



## پودمان ۴

### انرژی‌های تجدیدپذیر





کاربردهای نوین گرمای خورشید در زندگی روزمره چیست؟



چگونه با خورشید، شب را هم روشن کنیم؟



کاربردهای نوین زباله‌ها و ضایعات کشاورزی را می‌دانید؟



چگونه می‌توان جریان باد را در زندگی به خدمت گرفت؟

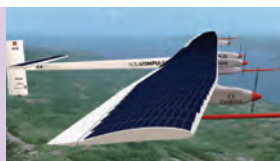


وجود مناطق آتشفشانی چه ظرفیت‌هایی را برای کشور ایجاد می‌کند؟

## انرژی‌های تجدیدپذیر

امروزه انرژی فسیلی مقدار زیادی از سبد سوختی دنیا را تأمین می‌کند. با توجه به اینکه منابع انرژی فسیلی با سرعت فوق‌العاده‌ای مصرف می‌شوند، در آینده‌ای نه‌چندان دور چیزی از آنها باقی نخواهد ماند. نسل فعلی وظیفه دارد به آن دسته از منابع انرژی که عمر و پتانسیل زیادی دارند و اساساً تجدیدپذیر هستند روی آورده و دانش خود را برای بهره‌برداری از آنها گسترش دهد. انرژی‌های نو الزاماً به معنای انرژی‌های جدید نیست و از قرن‌ها پیش بشر از آن استفاده کرده است. پیدایش آتش توسط انسان که مثالی از انرژی زیست‌توده است و با گرمایش توسط پرتوی خورشید، شاید از نخستین کاربردهای انرژی‌های نو بوده‌اند؛ اما مقصود اصلی از کلمه نو به معنی «نو شونده» است. ویژگی مهم این نوع انرژی‌ها تجدیدپذیر بودن و از بین نرفتن آنها در چرخه طبیعت است. انرژی‌های نو انواع مختلفی دارد که مهم‌ترین آنها به شرح زیر است:

انرژی خورشیدی



انرژی باد



انرژی زمین‌گرمایی



انرژی زیست‌توده



انرژی آبی  
(برق آبی، جزرومدی، اقیانوسی، امواج و ...)



انواع انرژی‌های تجدیدپذیر

## بخش اول: انرژی خورشیدی

انرژی خورشیدی، منبع اصلی تمامی انرژی‌های موجود در زمین است. این انرژی به صورت مستقیم و غیرمستقیم می‌تواند به اشکال دیگر انرژی مانند انرژی گرمایی و الکتریسیته تبدیل شود. بدیهی است پس از تبدیل گرمای خورشید به انرژی الکتریکی تبدیل به انواع دیگر انرژی به سادگی امکان‌پذیر است. به علاوه با بهره‌گیری از این انرژی، آلودگی محیط‌زیست به حداقل می‌رسد. انرژی خورشید به عنوان یک منبع انرژی از امیدهای آیندگان است.

گفت‌وگو کنید

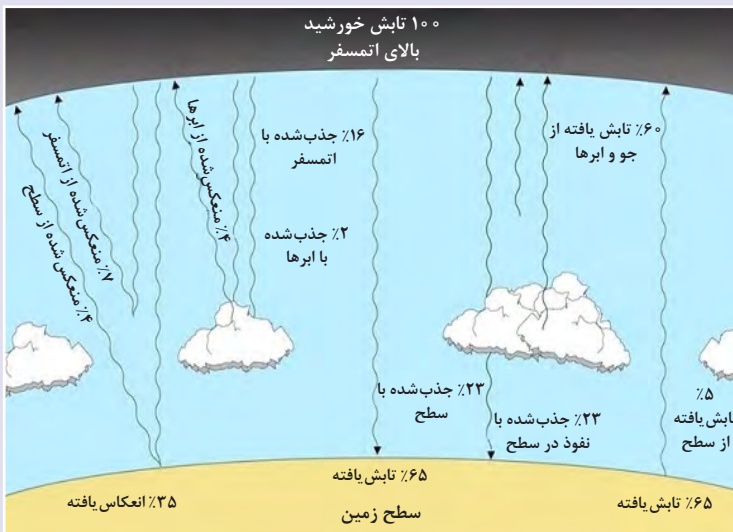


اشکال بزرگ کاربرد انرژی خورشیدی چیست؟

بیشتر بدانید



در هر ثانیه تقریباً  $10^{20} \times 1/1$  کیلووات ساعت انرژی از خورشید ساطع می‌شود. تنها یک دو میلیاردم این انرژی به سطح بیرونی جو زمین برخورد می‌کند. این انرژی معادل  $10^{18} \times 1/5$  کیلووات ساعت در سال است. به دلیل بازتاب، تفرق و جذب این انرژی توسط گازها و ذرات معلق در جو تنها ۴۷ درصد آن به سطح زمین می‌رسد. بدین ترتیب انرژی تابیده شده به سطح زمین سالانه حدود  $10^{17} \times 7$  کیلووات ساعت است.



بودمان چهارم: انرژی‌های تجدیدپذیر

■ آیا می‌دانید مصرف متوسط روزانه بنزین در کشور و در کل جهان چقدر است؟  
■ اگر یک لیتر بنزین تقریباً ۹ کیلووات ساعت انرژی داشته باشد، در این صورت انرژی روزانه تابیده شده به سطح زمین تقریباً چند برابر انرژی مصرفی روزانه بنزین در جهان است؟

تحقیق کنید



نمودار زیر را در کلاس کامل کنید.

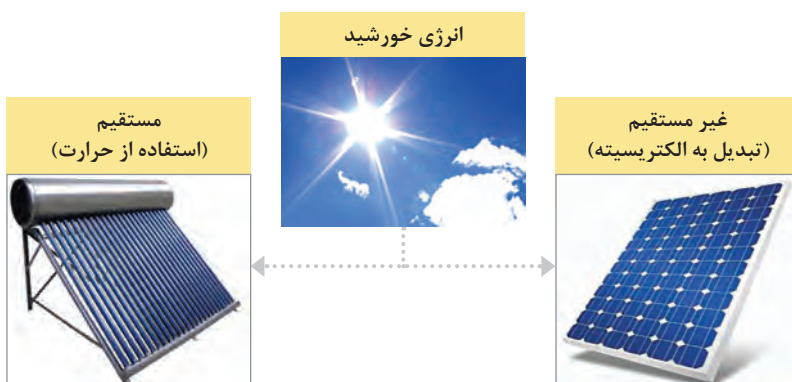


گفت‌وگو کنید



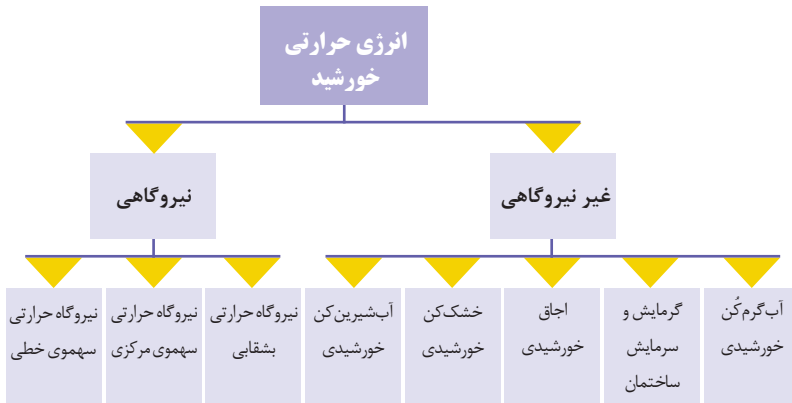
## فناوری‌های استفاده از انرژی‌های خورشیدی

در حال حاضر کاربرد انرژی خورشیدی در سیستم‌های مختلف، به دو صورت کلی می‌باشد:



## استفاده مستقیم از انرژی حرارتی خورشید

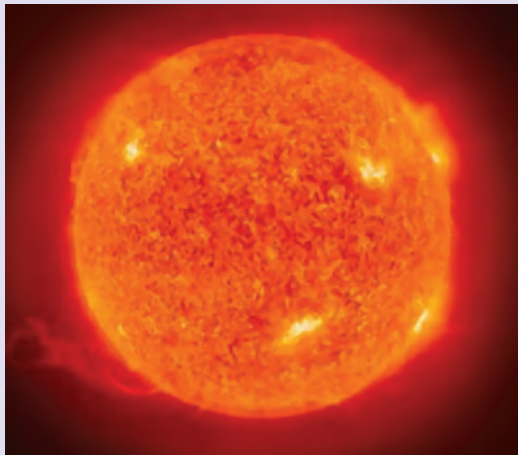
انرژی حرارتی خورشید در ابعاد غیر نیروگاهی (خانگی و صنعتی) و نیروگاهی به وسیله سامانه‌های مختلفی بهره‌برداری می‌شوند.



