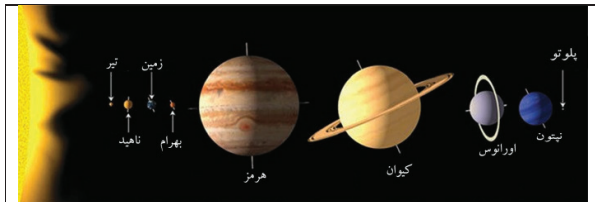


نگاهی به هواسپهر

در جهان میلیاردها کهکشان و در هر کهکشان میلیاردها ستاره هست. ستارگان گوی‌های آتشین و درخشانی از گاز هستند که در نزدیکی هسته‌ی آن‌ها هیدروژن به هلیوم تبدیل، و انرژی آزاد می‌شود. خورشید ستاره‌ی میان‌اندازه‌ای است که در لبه‌ی کهکشان راه شیری جای گرفته است. زمین و هشت سیاره‌ی دیگر گرداگرد خورشید می‌گردند (● نگاره‌ی ۱-۱). {یادداشت: در گذشته پلوتو را جزو سیارات به شمار می‌آوردند اما امروزه آن را جزو سیاره‌های کوتوله می‌دانند} این سیارات همراه با دنباله‌دارها، سیارک‌ها، سیاره‌های کوتوله، شخانه‌ها و ... سامانه‌ی خورشیدی را می‌سازند.



● نگاره‌ی ۱-۱ اندازه‌ی نسبی و جایگاه سیارات در سامانه‌ی خورشیدی. البته پلوتو در واقع یک سیاره‌ی کوتوله است. (جایگاه‌ها مقیاس‌مند نیست)

انرژی تابشی خورشید سرچشمه‌ی گرمای سیارات است. میانگین فاصله‌ی زمین تا خورشید حدود ۱۵۰ میلیون کیلومتر است و در چنین فاصله‌ای زمین تنها نسبت ناچیزی از کل انرژی بیرون تراویده از خورشید را دریافت می‌کند. همین انرژی تابشی (تابش) است که بادهای و پدیده‌های نمایان در هواسپهر را پدیدار می‌سازد و دمای زمین را در حد ۱۵ درجه‌ی سلسیوس نگه می‌دارد. {یادداشت: تابش گونه‌ای از انرژی است که به صورت امواج الکترومغناطیس منتقل می‌شود. نور و پرتوهای فرابنفش از جنس تابش هستند. در پاره‌ی دوم کتاب باز هم به این موضوع مهم خواهیم پرداخت.} گر چه چنین دمایی معتدل به شمار می‌آید اما زمین دماهایی بسیار کم‌تر و بیش‌تر از این مقدار را نیز به خود می‌بیند. در شب‌های بسیار سرد جنوبگان دما تا ۸۵- درجه‌ی سلسیوس هم افت می‌کند و در بیابان‌های جنوب‌حاره دما از ۵۰ درجه‌ی سلسیوس هم فراتر می‌رود.

هواسپهر پوشش گازی نازکی است که عمدتاً از نیتروژن و اکسیژن و مقدار ناچیزی بخار آب و دی‌اکسید کربن

هواسپهر پوشش نازک و زندگانی‌بخشی است که زمین آسیب‌پذیر ما را فراگرفته و آن چه می‌بینیم و می‌شنویم به نحوی متأثر از وجود او است. زندگی ما به هواسپهر گره خورده و از آغازین دم زادن تا واپسین دم مرگ هوا با ما همراه است. از باختر تا خاورِ هواسپهر را می‌توانیم تا هزاران کیلومتر درنوردیم اما اگر تنها هشت کیلومتر در آن بالا رویم از کمبود هوا خواهیم مُرد. بدون خوراک تا چند هفته و بدون آب تا چند روز زنده می‌مانیم اما بدون هوا پس از چند دقیقه جان خواهیم داد. چنان که ماهیان غرقه‌ی آب اند ما نیز در اقیانوسی از هوا غرقیم.

