



## فصل پنجم

درس هشتم

۲۹ دی  
روز هوای پاک

### آلودگی هوا

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؟

و علل آلودگی هوا بیش تر آشنا شویم. هرگونه ماده‌ی اضافی که وارد هوا شود و خواص فیزیکی، شیمیایی و زیستی آن را تغییر دهد، آلودگی هوا نامیده می‌شود. قبل از ارائه‌ی راه‌حل برای مشکلات بهتر است با تعریف

هفته‌ساله پاییز و زمستان  
با افزایش زیستی‌های خاص خود، در  
هوای آلوده تهران، چهره‌ی زیست‌محیطی پیدا می‌کنند.

تهران همه‌ساله با سرد شدن هوا با  
پدیده‌ی آلودگی هوا مواجه می‌شود.

۳ عامل مهم آلودگی  
هوای تهران عبارتند از:  
دود ناشی از انواع سوخت‌ها،  
موقعیت جغرافیایی و گرمی، بارندگی

تهران آلوده‌ترین شهر جهان است و امروزه زمین در آن مستلزم تحمل  
همه‌روزه‌ی گوناگون جسمی و روانی است و اگر توجه جدی به امر سلامت محیط زیست این شهر  
نشود در آینده‌ی نه چندان دور کمتر کسی زائر این شهر خواهد بود.

ساخت و ساز نامناسب شهری، تراکم جمعیت، مفضلات  
تراکم، وجود صنایع گرده‌گرفته در داخل محدوده شهری و  
کثرت در سیستم دستگاهها نیز که با سوختهای فسیلی کنار  
می‌آیند از جمله مهمترین عواملی هستند که موجب آلودگی  
تهران داری کرده‌ترین هوا در میان شهرهای جهان باشد. مسائلی  
که در آن هوا در تهران به امر حیاتی رسیده است که به شرح زیر  
کارشناسان در خط سلامت سازمان این شهر به شدت در معرض  
خطر قرار گرفته و نیاز فوری است که به پیمانهای ناشی از  
آلودگی هوا مانند ناراحتی‌های تنفسی و مسوومیت‌های مری و  
اختلالات عصبی و روحی مبتلا هستند روز به روز در حال افزایش  
است.



### علل آلودگی هوا

آلودگی هوا ممکن است بر اثر عوامل طبیعی یا در نتیجه فعالیت انسان ایجاد شود. فوران‌های شدید آتشفشان 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.

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



شکل ۲-۵ - منابع آلوده‌کننده‌ی هوا

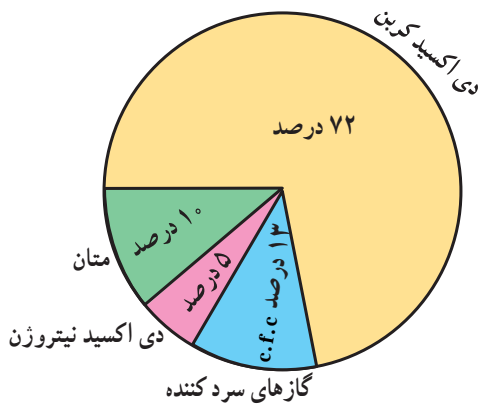
## ● افزایش گازهای گلخانه‌ای و آلودگی هوا

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 سیاره‌ی زمین محسوب می‌شود.

آیا میزان گازهای گلخانه‌ای افزایش یافته است؟

هر چند فرضیه‌ی گرم شدن کره‌ی 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

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 کره‌ی 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 پدیده‌ی گلخانه‌ای آن است که از سرد شدن زیاد زمین در هنگام شب جلوگیری می‌کند و در عین حال





## فعالیت

### ۵-۱

- ۱- منابع عمده‌ی آلوده‌کننده‌ی 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 پدیده‌ی 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 اولیه‌ی 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