تقسیم‌بندی روش‌های استفاده از انرژی خورشید

دمای مرکز خورشید حدود ۲۰ میلیون درجه و دمای سطح خورشید تقریباً ۶۰۰۰ درجه سانتی‌گراد است. انرژی حرارتی خورشید، از طریق امواج الکترومغناطیس (مانند نور مرئی و یا امواج فرابنفش) به جو زمین منتقل می‌شود. انرژی حرارتی خورشید در دو شکل کلی نیروگاهی و غیرنیروگاهی کاربرد دارد.

بیشتر بدانید



## کاربردهای غیرنیروگاهی سیستم حرارتی خورشیدی



آب گرم‌کن خورشیدی (صفحه خورشیدی): در کاربردهای غیر نیروگاهی خورشیدی آب گرم‌کن‌ها اصلی‌ترین سیستم مورد استفاده می‌باشند. بخش اصلی آب گرم‌کن خورشیدی، صفحات خورشیدی جاذب<sup>۱</sup> است که به وسیله تابش خورشید گرم شده و حرارت خود را به یک سیال جذب‌کننده منتقل می‌کند. رنگ این صفحات همیشه تیره انتخاب می‌شود و دارای پوشش خاصی است که بتواند ضریب جذب انرژی را به حداکثر و ضریب پخش را به حداقل برساند.

کار در منزل



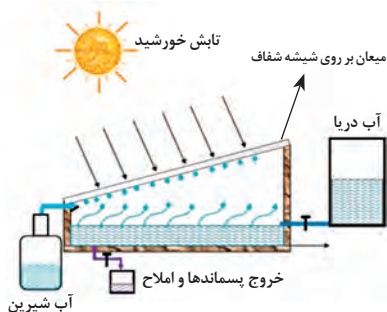
با مراجعه به سایت سازمان انرژی‌های نو (سانا) درباره انواع آب گرم‌کن‌های خورشیدی موجود در بازار، تحقیق کرده و صرفه اقتصادی استفاده از آنها را برای منزل خود بررسی کنید. نتایج را در قالب پرده‌نگار در کلاس گزارش دهید.

تحقیق کنید



با مراجعه به اطلس و نقشه‌های جغرافیایی، طول جغرافیایی شهر خود را به دست آورده و با کمک سایت‌های نجوم تغییرات زوایای خورشید را در طول سال بررسی کنید. با استفاده از نتایج، زاویه مناسب برای نصب سامانه‌های خورشیدی در شهر خود را به دست آورید.

## آب شیرین‌کن خورشیدی



اصول کار آب شیرین‌کن خورشیدی، ساده است. در این دستگاه سرپوش شیشه‌ای در سطح فوقانی، سهم مهمی در عملکرد دستگاه دارد. آب با اثر گلخانه‌ای گرم شده و پس از میعان بر روی شیشه، در مخزنی جمع‌آوری می‌شود.

ساختار کلی سامانه آب شیرین‌کن خورشیدی آب دریا



در حال حاضر تأسیسات آب‌شیرین‌کن با سوخت حرارتی، یکی از پرمصرف‌ترین تأسیسات حرارتی در دنیا هستند و به دلیل هزینه‌های بالای آن، جز در مناطق خاص، کمتر کاربرد عمومی پیدا کرده‌اند.

کار در منزل



### ساخت دستگاه آب‌شیرین‌کن خورشیدی

- با توجه به تصویر صفحه قبل به سازوکار این دستگاه پی برده‌اید. آیا می‌توانید دستگاهی با عملکرد مشابه بسازید؟
  - ساده‌ترین روش، استفاده از یک ظرف آب نمک با درپوش کیسه پلاستیکی است. کافی است در مرکز کیسه یک سنگ‌ریزه قرار دهید تا قطرات آب شیرین میعان شده، سر خورده و در ظرف کوچک زیر آن قطره قطره جمع شوند. اگرچه آب جمع شده از این روش اندک است اما در مواقعی می‌تواند کارساز باشد.
- با چه روش‌هایی می‌توان میزان آب شیرین به‌دست آمده از این روش را افزایش داد؟

### خشک‌کن خورشیدی

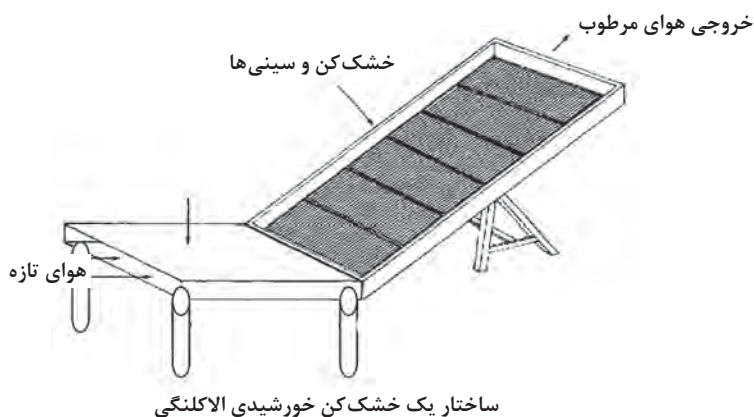
عملکرد خشک‌کن‌های خورشیدی بدین ترتیب است که مواد خشک شدنی به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم از انرژی حرارتی خورشید استفاده می‌کنند.



**خشک‌کن مستقیم:** کاربرد آن آسان و ارزان است ولی در این سیستم راهی برای کنترل درجه حرارت وجود ندارد، در این روش اگر سبزی‌ها و میوه‌ها زیاد در معرض تابش خورشید باشند تغییر رنگ داده و مقدار زیادی از ویتامین‌های خود را از دست می‌دهند.



**خشک‌کن غیرمستقیم:** در این روش درجه حرارت قابل کنترل است و مواد غذایی به‌طور مستقیم با اشعه خورشید در تماس نیستند. در نتیجه رنگ آنها ثابت می‌ماند. در این وسیله با عبور هوای گرم‌شده توسط خورشید از درون محفظه، آب داخل محصولات تبخیر شده و هوای مرطوب از قسمت هواکش خارج می‌شود.



میوه‌های خشک شده اگرچه برخی از خواص میوه‌های تازه را ندارند، اما ماندگاری آنها بسیار بالاست. در روزگار جدید این محصول از تنقلات پرفروش محسوب می‌شود. تحقیق کنید آیا با ساخت یک میوه خشک کن خورشیدی امکان راه‌اندازی یک کسب و کار کوچک برایتان وجود دارد؟ هزینه ساخت نمونه مناسب چقدر است؟

تحقیق کنید



**اجاق خورشیدی:** اصول کار اجاق خورشیدی، جمع‌آوری پرتوهای مستقیم خورشید در یک نقطهٔ کانونی و افزایش دما در آن نقطه است. امروزه طرح‌های متنوعی از اجاق‌های خورشیدی وجود دارد که دو نمونهٔ آنها شلجمی و جعبه‌ای می‌باشد.