اگر هواسپهر نبود دریاچه و دریا و اقیانوسی هم نبود؛ آوایی نبود؛ ابری نبود و غروب سرخ فام خورشید در کار نبود؛ جلوه‌گری‌های زیبا و باشکوه آسمان نبود؛ روزها، چنان گرم و شب‌ها چنان سرد می‌شد که کسی را یارای تحمل آن نبود؛ همه چیز مقهور خورشید تفتیده‌ای بود که بر زمین گرم و خشک ما می‌تافت.

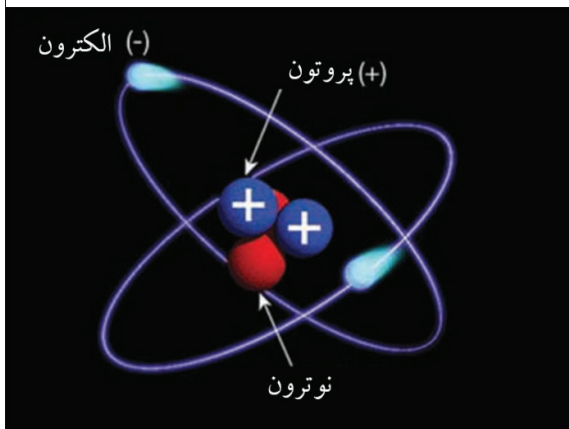
چنان به زندگی با هوا خو گرفته‌ایم که گاه فراموش می‌کنیم به راستی چه چیز شگفت‌انگیزی است. با این که بو و مزه ندارد و غالباً هم ناپیدا است ما را از پرتوهای سوزان خورشید می‌پاید و آمیزه‌ی گازهایش زندگی‌بخش است. چون هوای رنگ و بو و مزه ندارد شاید اگر بگویم بین چشمان شما و صفحات همین کتابی که پیش رو دارید چندین هزار میلیارد مولکول هوا در جنب و جوش است شگفت‌زده شوید. شاید برخی از همین مولکول‌ها دیروز درون ابری بوده‌اند یا هفته‌ی گذشته مهمان قاره‌ای دیگر؛ یا در شش‌های کسی که صدها سال پیش می‌زیسته می‌گردیده‌اند تا زندگی بیافرینند. خداوند داناتر است که تک‌تک پاره‌های اندام ما چند بار جامعه‌ی زندگی درپوشیده و روپوشیده‌اند.

حرم‌سزوه که برکنار چینی راست است
کوی زب فرشته‌نوی راست
پارسی سزوه تا به خولای تنی
کان سزوه ز خاک لاری راست

خیام
در این پاره از کتاب به بررسی برخی دانسته‌ها و نگرش‌ها درباره‌ی هواسپهر می‌پردازیم و شرح کامل آن‌ها را به پاره‌های بعدی کتاب وامی‌گذاریم.

اتم را دید هسته‌ای بسیار بسیار چگال می‌دیدیم که الکترون‌ها با سرعت‌های سرسام‌آور به گرد آن می‌گردند هم‌چنان که شب‌پرها به گرد چشمه‌های نور می‌گردند. هسته از پروتون و نوترون درست شده است. هسته یک تریلیونم حجم اتم را دربر گرفته اما تقریباً تمامی جرم اتم را به خود اختصاص می‌دهد. پروتون‌ها بار مثبت دارند اما نوترون‌ها خنثی هستند یعنی بار الکتریکی ندارند.

الکترون‌های چرخان بار منفی دارند. تا هنگامی که تعداد الکترون‌ها و پروتون‌های یک اتم یکسان باشد اتم خنثی خواهد بود (نگاره‌ی ۱).



