

# فصل ۵

۲۹ دی  
روز هوای پاک

## درس هشتم: آلودگی هوا

قبل از ارائه راه حل برای مشکلات بهتر است با تعریف و علل آلودگی هوا بیشتر آشنا شویم. هرگونه ماده اضافی که وارد هوا شود و خواص فیزیکی، شیمیایی و زیستی آن را تغییر دهد، آلودگی هوا نامیده می شود.

اخبار آلودگی هوای شهر تهران را بخوانید. آلودگی هوا چه مشکلاتی برای مردم این شهر ایجاد کرده است؟ برای رفع این مشکلات چه باید کرد؟

### علل آلودگی هوا

آلودگی هوا ممکن است بر اثر عوامل طبیعی یا در نتیجه فعالیت انسان ایجاد شود. فوران های شدید آتشفشان و وزش طوفان و بادهای شدید، گازها و ذرات ریزی را وارد هوا می کند و باعث آلودگی آن می شود. اما آنچه امروزه به عنوان آلودگی هوا مطرح می شود، ناشی از فعالیت های انسانی مانند صنعت، کشاورزی، شهرسازی و ... است.



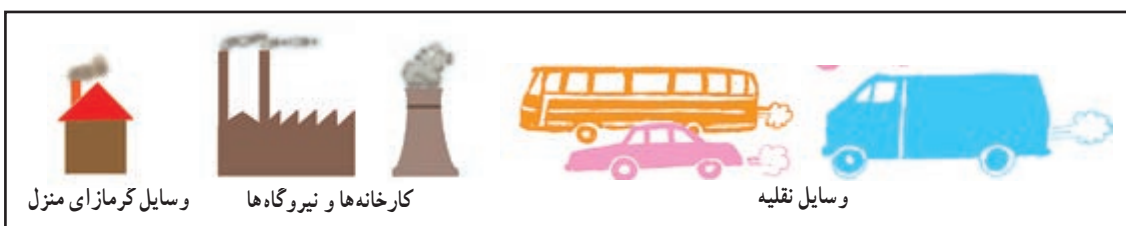
شکل ۱- ۵- فعالیت یک آتشفشان در فیلیپین و ورود مقادیر زیادی گرد و غبار و دی اکسید سولفور به جو

**۳ عامل مهم آلودگی هوای تهران عبارت اند از:**  
دود ناشی از انواع سوخت ها،  
موقعیت جغرافیایی و کمربانندگی

**همه ساله پاییز و زمستان با تمامی زیبایی های خاص خود، در هوای آلوده تهران؛ چهره رنجوری پیدا می کند.**

تهران آلوده ترین شهر جهان است. و امروزه زیستن در آن مستلزم تحمل عوارض گوناگون جسمی و روانی است و اگر توجه جدی به امر سلامت محیط زیست این شهر نشود در آینده های نه چندان دور کمتر کسی را در این شهر (سالم) خواهیم دید.

ساخت و ساز نامناسب شهری، تراکم جمعیت، معضلات ترافیکی، وجود صنایع آلوده کننده در داخل محدوده شهری و نقض در سیستم دستگاهها بی که با سوخت های فسیلی کنار می کنند از جمله مهمترین عواملی هستند که موجب شده اند تهران دارای آلوده ترین هوا در میان شهرهای جهان باشد. متأسفانه آلودگی هوای تهران به مرز جدایی رسیده است که به تصریح تمامی کارشناسان ذی ربط سلامت ساکنان این شهر به شدت در معرض خطر قرار گرفته و آمار نسی افرادی که به بیماری های ناشی از آلودگی هوا مانند تاراجی های تنفسی و مسمومیت های سرری و اختلالات عصبی و روحی مبتلا هستند روز به روز در حال افزایش است.



