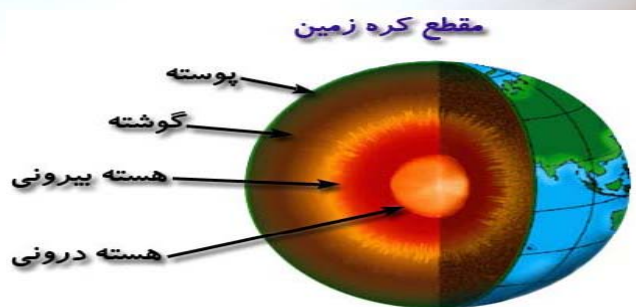


بنام خدا

## انرژی زمین گرمایی

### انرژی زمین گرمایی چیست؟

- انرژی حرارتی که در پوسته جامد زمین وجود دارد و از داخل زمین به نزدیکی سطح زمین راه می یابد انرژی زمین گرمایی نامیده می شود.



## بهره برداری از انرژی زمین گرمایی

### ✓ استفاده غیرمستقیم یا روش نیروگاهی

- این انرژی با درجه حرارت بالا برای تولید برق مورد استفاده قرار می گیرد. در نیروگاههای برق زمین گرمایی، بخار طبیعی یا آب گرم دارای بخار، با فشار زیاد به سطح زمین می رسد و سپس از این بخار برای چرخاندن توربین و تولید برق استفاده می شود.

### ✓ استفاده مستقیم یا روش غیرنیروگاهی

## انواع نیروگاههای زمین گرمائی

### ✓ طرح بخار مستقیم (Direct steam)

### ✓ طرح Flash steam

- Single flash
- Double flash

### ✓ طرح Binary

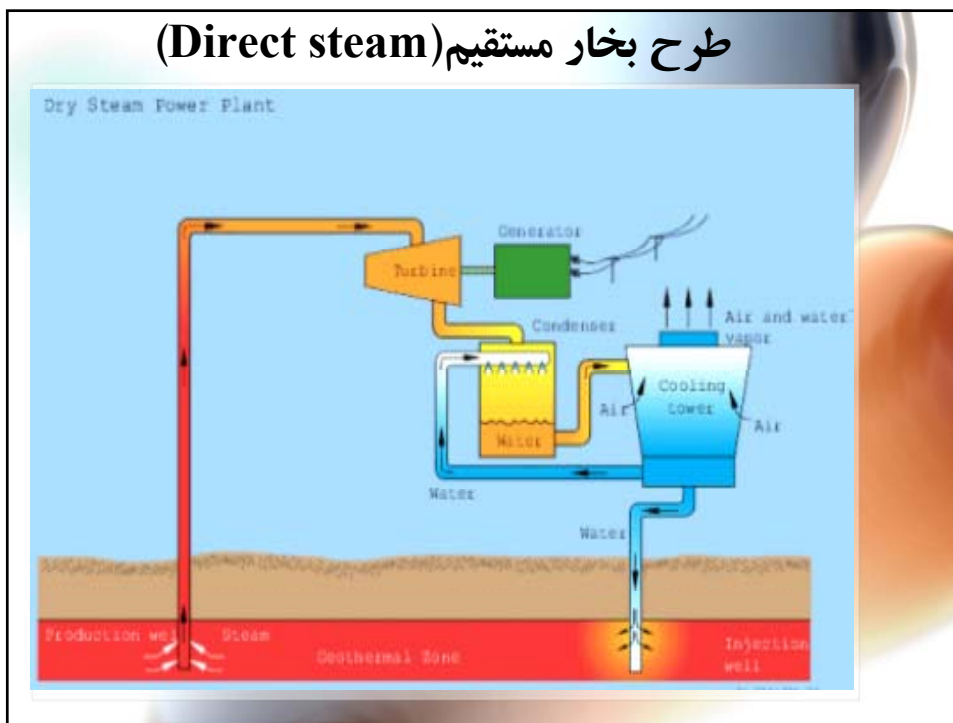
### ✓ طرح های ترکیبی

- باینری و بخار مستقیم
- نیروگاه ترکیبی باینری و single flash
- نیروگاه ترکیبی single flash و double flash

## طرح بخار مستقیم (Direct steam)

- این طرح بیشتر در مخازن زمینی که نسبت بخار به آب در آنها خیلی زیاد بوده و به صورت بخار خشک است به کار می رود.
- نرخ توان: ۱۰ تا ۱۳۵ مگا وات. مقادیر نامی ۲۰ تا ۶۰ مگا وات

