بنیاد بین المللی تئوری ها و دکترین ها The
International Foundation of
Theories and Doctrines

گزیده ای از کتاب :

# اینشتین به آرایشگرش چه گفت؟

نویسنده : رابرت ولک

ترجمه: بهرام معلمی

انتشارات مازیار

مجموعه گزیده کتب

## توضیح پشت جلد:

چه چیزی قالب یخ را مات می کند؟ حملهٔ کوسه ها چگونه هواپیما را ایمن و بی خطر می کند؟ آیا کسی که در اتومبیل با سرعت صوت جرکت می کند می تواند صدای رادیو را بشنود؟

آیا غالبا خودتان را در حال فکر کردن به معمای کوچک حیات یافته‌اید؟ آیا هرگز به فکرتان رسیده که چرا رنگ اقیانوس آبی است؟ یا چرا پرندگانی را که روی خطوط انتقال برق فشار قوی نشسته‌اند برق نمی‌گیرد؟ رابرت ولک استاد ممتاز شیمی دانشگاه پیتزبورگ و مولف تحسین شده کتاب اینشتین چه چیزی را نمی‌دانست، نیاز به فهمیدن و خوب فهمیدن را درک می‌کند. وی هم اکنون توضیحات جالب‌تری را در مورد پدیده‌های روزمره‌ای چون نیروی گرانش (اگر در آسانسوری در حال سقوط باشید، آیا پریدن به بالا در آخرین لحظه نجات‌تان می‌دهد؟) و صوت (چرا رام‌کننده شیر صدای غرش شلاق را در می‌آورد؟)، در کنار مطالب فوق حقایق شگفت دیگری در این کتاب آمده است.

اگر گلوله ای به هوا شلیک کنید، آیا وقتی این گلوله پایین می آید می تواند کسی را بکشد؟

می توانید دربارهٔ تمام این پرسش ها و پرسش های دیگر در قالب ارز و رمزهای طبیعتی که در آن زندگی می کنیم، پاسخ های جالبی بیابید.

# فصل اول :

## حرکت و تکان

همه چیز در حرکت است. شاید به آرامی در صندلی خود نشسته باشید اما اصلا بی حرکت نیستید. منظورم این است که در حالی که بسیار آرام در آنجا نشسته اید زمین در زیر پایتان دارد شما را با سرعتی حدود ۱۶۰۰ کیلومتر بر ساعت حول محورش می چرخاند. ناگفته پیداست که منظومه شمسی و تمامی ستارگان و کهکشان های عالم با سرعتی باورنکردنی در تمامی جهات دارند از یکدیگر دور می شوند. شما از مولکول ها ساخته شده اید، و تمامی مولکول های تشکیل دهنده بدنتان با تمام توان و به نحوی پردامنه در حال ارتعاش و بالا و پایین رفتن هستند. بسیاری از اتم های تشکیل دهندهٔ مولکول های شما و الکترن های سازندهٔ این اتم ها، و الکترن ها، اتم ها و مولکول های هر چیز دیگری در جهان هستی نیز در حال حرکت اند. این ذرات در حدود ۱۲ میلیارد سال قبل جملگی در حرکت بوده اند و از آن زمان تاکنون هم در حال جنبش و تکان هستند.