شکل ۲- ۵- منابع آلوده کننده هوا

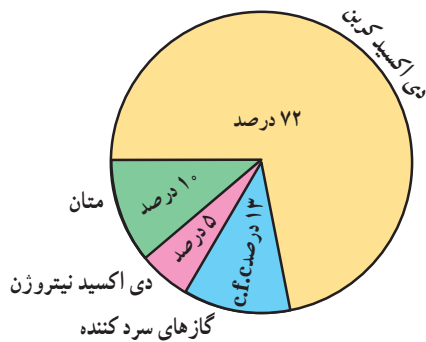


## افزایش گازهای گلخانه‌ای و آلودگی هوا

آیا تا به حال به گلخانه رفته‌اید؟ می‌دانید چرا در بعضی از خانه‌ها گلخانه درست می‌کنند؟ شاید بگویید برای نگهداری گیاه از سرما و یخبندان این کار را انجام می‌دهند. سقف اکثر گلخانه‌ها را از شیشه یا نایلون می‌سازند. علت این امر آن است که تابش نور خورشید از شیشه یا نایلون عبور کرده و آن محوطه را گرم می‌کند. اما گرمای ناشی از تابش نمی‌تواند از شیشه یا نایلون خارج شود. در نتیجه داخل محوطه گرم‌تر از بیرون می‌شود. این عمل شیشه یا نایلون را خاصیت گلخانه‌ای می‌گویند. بعضی از گازهای موجود در جو نیز همین حالت را ایجاد می‌کند. همان‌طور که در شکل می‌بینید کره زمین با تابش خورشید گرم می‌شود، اما گرمای بازتابی زمین به علت وجود گازهایی مانند بخار آب، دی‌اکسید کربن، متان، دی‌اکسید نیتروژن و غیره از جو زمین خارج نمی‌شود (گازهای گلخانه‌ای). بدین ترتیب، اثر مثبت پدیده گلخانه‌ای آن است که از سرد شدن زیاد زمین در هنگام شب جلوگیری می‌کند و در عین حال مانع گرم شدن بیش از حد زمین در هنگام روز می‌شود. به این عمل اثر «گلخانه‌ای جو» می‌گویند که در واقع مثل پتو و پوششی برای سیاره زمین محسوب می‌شود.

آیا میزان گازهای گلخانه‌ای افزایش یافته است؟ هر چند فرضیه گرم شدن کره زمین هنوز به طور کامل اثبات نشده است اما افزایش میزان دی‌اکسید کربن و اثر گلخانه‌ای امری غیرقابل انکار است.

برخی از دانشمندان معتقدند که با افزایش کارخانه‌ها و فعالیت‌های صنعتی و استفاده بیش از حد از سوخت‌های فسیلی، افزایش استفاده از وسایل نقلیه، از بین رفتن جنگل‌ها و مراتع میزان گازهای گلخانه‌ای چون دی‌اکسید کربن افزایش یافته است که این امر می‌تواند موجب گرم شدن زمین شود. استفاده از انرژی‌های نو مانند انرژی هسته‌ای و سوخت هیدروژنی و انرژی زمین گرمایی می‌تواند در کاهش گازهای گلخانه‌ای مؤثر باشد.



شکل ۳-۵ درصد گازهای مهم گلخانه‌ای (درصد بخار آب به علت کم و ناچیز بودن در محاسبه منظور نشده است).



شکل ۴-۵ تأثیر گازهای گلخانه‌ای مانند دی‌اکسید کربن



### فعالیت: ۱-۵

- ۱ - منابع عمده آلوده کننده هوا را نام ببرید.
- ۲ - آیا فعالیت‌های انسانی تغییری در میزان و ترکیب گازهای اتمسفر ایجاد کرده است؟ چگونه؟ در این باره توضیح دهید.
- ۳ - به نظر شما کدام کشورها در افزایش گازهای گلخانه‌ای تأثیر بیشتری دارند؟ کشورهای صنعتی یا کشورهای در حال توسعه؟ چرا؟

### وارونگی دما

افرادی که در شهرهای بزرگی مانند تهران زندگی می‌کنند گاهی در فصل زمستان از رادیو و تلویزیون مطلع می‌شوند که به علت پدیده وارونگی دما، آلودگی هوا بیشتر خواهد شد و بهتر است بیماران قلبی و کودکان از خانه خارج نشوند. وارونگی دما چیست؟ در حالت عادی در لایه‌های اولیه جو (تروپوسفر)\*، با افزایش ارتفاع از سطح زمین، دمای هوا کاهش می‌یابد و بنابراین، در شرایط عادی، هوای مجاور سطح زمین گرم‌تر و سبک‌تر از لایه‌های بالایی است و می‌تواند به راحتی به سمت بالا صعود کند



الف) وضعیت هوا در شرایط عادی

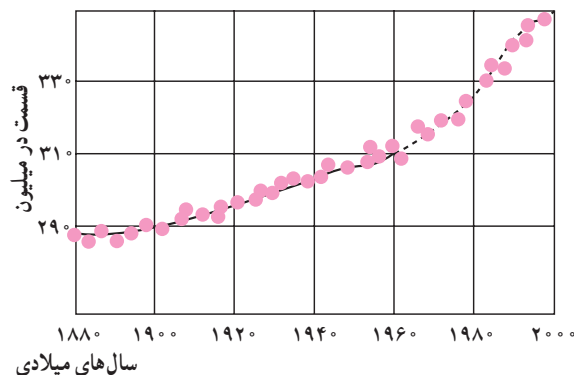


ب) وضعیت هوا در شرایط وارونگی دمایی

شکل ۶-۵

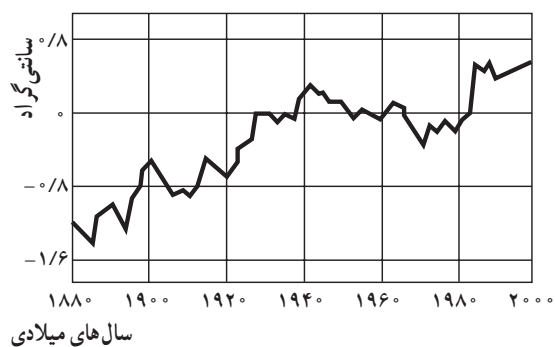
- مهم‌ترین پیامدهای گرم شدن کره زمین چیست؟
- گرم شدن زیاد هوا باعث ذوب شدن توده‌های یخ در قطب شمال و جنوب می‌شود.
- سطح آب اقیانوس‌ها و دریاها بالا می‌آید و این امر باعث به زیر آب رفتن سواحل پست و دلتاها و برخی جزایر و ایجاد سیل خواهد شد.
- طول دوره‌های خشکسالی افزایش می‌یابد و در برخی مناطق میزان محصولات کشاورزی کم می‌شود. در بخشی دیگر از کره زمین میزان بخار آب و میزان بارش افزایش یافته و خطر سیل آن مناطق را تهدید خواهد کرد.