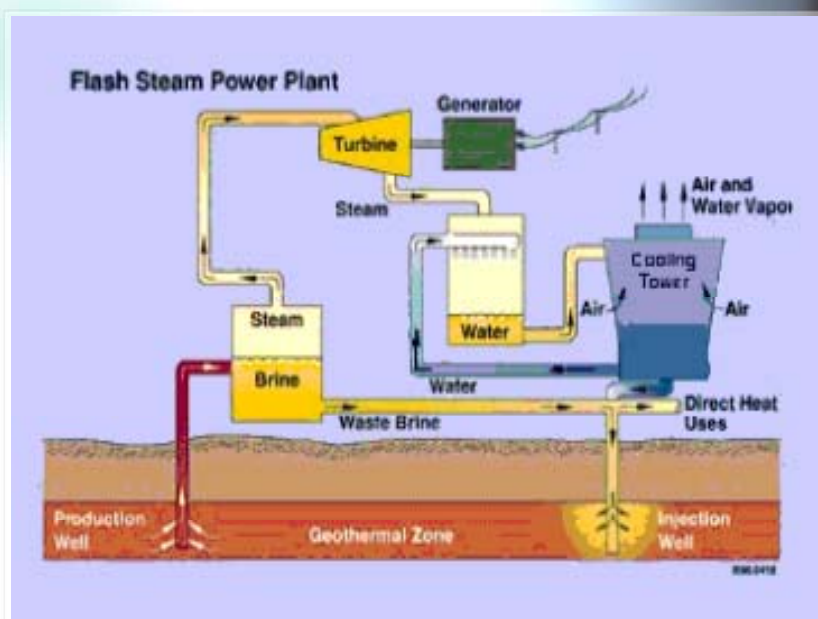
## طرح بخار مستقیم (Direct steam)



## طرح Flash steam

- اصولاً مخازن بخار خشک محدودند. در اکثر مخازن زمین گرمایی نسبت آب به بخار بیشتر می باشد که در آن محصول مخزن یک مخلوط دو فازی مایع و بخار است.
- کیفیت مخلوط (به عنوان مثال درصد وزن بخار) تابعی از حالت سیال مخزن است.
- عمل جدا سازی فازها در غلظت ۱۷۵ تا ۳۵۰ بوسیله عمل سانتریفوژ انجام میگردد. جداکننده های Cyclone با کار آیی بالا کیفیت بخار منطقه را به بیشتر از ۹۹,۹۹٪ می رسانند.