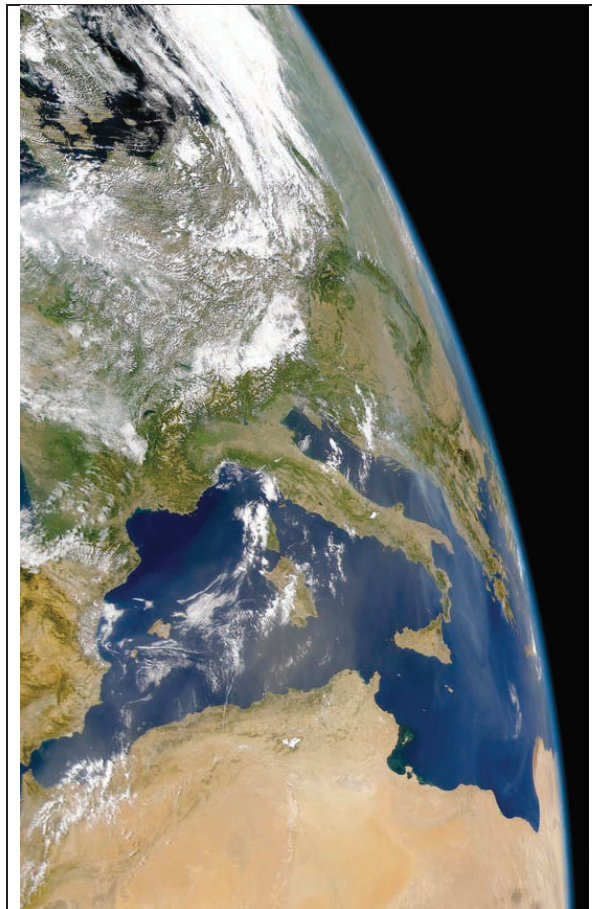
• نگاره‌ی ۱ هسته‌ی اتم از پروتون و نوترون درست شده و الکترون‌ها به گرد این هسته می‌گردند. هر مولکول از دو یا چند اتم درست شده است. هوایی که تنفس می‌کنیم عمدتاً از مولکول‌های نیتروژن (N_2) و مولکول‌های اکسیژن (O_2) درست شده است.

اغلب ذرات هوا شکل مولکولی دارند یعنی از دو یا چند اتم درست شده‌اند؛ مانند نیتروژن (N_2) و اکسیژن (O_2). اغلب این مولکول‌ها هم خنثی هستند. با این حال برخی مولکول‌ها به دلیل دریافت یا از دست دادن الکترون بار دار می‌شوند. به این اتم‌ها با مولکول‌های باردار یون می‌گویند.

هر ذره‌ی که فرومی‌بریم دارای شمار بسیار بسیار زیادی مولکول است. با هر نفس عمیق چندین تریلیون مولکول از هواسپهر به درون بدن شما می‌خَلد. برخی از این مولکول‌ها پاره‌ای از تن شما می‌شوند و برخی هم بدن‌تان را ترک می‌گویند.

هر بار که نفس می‌کشید حدود یک لیتر هوا وارد شش‌هایتان می‌شود. یادداشت: یک لیتر هزار سانتی متر مکعب است. یک سانتی متر مکعب تقریباً معادل حجم یک حبه قند است. { در

درست شده است. در دل هواسپهر، ابرها جابخوش کرده‌اند که خود آمیزه‌ای از چگه‌های آب و بلورهای یخ هستند. با این که هواسپهر کیلومترها ستبراً دارد اما بخش بزرگی از جرم آن در ۳۰ کیلومتر پایینی آن جاگرفته است (نگاره‌ی ۲-۱). اگر زمین به اندازه‌ی یک توپ بسکتبال بود ستبرای لایه‌ی زیست‌پذیر آن به نازکی یک برگه‌ی کاغذ می‌بود. همین لایه‌ی نازک است که زمین را از پرتوهای زیان‌بخش فرابنفش و یورش اجرام میان‌سیاره‌ای نگرهبانی می‌کند. هواسپهر سقف مشخصی ندارد و با افزایش ارتفاع تُنک‌تر و تُنک‌تر می‌شود تا در فضای تهی که سیارات در آن شناورند محو می‌شود.



• نگاره‌ی ۲-۱ چشم‌انداز هواسپهر زمین از فضا. هواسپهر همان کمربند نازک آبی رنگی است که در لبه‌ی زمین دیده می‌شود.