نوسان میزان دی‌اکسیدکربن هوا در دو قرن اخیر



الف

نوسان میزان دمای هوا در دو قرن اخیر



ب

شکل ۵-۵ - به نمودار تغییرات درجه حرارت زمین و میزان تراکم دی‌اکسید کربن در جو توجه کنید. آیا بین این دو رابطه‌ای وجود دارد؟



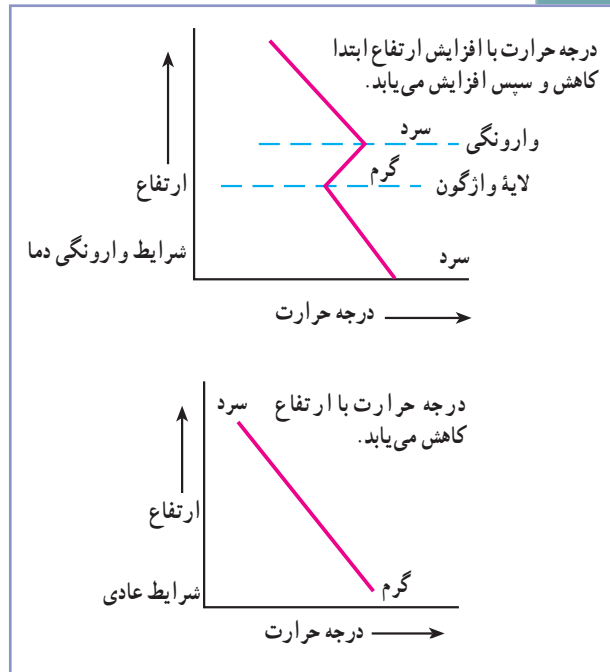
هوا صورت نمی گیرد.

وارونگی دما معمولاً در شب‌های آرام و بدون ابر زمستان اتفاق می افتد. این پدیده ممکن است در داخل یا خارج از شهرها رخ دهد. اما در شهرهای بزرگ و صنعتی مشکلات زیادی را به همراه می آورد. می دانید چرا؟

## آلودگی هوا و باران اسیدی

آیا تا به حال اصطلاح باران اسیدی را شنیده بودید؟ شاید تاکنون کنجکاو شده باشید که درباره این موضوع اطلاعات بیشتری کسب کنید.

باران اسیدی چیست؟ یکی از آثار و نتایج آلودگی هوا باران اسیدی است. در دو دهه اخیر (در برخی نواحی صنعتی) بر اثر فعالیت‌های کارخانه‌ها میزان دی‌اکسید گوگرد و دی‌اکسید ازن در هوا افزایش یافته است. این دو ماده در اتمسفر با اکسیژن و بخار آب واکنش شیمیایی ایجاد می کند و به صورت اسیدسولفوریک و اسید نیتریک درمی آید. این ذرات اسیدی مسافت‌های طولانی را به وسیله باد طی می کنند و به صورت باران اسیدی بر سطح زمین فرومی ریزند. چنین بارش‌هایی ممکن است به صورت برف، باران یا مه نیز دربیاید.



شکل ۷-۵ - رابطه درجه حرارت و ارتفاع در شرایط عادی و در حالت وارونگی دما

و جابه جا شود. اما در بعضی مواقع به خصوص در فصل زمستان وضعیت برعکس می شود؛ زیرا در این شرایط هوای سردتر و سنگین تر در مجاورت زمین ساکن است و لایه هوای گرمی در بالای آن قرار می گیرد. در چنین شرایطی حرکت صعودی و جابه جایی



الف - یک روز صاف.

