

# فصل پنجم

## درس هشتم

### آلودگی هوا

#### علل آلودگی هوا

آلودگی هوا ممکن است در اثر عوامل طبیعی یا در نتیجه فعالیت انسان ایجاد شود. فوران‌های شدید آتش فشان و وزش طوفان و بادهای شدید، گازها و ذرات ریزی را وارد هوا می‌کند و باعث آلودگی آن می‌شود؛ اما آنچه امروزه به عنوان آلودگی هوا مطرح می‌شود، ناشی از فعالیت‌های انسانی مانند صنعت، کشاورزی، شهرسازی و ... است.

اخبار آلودگی شهر تهران را از روی بریده روزنامه‌های زیر بخوانید.  
آلودگی هوا چه مشکلاتی برای مردم این شهر ایجاد کرده است؟ برای رفع این مشکلات چه باید کرد؟  
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 می‌شود.»



شکل ۱-۵- فعالیت یک آتش فشان در فیلیپین و ورود مقادیر زیادی گرد و غبار و دی‌اکسید سولفور به جو



شکل ۲-۵- منابع آلوده کننده هوا



سرد شدن زیاد زمین در هنگام شب جلوگیری می کند و در عین حال مانع گرم شدن بیش از حد زمین در هنگام روز می شود. به این پدیده، اثر «گلخانه ای جو» می گویند که در واقع مثل پتو و پوششی برای سیاره زمین محسوب می شود.

### آیا میزان گازهای گلخانه ای افزایش یافته است؟

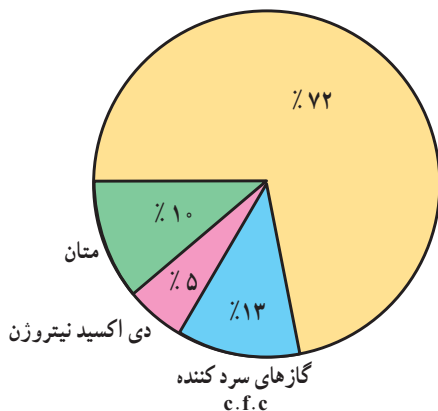
هر چند فرضیه گرم شدن کره زمین هنوز به طور کامل اثبات نشده است اما افزایش میزان دی اکسید کربن و اثر گلخانه ای امری انکار نشدنی است.

برخی از دانشمندان معتقدند که با افزایش کارخانه ها و فعالیت های صنعتی، استفاده بیش از حد از سوخت های فسیلی، افزایش استفاده از وسایل نقلیه و از بین رفتن جنگل ها و مراتع، میزان گازهای گلخانه ای چون دی اکسید کربن افزایش یافته است استفاده از انرژی های نو مانند انرژی هسته ای، سوخت هیدروژنی و انرژی زمین گرمایی می تواند در کاهش گازهای گلخانه ای مؤثر باشد که این امر می تواند موجب گرم شدن زمین شود.