{۱} درنگ و نگاه: یک دم هوای تازه

هوا دیدنی نیست اما هم‌چون همه‌ی دیگر مواد از ذرات بسیار بسیار ریزی به نام اتم درست شده است. اگر می‌شد یک

می‌شوند آمده است. می‌بینید که نیتروژن (N_2) حدود ۷۸ و اکسیژن (O_2) حدود ۲۱ درصد حجم هوای خشک را دربرمی‌گیرد. اگر تمامی دیگر گازهای هواسپهر را کنار بگذاریم درصد حجمی این دو گاز تا ارتفاع حدود هشتاد کیلومتری تقریباً به همین صورت می‌ماند. (برای آگاهی بیشتر درباره‌ی ترکیب هوایی که در سطح زمین با هر دم فرو می‌برید درنگ و نگاه {۱} را بخوانید.)

جدول ۱-۱ ترکیب هواسپهر در نزدیکی سطح زمین

گازهای متغیر			گازهای ثابت		
نام گاز	نماد	درصد حجمی از هوای خشک	نام گاز	نماد	درصد حجمی از هوای خشک
نیتروژن	N_2	۷۸/۰۸	آب		تا ۴
اکسیژن	O_2	۲۰/۹۵	دی‌اکسیدکربن		$3/8 \times 10^{-4}$
آرگون	Ar	۰/۹۳	متان		$1/7 \times 10^{-4}$
نئون	Ne	۰/۰۰۱۸	اکسیدنیتروس		$3/0 \times 10^{-5}$
هلیوم	He	۰/۰۰۰۵	اوزون		$4/0 \times 10^{-4}$
هیدروژن	H _۲	۰/۰۰۰۰۶	ذرات (غبار، دوده و ...)		$1/0 \times 10^{-4}$
زنون	Xe	۰/۰۰۰۰۰۹	کلروفلوروکربنها		$2/0 \times 10^{-4}$

یادداشت: ۳۸۵ جزء در میلیون دی‌اکسیدکربن یعنی از هر یک میلیون مولکول هوا ۳۸۵ مولکول آن دی‌اکسیدکربن است. یادداشت: مقدار اوزون پوش سپهر در فاصله‌ی ۱۱ تا ۵۰ کیلومتری سطح زمین ۵ تا ۱۲ جزء در میلیون است.

در سطح زمین میزان فروپاشی و بازآفرینی این گازها ترازمند است. مثلاً بیش‌ترین برداشت نیتروژن از هواسپهر در طی فرایندهای زیست‌شناختی توسط باکتری‌های خاک انجام می‌گیرد. از این گذشته پلانکتون‌های ریز اقیانوس‌ها نیتروژن را از هوا می‌گیرند و به مواد غذایی تبدیل می‌کنند و از این راه به نیرومندی زنجیره‌ی غذایی اقیانوس کمک می‌کنند. بیش‌ترین مقدار نیتروژن از راه واپاشی مواد گیاهی و جانوری به هوا باز می‌گردد. از سوی دیگر هنگام فروپاشی مواد آلی و هنگام ترکیب اکسیژن با دیگر مواد و تولید اکسید، اکسیژن از هوا برداشت می‌شود. هنگام دم، اکسیژن از هوا برداشت و هنگام بازدم دی‌اکسیدکربن در هوا آزاد می‌شود. گیاهان در زیر نور خورشید دی‌اکسیدکربن را با آب درهم می‌آمیزند (فرایند نورساخت) و قند و اکسیژن تولید می‌کنند.

غلظت گاز ناپیدای بخار آب (H_2O) تغییرات زمانی و مکانی چشم‌گیری دارد. در همسایگی مناطق گرم و مرطوب

نزدیکی تراز دریا هر لیتر هوا تقریباً دارای ۵ هزار میلیون میلیون (۱۰^{۲۲}) مولکول هوا است. {یادداشت: ۱۰^{۲۲} یعنی یک، بیست و دو صفر در جلوی آن} یعنی:

$$\text{یک بار دم} \approx 10^{22} \text{ مولکول}$$

اگر این عدد را با تعداد ستارگان جهان هستی مقایسه کنید به بزرگی آن پی خواهید برد. اخترشناسان تعداد ستارگان یک کهکشان میان‌اندازه را حدود صد میلیارد برآورد کرده‌اند و در جهان هستی حدود صد میلیارد کهکشان وجود دارد. برای تعیین تعداد ستارگان جهان تعداد ستارگان یک کهکشان را در تعداد کهکشان‌ها ضرب می‌کنیم:

$$10^{11} \times 10^{11} = 10^{22}$$

پس هر دمی که درمی‌کشیم به شمار ستارگان جهان شناخته شده مولکول در خود دارد.