## شبدر چهارپره

چرا تقاطع های بزرگراه و آزادراه ها با این همه گِردراه و ورودی و خروجی باید تا این حد پیچیده باشند؟ این تقاطع ها باعث می شوند که ما به چپ بگردیم بدون این که بر اثر تصادف با اتومبیل های دیگر کشته شویم؛ این امر یک موضوع سادهٔ هندسی است. وقتی ساخت آزادراه ها و اَبربزرگراه ها شروع شد، مهندسان ناگزیر بودند محاسبه کنند که جریان ترافیک (شدآمد) یک بزرگراه چگونه بدون برخورد با چراغ قرمز از تقاطع با بزرگراه چگونه بدون برخورد با چراغ قرمز از تقاطع با بزرگراهی دیگر بگذرد. از آنجا که در بسیاری از کشورها در سمت راست جاده رانندگی می کنیم، گردش به راست بدون هیچ مشکلی انجام می گیرد؛ فقط به داخل یک خروجی گردش می کنید. اما گردش به چپ مستلزم قطع کردن راه جریان ترافیک جهت مقابل است، و همین امر می تواند معضلاتی پدید آورد که بهتر است آن را تجسم کرد نه این که صرفاً بیانش کنیم. باید به تقاطع غیر هم سطح وارد شد. با این کار امکان گردش ۹۰ درجه ای به چپ از طریق گردش ۲۷۰ درجه ای به راست، فراهم می آید. خوانندگانی که در بریتانیا، ژاپن و دیگر کشورهایی زندگی می کنند که رفت و آمد در آنجا در چپ خیابان ها انجام می شود،فقط باید در مطالب بالا جای «چپ» را با «راست» عوض کنند، و در آن صورت همهٔ مطالب با وضعیت عینی آنها منطبق خواهد شد.

## بپر... همین حالا!

اگر در آسانسوری باشم و آن آسانسور شروع به سقوط به سوی انتهای مجرای آسانسور کند، ایا می توانم در آخرین لحظه به بالا بپرم و اثر سقوط کردن آن را خنثی کنم؟ پاسخ ساده و یک کلمهٔ (نه) است، در قرن هفدهم، خیلی پیش از پیدایش آسانسور، سِر ایزاک نیوتن پی برد که وقتی جسمی نیرویی بر جسم دیگری وارد می آورد، جسم دوم نیرویی مساوی و در جهت مخالف بر جسم دیگری وارد خواهد آورد. امروزه، این گزاره را قانون سوم حرکت نیوتون می گویند. در حدود آن لحظهٔ «بی وزنی» که آسانسور شروع به سقوط می کند: آشکارا است که شما واقعاً وزنی از دست نداده اید. گرانش زمین مانند همیشه هنوز هم بر شما نیرو وارد می آورد(شما را به پایین می کشد)، قدرت و شدت آن کشش همان چیزی است که آن را وزن می نامیم. آنچه از دست داده اید وزن ظاهری است. وزن شما فقط وزن ظاهری است زیرا شما روی ترازو یا کفی که فشارتان را حس کند و به پایتان فشار وارد آورد، نایستاده اید. البته کل این مسئله و پرسش مربوط به سقوط آسانسورها فرضی است زیرا کابل های اسانسور قطعاً پاره نمی شوند. حتی اگر چنین اتفاقی بیفتد، وسیله های ایمنی بخش فنری در آن چنان نصب شده اند که اتاقک را پس از حدود نیم متر سقوط نگه می دارند.