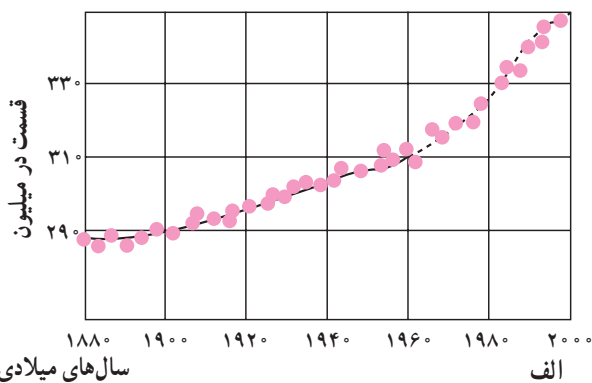


ب - وضعیت هوا در شرایط وارونگی دمایی

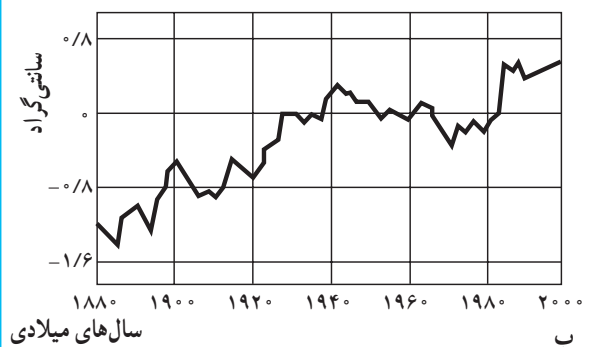
شکل ۶-۵

- مهم‌ترین پیامدهای گرم شدن کره‌ی 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 کره‌ی زمین میزان بخار آب و میزان بارش افزایش یافته و خطر سیل آن مناطق را تهدید خواهد کرد.

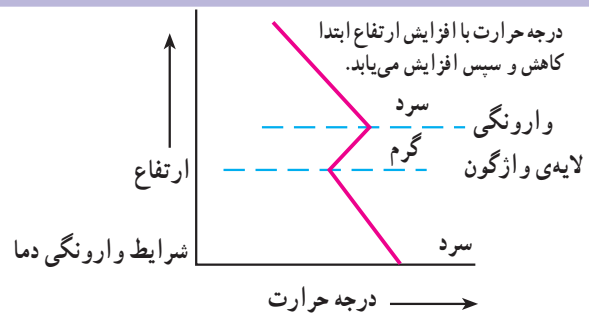
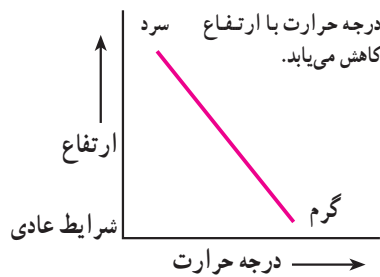
نوسان میزان دی‌اکسیدکربن هوا در دو قرن اخیر



نوسان میزان دمای هوا در دو قرن اخیر



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؟



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

### ● آلودگی هوا و باران اسیدی

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

باران اسیدی چیست؟ یکی از آثار و نتایج آلودگی هوا باران اسیدی است. در دو دهه‌ی اخیر (در برخی نواحی صنعتی) بر اثر 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 اسیدسولفوریک و اسید نیتریک درمی‌آید. این ذرات اسیدی مسافت‌های طولانی را به وسیله‌ی باد طی می‌کنند و به صورت

و جابه‌جا شود. اما در بعضی مواقع به خصوص در فصل زمستان وضعیت برعکس می‌شود. زیرا در این شرایط هوای سردتر و سنگین‌تر در مجاورت زمین ساکن است و لایه‌ی هوای گرمی در بالای آن قرار می‌گیرد. در چنین شرایطی حرکت صعودی و جابه‌جایی هوا صورت نمی‌گیرد.

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. می‌دانید چرا؟



الف



ب

شکل ۸-۵ - شهر لس‌آنجلس، کالیفرنیا. الف - یک روز صاف. ب - یک روز آلوده با پدیده‌ی وارونگی دما