هواسپهر خود از ۱۰^{۴۴} مولکول درست شده است. ۱۰^{۴۴} برابر مربع ۱۰^{۲۲} است. در نتیجه $10^{22} \times 10^{22} = 10^{44}$ مولکول در هواسپهر وجود دارد. یعنی هواسپهر خود ۱۰^{۲۲} دم است یا به شمار مولکول‌های هر دم در هواسپهر دم وجود دارد.

در هر بازدم، مولکول‌هایی که از دهان بیرون می‌دهید به هواسپهر متلاطم سرازیر می‌شوند و با گذشت زمان سرانجام با تمامی دیگر مولکول‌های هواسپهر درهم می‌آمیزند. اگر هیچ یک از این مولکول‌ها در جایی دیگر مصرف نشوند سرانجام در هر یک از دم‌های موجود در هواسپهر یک مولکول از آن بازدم شما هم حضور خواهد یافت. اگر شمار دم و بازدم‌هایی که مردم در سراسر زندگی داشته‌اند را در نظر آورید درمی‌یابید که شاید برخی مولکول‌هایی که اکنون در شش‌های من و شما است روزی در شش‌های مردمانی بوده که صدها و بلکه هزاران سال پیش می‌زیسته‌اند. واقعیت آن است که همگی ما با هم همدم و هم‌نفسیم.

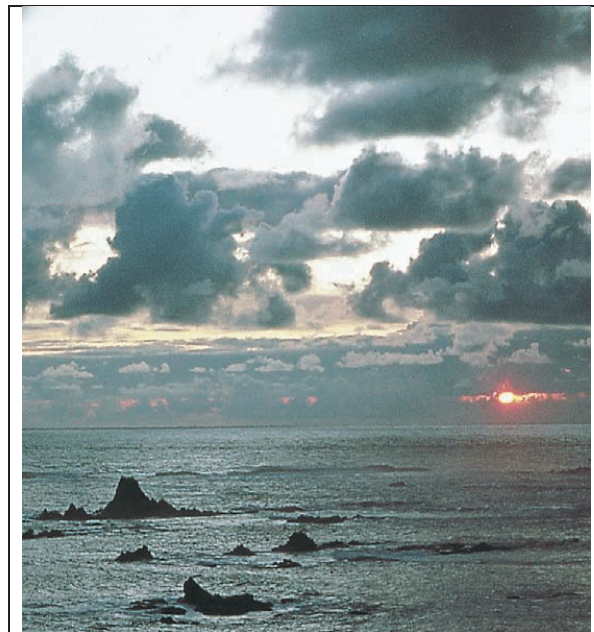
هواسپهر از چه ساخته شده است؟ در جدول ۱-۱ گازهای گوناگونی که در حجمی از هوای نزدیک سطح زمین یافت

روسیه فروریخته است.

بخار آب یکی از گازهای فوق‌العاده مهم هواسپهر است. ذرات مایع و جامد ابرها از بخار آب درست شده؛ این ذرات بزرگ می‌شوند و به صورت بارش بر زمین فرو می‌بارند. در عین حال هنگام تبدیل بخار آب به آب و یخ مقدار زیادی گرما (گرمای نهان) آزاد می‌شود. گرمای نهان از سرچشمه‌های مهم انرژی هواسپهر است؛ به‌ویژه برای توفان‌هایی مانند توفان‌های تندری و توفندها. از این گذشته بخار آب گازی گلخانه‌ای است؛ یعنی بخشی از انرژی تابشی خروجی زمین را به شدت جذب می‌کند؛ تقریباً هم‌چون شیشه‌ی گلخانه که از گریختن و درهم آمیختن هوای درون و بیرون گلخانه پیش‌گیری می‌کند. بنابراین بخار آب نقش بارزی در ترازمندی انرژی گرمایی زمین بازی می‌کند.