### ● افزایش گازهای گلخانه ای و آلودگی هوا

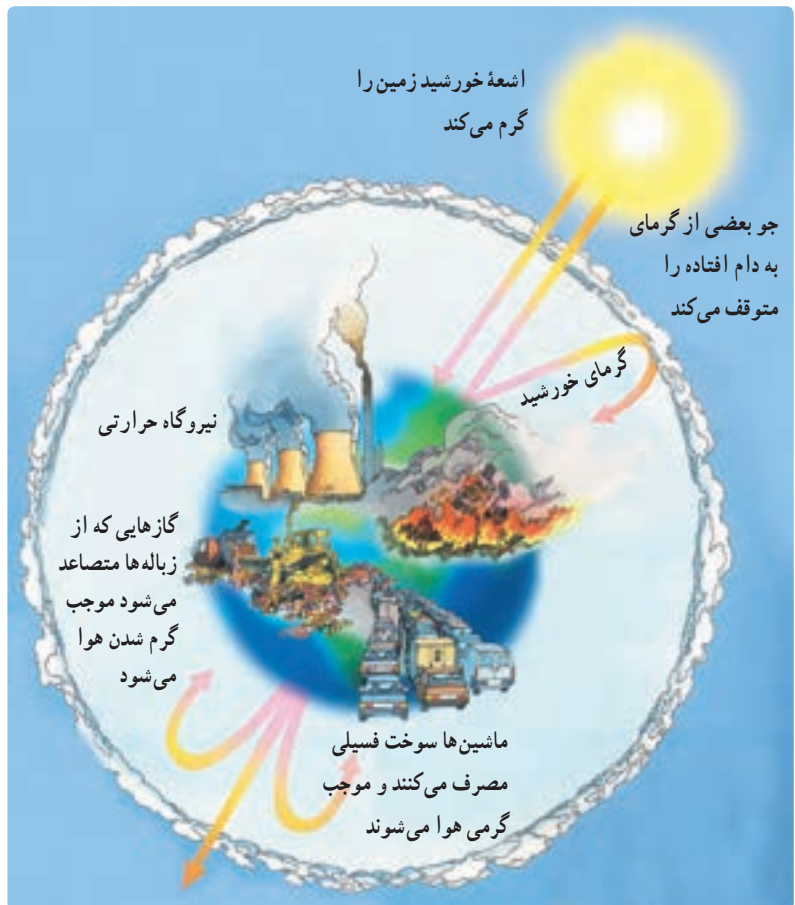
آیا تا به حال به گلخانه رفته اید؟ می دانید چرا در بعضی از خانه ها گلخانه درست می کنند؟ شاید بگویید این کار را برای نگهداری گیاه از سرما و یخبندان انجام می دهند. سقف اکثر گلخانه ها را از شیشه یا نایلون می سازند. علت این امر آن است که تابش نور خورشید از شیشه یا نایلون عبور کرده و آن محوطه را گرم می کند؛ اما گرمای ناشی از تابش نمی تواند از شیشه یا نایلون خارج شود؛ در نتیجه، داخل محوطه گرم تر از بیرون می شود. این عمل شیشه یا نایلون را خاصیت گلخانه ای می گویند. بعضی از گازهای موجود در جو نیز همین حالت را ایجاد می کند. همان طور که در شکل می بینید، کره زمین به تابش خورشید گرم می شود اما گرمای بازتابی زمین به علت وجود گازهایی مانند بخار آب، دی اکسید کربن، متان، دی اکسید نیتروژن و غیره از جو زمین خارج نمی شود (گازهای گلخانه ای)؛ از این رو، اثر مثبت پدیده گلخانه ای آن است که از

دی اکسید کربن



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

شکل ۴ - ۵ - تأثیر گلخانه ای گازهایی مانند دی اکسید کربن

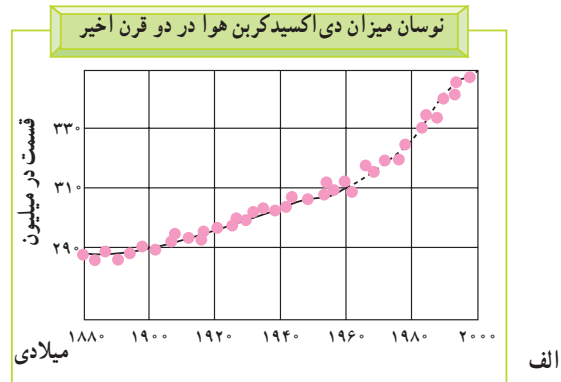
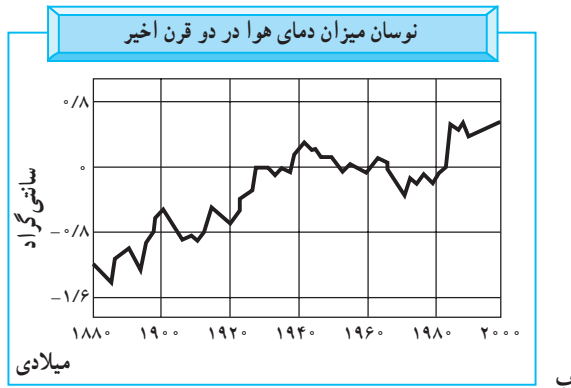


خواهد شد.