ب - یک روز آلوده با پدیده وارونگی دما



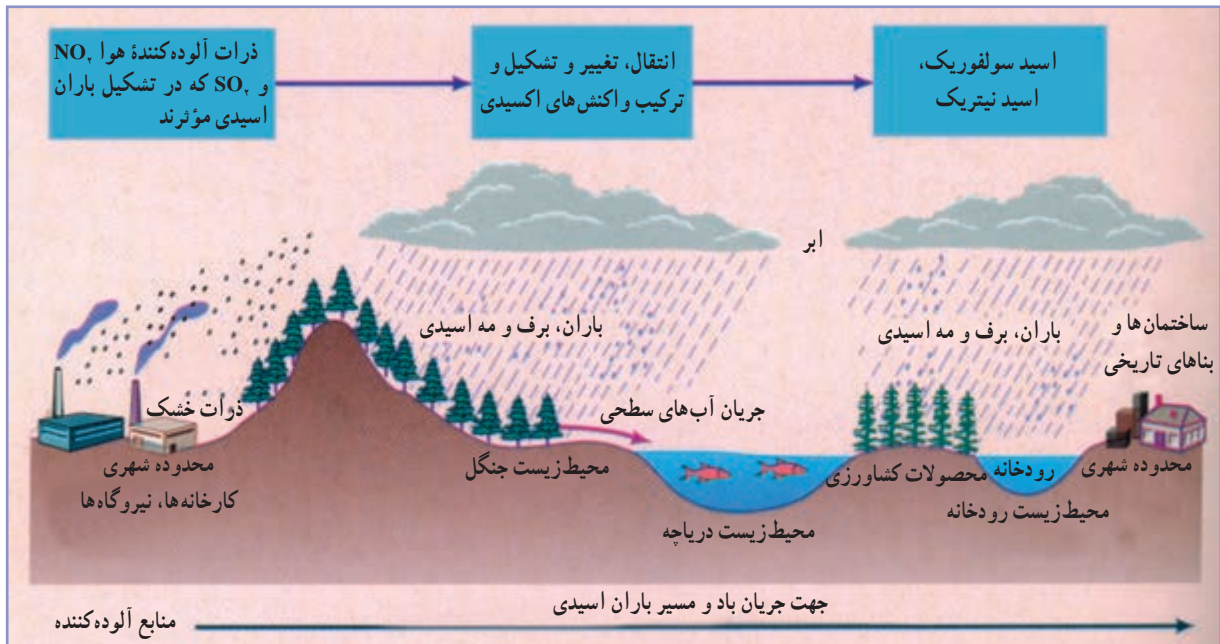
شکل ۸-۵ - شهر لس آنجلس، کالیفرنیا.



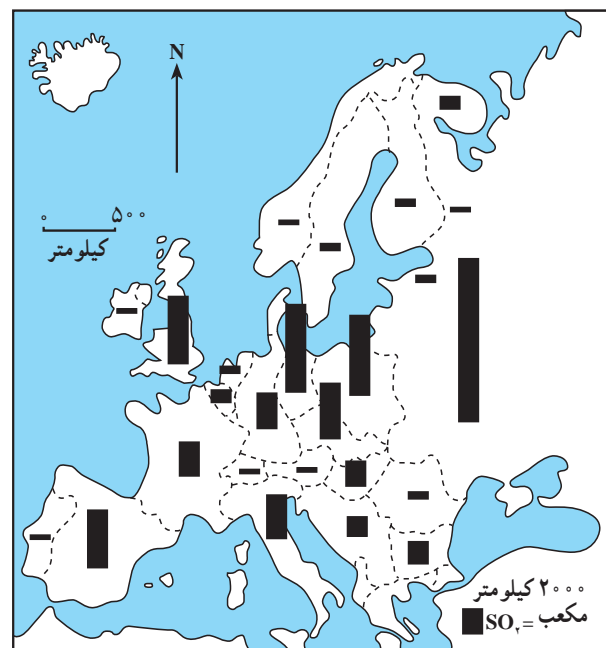
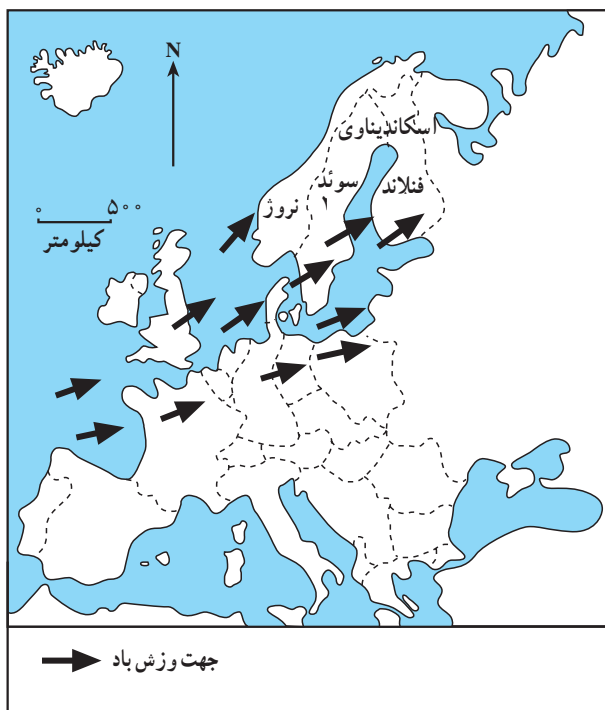
- باران اسیدی میزان حاصلخیزی خاک را کاهش می دهد و حتی ممکن است مواد سمی را وارد خاک کند.
- باران اسیدی موجب نابودی درختان و کاهش مقاومت آنها به خصوص در برابر سرما می شود.