## آماده، هدف، فرار!

در فیلمهای وسترن، حتی در بسیاری نواحی جهانِ امروز، آدم ها به عنوان شلیک هشدار یا فقط ایجاد سروصدا در خلال جشن ها، با اسلحه خود تیر هوایی شلیک می کنند. اما این گلوله ها باید جایی فرود آید. اگر به کسی برخورد کند، چقدر خطرناک است؟ خیلی خطرناک اند. چنان که خواهیم دید، بنا بر اصول و قوانین فیزیک وقتی این گلوله به زمین برخورد کند، همان سرعتی را خواهد داشت که هنگام خروج از لوله اسلحه داشته است، که می تواند ۱۱۰۰ تا ۱۳۰۰ کیلومتر بر ساعت باشد. این سرعت چندان زیاد است که گلوله برتن آدمی فرو رود و حتی اگر هم به داخل پوست بدن نفوذ نکند باز هم می تواند آسیب زیادی برساند. برگلوله در حین بالا رفتن و در خلال پایین آمدن دو نیرو وارد می آید: نیروی گرانش و نیروی مقاومت هوا. نیروی گرانش عبارت است از نیرویی که بر جسم در حال سقوط وارد می آید ـ و در واقع باعث سقوط آن می شود ـ وبا کشیدن آن به سوی مرکز زمین جذبش می کند که به آن فرود یا افت یا حرکت بالا به پایین می نامیم. به این ترتیب می بینیم که در مسیر بالا رفتن گرانش سرعت را می گیرد و در مسیر پایین رفتن آن را پس می دهد. تا اینجا اثر کندکنندهٔ هوا را نادیده گرفته ایم. همان گونه که با بیرون آوردن دست تان از شیشه اتومبیل در حال حرکت می توانید پی ببرید، هر چه سرعت اتومبیل بیشتر باشد هوا نیز هرچه بیشتر می خواهد دست تان را به عقب براند. به همین ترتیب هم گلوله مورد بحث ما تحت تأثیر گرانی هرچه سریع تر سقوط می کند، مقاومت هوا هم گرایش به کند و کندتر کردن حرکت آن دارد. پس از مدت نسبتاً کوتاهی، بزرگی این دو نیروی متعارض با هم مساوی می شوند( ولی در جهت عکس یکدیگرند۹ و همدیگر را خنثی می کنند. پس از ان مستقل از این که جسم یاد شده چه مسافتی سقوط کند، دیگر سرعتش افزوده نمی شود. اگر تیراندازی نسبتاً نزدیک به هدف باشد، هوا چندان فرصتی نمی خواهد داشت که سرعت گلوله را در خلال حرکتش آهسته کند. جسم کم مقاومت در برابر هوا مانند گلوله، حتی وقتی هوایی شلیک شود در راه صعودش چندان دستخوش مقاومت هوا قرار نمی گیرد، زیرا در طی مسیرش مستقیماً از طرف نوک به جلو می رود. اما در خلال سقوطش احتمالاً وضعیت آن تفاوت می کند یا حتی با احتمال بیشتر از قاعدهٔ پهنش سقوط می کند، زیرا این وضعیت پایدارترین ستمگیری برای جسمی به شکل گلوله است. مقاومت هوای وارد بر گلوله ای با حرکت آشفته یا گلوله ای که ته پهن آن در جلو قرار می گیرد کمی بیشتر است تا مقاومت هوای وارد بر گلوله ای که در حین نوکش به جلو است؛ از این رو ممکن است در مسیر سقوط با کاهش فاحش سرعت مواجه شود و با سرعت بسیار کمتری نسبت به سرعت شلیک به زمین با جسم دیگری در سطح زمین برخورد کند. راستی به علت تکان دست تیرانداز، احتمال بسیار کمی وجود دارد که گلوله در هنگام سقوط به خود اسلحهٔ شلیک کنند برخورد کند، هرچقدر هم که نشانه گیری مستقیم به سوی بالا انجام شده باشد.

## چرا تکاورها از گلوله های نقره ای استفاده می کنند؟

این گلوله ها عمدتاً نشان مشخص تکاورها و کماندوها هستند. اما، نسبت به سرب این مزیت را هم دارند که اندکی سبک ترند. گلوله های معمولی از سرب ساخته می شوند زیرا سرب فلزی بسیار سنگین است این فلز ارزان هم هست. هر گلولهٔ نقره ای نسبت به گلول ای سربی با همان طول و کالیبر، حدود ۷/۵ درصد سبک تر است. از این رو گلوله های نقره ای زودتر از گلوله سربی به هدف اصابت خواهند کرد. به همین ترتیب، چون نقره خیلی از سرب سخت تر است، وقتی تکاور به دست خلافکار شلیک می کند ـ او هرگز پیکر خلافکار را نشانه نمی رود ـ براستی آن را ناکار می کند. و وقتی گلولهٔ نقره ای به جای گلولهٔ سربیِ کُند، به هدف اصابت می کند، صدای «جیرینگی» از آن درمی آید.