## طرح Single flash

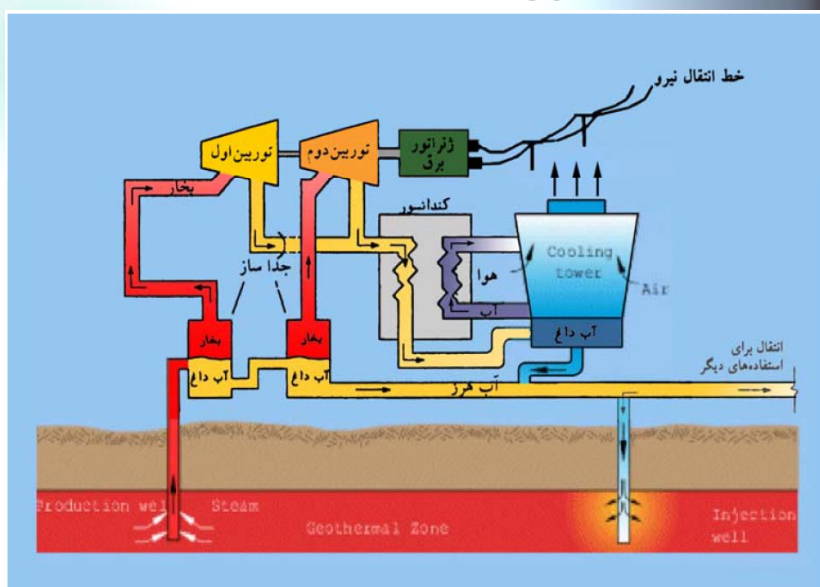


## تفاوت single flash و بخار مستقیم

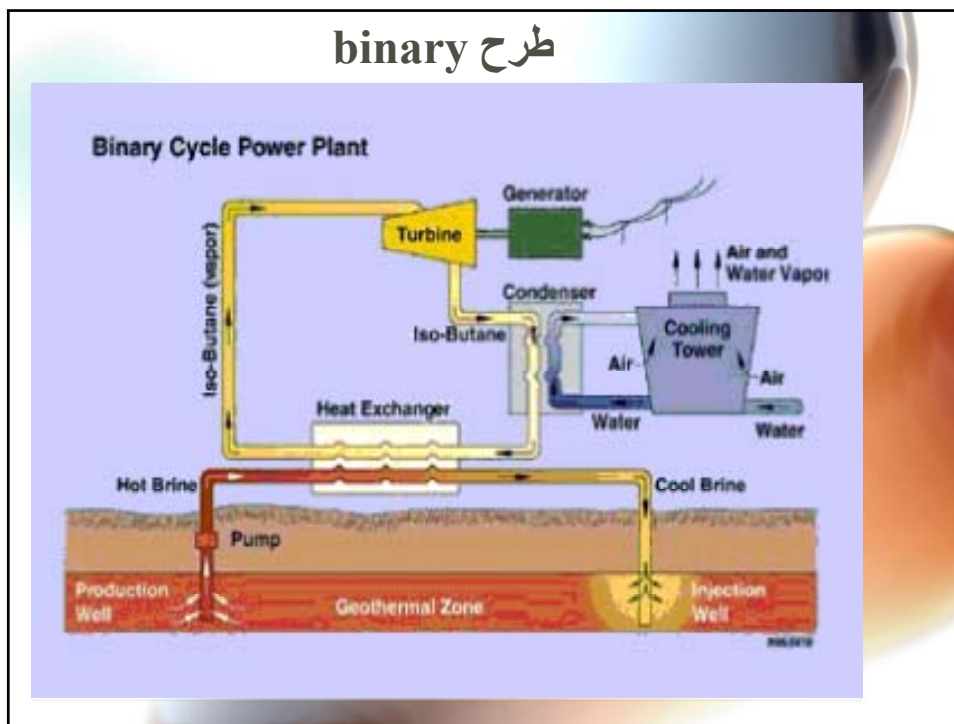
✓ تفاوت در حجم مایع جا به جا شده

- یک نیروگاه ۵۵ مگاوات
- بخار مستقیم: ۲۰ کیلوگرم بر ثانیه
- Single flash: ۶۳۰ کیلوگرم بر ثانیه

## طرح double flash



## طرح binary

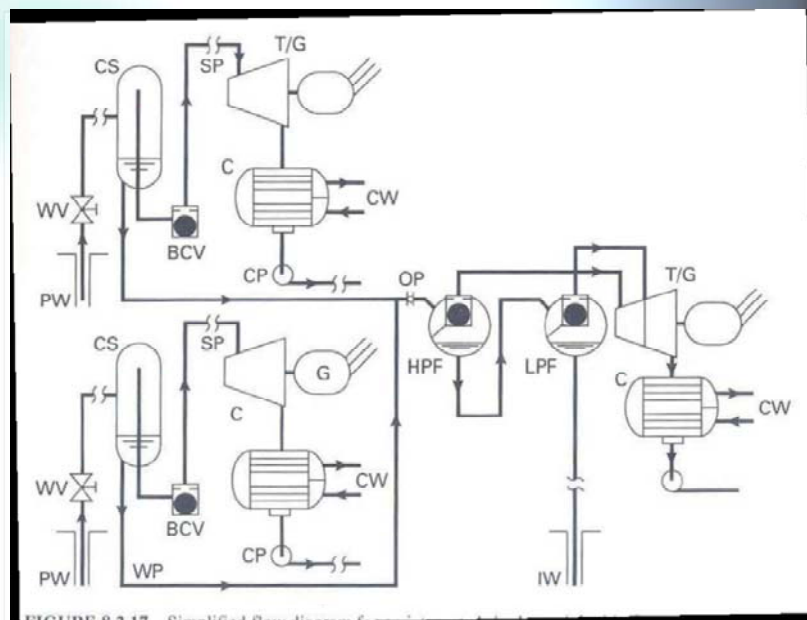


## مشخصات ویژه سیال زمینی

- ✓ دما و فشار بحرانی
- ✓ مشخصات اشباع (شامل اینکه آیا قابلیت برگشت از حالت چگالیده را دارد یا نه ؟)
- ✓ پایداری دمایی
- ✓ قابلیت اشتعال
- ✓ سمی بودن
- ✓ مضر بودن برای اُزن
- ✓ ضریب انتقال حرارتی
- ✓ سرعت صورت در شرایط خروجی توربین
- ✓ هزینه
- هیدروکربنهایی مثل ایزوبوتان، ایزوپنتان و پروپان سیالهای کاری مناسبی هستند.