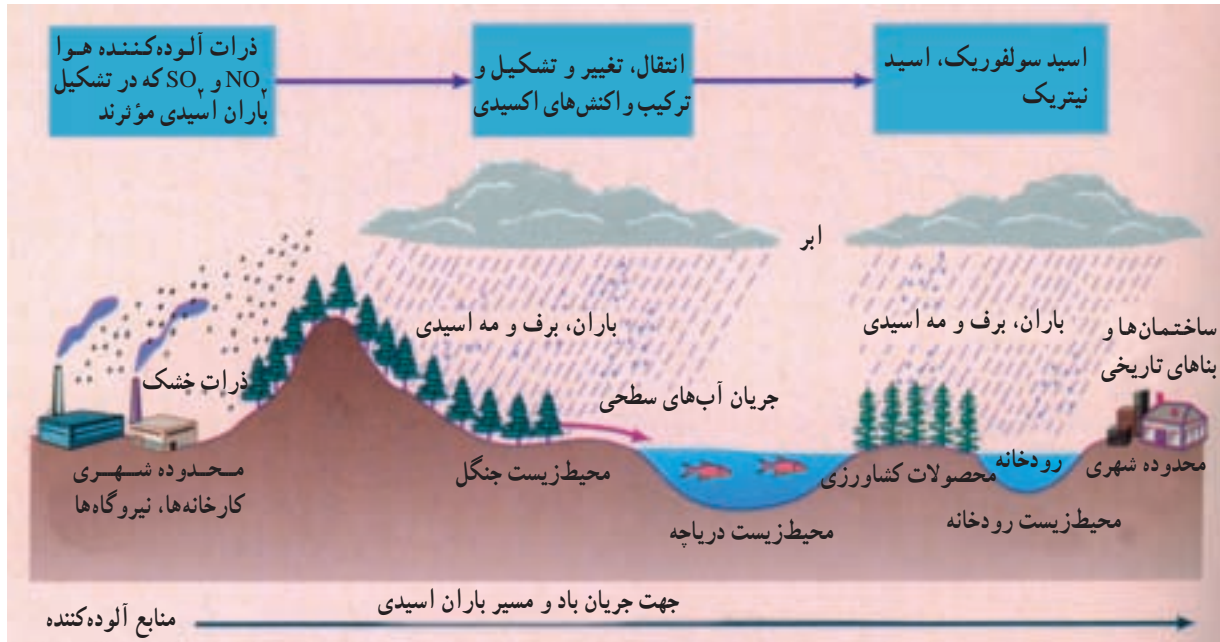
شده باشند، می شود.

- 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 آن ها به خصوص در برابر سرما می شود.

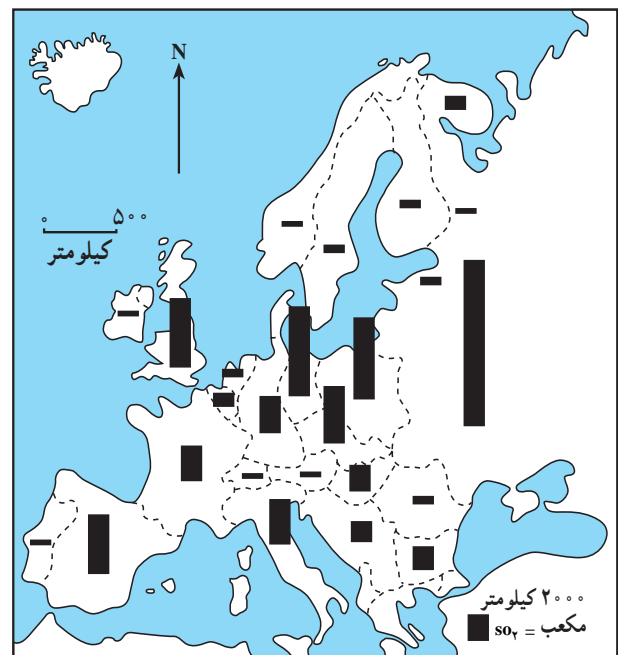
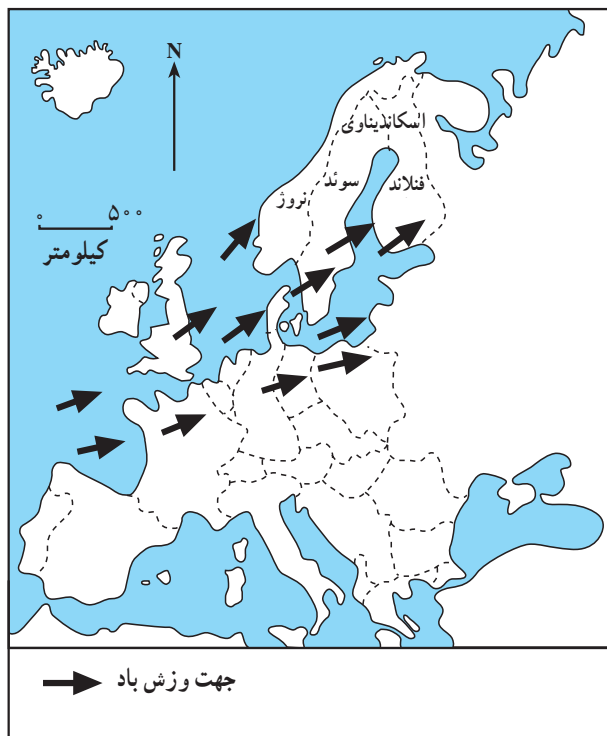
باران اسیدی بر سطح زمین فرومی ریزند. چنین بارش هایی ممکن است به صورت برف، باران یا مه نیز دربیاید.