اجاق خورشیدی شلجمی



اجاق خورشیدی جعبه‌ای



## یک اجاق جعبه‌ای خورشیدی بسازید.

وسایل لازم برای ساخت:

- ۱ جعبه مقوایی
- ۲ چاقو یا قیچی
- ۳ فویل آلومینیومی
- ۴ نوار چسب تمیز
- ۵ پلاستیک بسته‌بندی
- ۶ کاغذ ضخیم یا مقوای ضخیم سیاه
- ۷ روزنامه
- ۸ یک قطعه چوبی یا خط کش پلاستیکی
- ۹ دماسنج



۱. در جعبه مقوایی را به فاصله ۲ تا ۳ سانتی‌متر از سه طرف برش بزنید.



۲. قسمت داخلی بخش جداشده در را آلومینیوم بچسبانید تا نور خورشید را درون جعبه بازتاب دهد.



۳. قسمت خالی‌شده روی در جعبه را پلاستیک بکشید تا گرمایی که از طریق بازتاب نور به درون جعبه می‌رود در داخل آن محبوس شود.



۴. به دلیل اینکه رنگ‌های تیره گرما را بهتر جذب می‌کنند و نگه می‌دارند کف جعبه را با مقوای سیاه بپوشانید.



۵. برای عایق‌سازی جعبه روزنامه‌ها را لوله کرده و در چهار طرف کف جعبه قرار می‌دهیم. اندازه آنها باید طوری باشد که در جعبه به راحتی بسته شود.



۶. خط کش را در بین بخش بریده‌شده و در حالت بسته قرار می‌دهیم تا پوشش آلومینیوم درون جعبه، نور را به داخل جعبه بازتاب دهد.



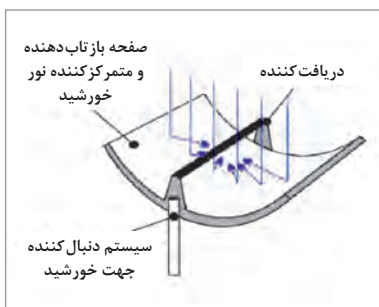
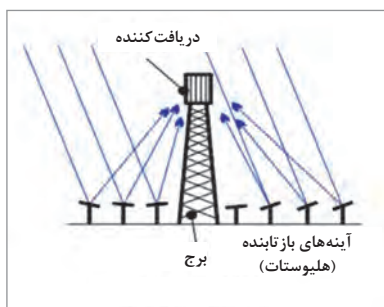
۷. اکنون اجاق خورشیدی آماده و قابل استفاده است.



**کوره خورشیدی:** کوره خورشیدی معمولاً با استفاده از تعداد زیادی آینه، پرتوهای نور خورشید را جمع‌آوری کرده و مجموعه آنها را بر روی کوره می‌تاباند. در شکل بزرگ‌ترین کوره خورشیدی جهان در کشور فرانسه، با دمای کانونی ۳۸۰۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده می‌شود.

### روش‌های نیروگاهی استحصال انرژی خورشیدی

از انرژی حرارتی خورشیدی در نیروگاه‌ها برای تولید الکتریسیته استفاده می‌شود. در این روش ابتدا انرژی خورشید به یک سیال با ظرفیت حرارتی بالا منتقل شده و سپس در مبدل‌های حرارتی گرمای این سیال به سیال عامل دیگری منتقل شده و در نهایت این انرژی حرارتی در یک سیکل بخار تبدیل به انرژی الکتریکی می‌شود. دو نوع از این سیستم‌ها در تصویر مشخص است.



دریافت کننده مرکزی



متمرکز کننده خطی سهموی



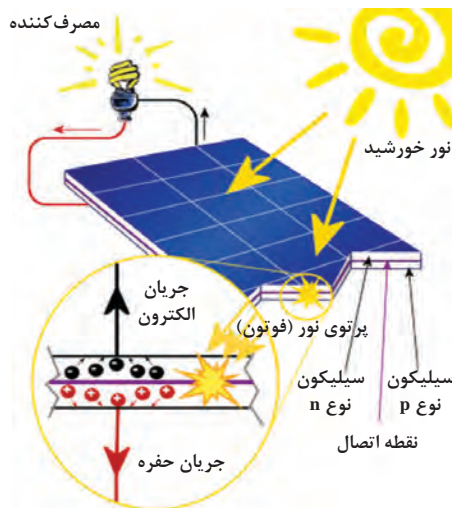
درباره روش‌های دیگر استفاده از انرژی خورشیدی نظیر دودکش‌های خورشیدی<sup>۱</sup> و یا دیوار خورشیدی ترومب<sup>۲</sup> اطلاعاتی جمع‌آوری کرده و در کلاس ارائه کنید.

### سیستم‌های فتوولتائیک

عبارت فتوولتائیک<sup>۳</sup> به معنای تولید الکتریسیته از نور است. در این روش با به کارگیری سلول‌های خورشیدی، انرژی حرارتی خورشید مستقیماً و بدون استفاده از سازوکارهای محرک به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

#### اصول کار یک سلول خورشیدی (فتوولتائیک)

سلول‌های خورشیدی از نوع نیمه‌رسانا می‌باشند که از سیلیسیم یعنی دومین عنصر خورشیدی فراوان پوسته زمین ساخته می‌شوند. وقتی نور خورشید به یک سلول خورشیدی می‌تابد، به الکترون‌های آن انرژی بیشتری می‌بخشد. بدین ترتیب بین دو الکترود منفی (سیلیکون<sup>۴</sup> نوع n) و مثبت (سیلیکون<sup>۵</sup> نوع p) سلول خورشیدی اختلاف پتانسیل بروز کرده و این امر موجب جاری شدن جریان بین آنها می‌شود.



۱- Solar chimney

۲- Trombe Wall

۳- Photovoltaic

۴- از ترکیب سیلیسیم با برخی عناصر پنج ظرفیتی سیلیکون نوع n (منفی) به وجود می‌آید.

۵- از ترکیب سیلیسیم با برخی عناصر سه ظرفیتی سیلیکون نوع p (مثبت) به وجود می‌آید.

نمایش فیلم



در این فیلم نحوه کار سلول خورشیدی را مشاهده می‌کنید.

کار در منزل



فیلم نحوه ساخت خودروی خورشیدی را ملاحظه کرده و با خلاقیت خود نمونه‌ای دیگر بسازید.

فکر کنید



مزایای استفاده از سیستم‌های سلول خورشیدی را بیان کنید. (حداقل ۶ مورد)

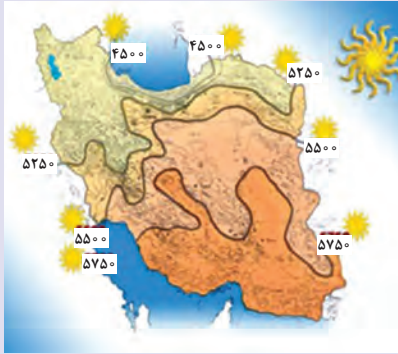
### معایب و عوامل محدودکننده استفاده از انرژی خورشیدی

سلول‌های خورشیدی آثار مخرب زیست‌محیطی بسیار کمی دارند؛ زیرا هنگام بهره‌برداری هیچ ماده آلاینده یا رادیواکتیوی در جو یا منابع آبی منتشر نمی‌شود و آلودگی صوتی نیز ندارند.