پیامدهای باران اسیدی چیست؟

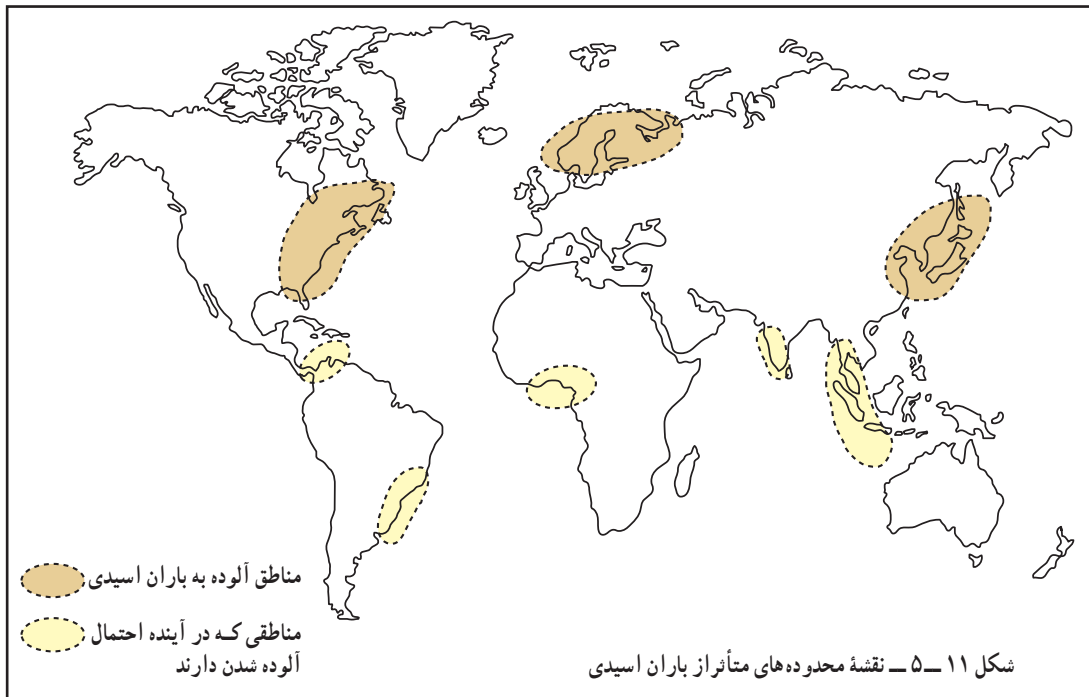
- باران اسیدی باعث از بین رفتن بناها و آثار تاریخی به خصوص در ساختمان هایی که از سنگ مرمر یا آهک ساخته شده باشند، می شود.



شکل ۹-۵- تصویر چگونگی تشکیل و آثار ناشی از باران اسیدی



شکل ۱۰-۵- ورود دی اکسید سولفور از مناطق صنعتی اروپای غربی به شبه جزیره اسکاندیناوی و ریزش باران اسیدی

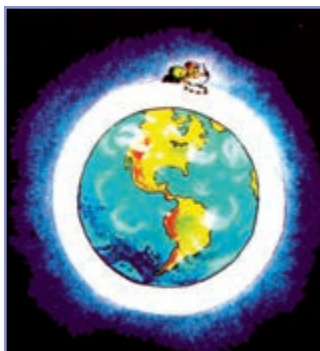


انرژی‌های پاک است که اثرات مفیدی بر محیط زیست دارد. در حال حاضر در کشور ما استفاده از سوخت‌ها و انرژی‌های نو مانند باد، هسته‌ای، هیدروژن آغاز شده است. یکی از آثار نامطلوب آلودگی هوا تخریب یا نازک شدن لایه ازن است.

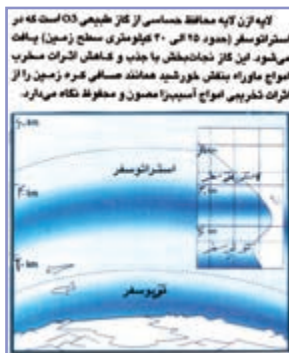
از جمله مهم‌ترین روش‌ها برای جلوگیری از گرم شدن کره زمین و باران‌های اسیدی و وارونگی دما، این است که بشر از انرژی‌های جایگزین مانند انرژی هسته‌ای، هیدروژن و پیل سوختی، باد و زمین گرمایی استفاده کند. انرژی خورشیدی و هیدروژن در طبیعت بسیار فراوان است. امروزه بیشتر شهرهای جهان از مشکل آلودگی رنج می‌برند. تنها راه باقی‌مانده برای بشر، حرکت به سمت

## برای مطالعه

### لایه ازن را حفظ کنیم



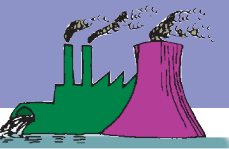
شکل ۱۳-۵ - سوراخ شدن (نازک شدن) لایه ازن