پیامدهای باران اسیدی چیست؟

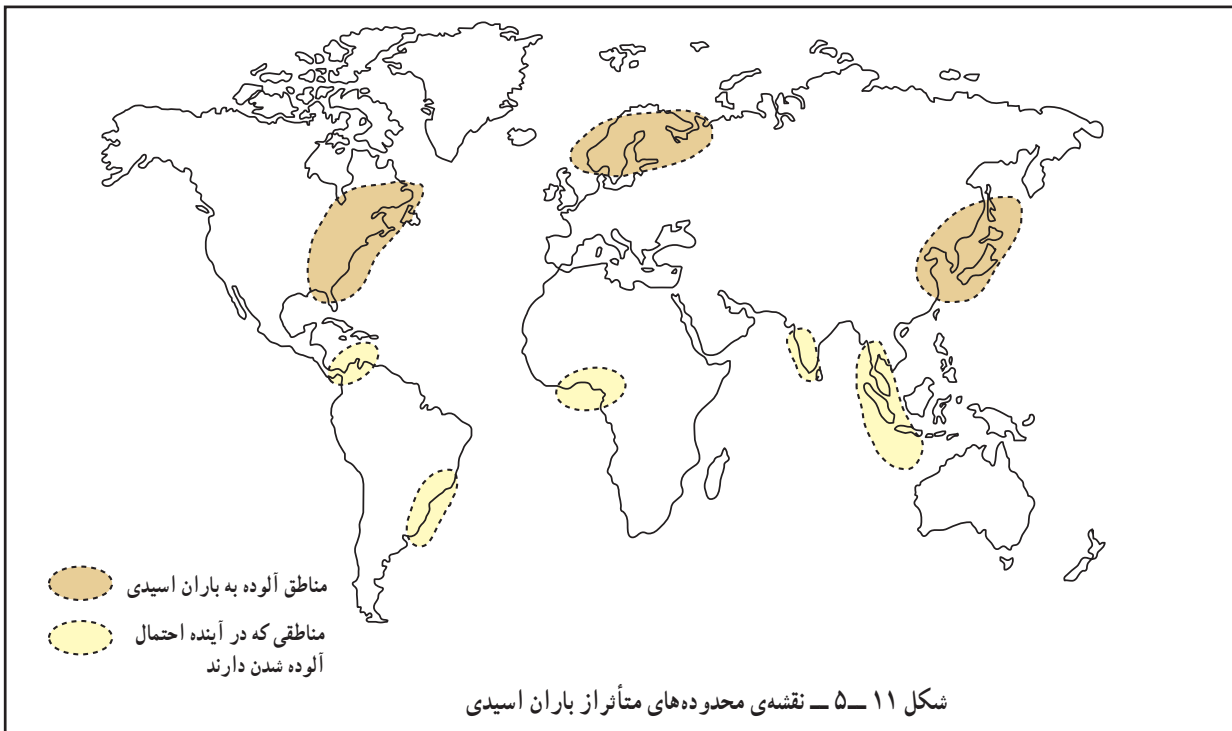
● باران اسیدی باعث از بین رفتن بناها و آثار تاریخی به خصوص در ساختمان هایی که از سنگ مرمر یا آهک ساخته



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 ی اسکاندیناوی و ریزش باران اسیدی

