکن باشند هر چه بازده بیشتر باشد، مصرف ویژه (Specific Consumtion) سیال ژئوترمال و به تبع آن میزان آلاینده های ورودی به محیط کمتر خواهد بود.

۲- تزریق مجدد پسابهای خروجی سبب دفع عوامل اصلی آلودگی محیط زیست شامل آلاینده های حرارتی و شیمیایی، هر دو می شود. جز در مواردی که یک چاه غیر تولیدی در دسترس قرار داشته باشد، این راه حل ممکن است بسیار پر هزینه باشد، زیرا این به معنای حفر یک چاه ویژه برای ترزیق مجدد پسابها است ضمناً عملیات تزریق مجدد باید توسط متخ ص صینی انجام پذیرد که ازتجربه طولانی در این زمینه خاص برخوردارند تا بدین ترتیب از آلودگی منابع زیرزمینی آب شیرین و سرد شدن مخزن ژئوترمال جلوگیری شود از سوی دیگر، تزریق مجدد به یک مکان مناسب و یک عمق مناسب باعث شارژ دوباره مخزن ژئوترمال و افزایش عمر آن و همچنین جلوگیری از وقوع پدیده نشست خواهد شد

۳- آلودگی های شیمیایی و حرارتی را می توان با ا ستفاده از مبدلهای حرارتی عمقی، در هر جایی که امکان ا ستفاده از آنها وجود ندا شته با شند، مورد پیشگیری و مراقبت قرار داد سیال عاملی که در داخل مبدل حرارتی سیر کوله می شود، بسته به دمای منبع، می تواند آب خالص با یک سیال منا سب با دمای جوش پایین با شد. موادی که قابلیت آلایندگی دارند، در داخل منبع باقی می مانند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

نتایج

انرژی ژئوترمال در صورت بهره برداری صحیح می تواند نقش مهمی را در موازنه انرژی بسیاری از کشورها ایفا نماید. بویژه منابع کوچک ژئوترمال می توانند ما را در رفع معضلات متعدد محلی و رشد استانداردهای زندگی جوامع کوچک و مجزا یاری دهند.

پیش از همه لازم است براین نکته تاکید کنیم که منابع ژئوترمال (یعنی آن بخش ا ز حرارت زمین که تو سط بشر قابل ا ستخراج ا ست) ، بر خلاف عقاید رایج، تجدید پذیر نمی باشند بهره برداری تقریباً مداوم از این منابع باعث وقوع فرآیند های فیزیکی و شیمیایی خا صی در اعماق زمین می شود که در کنار فرآیندهای طبیعی موجود باعث تهی شدن منابع خواهند شد از اینرو به منظور پیشگیری از وقوع حوادث ناگوار، آنچه از اهمیت فراوانی برخوردار است، این است که با مدل سازی سیستم ژئوترمال، شروع به جمع آوری اطلاعاتی نماییم که با تکه بر آنها بتوان حدس زد تا چه زمان می توان بهره برداری از منابع موجود ادامه داد. هر چه منابع و سرمایه مالی مورد نیاز آنها کوچکتر باشد مدل سازی آنها ساده تر خواهد بود این تخمین اولیه و برنامه ریزی متناسب با آن برای توسعه منابع ژئوترمال باید این تضمین را ایجاد کنند که در صورت صرف بودجه های کلان برای امور تحقیقاتی، عملیات اکتشافی و ساخت واحدهای بهره برداری، پس از مدتی شاهد بازگشت سرمایه اولیه خواهیم بود.حتی در ساده ترین حالت که قطعاً یکی از نادرترین آنها نیز به شمار می رود یعنی بهره برداری از سیالات گرمی که بطور طبیعی در سطح زمین پدیدار می شوند (مانند چشمه های آب داغ) و نیازی به حفر چاه یا استفاده از پمپهای عمقی برای استخراج آنها نیست، باید ابتدا

تحقیقات جامعی بر روی کیفیت سیال و شرایط هیدرولوژیکی محیط اطراف به عمل آورد. آبی که از خود علائم حاوی از رسوب گذاری یا خورندگی بروز دهد، پس ازگذشت مدت زمان بسیار کوتاهی باعث ایجاد معضلات متعدد در واحد بهره برداری خواهد شد؛ همچنین ا ستخراج مقادیر فراوانی ا ز آبهای زیرزمینی یا هر فعالیت دیگری که شرایط هیدرولوژیکی منطقه را دگرگون سازد، می تواند باعث تغییر خ صو صیات منبع شده و حتی در نهایت به تخلیه کامل آن بیانجامد.