شکل ۱۲-۵

### لایه ازن

ازن موجود در جو، مانند یک فیلتر طبیعی، عامل بقای جانداران بر روی کره زمین است. ازن طول موج پرتوهای آسیب‌رسان فرابنفش خورشیدی که برای جانداران بسیار زیان‌بار است را جذب می‌کند. حرکت قائم هوا، به ویژه در استراتوسفر (ارتفاع حدود ۱۰ تا ۵۰ کیلومتری)، بسیار کند و آرام است و به این ترتیب، آمیختگی قائم هوا به آرامی صورت می‌گیرد، اما حرکت هوا در سطوح افقی به سرعت انجام می‌شود. در نتیجه، زمانی که یک بار آلوده‌ای زیان‌آور، به جو زمین نفوذ می‌کند، می‌تواند سال‌ها در آنجا باقی بماند و اغلب در اطراف زمین و سطوح اقیانوس‌ها پخش شده و مشکلی جهانی را به وجود می‌آورند. مهم‌ترین نتیجه کاهش سپر حفاظتی ازن در جو، افزایش کارایی و توانمندی پرتوهای خطرآفرین فرابنفش در سطح زمین و پیامدهای زیان‌بار آن همچون افزایش سرطان پوست و آب مروارید چشم است.



## فعالیت: ۲-۵

- ۱- چند مورد از پیامدهای باران اسیدی را بیان کنید.
- ۲- با توجه به شکل ۱-۵ بگویید کدام مناطق جهان هم‌اکنون از نظر آلودگی ناشی از ریزش باران‌های اسیدی بیشتر مشکل دارند.
- ۳- چرا وارونگی دما در شهر تهران باعث افزایش بیماری‌های تنفسی قلبی می‌شود؟
- ۴- چنانچه دربارهٔ محافظت از لایهٔ ازن در جرابد و روزنامه‌ها مطالبی یافتید آنها را به دیوار کلاس نصب کنید.

## بیشتر بدانیم

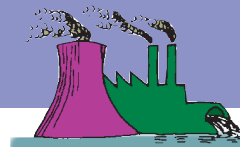


در روزهای بحرانی آلودگی هوا از عبور و مرور در محدوده‌های پرتراфик خودداری کنیم. بیشتر تلاش کنیم تا از وسایل نقلیهٔ عمومی استفاده کنیم. هنگامی که هوا آلوده است، از بازی کودکان در محیط‌های باز و از خروج افراد مسن و مبتلایان به بیماری قلبی از خانه جلوگیری کنیم.

در بعضی از استان‌های غرب و جنوب غربی کشورمان نفوذ گرد و غبار به حدی است که کاهش دید به کمتر از ۵۰ متر می‌رسد و باعث تعطیلی ادارات و لغو پروازها می‌شود.

## خلاصه

- امروزه آلودگی هوا را تنها ناشی از فعالیت‌های انسانی می‌دانند.
- گازهای گلخانه‌ای مانع از سرد شدن زیاد زمین هنگام شب و گرم شدن بیش از حد آن هنگام روز می‌شوند.
- با افزایش فعالیت‌های صنعتی و استفاده زیاد از سوخت‌های فسیلی درصد گازهای گلخانه‌ای زیاد شده است.
- گرم شدن زمین بر اثر افزایش گازهای گلخانه موجب ذوب یخ‌های قطبی و بالا آمدن سطح دریا و به زیر آب رفتن سواحل پست شده است.
- وارونگی دما باعث باقی ماندن و عدم خروج هوای آلوده از مناطق شهری و صنعتی می‌شود.
- باران اسیدی باعث از بین رفتن آثار و بناهای تاریخی و کاهش حاصلخیزی خاک می‌شود.



## درس نهم: آلودگی دریاها و رودها

به شکل ۱۵-۵ توجه کنید آیا می‌توانید علل آلودگی رودها را نام ببرید؟



حوضه رود  
محدوده‌های صنعتی - شهری

شکل ۱۴-۵ - نقشه حوضه رود راین و محدوده‌های صنعتی اطراف رود

این مواد کیفیت آب رود را به شدت آلوده نموده است و بحرانی جدی برای محیط زیست حوضه اطراف آن به وجود آورده است.

### راه‌حل‌ها

به طور کلی برای مقابله با آلودگی رودها سه راه‌حل وجود دارد:

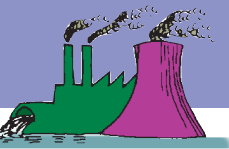
- ۱- کاهش ورود مواد آلاینده به داخل آب
- ۲- انتقال منابع آلوده‌کننده به نقاط دورتر
- ۳- پاکسازی رودها از آلاینده‌ها.

برای مقابله با مشکلات ناشی از آلودگی رود راین نیز

### راین نمونه یک رود آلوده در جهان

رود راین یکی از طولانی‌ترین و مهم‌ترین رودهای اروپا است. این رود با ۱۳۰۰ کیلومتر طول از سوئیس سرچشمه می‌گیرد و از کشورهای فرانسه، آلمان و هلند عبور می‌کند و به دریای شمال می‌ریزد (شکل ۱۴-۵). بسیاری از کارخانه‌ها در اطراف این رود مستقر شده‌اند. صنایع فلزی و شیمیایی مواد مضر چون کادمیوم، سرب و جیوه را وارد رود می‌کنند. صنایع کاغذسازی و مواد شوینده هم فاضلاب‌هایی به این رود وارد می‌کنند. فاضلاب‌های خانگی، زباله‌ها و مواد زایدی چون قطعات کاغذ، وسایل کهنه و... به داخل رود ریخته می‌شود. ورود





و چشم اندازهای طبیعی اطراف آن.