از محدود اشکالات آنها اشغال فضای زیاد به نسبت انرژی تولیدی آنها است. (تقریباً به ازای هر کیلو وات، ۱۵ مترمربع) مسئله دیگر سایه این سلول‌هاست که ممکن است روی زندگی جانوری و گیاهی تأثیر داشته باشد. تأثیر زیبایی‌شناختی این سلول‌ها نیز سلیقه‌ای است و می‌توان با طراحی مناسب از تأثیر نامطلوب آن کاست. دفع باتری‌های ذخیره‌کننده انرژی و سلول‌های کهنه ممکن است به دلیل وجود مواد سمی، آثار زیست‌محیطی داشته باشد که باید پیش‌بینی‌های مناسب برای بازیافت آن صورت پذیرد.

به‌طور کلی دلایل فنی، اقتصادی، فرهنگی، اجتماعی و آموزشی بی‌شماری وجود دارند که سهم انرژی خورشیدی در ربع قرن پیش‌رو را محدود می‌سازند. از مهم‌ترین موانع، بارانه‌ای است که به‌خصوص در کشورهای غنی از منابع فسیلی به سوخت‌های فسیلی تعلق می‌گیرد و سرمایه‌گذاری در بخش خورشیدی را با تردید مواجه می‌کند. به این ترتیب کاهش قیمت تجهیزات استحصال انرژی خورشیدی تنها راه عمومی شدن آنها خواهد بود.

گفت‌وگو کنید



نقشه تابش روزانه خورشید در ایران (پتانسیل انرژی خورشید بر حسب وات ساعت بر مترمربع در روز)

آسمان بیش از دوسوم کشور ایران، ۳۰۰ روز سال آفتابی است. به شکل روبه‌رو توجه کنید.

■ موقعیت ایران برای استفاده از انرژی‌های خورشیدی چگونه است؟  
■ آیا استفاده از انرژی‌های خورشیدی با توجه به هزینه‌های آن سودآور است؟  
(این سؤال را با مراجعه به سایت شرکت توانیر و اطلاع از تسهیلات ارائه‌شده از سوی آن شرکت برای راه‌اندازی سیستم‌های فتوولتائیک پاسخ دهید.)

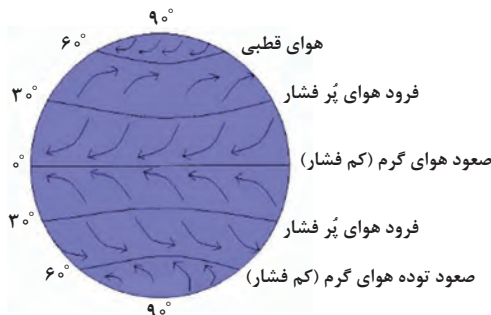
تحقیق کنید



به‌صورت گروهی دربارهٔ کاربرد فناوری نانو در استحصال توان از انرژی خورشیدی تحقیق کرده و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

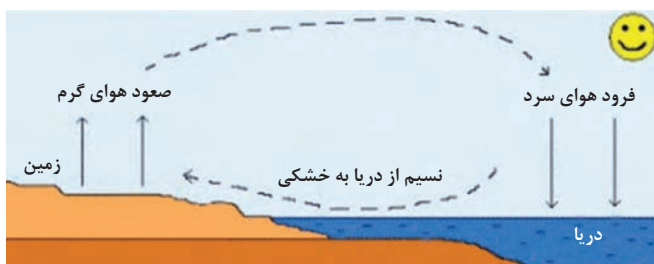
## بخش دوم: انرژی باد

دریافت تشعشعات خورشید توسط زمین، موجب گرم شدن هوای اتمسفر شده و به همین دلیل، هوا به سمت بالا حرکت می‌کند. شدت این گرما در استوا جایی که خورشید عمود می‌تابد بیشتر از هوای اطراف قطبین جایی که زاویهٔ تابش خورشید تند است و هوای اطراف قطبین نسبت به هوای استوا کمتر گرم می‌شود. چگالی هوا با افزایش دما کاهش پیدا می‌کند. بنابراین هوای سبک‌تر استوا به سمت بالا حرکت کرده و در اطراف پخش می‌گردد. این عمل موجب افت فشار در ناحیه استوا شده و موجب می‌گردد هوای سرد از قطبین به سمت استوا جذب شود.





در زمان تابش نور خورشید، هوای روی سرزمین‌های خشک سریع‌تر از هوای روی دریاها و آب‌ها گرم می‌شود. هوای گرم روی خشکی بالا رفته و هوای خنک‌تر و سنگین‌تر روی آب، جای آن را می‌گیرد. این فرایند بادهای محلی را می‌سازد. این به آن معناست که در روز، از سمت دریا به سمت ساحل باد می‌وزد. در شب، از آنجا که هوا روی خشکی سریع‌تر از هوای روی آب خنک می‌شود، جهت باد برعکس می‌شود. بنابراین باد به علت تابش غیر یکنواخت خورشید به سطح زمین به وجود می‌آید.



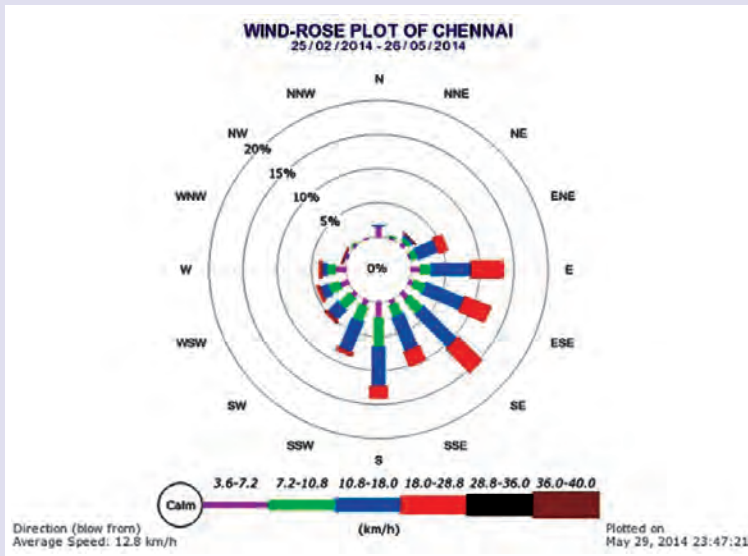
در زمان‌های گذشته دریانوردان از انرژی باد برای به حرکت در آوردن کشتی‌ها و آسیاب‌های بادی بهره می‌گرفتند. با پیشرفت علم در جهان، کاربردهای قدیم انرژی بادی کمتر شده است و انرژی مورد نیاز کشتی‌ها و آسیاب‌ها از برق تأمین می‌شود. امروزه از انرژی باد برای به چرخش درآوردن توربین‌های بادی استفاده و به وسیله آنها برق تولید می‌شود.







درباره نقشه باد یک منطقه (نقشه رُزباد) تحقیق کرده و چگونگی استفاده از آن را با چند مثال توضیح دهید. به نظر شما علت این نام‌گذاری بر روی چنین نقشه‌هایی چیست؟



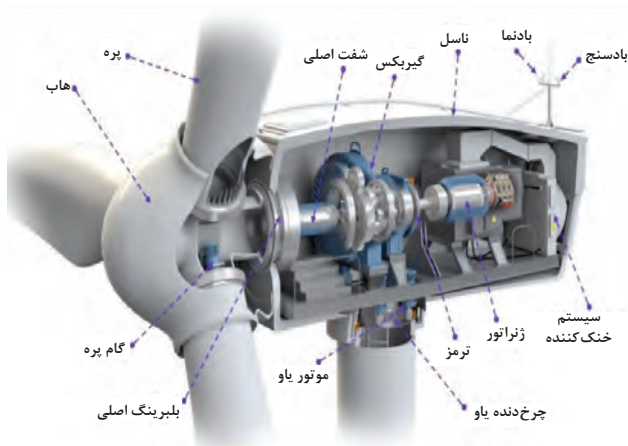
## انواع توربین‌های بادی جدید و ویژگی‌های آن



- راندمان بالاتر
- وابسته نبودن به جهت باد
- توانایی کار با سرعت‌های پایین باد
- امکان نصب ژنراتور و جعبه‌دنده روی زمین
- هزینه نصب بالاتر

## اجزای توربین بادی با محور افقی

اجزای اصلی توربین بادی با محور افقی شامل روتور، برج، سیستم انتقال قدرت، ژنراتور و سیستم کنترل می‌باشد که در شکل زیر نشان داده شده است.