## نیروگاه ترکیبی Single Flash و Double Flash



## بررسی اقتصادی نیروگاههای زمین گرمایی

- ✓ نوع منبع (بخار یا آب گرم)
- ✓ اندازه نامی نیروگاه
- ✓ دمای منبع
- ✓ نوع نیروگاه
- ✓ محصول از نظر حجمی مخزن
- ✓ تغییرات آب و هوایی
- ✓ هزینه سرمایه گذاری
- ✓ هزینه کار

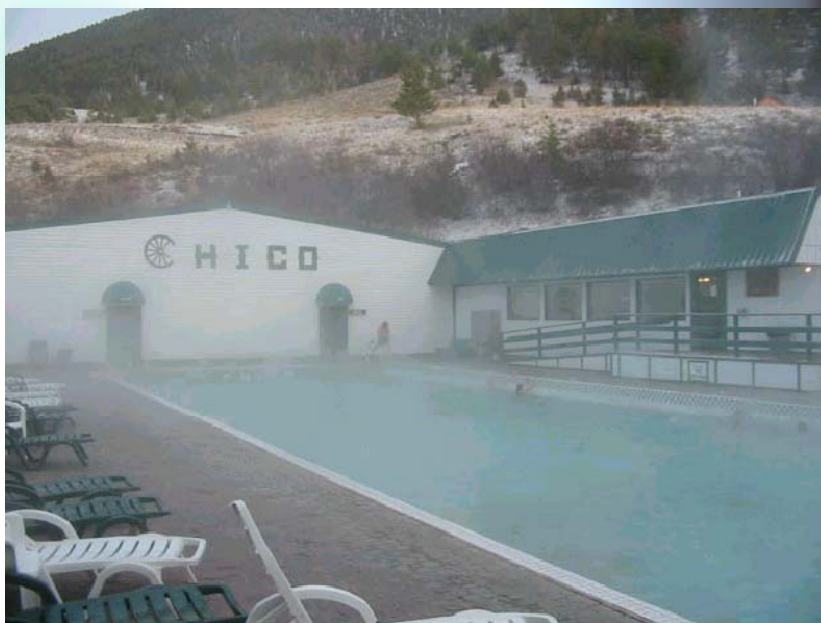


## روشهای استفاده مستقیم یا غیر نیروگاهی

### ✓ استخرهای آب گرم

- در این روش آب گرم زمین گرمایی را می توان با آب سرد و معمولی ترکیب نمود و آب نسبتاً گرمی را برای اهدافی چون ایجاد مراکز جذب توریست و مجتمع های آب درمانی مورد استفاده قرارداد.
- در صورتی که آب گرم زمین گرمایی دارای مواد مضر برای بدن باشد می توان با استفاده از یک مبدل حرارتی، حرارت آن را به آب معمولی منتقل نمود و در نتیجه آب معمولی با دمای نسبتاً گرم در استخرها استفاده شود. برای استخرهای آب گرم، آبهای زمین گرمایی با دمای در حدود ۳۰ الی ۵۰ درجه سانتیگراد مناسب است.

## استخر شنا زمین گرمایی



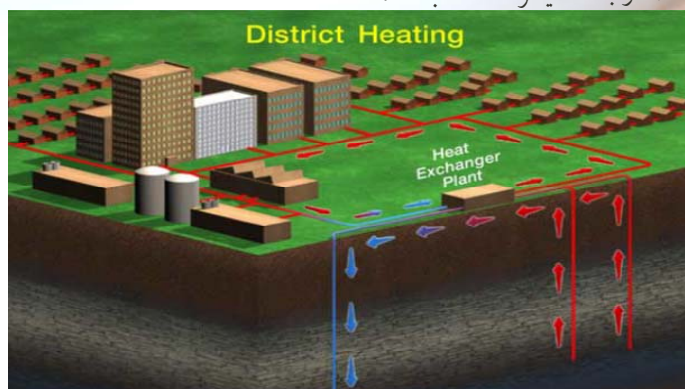
## مراکز گلخانه ای

- می توان آب گرم زمین گرمایی را توسط لوله کشی به داخل گلخانه ها هدایت نمود، تا بدین وسیله حرارت مورد نیاز جهت رشد و نمو گیاهان، میوه سبزیهای خاصی را فراهم نمود. برای ایجاد چنین گلخانه هایی دمایی در حدود ۸۰ الی ۱۲۰ درجه سانتیگراد مناسب است.