- طول دوره‌های خشک‌سالی افزایش می‌یابد و در برخی مناطق، میزان محصولات کشاورزی کم می‌شود. در بخش دیگری از کره زمین میزان بخار آب و میزان بارش افزایش می‌یابد و خطر سیل آن مناطق را تهدید خواهد کرد.

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



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؟

### فعالیت ۵-۱

- 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؟



ب - وضعیت هوا در شرایط وارونگی دمایی

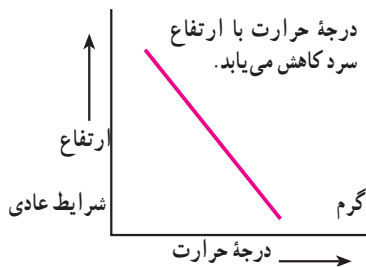
شکل ۵-۶

### • وارونگی دما

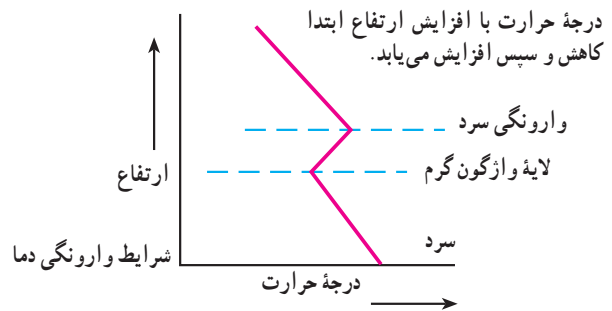
افرادی که در شهرهای بزرگی مانند تهران زندگی می‌کنند، گاهی در فصل زمستان از رادیو و تلویزیون مطلع می‌شوند که به علت پدیده وارونگی دما، آلودگی هوا بیشتر خواهد شد و بهتر است بیماران قلبی و کودکان از خانه خارج نشوند. آیا می‌دانید وارونگی دما چیست؟ در حالت عادی در لایه‌های اولیه جو، تروپوسفر\*، با افزایش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



وارونگی دما معمولاً در شب‌های آرام و بدون ابر زمستان اتفاق می‌افتد. این پدیده ممکن است در داخل یا خارج از شهرها رخ دهد، اما در شهرهای بزرگ و صنعتی مشکلات زیادی را به همراه می‌آورد. آیا می‌دانید چرا؟



وضعیت برعکس می‌شود؛ زیرا در این شرایط هوای سردتر و سنگین‌تر در مجاورت زمین ساکن است و لایه هوای گرمی در بالای آن قرار می‌گیرد. در چنین شرایطی، حرکت صعودی و جابه‌جایی هوا صورت نمی‌گیرد.



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

فعالیت‌های کارخانه‌ها، میزان دی‌اکسید گوگرد و دی‌اکسید ازت در هوا افزایش یافته است. این دو ماده در اتمسفر با اکسیژن و بخار آب واکنش شیمیایی ایجاد می‌کند و به صورت اسید سولفوریک و اسید نیتریک درمی‌آید. این ذرات اسیدی مسافت‌های طولانی را به وسیله باد طی می‌کنند و به صورت باران اسیدی بر سطح زمین فرو می‌ریزند. چنین بارش‌هایی ممکن است به صورت برف، باران یا مه نیز دربیاید.

### ● آلودگی هوا و باران اسیدی

آیا تا به حال اصطلاح باران اسیدی را شنیده‌اید؟ شاید تاکنون کنجکاو شده باشید که درباره این موضوع اطلاعات بیشتری به دست آورید.