## مزایای انرژی باد:

- ۱ نیاز نداشتن توربین‌های بادی به سوخت که موجب می‌شود از میزان مصرف سوخت‌های فسیلی کاسته شود؛
- ۲ استفاده از انرژی باد کاملاً رایگان می‌باشد؛
- ۳ قیمت انرژی حاصل از باد، در بلند مدت، در مقایسه با سایر انرژی‌های نو پایین است؛
- ۴ استفاده از انرژی باد آلودگی زیست‌محیطی ایجاد نمی‌کند؛
- ۵ برای نصب نیروگاه بادی، زمین زیادی نیاز نیست.

در این فیلم می‌توانید فرایند تولید برق توسط توربین بادی را مشاهده کنید.

نمایش فیلم



با توجه به فیلم فرایند تولید برق توسط توربین‌های بادی، چه مکان‌هایی برای نصب توربین‌های بادی مناسب‌ترند؟

گفت‌وگو کنید



با توجه به فیلم ساخت توربین بادی، توربین بادی بسازید.

کار در منزل



## بخش سوم: انرژی زمین گرمایی

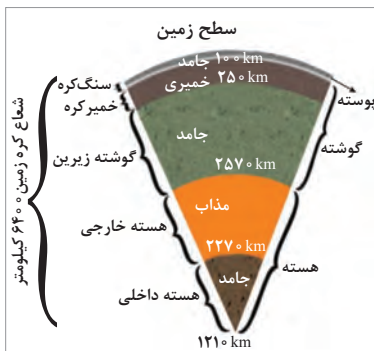
لغت «زمین گرمایی» ترجمه کلمه لاتین ژئوترمال<sup>۱</sup> است. در زبان یونانی کلمه ژئو<sup>۲</sup> به معنای زمین و کلمه ترمال<sup>۳</sup> به معنای گرمایی است. انرژی زمین گرمایی، به روشی از استحصال انرژی می گویند که در آن از گرمای درون زمین برای تولید یا استخراج آب داغ، به حرکت درآوردن توربین های بخار و در نتیجه تولید برق استفاده می شود. معمولاً مناطقی با پتانسیل استحصال انرژی زمین گرمایی، چشمه های آب گرم جوشان دارند.

تحقیق کنید

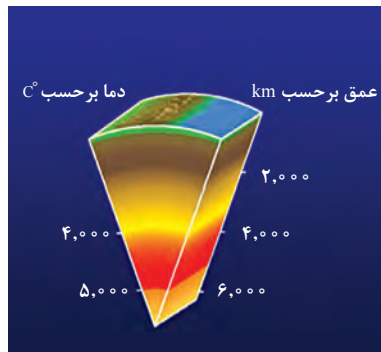
به وسیله منابع کتابخانه ای و اینترنتی، از چشمه های آب گرم ایران گزارشی تهیه کرده، به کلاس آورید.



در عمق پوسته زمین، دما به شدت بالاست. منبع این گرما لایه ای از سنگ های مذاب به نام «ماگما» در هسته خارجی زمین هستند. ماگما در دمایی بین ۱۲۰۰ تا ۱۸۰۰ درجه سانتی گراد پدید می آید، اما هسته خارجی زمین دمایی حدود ۴۰۰۰ تا ۵۰۰۰ درجه سانتی گراد دارد که تقریباً از سطح خورشید هم داغ تر است. (دمای سطح خورشید از ۳۷۰۰ تا ۶۲۰۰ درجه متغیر است.) انرژی موجود در این لایه، منبع انرژی زمین گرمایی است. در شکل های زیر نام و ضخامت دمای لایه های مختلف زمین را ملاحظه می کنید.



عمق لایه های مختلف زمین



دمای لایه های درونی زمین

۱- Geothermal

۲- Geo

۳- Thermal

بیشتر بدانید



مرکز زمین (به عمق تقریبی ۶۴۰۰ کیلومتر) که در حدود ۴۰۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت دارد، به‌عنوان یک منبع حرارتی موجب تشکیل و پیدایش مواد مذاب با درجه حرارت ۶۵۰ تا ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد در اعماق ۸۰ تا ۱۰۰ کیلومتری از سطح زمین می‌شود. به‌طور میانگین، میزان انتشار این حرارت از سطح زمین که فرایندی مستمر است، معادل ۸۲ میلی‌وات در واحد سطح است که با در نظر گرفتن مساحت کل سطح زمین، مجموع کل اتلاف حرارت از سطح آن برابر با ۴۲ میلیون مگاوات است. محاسبات مشخص کرده است که انرژی موجود در ۱۱ کیلومتر فوقانی پوسته زمین ۵۰ هزار برابر انرژی به‌دست آمده از تمام منابع نفت و گاز شناخته شده جهان است. در واقع این میزان حرارت غیرعادی، عامل اصلی پدیده‌های زمین‌شناسی از جمله فعالیت‌های آتشفشانی، ایجاد زمین‌لرزه‌ها، پیدایش رشته‌کوه‌ها (فعالیت‌های کوه‌زایی) و همچنین جابه‌جایی گسل‌ها و صفحات قاره‌ای می‌باشد که کره زمین را به یک سیستم دینامیک تبدیل کرده و پیوسته آن را در معرض تغییرات گوناگون قرار می‌دهد. به‌وسیله یک سیال مانند بخار یا آب داغ یا هر دو، می‌توان این حرارت را به سطح زمین انتقال داد. از این انرژی گرمایی می‌توان در سطح زمین استفاده‌های متفاوتی کرد.

نمایش فیلم



انیمیشن راجع به اعماق زمین، عمق و دمای لایه‌ها و جریان ماگما

کارد منزل



با خلاقیت خود مدلی از کره زمین و لایه‌های درونی آن بسازید (این مدل می‌تواند از هر جنس و موادی حتی مواد خوراکی نظیر کیک و ژله هم باشد).

انرژی زمین‌گرمایی منبعی نامحدود، مطمئن و اقتصادی است که به دلیل تولید اندک گازهای گلخانه‌ای یک انرژی پاک محسوب می‌شود. در ۹۵ درصد موارد منبعی مطمئن برای تولید نیرو به‌شمار می‌رود و به دلیل قطع وابستگی به سوخت‌های فسیلی موجب رشد اقتصادی کشورها می‌شود.