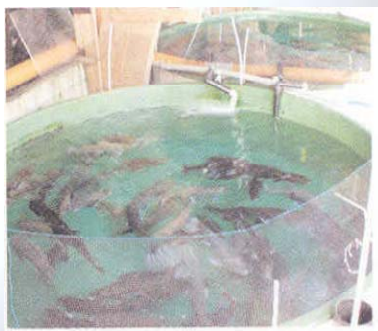
## گرمایش منازل

- با کمک لوله کشی و یا رادیاتورهای ویژه می توان مانند سیستم های شوفاژ موجود، آب گرم زمین گرمایی را به داخل محیط های منازل، بیمارستانها، ادارات و ... منتقل و از حرارت این آبهای گرم جهت تامین گرمایش محیط استفاده نمود. برای گرمایش منازل؛ آبهای زمین گرمایی می بایست حرارتی در حدود ۵۰ الی ۱۰۰ درجه سانتیگراد داشته باشند.



## حوضچه های پرورش ماهی

- در مزارع پرورش ماهی می توان با استفاده از آبهای گرم زمین گرمایی، حرارت و شرایط مورد نیاز برای رشد و پرورش ماهی های خاص را فراهم نمود برای حوضچه های پرورش ماهی، آب گرم زمین گرمایی می بایست حرارتی در حدود ۲۰ الی ۴۰ درجه سانتیگراد داشته باشد.



## ذوب برف و پیشگیری از یخبندان در معابر

- با استفاده از لوله هایی که در زیر معابر تعبیه می شود می توان در فصول سرما حرارت آبهای گرم را به آسفالت خیابانها و جاده ها یا به سطوح پیاده روها منتقل و بدین وسیله برف روی این سطوح را ذوب نمود. برای ذوب برف در معابر؛ آب گرم زمین گرمایی می بایست حرارتی در حدود ۲۰ الی ۵۰ درجه سانتیگراد داشته باشد.



## خلاصه ای از استفاده انرژی زمین گرمایی در سطح جهان در سال

۱۹۹۴ ، داده های زیر از ۲۳ کشور جهان بدست آمده است

۳۳%	گرم کردن فضا
۱۵%	آب گرم حمام
۱۳%	شیلات
۱۲%	گلخانه ها
۱۲%	پمپ های گرمایی
۱۰%	صنایع
۱%	خشک کردن محصولات کشاورزی
۱%	آب کردن برف
۳%	تهویه مطبوع و غیره
۱۰۰%	جمع

## مزایا و معایب

### ➤ مزایا

- ✓ در محیط زیست ایجاد آلودگی نمی کند
  - بارانهای اسیدی
  - اثر گلخانه ای
  - نامطلوب کردن هوای تنفسی
- ✓ انرژی زمین گرمایی سبب ذخیره کردن سوختهای فسیلی می شود.
- ✓ انرژی زمین گرمایی برای یک منطقه محدود مورد نظر است.
- ✓ انرژی زمین گرمایی یک منبع مورد اعتماد است منبع انرژی زمین گرمایی با تغییر موقعیت آب و هوا مثل انرژیهای نو دیگر مانند خورشید و باد تغییر نمی کند.
- ✓ انرژی زمین گرمایی کاملاً قابل تجدید است.

### ➤ معایب

- ✓ تنها قسمت محدودی از گرمای ذخیره شده می تواند حقیقتاً مورد استفاده قرار گیرد.
- ✓ تنها در موارد زیر استفاده از این انرژی امکان پذیر است.
  - در جایی که مصرف کننده های مناسبی برای استفاده از این پتانسیل انرژی در محل وجود داشته باشند.