باران اسیدی چیست؟ یکی از آثار و نتایج آلودگی هوا باران اسیدی است. در دو دهه اخیر (در برخی نواحی صنعتی) بر اثر

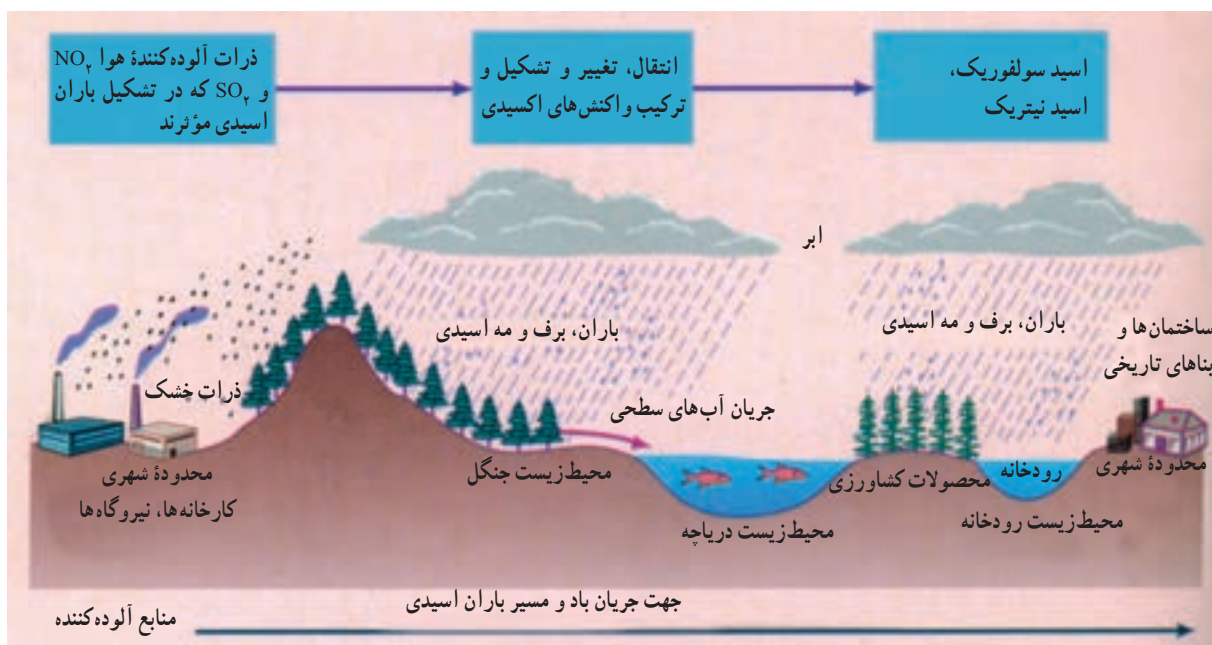


شکل ۸-۵- شهر لس آنجلس، کالیفرنیا؛ (الف) یک روز صاف و (ب) یک روز آلوده با پدیده وارونگی دما.

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

### پیامدهای باران اسیدی چیست؟

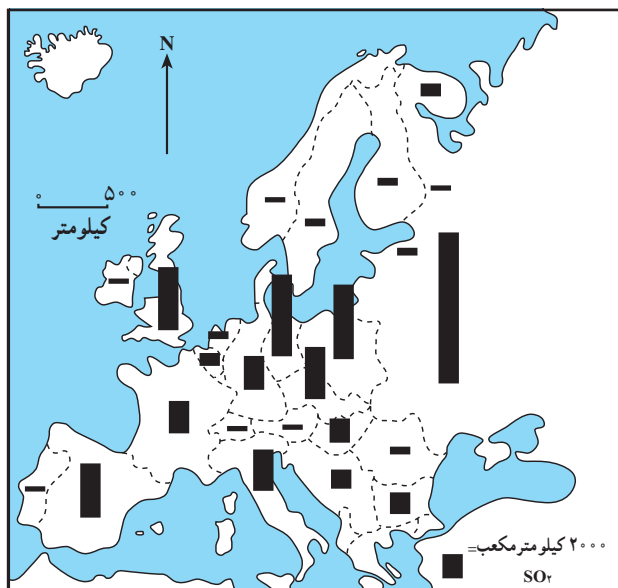
- باران اسیدی باعث از بین رفتن بناها و آثار تاریخی به خصوص در ساختمان‌هایی که از سنگ مرمر یا آهک ساخته شده باشند، می‌شود.