نمایش فیلم

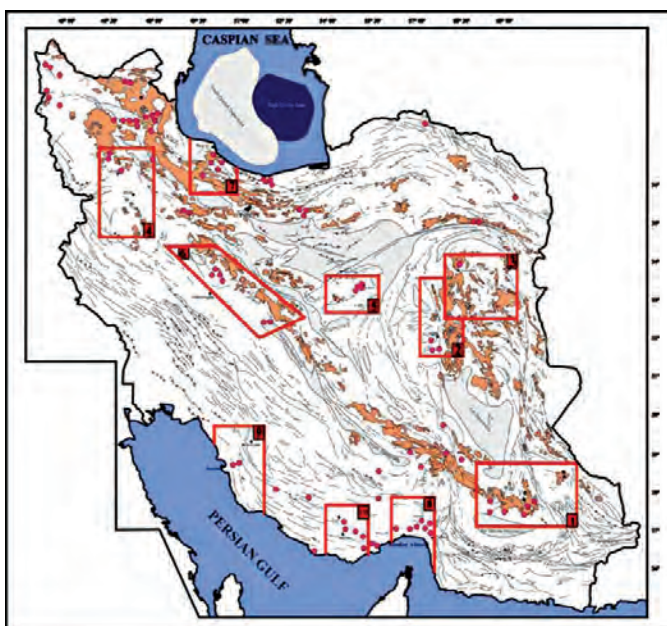


فیلم راجع به گرم شدن کره زمین و گازهای گلخانه‌ای



بخش هایی از زمین که دارای انرژی زمین گرمایی هستند با رنگ قرمز مشخص شده اند.

امروزه با ابزار و روش های علمی می توان محل مناسب استخراج انرژی زمین گرمایی را شناسایی و با حفاری چند کیلومتری<sup>۱</sup> به بخار و آب داغ دسترسی پیدا کرد. شکل بالا مناطقی از کره زمین با پتانسیل زمین گرمایی را نشان می دهد. در شکل زیر مناطقی که در ایران پتانسیل انرژی زمین گرمایی دارند را مشاهده می کنید.



نواحی دارای پتانسیل انرژی زمین گرمایی در ایران

۱- عمق چاه های زمین گرمایی از حداقل چند صد متر و تا حداکثر چهار کیلومتر است. گفته می شود چاه هایی به عمق ۵ کیلومتر در کشور ایسلند در حال احداث است.

## مناطق مناسب برای انرژی زمین‌گرمایی

به طور کلی مناطقی از زمین که سه ویژگی مهم زیر را داشته باشند پتانسیل خوب؛ برای بهره‌برداری از انرژی زمین گرمایی هستند:

(۱- منبع حرارتی، ۲- سیال حد واسط ۳- محیط متخلخل)

**۱ منبع حرارتی:** مواد مذاب یا سنگ‌های داغ مجاور آنها (به‌عنوان منبع حرارتی) باید به گونه‌ای نزدیک به سطح زمین قرار گرفته باشند که موجب گرم شدن آب‌های نفوذی شوند تا بتوان با حفاری چاه‌های تولیدی و استخراج سیال گرم به حرارت مطلوب رسید؛

**۲ سیال حد واسط:** برای انتقال حرارت منبع حرارتی به سطح زمین وجود آب لازم است. آب‌های جوی، آب‌های ماگمایی و فسیل از جمله سیالات انتقال‌دهنده حرارت در یک سیستم زمین گرمایی هستند.

**۳ محیط متخلخل:** یعنی لایه‌های مختلف زمین خلل و فرج‌های زیادی داشته باشند تا آب‌های سطحی و نزولات جوی به خوبی در زمین نفوذ کند.

بهره‌برداری از انرژی زمین گرمایی به دو روش امکان پذیر است.



کاربرد مستقیم انرژی زمین گرمایی به معنی بهره‌برداری بدون واسطه از انرژی حرارتی سیال زمین گرمایی است.

در این روش دمای آب گرم، کمتر از ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد و برای موارد زیر استفاده می‌شود. با توجه به نوع کاربری، دمای آب گرم مورد استفاده متفاوت است که برای تنظیم دمای آب می‌توان آن را با آب سرد مخلوط کرد.



فکر کنید



دو مورد دیگر از کاربردهای آب گرم زمین گرمایی در روش مستقیم را نام ببرید.

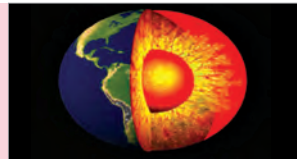
در کاربرد غیرمستقیم، انرژی حرارتی سیال زمین گرمایی توسط فرایندهایی به انرژی الکتریکی تبدیل می شود.

### محدودیت های نیروگاه های زمین گرمایی و مشکلات زیست محیطی آنها

حداقل ظرفیت ۱۰۰ کیلووات



احتیاج به منابع با دمای بالا



مصرف برق زیاد در خود نیروگاه



هزینه سرمایه گذاری بالا



نمایش فیلم



انیمیشن نحوه تولید برق از انرژی زمین گرمایی

کار در منزل



پس از مشاهده فیلم یک موتور گرمایی بسازید و با استفاده از بخار آب یک متحرک را به حرکت در آورید.

## بخش چهارم: انرژی زیست توده

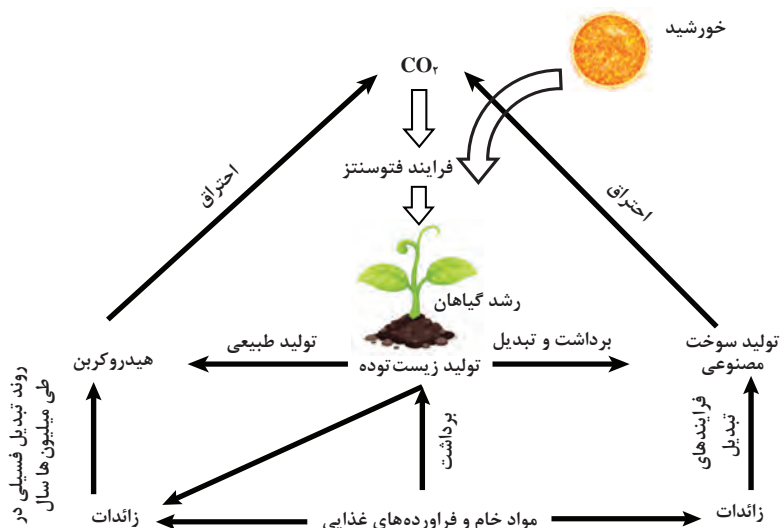
زیست توده ترجمه لغت انگلیسی بیومس<sup>۱</sup> می‌باشد و شامل کلیه اجزای قابل تجزیه زیستی از محصولات، پسماندها و زائدات کشاورزی (شامل مواد گیاهی و دامی)، جنگل‌ها و صنایع وابسته و همچنین فاضلاب‌ها و زباله‌های صنعتی و شهری می‌باشد. منشأ منابع فسیلی نیز منابع زیست توده می‌باشد ولی تفاوت آنها در این است که منابع فسیلی از منابع زیست توده - که در گذشته بسیار دور زنده بوده‌اند (ده‌ها میلیون سال پیش) - تحت شرایط فشار و دمای خاص حاصل شده‌اند.

از نقطه نظر تاریخی استفاده از انرژی زیست توده به ابتدایی‌ترین دوره‌های تاریخ بازمی‌گردد. از زمانی که آتش شناخته شد، انسان نخستین همواره چوب و برگ خشک درختان را به عنوان سوخت استفاده کرده و این چرخه تا قرن حاضر نیز ادامه داشته است.

گفت‌وگو کنید



با توجه به شکل زیر چرخه زیست توده را در طبیعت شرح دهید.