مهندسی واحدهای ژئوترمال و مهندسی مواد مورد استفاده درساخت آنها غالباً پر هزینه تر از سیستمهای ا ست که از سوختهای تجاری رایج به عنوان منبع انرژی خود استفاده می کنند. بطور مشابه می توان گفت که هزینه تعمیر و نگهداری واحد های ژئوترمال نیز در سطح بالاتری قرار دارد تبعات زیست محیطی انرژی ژئوترمال، بویژه منابع کوچک ژئوترمال، را می توان در حد نسبتاً قابل قبولی پایین نگهدا شت و معمولاً زیان این منابع کمتر از سایر منابع انرژی است با این وجود نمی توان اثرات مخرب این انرژی را به طور کلی نادیده انگاشت. حذف یا کاهش تبعات این انرژی غالباً نیازمند انجام عملیات پر هزینه و نصب تجهیزات جانبی است.

تمامی این موارد (نیاز به انجام ارز یابی های دقیق هزینه بالاتر ساخت، تعمیر و نگهداری واحدهای بهره برداری ژئوترمال در مقاسه با سایر انواع سیستمها و همچنین نوع تبعات زیست محیطی اینگونه واحدها) و سایر مواردی که تا کنون مورد بحث و برر سی قرا ر داده شدند، می توانند موازنه انرژی را به ضرر منابع ژئوترمال و به سود سایر منابع انرژی تغییر دهند با اینحال می توان با تدوین یک برنامه اصولی و اتخاذ

تصمیماتی عملی و راهگشا که اساس آن بر اطلاعات دقیق و توصیه های حکیمانه خبرگان فن ژئوترمال استوار باشد، تاثیر این عوامل را بر انتخاب نهایی خود کاهش داد. البته به سختی می توان یک زمین شناس، یک مهندس یا تیمی از م شاورین را یافت که به ناتوانی خود درطراحی و اجرای یک پروژه ژئوترمال اذعان داشته باشند. با اینحال، اکت شاف و ا ستخراج منابع ژئوترمال عملاً با م سائل و مع ضلات خا صی همراه است که تنها با استفاده از دانش فنی لازم و بهره مندی از تجربیات طولانی می توان آنها را پیش بینی نموده و در نهایت بر آنها فائق آمد. عوامل متعدد وجود دارند که باید پیش از اقدام به راه اندازی یک سیستم ژئوترمال و تنظیم یک برنامه اکتشافی و استخراجی، آنها را مدنظر قرار داد، که برخی از آنها به شرح زیر می باشند

۱- انرژی ژئوترمال، یک انرژی ملی است که در صورت بهره برداری مناسب از منابع آن می توان کاهش واردات سوختهای رایج وگرانقیمت یا، بالعکس، افزایش صادرات این قبیل سوختها را شاهد بود.

۲- در برخی نواحی خاص و در بعضی شرایط حاد ممکن است انرژی ژئوترمال به عنوان تنها منبع انرژی موجود در منطقه مطرح باشد.

۳- این سوخت بر خلاف سوختهای رایج به خودی خود، رایگان است و هیچ پولی بابت خرید آن پرداخت نمی شود.

پیوست

توضیح برخی از اصطلاحات بکار رفته:

۱- منابع برزگ ژئوترمال:

منابعی هستند که اساساً برای تولید انرژی اکتریکی در نیروگاههایی با ظرفیت بیش از ۱۰ مگاوات مورد بهره برداری قرار می گیرند.