## جایگاه انرژی زمین گرمایی در جهان

تولید مجموع GWh/a		ظرفیت نصب شده Mwe	تولید مجموع GWh/a		ظرفیت نصب شده MWe	نام قاره
۱٪	۵۰۴	۱۲۵	۱٪	۳۷۹	۵۴	آفریقا
۱۴٪	۷۲۷۰	۴۳۵۵	۴۷٪	۲۳۳۴۲	۳۳۹۰	آمریکا
۴۶٪	۲۴۲۳۵	۴۶۰۸	۳۵٪	۱۷۵۱۰	۳۰۹۵	آسیا
۳۵٪	۱۸۰۹۵	۵۷۱۴	۱۲٪	۵۷۴۵	۹۹۸	اروپا
۴٪	۲۰۶۵	۳۴۲	۵٪	۲۲۶۹	۴۲۷	اقیانوس یه
۱۰۰٪	۵۲۹۷۹	۱۵۱۴۴	۱۰۰٪	۴۹۳۶۳	۷۹۷۴	مجموع

## میزان برق حاصل از انرژی های تجدید پذیر در

سال ۱۹۹۴

انرژی تولیدی در سال		ظرفیت نصب شده		انرژی های تجدید پذیر
(%)	(GWh/Y)	(%)	(MW)	
۸۶	۳۷/۹۷۶	۶۱	۶/۴۵۶	زمین گرمایی
۱۱	۴/۸۷۸	۳۳	۳/۵۱۷	بادی
۲	۰/۸۹۷	۳	۰/۳۶۶	خورشیدی
۱	۰/۶۰۱	۳	۰/۲۶۱	جزرومندی
۱۰۰	۴۴/۳۵۲	۱۰۰٪	۱۰/۶۰۰	جمع

## جایگاه انرژی زمین گرمایی در جهان

✓ کشورهای که بیشترین برق را با استفاده از نصب نیروگاههای زمین گرمایی تولید می کنند عبارتند از:

- آمریکا ۲۲۰۰ مگاوات الکتریکی
- فیلیپین ۱۹۰۰ مگاوات الکتریکی
- نیوزیلند ۴۳۷ مگاوات الکتریکی
- مکزیک ۷۵۵ مگاوات الکتریکی
- ایتالیا ۷۸۵ مگاوات الکتریکی
- ژاپن ۵۴۷ مگاوات الکتریکی
- اندونزی ۵۹۰ مگاوات الکتریکی
- ایسلند ۱۷۰ مگاوات الکتریکی

✓ همچنین کشورهای که بیشترین حرارت را توسط آبیهای گرم زمین گرمایی تولید می کنند عبارتند از:

- آمریکا ۵۶۴۰ مگاوات حرارتی
- چین ۱۰۵۰۰ مگاوات حرارتی
- ایسلند ۳۶۰۰ مگاوات حرارتی
- ژاپن ۷۴۰۰ مگاوات حرارتی
- ترکیه ۴۳۰۰ مگاوات حرارتی
- ایتالیا ۱۰۰۰ مگاوات حرارتی

## سابقه انرژی زمین گرمایی در ایران

• کشور ما ایران، از نظر منابع انرژی زمین گرمایی، بسیار غنی است و بر روی کمر بند زمین گرمایی جهان قرار دارد. از نظر بین المللی در مقام چهاردهم قرار گرفته است. صدها چشمه آب گرم و سابقه آتشفشانی و زلزله خیز بودن ایران نیز این نکته را تایید می کند.

• دماوند، سبلان، خوی ماکو و سهند برای بهره برداری زمین گرمایی مناسب تشخیص داده شده اند. تقریباً ۲۶۰۰۰۰ کیلومتر مربع (در شمال غربی ایران) منطقه زمین گرمایی وجود دارد. در حال حاضر طرح دو نیروگاه ۲۰ مگاواتی برای استان آذربایجان ( اردبیل و خوی ) بوسیله مرکز تحقیقات و کاربرد انرژیهای نو (( سازمان انرژی اتمی ایران )) در دست اجرا است و کارهای مقدماتی آن انجام یافته است.

## روشهای تشخیص منابع زمین گرمایی

- ✓ مشاهده اثرات گرمایی در سطح زمین (مانند چشمه های آبگرم و غیره)
- ✓ اختلاف دمای غیر معمولی در لایه های بالایی زمین
- ✓ تفاوت در وزن مخصوص لایه های بالایی زمین
- ✓ استفاده از روشهای مغناطیسی و الکتریکی
- ✓ استفاده از روشهای صوتی
- ✓ مشاهده اثر آب شدن برف در یک منطقه نسبت به نقاط دیگر که روشی بسیار ساده و آسان است.

با تشکر از توجه شما