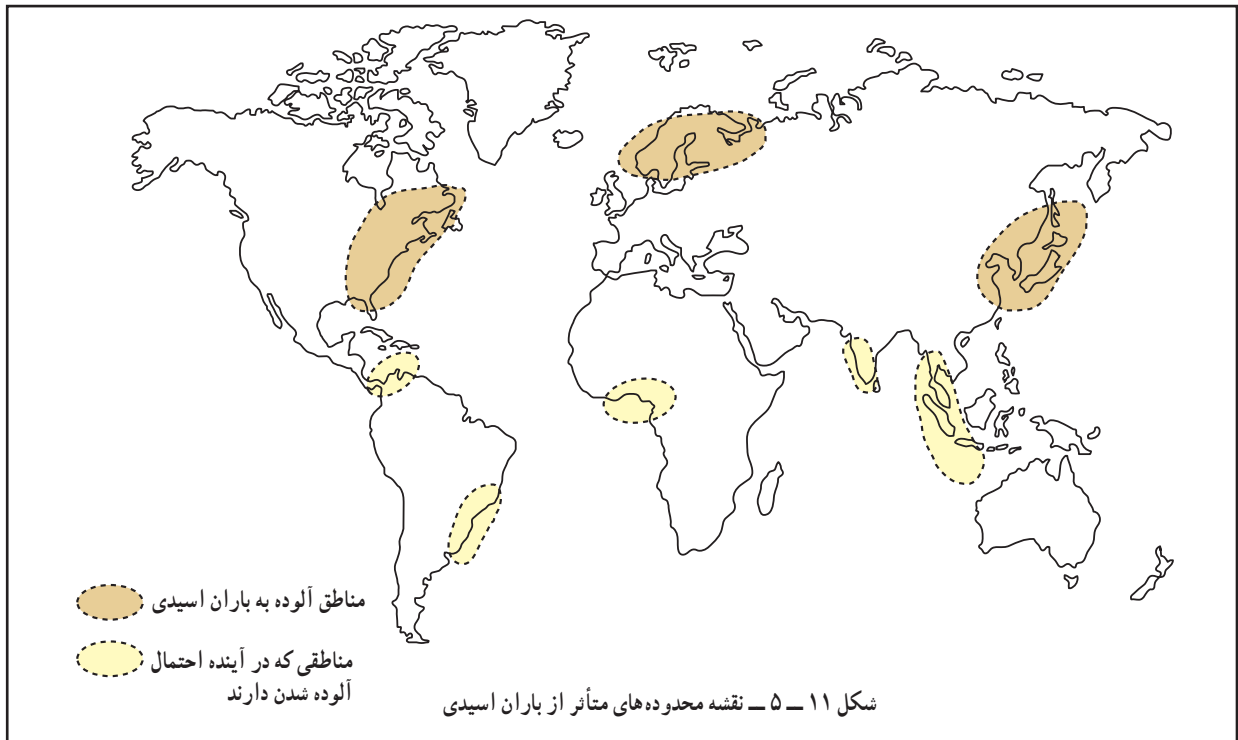
شکل ۹-۵- تصویر چگونگی تشکیل و آفاناشی از باران اسیدی

جهان از مشکل آلودگی رنج می‌برند. تنها راه باقی مانده برای بشر حرکت به سمت انرژی‌های پاک است که آثار مفیدی بر محیط‌زیست دارد. در حال حاضر در کشور ما استفاده از سوخت‌ها و انرژی‌های نو مانند باد، هسته‌ای و هیدروژن آغاز شده 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 هیدروژنی در طبیعت بسیار فراوان است. امروزه بیشتر شهرهای



شکل ۱۰-۵- ورودی اکسید سولفور از مناطق صنعتی اروپا به شبه‌جزیره اسکاندیناوی و ریزش باران اسیدی