دی‌اکسیدکربن بخشی طبیعی از هواسپهر است و درصد کوچک (۰/۰۳۸ درصد) اما مهمی از هوا را به خود اختصاص می‌دهد. پوسیدن بقایای گیاهی سرچشمه‌ی اصلی دی‌اکسیدکربن هواسپهر است اما از راه فوران‌های آتشفشانی، سرگین جانوران، سوزاندن سوخت‌های فسیلی (مانند زغال‌سنگ، نفت و گاز طبیعی) و ویران کردن جنگل‌ها نیز دی‌اکسیدکربن به هواسپهر افزوده می‌شود. در طی فرایند نوری، گیاه برای تولید سبزینه از هواسپهر دی‌اکسیدکربن برداشت می‌کند. این دی‌اکسیدکربن در ریشه، شاخه و برگ گیاه انباشته می‌شود. پلانکتون‌های گیاهی ریز آب‌های سطحی هم دی‌اکسیدکربن را در بافت آلی خود نگه می‌دارند و به همین دلیل اقیانوس‌ها از انبارهای کلان دی‌اکسیدکربن هستند. دی‌اکسیدکربنی که مستقیماً در آب‌های سطحی حل می‌شود از راه چرخه‌های آب به بخش‌های ژرف‌تر اقیانوس می‌رود. دی‌اکسیدکربن موجود در اقیانوس ۵۰ برابر تمامی دی‌اکسیدکربن هواسپهر برآورد می‌شود. ● نگاره‌ی ۱-۴ راه‌های اصلی درآمد/برون‌رفت دی‌اکسیدکربن به/از هواسپهر را نمایش می‌دهد.

حاره مقدار بخار آب تا چهار درصد گازهای جو هم می‌رسد اما در مناطق سرد شمالگان غلظت آن به کسری از یک درصد هم نمی‌رسد (جدول ۱-۱). البته مولکول‌های آب نادیدنی است. ولی هرگاه بخار آب به چکه‌های آب (قطره‌چه‌های ابر) و بلورهای یخ که سرانجام ممکن است به صورت برف و باران بر زمین بیارد تبدیل گردد خود را نمایان می‌سازد. تبدیل بخار آب به آب را پگالشن و تبدیل آب به بخار آب را تبخیر (فراذایش) می‌نامند. ریزش برف و باران را نیز بارش می‌نامند. در بخش‌های پایینی هواسپهر آب همه جا یافت می‌شود. آب تنها ماده‌ای است که در دما و فشار متعارف سطح زمین به هر سه حالت گاز، مایع و جامد یافت می‌شود (● نگاره‌ی ۱-۳).



● نگاره‌ی ۱-۳ هواسپهر زمین آمیزه‌ای از چندین گاز است همراه با ابرهایی که از چکه‌های آب و بلورهای یخ درست شده‌اند. آب از سطح اقیانوس‌ها تبخیر می‌شود. جریان‌های صعودی، بخار آب را بالا برده و به صورت میلیاردها قطره‌چینی ریز در می‌آورند که به شکل ابرهای پشته‌ای دیده می‌شوند. اگر جریان هوا تا ارتفاعات خیلی زیاد که هوا بسیار سرد است ادامه یابد برخی از این قطره‌چه‌ها به بلورهای ریز یخ تبدیل می‌شوند.

{۱} دیده‌بان

گاه از آسمان سکه هم می‌بارد! می‌گویند در بیست و ششم تیرماه ۱۳۱۹ خورشیدی پیچند، گنجینه‌ای از هزار سکه‌ی نقره‌ی سده‌ی دهم هجری را از زمین بلند کرده و آن را به درون یک توفان تندری کشیده و بر روی روستای مرچری از توابع گورکی در