### \* در سطح ملی

- هر یک از کشورها با تصویب قوانین و مقررات برای صاحبان صنایع سعی کرده است تا تخلیه مواد مضر را به رود راین کاهش دهد.

اقداماتی به عمل آمده است :

### \* در سطح بین المللی

- مشارکت کشورهای اطراف رود راین برای مقابله با آلودگی از طریق گردهمایی ها و جلسات بحث و گفت و گو.
- در نظر گرفتن طرح هایی برای مراقبت و پاکسازی رود



شکل ۱۵-۵ - انواع آلوده کننده های آب رودها

### فعالیت : ۳-۵

- ۱- فرض کنید از شما درباره مقابله با آلودگی یک رود نظرخواهی شده است. مختصراً نظرات خود را بنویسید.
- ۲- رودهای مهم استان محل زندگی خود را نام ببرید. کدام یک در معرض آلودگی هستند؟ چرا؟

### چه عواملی موجب آلودگی دریاها می شود؟

در گذشته چنین تصور می شد که دریاها آن قدر وسیع و عمیق اند که انسان نمی تواند به آنها آسیب برساند. اما امروزه دریاها به محل دفن ضایعات و زباله های ناشی از فعالیت های انسانی مبدل شده است. دو مشکل آلودگی دریاها و صید بی رویه ماهی ها حیات دریاها را به خطر انداخته است؛ به عنوان مثال، ۴۵ درصد آلودگی دریای شمال (انگلستان) ناشی از موادی است که رود راین در مسیر خود از کشورهای اروپایی جمع آوری می کند و به دریا می ریزد. امروزه فعالیت های مربوط به استخراج نفت از کف دریاها نیز آلودگی آنها را تشدید کرده است.



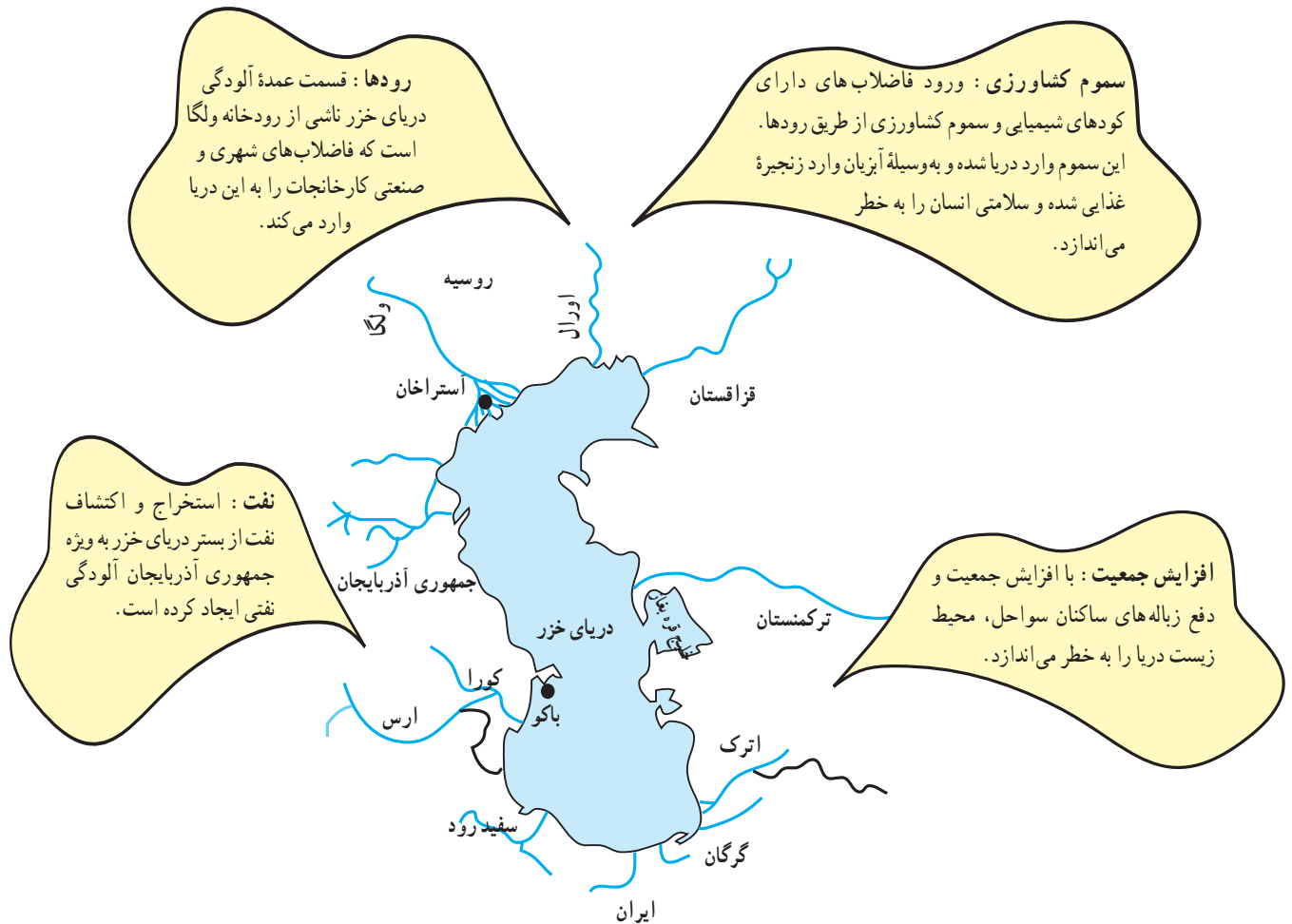
شکل ۱۶-۵ - پاکسازی آلودگی نفتی - ساحل آلاسکا