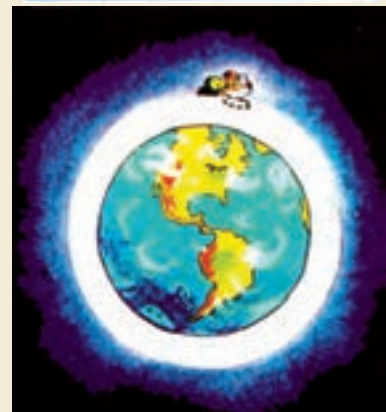
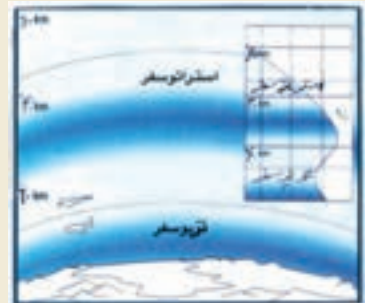
یکی از آثار نامطلوب آلودگی هوا تخریب یا نازک شدن لایه ازن است.

لایه ازن لایه محافظ اساسی از گاز طبیعی O3 است که در استراتوسفر (حدود ۲۵ الی ۳۰ کیلومتری سطح زمین) یافت می‌شود. این گاز نجات بخش با جذب و کاهش اثرات مخرب امواج ماوراء بنفش خورشید همانند صافی کره زمین را از اثرات تخریبی امواج آسیبزا مصون و محفوظ نگاه دارد.

## لایه ازن را حفظ کنیم

### لایه ازن

وجود ازن در جو مانند یک فیلتر طبیعی، عامل بقای جانداران بر روی کره زمین است. ازن طول موج پرتوهای آسیب‌رسان فرابنفش خورشیدی را که برای جانداران بسیار زیان‌بارند، جذب می‌کند. حرکت قائم هوا، به‌ویژه در استراتوسفر (ارتفاع تا 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 آن جا باقی بماند و اغلب در اطراف زمین و سطوح اقیانوس‌ها پخش شده و مشکلی جهانی را بوجود می‌آورد. مهمترین نتیجه کاهش مسیر حفاظتی ازن در جو، افزایش کارایی و توان‌مندی پرتوهای خطر آفرین فرابنفش در سطح زمین و پیامدهای زیان‌بار آن همچون افزایش سرطان پوست و آب مروارید چشم است.



سوراخ شدن (نازک شدن) لایه ازن

## فعالیت ۲-۵

- ۱ - چند مورد از پیامدهای باران اسیدی را بیان کنید.
- ۲ - با توجه به شکل ۱۱-۵ 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 روزنامه‌ها مطالبی یافتید، آنها را به دیوار کلاس نصب کنید.



در بعضی از استان‌های غربی 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

- در روزهای بحرانی آلودگی هوا، از عبور و مرور در محدوده‌های پر ترافیک خودداری کنیم. 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 بیماری‌های قلبی جلوگیری کنیم.
- امروزه آلودگی هوا را فقط 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 در اثر افزایش گازهای گلخانه‌ای 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 - کاهش حاصلخیزی خاک می‌شود.

## آلودگی دریاها و رودها

به شکل ۱۳-۵ توجه کنید. آیا می‌توانید علل آلودگی رودها را نام ببرید؟



شکل ۱۲-۵ - نقشه حوضه رود «راین» و محدوده‌های صنعتی اطراف رود

### ● «راین» نمونه یک رود آلوده در جهان

داخل رود ریخته می‌شود. ورود این مواد، آب رود را به شدت آلوده کرده و بحرانی جدی برای محیط زیست حوضه اطراف آن به وجود آورده است.

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 (شکل ۱۲-۵). 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

### ● 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



• در نظر گرفتن طرح‌هایی برای مراقبت و پاک‌سازی رود و چشم‌اندازهای طبیعی اطراف آن.

### \* در سطح ملی

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

۳- پاک‌سازی رودها از آلاینده‌ها.

برای مقابله با مشکلات ناشی از آلودگی رود راین نیز اقداماتی به عمل آمده است؛ از جمله:

### \* در سطح بین‌المللی

• مشارکت کشورهای اطراف رود راین برای مقابله با آلودگی از طریق گردهمایی‌ها و جلسات بحث و گفت‌وگو.