۱- منابع کوچک ژئوترمال:

منابعی هســـتند که در نوع کاربرد غیر الکتریکی ودر هر مقیاس می توان آنها را مورد بهره برداری قرار داد، زیرا جنبه های فنی و مع ضلات مربوط به این منابع قطع نظر از بزرگی یا کوچکی آنها، کم و بیش یکسان است.

۳- بخش قابل دسترسی منابع :

یعنی کل انرژی حرارتی ذخیره شده بین سطح زمین وعمق معینی در پوسته آن مقدار تقریبی آن با عنایت به میانگین سالیانه دمای محل سنجیده می شود.

WikiPower.ir

۴- بخش مفید منابع قابل دسترسی (Resource)

به آن بخش از منابع قابل دسترس ژئوترمال اطلاق می گردد که بهره برداری از آنها در یک آینده معین (کمتر از صـــد ســـال آینده) از توجیه اقتصـــادی کافی و اعتبار قانونی لازم برخوردار خواهد بود.

۵- منابع موجه اقتصادی (Reserve)

بخشی از منابع موجود در یک ناحیه معین می باشند که هم اینک از توجیه اقتصادی کافی (در مقایســه با ســایر منابع متداول انرژی) و اعتبار قانونی لازم بخوردار بوده و با انجام

عملیات حفاری یا با استناد به شواهد زمین شناسی ونوع خصوصیات ژئوفیزیکی و ژئوشمیائی منطقه قابل شناسایی می باشد.

۶- حوزه ژئوترمال(Geothermal field)

معمولاً برای اشاره به ناحیه ای با یک یا چند سیستم ژئوترمال بکار می رود، خواه این منابع عملاً مورد بهره برداری قرار گرفته باشند یا اینکه اینگونه نباشد.

۷- سیستمهای آب غالب (water- dominated systems)

در این سیستمها، این فاز مایع است که در طول زمان، فشار سیال را کنترل می کند همچنین محدوده دمایی آنها می تواند مقادیر کوچکتر از ۱۲۵º C تا مقادیر بزرگتر از ۲۲۵º در بر گیرد

سیتمهای بخار- غالب (Vapour- dominated systems)

در این سیستمها، این فاز بخار است که در طول زمان، فشار سیال را کنترل می کند این نوع سیستمها تا حدود زیادی نادر و کمیابند و جزء سیستمهای دما – بالا قلمداد می شوند و معمولاً می توانند باز وسیعی از بخارات آب خشک تا ما فوق گرم را در خود بپرورانند.

۸- توان حرارتی قابل استحصال (Available thermal power)

به حرارتی اطلاق می شود که می توان از جریان ژئوترمال قابل دسترسی استحصال نمود و مقدار آن (طبق قرارداد) بر حسب دمایی که ۱۰ º C بالاتر از دمای کمینه سیکل در نظر گرفته می شود، محاسبه می گردد.

۹- گرادیان ژئوترمال:

پارامتر فیزیکی خا صی ا ست که نرخ افزایش دما با عمق را در پو سته زمین ن شان می دهد

میانگین گرادیان ژئوترمال در حدود۲/۵ الی ۳ درجه سانتیگراد به ازای هر ۱۰۰ متر است.

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مراجع

1- HUDSON, R.B., Techincal and economic overview of geothermal atmospheric exhaust and condensing turbines, binary cycle and biphase plant, Geothermics 17 (1), 1988: 51-74

2- HAENEL,R., RYBACH, L. and STEGENA, L., Fundamentals of Terrestrial Heat flow- Density Determination, Kluwer Academic publishers, Dordrecht, 1988: pp.9-57.

3- BEALL, S.E and SAMUELS, G., The Use of warm water for Heating and cooling plant and Animal Enclosures, Oak Ridge National Laboratory, Report ORNLTM- 3381, 1971: 56PP.

4. Armstead H.C., "Geothermal Energy, its past, present & future" , E. & F. spon pub.co., pp.127-161 (1988)

5. ماهنامه تخصصی صنعت برق شماره های 44-50

6. DICKSON, M.H. and FANELLI, M., Status of geothermal research in the Indochina, Ho chi Minh city, vol. 2, 1986: pp. 825-873