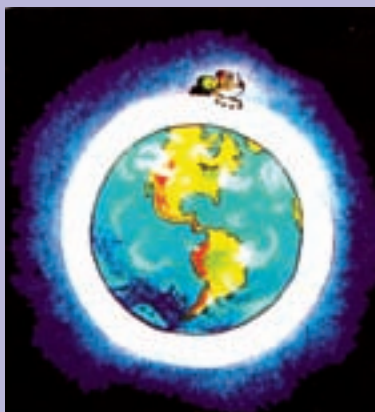


به سمت انرژي‌های پاک است که اثرات مفیدی بر محیط زیست دارد. در حال حاضر در کشور ما استفاده از سوخت‌ها و انرژي‌های نو مانند باد، هسته‌ای، هیدروژن آغاز شده است. یکی از آثار نامطلوب آلودگی هوا تخریب یا نازک شدن لایه‌ی ازن است.

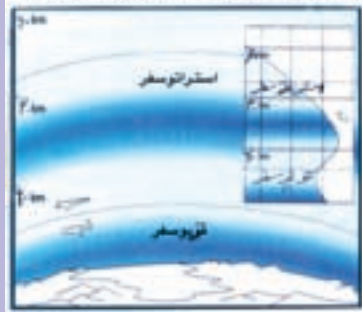
از جمله مهم‌ترین روش‌ها برای جلوگیری از گرم شدن کره زمین و باران‌های اسیدی و وارونگی دما، این است که بشر از انرژي‌های جایگزین مانند انرژي هسته‌ای، هیدروژن و پیل سوختی، باد و زمین گرمایی استفاده کند. انرژي خورشیدی و هیدروژنی در طبیعت بسیار فراوان است. امروزه بیشتر شهرهای جهان از مشکل آلودگی رنج می‌برند.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

### برای مطالعه

## لایه ازن را حفظ کنیم



لایه ازن لایه محافظ طبیعی از گاز طبیعی O3 است که بر استراتوسفر (حدود ۱۵ تا ۳۰ کیلومتری سطح زمین) پراکنده می‌شود. این گاز نجاتبخش یا جذب و کاهش اثرات مضر امواج ماوراء بنفش خورشید همانند مساهلی کره زمین را از اثرات مخرب امواج آسیب‌زا مسون و محفوظ نگاه می‌دارد.



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 می‌آورد. مهم‌ترین نتیجه کاهش سیر 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.

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



## فعالیت

۵-۲

- 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 درباره‌ی محافظت از لایه‌ی ازن در جراید و روزنامه‌ها مطالبی یافتید آن‌ها را به دیوار کلاس نصب کنید.

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



شکل ۵-۱۴ - نقشه‌ی حوضه‌ی رود راین و محدوده‌های صنعتی اطراف رود

کاغذ، وسایل کهنه و... به داخل رود ریخته می‌شود. ورود این مواد کیفیت آب رود را به شدت آلوده نموده است و بحرانی جدی برای محیط زیست حوضه‌ی 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

### ● راین نمونه‌ی 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 ۵-۱۴). بسیاری از کارخانه‌ها در اطراف این رود مستقر شده‌اند. صنایع فلزی و شیمیایی مواد مضرى 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





۳- پاکسازی رودها از آلاینده‌ها.

● در نظر گرفتن طرح‌هایی برای مراقبت و پاکسازی رود و

چشم‌اندازهای طبیعی اطراف آن. برای مقابله با مشکلات ناشی از آلودگی رود راین نیز

اقداماتی به عمل آمده است:

\* در سطح ملی

\* در سطح بین‌المللی

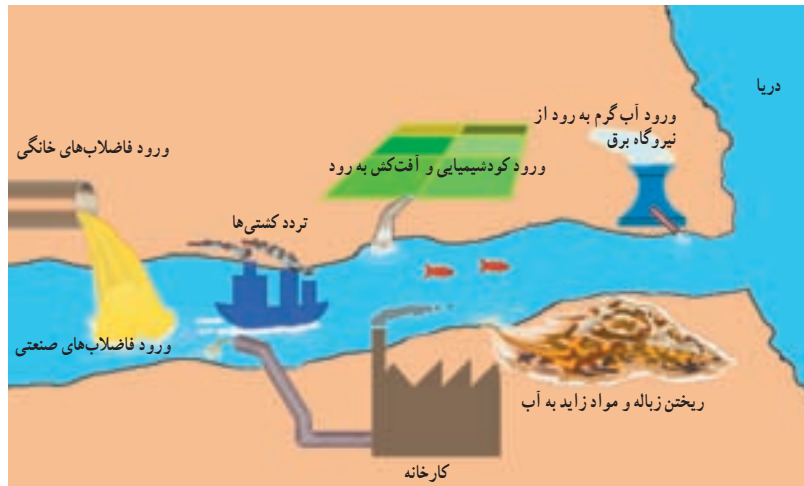
● هر یک از کشورها با تصویب قوانین و مقررات برای