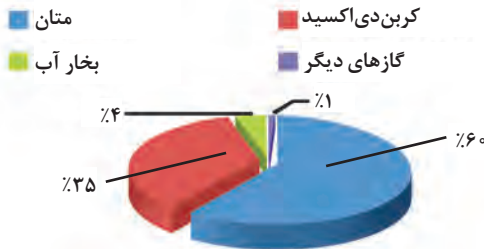
<sup>۱</sup> - Biomass



## زیست‌گاز

«زیست‌گاز» که به آن «گاز مرداب» نیز گفته می‌شود، یکی از عمده‌ترین حامل‌های انرژی ناشی از فرآوری منابع زیست‌توده می‌باشد. بیوگاز در اثر تخمیر فضولات گیاهی و جانوری، دور از اکسیژن و در اثر فعالیت باکتری‌های بی‌هوازی تولید می‌شود که حدود ۶۰ درصد از آن را متان ( $\text{CH}_4$ ) که یک گاز قابل اشتعال است، تشکیل می‌دهد. بقیه آن شامل حدود ۳۰ درصد کربن دی‌اکسید ( $\text{CO}_2$ ) و درصد کمی از گازهای ازت اکسیژن، هیدروژن و هیدروژن سولفید ( $\text{H}_2\text{S}$ ) و رطوبت است. محصول جانبی و پس‌مانده این فرایند هم کمپوست یا کودآلی مرغوب است که به دلیل غنی بودن ازت آن در کشاورزی ارزش و کاربرد خوبی دارد و می‌توان از آن به‌جای کودهای تجاری استفاده کرد. این گاز بویی قابل تشخیص (مانند تخم مرغ گندیده) دارد و نسبت به هوا سبک‌تر است.

مواد تشکیل‌دهنده زیست‌گاز



## منابع زیست‌توده

منابع اولیه تولید بیوگاز:

- ۱ زائدات و بقایای محصولات کشاورزی، باغبانی و جنگلی؛
- ۲ فضولات دامی؛
- ۳ پسماندهای تجزیه‌پذیر شهری؛
- ۴ فاضلاب‌های شهری.



## انواع فناوری‌های تبدیل زیست‌توده به انرژی

در قرن‌های پیشین انسان تنها از زیست‌توده، به‌عنوان سوخت و منابع گرما، استفاده می‌کرد. از حدود یک قرن پیش توانست از برخی انواع زیست‌توده (نظیر کنجاله ذرت) اتانول و برق تولید کند. با پیشرفت فناوری در چند دهه اخیر، بشر توانست از این منبع غنی، زیست‌گاز، انواع کودهای شیمیایی و سایر فرآورده‌های آلی را به‌دست آورد.

### دستگاه زیست‌گاز<sup>۱</sup>

دستگاهی است که می‌تواند تحت شرایط ویژه، مواد فسادپذیر گیاهی، حیوانی و یا انسانی را در مخزنی که محفظه تخمیر نامیده می‌شود تجزیه نموده و در نتیجه یک سلسله عملیات شیمیایی و بیوشیمیایی قسمتی از مواد آن را که کاملاً تحت تأثیر عکس‌العمل‌های بیولوژیکی واقع می‌شوند به زیست‌گاز تبدیل کند.

نتایج اصلی دستگاه‌های زیست‌گاز در سه قسمت اساسی خلاصه می‌شود:

۱ تولید گاز متان برای سوخت و سوز، روشنایی و تبدیل به انرژی مکانیکی و الکتریکی؛  
۲ تهیه کود مناسب و بهداشتی نظیر فسفر، پتاسیم و به‌ویژه ازت و هوموس<sup>۲</sup> که در مقایسه با کودهای دیگر بسیار قوی بوده و از تخم‌گذاری بسیاری از انگل‌ها و بذر علف‌های هرز جلوگیری می‌کنند؛

۳ کنترل آلودگی‌های زیست‌محیطی. این دستگاه با متمرکز کردن فضولات انسانی و حیوانی در عمل تخمیر، از پراکندگی مواد در محیط جلوگیری می‌کند، از این‌رو روشی بسیار ارزان و مناسب برای تصفیه این‌گونه مواد به‌شمار می‌رود.

---

۱- Biogas

۲- Humus

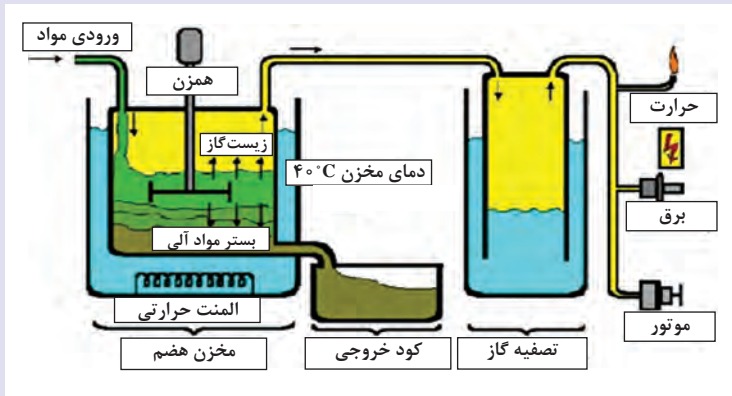


به طور کلی سیستم‌های تولید بیوگاز ۳ قسمت اصلی دارند که یا روی زمین یا زیر زمین بنا می‌شوند:

۱ حوضچه و کانال ورودی؛

۲ مخزن هضم‌کننده؛

۳ حوضچه و کانال خروجی.



جانمایی یک سایت تولید بایوگاز از بایومس:



مواد آلی را در حوضچه ورودی، به نسبت تقریباً مساوی با آب مخلوط می‌کنند تا رقیق شوند، آنگاه این مواد را از طریق لوله‌ای به مخزن تخمیر منتقل می‌کنند. در این مخزن با انجام فعل و انفعالات شیمیایی بی‌هوازی، مجموعه‌ای از باکتری‌ها عملیات تخمیر و تولید گاز متان را انجام می‌دهند و گاز حاصله از قسمت بالایی مخزن (انباره گاز) جمع‌آوری شده و از آنجا به حوضچه و کانال خروجی منتقل می‌شود. بقایای مواد آلی پس از تخمیر، به‌عنوان کودی مرغوب، در کشاورزی استفاده می‌شود.

نمایش فیلم

تولید و استفاده از زیست‌گاز



### اثرات زیست‌محیطی و اقتصادی استفاده از زیست‌گاز

استفاده از زیست‌گاز به جای منابع سوخت فسیلی متداول کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای (نظیر گوگردی‌اکسید، اکسیدهای نیتروژن و کاهش انتشار کربن) را در پی دارد و منجر به حفظ منابع سوخت‌های فسیلی می‌شود. تولید این گاز از زیست‌توده به دفع زائدات فاضلاب و زباله‌های شهری کمک می‌کند.

تأثیرات استفاده از این فناوری را در زمینه اقتصادی، می‌توان چنین خلاصه کرد:

■ ایجاد درآمد از طریق فروش انرژی (زیست‌گاز، برق و حرارت) کود آلی و آب قابل استفاده در کشاورزی و توسعه فضای سبز؛

■ جلوگیری از هزینه‌های دراز مدت بعدی نظیر آلودگی آب و خاک؛

■ بهینه‌سازی خاک و افزایش بهره‌وری کشاورزی؛

■ استحصال و امکان بازیافت مواد قابل بازیافت همراه زباله‌های آلی (نظیر شیشه، کاغذ و پلاستیک)؛

■ جلوگیری از توسعه محل‌های دفن زباله؛

■ جلوگیری از خروج ارز برای خرید کود شیمیایی و کاهش تقاضا برای سموم دفع آفات.

کار در منزل

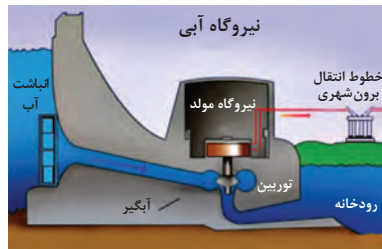


آیا می‌توان از زباله‌های تولید شده در مدرسه، بخشی از انرژی مورد نیاز را تأمین کرد و با این کار در کاهش زباله و هزینه‌های انرژی نقش مهم برداشت؟ طرحی از دستگاه مورد نظر خود را در نرم‌افزار طراحی ترسیم کرده و عملکرد بخش‌های مختلف آن را برای کلاس توضیح دهید.