## آلودگی دریای خزر و خلیج فارس

به ویژه ماهی های خاویاردار اهمیت فراوان دارد. در سال های اخیر اکتشاف و استخراج نفت بر اهمیت این دریا افزوده است. به شکل ۱۷-۵ توجه کنید، منابع آلوده کننده دریای خزر در کدام یک از کشورها خطری جدی ایجاد می کند.

دریای خزر بزرگ ترین دریاچه جهان است. مساحت آن بیش از ۳۶۰،۰۰۰ کیلومتر مربع و سطح آب آن ۲۷ متر پایین تر از سطح آب اقیانوس هاست. دریای خزر از نظر انواع ماهی ها و



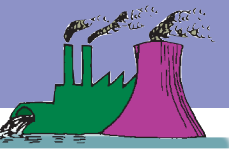
شکل ۱۷-۵ - دریای خزر و منابع آلوده کننده آن

ایران به پیمان جلوگیری از آلودگی دریاها پیوست.

کاهش آلودگی آب های خزر تنها با همکاری کشورهای اطراف این دریا امکان پذیر است.



شکل ۱۸-۵ - آلودگی دریاها بر اثر تصادف کشتی ها



شکل ۱۹-۵ - نقشهٔ خلیج فارس و کشورهای اطراف آن

## ۱۰ اردیبهشت روز ملی خلیج فارس

خلیج فارس یکی از مراکز مهم صید مروارید و ماهی است و در عین حال به دلیل وجود جزایری که از نظر اقتصادی و نظامی اهمیت دارند، منطقه‌ای مهم محسوب می‌شود. خلیج فارس به علت عمق کم، شوری آب، گرمی هوا و ارتباط محدود با آب‌های آزاد جهان، محیط زیست ویژه‌ای را تشکیل می‌دهد که در برابر منابع آلوده کننده بسیار آسیب پذیر است. این بخش از جهان از نظر حمل و نقل کالا به ویژه نفت اهمیت زیادی دارد. خلیج فارس منابع نفت فراوان دارد. بهره‌برداری از منابع نفتی و انتقال آن به سایر نقاط جهان موجب آلودگی شدید این دریا شده است.

### تأثیرات ناشی از آلودگی آب خلیج فارس

- نابودی و یا مهاجرت هزاران پرنده از این ناحیه.
- تغییر رنگ و کیفیت آب و کاهش آب آشامیدنی در قطر و کویت.
- تشکیل لایه‌ای از مواد نفتی بر روی سطح آب که مانع از رسیدن نور خورشید و اکسیژن به ماهی‌ها و سایر آبزیان شده و موجب مرگ آنها می‌شود.



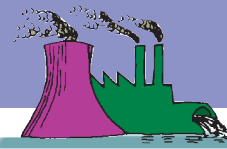
شکل ۲۱-۵ - آلودگی نفتی خلیج فارس بر اثر حملهٔ عراق به چاه‌های نفت کویت (جنگ خلیج فارس ۱۹۹۱ میلادی)



شکل ۲۰-۵ - مرگ ماهی‌ها در خلیج فارس بر اثر آلودگی آب

### فعالیت : ۴-۵

- ۱- چند مورد از پیامدهای آلودگی آب‌های دریای خزر و خلیج فارس را نام ببرید.
- ۲- به طور گروهی دربارهٔ مسائل مربوط به خلیج فارس و دریای خزر تحقیق کنید و در این زمینه گزارشی بنویسید.



### خلاصه

- بیشتر رودهای جهان به علت ورود فاضلاب‌های صنعتی، کشاورزی و خانگی در معرض آلودگی قرار گرفته‌اند.
- برای مقابله با آلودگی رودها باید ورود مواد آلاینده را به داخل آب کاهش داد یا این منابع را به نقاط دور دست انتقال داد و رودهای آلوده را از مواد مضر پاکسازی کرد.
- علاوه بر فاضلاب‌های صنعتی، کشاورزی و خانگی، استخراج نفت و انتقال آن به سایر مناطق در آلودگی خلیج فارس و دریای خزر نقش مهمی داشته است.
- نابودی و مهاجرت هزاران پرنده، مرگ آبزیان، تشکیل لایه نفتی بر روی سطح آب و تغییر رنگ و کیفیت آب از پیامدهای مهم آلودگی نفتی در خلیج فارس بوده است.