صاحبان صنایع سعی کرده است تا تخلیه‌ی مواد مضر را به رود راین

● مشارکت کشورهای اطراف رود راین برای مقابله با

کاهش دهد.

آلودگی از طریق گردهمایی‌ها و جلسات بحث و گفت‌وگو.



شکل ۱۵-۵- انواع آلوده‌کننده‌های آب رودها

### فعالیت

۳-۵

۱- فرض کنید از شما درباره‌ی 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؟

امروزه فعالیت‌های مربوط به استخراج نفت از کف دریاها

نیز آلودگی آن‌ها را تشدید کرده است.



شکل ۱۶-۵- پاکسازی آلودگی نفتی - ساحل آلاسکا

● چه عواملی موجب آلودگی دریاها می‌شود؟

در گذشته چنین تصور می‌شد که دریاها

آنقدر وسیع و عمیق هستند 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 بی‌رویه‌ی ماهی‌ها حیات دریاها را به خطر

انداخته است؛ به عنوان مثال، ۴۵٪ آلودگی

دریای شمال (انگلستان) ناشی از موادی است

که رود راین در مسیر خود از کشورهای اروپایی

جمع‌آوری می‌کند و به دریا می‌ریزد.

## ● آلودگی دریای خزر و خلیج فارس

در سال‌های اخیر اکتشاف و استخراج نفت بر اهمیت این دریا افزوده است. به شکل ۱۷-۵ توجه کنید، منابع آلوده‌کننده‌ی دریای خزر در کدام یک از کشورها خطری جدی ایجاد می‌کند.

دریای خزر بزرگ‌ترین دریاچه‌ی جهان است. مساحت آن بیش از ۳۶۰,۰۰۰ کیلومتر مربع و سطح آب آن ۲۷ متر پایین‌تر از سطح آب اقیانوس هاست. دریای خزر از نظر انواع ماهی‌ها و به ویژه ماهی‌های دارای خاویار اهمیت فراوان دارد.

### ● رودها: قسمت

عمده‌ی آلودگی دریای خزر ناشی از رودخانه ولگا است که فاضلاب‌های شهری و صنعتی کارخانجات 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 شده 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: با افزایش

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



شکل ۱۷-۵ - دریای خزر و منابع آلوده‌کننده‌ی آن

ایران به پیمان جلوگیری از آلودگی دریاها پیوست.

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



شکل ۱۸-۵ - آلودگی دریاها بر اثر تصادف کشتی‌ها



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

### 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 حمله‌ی عراق به چاه‌های نفت کویت (جنگ خلیج فارس ۱۹۹۱ میلادی)

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، محیط‌زیست ویژه‌ای را تشکیل می‌دهد که در برابر منابع آلوده‌کننده بسیار آسیب‌پذیر است. این بخش از جهان از نظر حمل و نقل کالا به ویژه نفت اهمیت زیادی دارد. خلیج فارس دارای منابع نفت فراوان است. بهره‌برداری از منابع نفتی و انتقال آن به سایر نقاط جهان موجب آلودگی شدید این دریا شده است.



شکل ۱۹-۵ نقشه‌ی خلیج فارس و کشورهای اطراف آن

۱۰ اردیبهشت  
روز ملی خلیج فارس

### فعالیت

۵-۴

- ۱- چند مورد از پیامدهای آلودگی آب‌های دریای خزر و خلیج فارس را نام ببرید.
- ۲- به طور گروهی درباره‌ی 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 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 لایه‌ی نفتی بر روی سطح آب و تغییر رنگ و کیفیت آب از پیامدهای مهم آلودگی نفتی در خلیج فارس بوده است.