شکل ۱۳-۵- انواع آلوده‌کننده‌های آب رودها

### فعالیت ۳-۵

۱- فرض کنید از شما دربارهٔ مقابله با آلودگی یک رود نظرخواهی شده است. نظر خود را به اختصار بنویسید.

۲- رودهای مهم استان محل زندگی خود را نام ببرید. کدام یک در معرض آلودگی اند؟ چرا؟

### • چه عواملی موجب آلودگی دریاها می‌شود؟

در گذشته چنین تصور می‌شد که دریاها آن قدر وسیع و عمیق‌اند که انسان نمی‌تواند به آنها آسیب برساند، اما امروزه دریاها به محل دفن ضایعات و زباله‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی مبدل شده است. دو مشکل آلودگی دریاها و صید بی‌رویهٔ ماهی‌ها حیات دریاها را به خطر انداخته است؛ برای مثال، ۴۵ درصد آلودگی دریای شمال (انگلستان) ناشی از موادی است که رود راین در مسیر خود از کشورهای اروپایی جمع‌آوری می‌کند و به دریا می‌ریزد.

امروزه فعالیت‌های مربوط به استخراج نفت از کف دریاها نیز آلودگی آنها را تشدید کرده است.



شکل ۱۴-۵- پاک‌سازی آلودگی نفتی - ساحل آلاسکا



### ● آلودگی دریای خزر و خلیج فارس

و به ویژه ماهی‌های خاویاری اهمیت فراوان دارد. در سال‌های اخیر اکتشاف و استخراج نفت بر اهمیت این دریا افزوده است. به شکل ۱۵-۵ توجه کنید و بگویید منابع آلوده کننده دریای خزر در کدام یک از کشورها خطری جدی ایجاد می‌کند.

دریای خزر بزرگ‌ترین دریاچه جهان است. مساحت آن بیش از ۳۶۰,۰۰۰ کیلومتر مربع و سطح آب آن ۲۷ متر پایین‌تر از سطح آب اقیانوس‌ها است. دریای خزر از نظر وجود انواع ماهی‌ها

#### ● رودها : قسمت عمده آلودگی

دریای خزر ناشی از رودخانه ولگا است که فاضلاب‌های شهری و صنعتی کارخانه‌ها را به این دریا وارد می‌کند.

#### ● سموم کشاورزی : ورود فاضلاب‌های

دارای کودهای شیمیایی و سموم کشاورزی از طریق رودها. این سموم وارد دریا شده و به وسیله آبیان وارد زنجیره غذایی می‌شود و سلامتی انسان را به خطر می‌اندازد.

#### ● نفت : استخراج و اکتشاف

نفت از بستر دریای خزر به ویژه جمهوری آذربایجان آلودگی نفتی ایجاد کرده است.

#### ● افزایش جمعیت : فعالیت‌های

توریستی و دفع زباله‌های ساکنان سواحل، محیط زیست دریا را به خطر می‌اندازد.



شکل ۱۵-۵ - منابع آلوده کننده آب دریای خزر

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

ایران به پیمان جلوگیری از آلودگی دریاها پیوست.



شکل ۱۶-۵ - آلودگی دریاها در اثر تصادف کشتی‌ها



شکل ۱۸-۵- مرگ ماهی‌ها در خلیج فارس بر اثر آلودگی آب

### تأثیرات ناشی از آلودگی آب خلیج فارس

- نابودی 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 ۱۹-۵- آلودگی نفتی خلیج فارس در اثر حمله عراق به چاه‌های نفت (جنگ خلیج فارس، ۱۹۹۱ میلادی)



شکل ۱۷-۵- نقشه خلیج فارس و کشورهای اطراف آن

۱۰ اردیبهشت  
روز ملی خلیج فارس

### فصلیت ۴-۵

- ۱- چند مورد از پیامدهای آلودگی آب‌های دریای خزر و خلیج فارس را نام ببرید.
- ۲- به‌طور گروهی درباره 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، این منابع را به نقاط دوردست 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.