## بخش پنجم: انرژی آبی

### نیروگاه برق آبی

بیشتر نیروگاه‌های برق-آبی انرژی مورد نیاز خود را از انرژی پتانسیل آب پشت یک سد تأمین می‌کنند. در این حالت مقدار انرژی تولیدی از آب به حجم آب پشت سد و اختلاف ارتفاع بین منبع و محل خروج آب سد وابسته است. درواقع میزان انرژی پتانسیل آب با ارتفاع آن متناسب است. سد کارون ۳ در استان خوزستان، یکی از سدهای برق آبی بزرگ کشور، در شکل مشاهده می‌شود.



گفت‌وگو کنید



درباره مزایا و معایب نیروگاه‌های برق آبی در گروه خود گفت‌وگو کرده و به هر نمودار مواردی اضافه کنید.



## نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای

نوعی دیگر از نیروگاه آبی است. وظیفه یک نیروگاه آب تلمبه ذخیره‌ای پشتیبانی شبکه الکتریکی در ساعات اوج مصرف (ساعات پیک) است. این نیروگاه تنها آب را در ساعات مختلف بین دو سطح جابه‌جا می‌کند. در ساعاتی که تقاضا برای انرژی الکتریکی پایین است با پمپ کردن آب به یک منبع مرتفع انرژی الکتریکی را به انرژی پتانسیل گرانشی تبدیل می‌کند. درواقع در این نیروگاه‌ها به جای ذخیره انرژی برق، عامل به وجود آورنده آن (که همان انرژی پتانسیل آب در ارتفاع است) ذخیره می‌شود. در زمان اوج مصرف، آب دوباره از مخزن به سمت پایین جاری شده و با چرخاندن توربین آبی موجب تولید برق و رفع نیاز شبکه می‌شود. این نیروگاه‌ها با ایجاد تعادل در ساعات مختلف موجب بهبود ضریب بار شبکه و کاهش هزینه‌های تولید انرژی الکتریکی می‌شوند. سد تلمبه ذخیره‌ای سیاه‌بیشه در استان مازندران نمونه‌ای از این فناوری است.



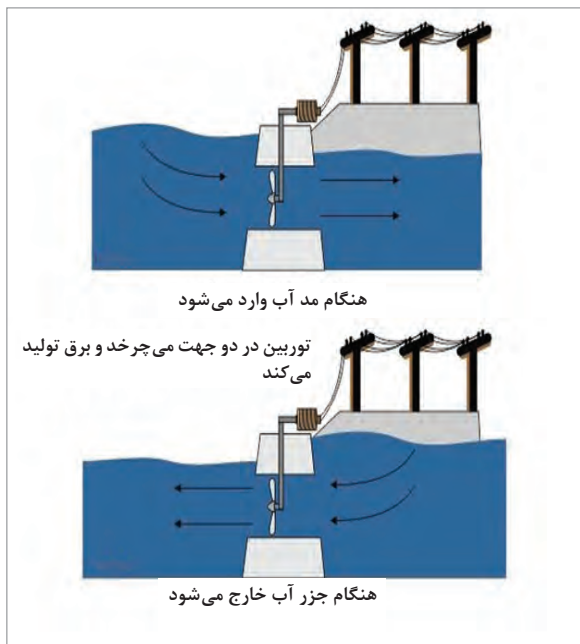
در گروه خود فهرستی از ۵ اقدام مفید برای کاهش مصرف برق در هنگام اوج مصرف تهیه کنید.

گفت‌وگو کنید



## نیروگاه جزر و مدی

از دیگر انواع نیروگاه‌های آبی می‌توان به نیروگاه‌های جزر و مدی اشاره کرد. همان‌طور که از نام این نیروگاه‌ها مشخص است، این نیروگاه‌ها نیروی موردنیاز خود را از اختلاف ارتفاع آب در بین شبانه‌روز تأمین می‌کنند. منابع در این دسته از نیروگاه‌ها نسبت به بقیه کاملاً قابل پیش‌بینی هستند. این نیروگاه‌ها همچنین می‌توانند در مواقع اوج مصرف به‌عنوان پشتیبان شبکه عمل کنند.



## نیروگاه دریایی

امواج در اقیانوس بر اثر باد روی سطح اقیانوس تولید می‌شوند. یکی از انواع این سیستم‌ها به **ماردریایی نوسان‌گر** یا پلامیس<sup>۱</sup> معروف است. همان‌طور که در شکل مشخص است، انرژی موج باعث به‌وجود آمدن حرکت نوسانی در توربین‌های استوانه‌ای شناور روی سطح آب شده و تولید برق به همراه دارد.



تنوع روش‌های تولید برق با استفاده از منابع آبی زیاد است. درباره روش‌های استحصال انرژی دریا که در کتاب مطرح نشده است (نظیر جریان‌ات دریایی، اختلاف گرمایی، اختلاف چگالی (شوری) و...) در قالب یک فایل پرده‌نگار گزارشی تهیه کرده و در کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید







با استفاده از منابع اینترنتی مثل سایت سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر، درباره استفاده از انرژی‌های نو در کشور تحقیق کنید.

کدام یک از انرژی‌های تجدیدپذیر استفاده می‌شوند؟ حوزه‌های آن را بر روی نقشه مشخص کنید.

ظرفیت و پتانسیل تولید برق در هر یک از این حوزه‌ها چه مقدار می‌تواند باشد؟ با هماهنگی مدرسه یک بازدید گروهی از نیروگاه‌های انرژی تجدیدپذیر در استان خود داشته باشید و گزارشی کامل از نحوه عملکرد، ظرفیت و پتانسیل انرژی تولیدی آن تهیه کنید.

با توجه به مطالبی که در کتاب الزامات محیط کار خوانده‌اید:

■ سلسله مراتب سازمانی نیروگاه را ترسیم کنید.

■ چه روش‌ها و تجهیزات محافظتی در نیروگاه استفاده می‌شود؟



## الگوی ارزشیابی انرژی‌های تجدیدپذیر

ردیف	استاندارد (شاخص‌ها، دآوری، نمره‌دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (واحدهای یادگیری)	عنوان پودمان
۳	<ul style="list-style-type: none"> <li>شناخت پتانسیل موجود در انواع انرژی‌های نو؛</li> <li>تمیز دادن روش‌های بهره‌برداری از آنها؛</li> <li>توانایی ساخت نمونه آزمایشگاهی توربین باد و فتوولتائیک؛</li> <li>توانایی ساخت نمونه عملی و نصب آنها در محیط (توربین باد، زباله‌سوز، آب‌گرمکن خورشیدی و...).</li> </ul>	بالاتر از حد انتظار	توانایی ساخت خلاقانه سیستم‌های بهره‌برداری از انرژی‌های نو	<ul style="list-style-type: none"> <li>تحلیل ظرفیت‌های استفاده از انرژی‌های نو در محیط اطراف</li> <li>کاربست انرژی‌های نو در زندگی</li> </ul>	انرژی‌های تجدیدپذیر
۲	<ul style="list-style-type: none"> <li>شناخت پتانسیل موجود انواع انرژی‌های نو؛</li> <li>تمیز دادن روش‌های بهره‌برداری از آنها؛</li> <li>توانایی ساخت نمونه آزمایشگاهی توربین باد و فتوولتائیک.</li> </ul>	در حد انتظار			
۱	<ul style="list-style-type: none"> <li>شناخت پتانسیل موجود در انواع انرژی‌های نو؛</li> <li>تمیز دادن روش‌های بهره‌برداری از آنها.</li> </ul>	کمتر از حد انتظار			
				نمره مستمر از ۵	
				نمره واحد یادگیری از ۳	
				نمره واحد یادگیری از ۲۰	