## چگونگی متوقف کردن هواپیما

وقتی هواپیمایی در بالای سرتان پرواز می کند، چرا در هنگامی که در خلاف جهت آن راه می روید چنان به نظر می رسد که گویی هواپیما تقریباً ساکن است؟ قطعاً سرعت راه رفتن شما در قیاس با سرعت هواپیما ناچیز است، از این رو چگونه این سرعت ناچیز چنان تأثیری می تواند داشته باشد؟ چه آگاهانه باشد یا خیر، به حرکت هواپیما در آسمان از طریق رابطه اش با چیزهای معمولی بر روی زمین، مانند درختان، تیرهای برق یا تلفن و خانه ها چیزهای دیگر. این تنها راه تشخیص آن حرکت است: سنجیدن آن در ارتباط با چیزهای دیگر. چیزی به عنوان حرکت مطلق وجود ندارد؛

حرکت کلاً نسبت به چیز دیگری بیان و سنجیده می شود، از این رو هرچه که سرعت عبور هواپیما از روی درختان و خانه ها بیشتر به نظر برسد، سرعت آن را بیشتر تخمین می زنیم.

## گوش ایستادن بر روی دریاچه

گاهی که شب هنگام در اتاقک تابستانی ام بر کرانهٔ دریاچه قرار دارم، می توانم عملا گفتگوی کسانی را بشنوم که در ساحل آن دریاچه صحبت می کنند، حتی اگر هم فاصلهٔ آنها به حدود هشتصد متر برسد علت این امر چیست؟ همان طور که می توان از طریق انداختن سنگ به برکه ای راکد و آرام مشاهده کرد، امواج آب به طور یکسان در تمام جهات منتشر می شوند. این امر در مورد امواج صوتی نیز صادق است، اما در سه بعد؛ این امواج از طریق هوا در همهٔ جهات: بالا، پایین، شمال، جنوبو غرب، پخش می شوند. طبیعی است که در فاصله ای از گوینده شما فقط می توانید کسر کوچکی از امواج انتشار یافته را بشنوید ـ یعنی، گوش تان فقط قسمتی از امواج صوتی را دریافت خواهد کرد. هر چه از منبع صوت دورتر شوید، کسر کوچک تری از کل انرژی صوتی را گوش شما می تواند دریافت کند، زیرا اعظم آن به جهت های دیگری خواهند رفت و هر چه هم فاصله شما بیشتر شود، آن «جهت های دیگر» هم بیشتر خواهد شد. در فاصله ای حدود هشتصد متر، کسری از این انرژی صوتی که به گوش های شما می رسد عملا چندان کم است که اصلا نمی توانید صحبت های کسی را بشنوید که در تراز صوتی گفتگوی متداول صحبت می کند.

# فصل دوم:

## اینجا را نگاه کن!

خداوندگار همهٔ چراغ ها، خورشید، نه تنها منبع نور، بلکه سرچشمهٔ همهٔ انرژی ای است که روی زمین استفاده و مصرف می کنیم. اما بارزترین نقشی که این خورشید کهنسال ـ در واقع، تنها منبع انرژی در نزد اکثر مردم ـ بازی می کند این است که، از طریق پالودن نور روزی که تمامی زمین را روشن می کند و بر آن می تابد ، نوری را تأمین می کند که به کمک آن می توانیم همه جا را ببینیم. وقتی پرتو نوری ـ خورشیدی یا مصنوعی ـ بر شیء می تابد، قسمتی ار آن وامی جهد (بازتابیده می شود)، قسمتی از آن جذب و به گرما تبدیل می شود و بخشی هم از آن حتی ممکن است مستقیم راه خود را پی بگیرد، مانند حالتی که از هوا، آب و شیشه عبور می کند.

## سفیدی برف و هفت رنگ

چرا برف سفید است؟ برف از آب ساخته می شود و آب بی رنگ است. پس چرا آب بر اثر انجماد (تبدیل شدن به برف) به رنگ سفید در می آید؟ می دانید که برف سفید است، زیرا مولکول هایش تمام رنگ های موجود در نور خورشید را باز می تابانند. برف سفید هیچ گونه رنگ های خاصی را به طور گزینشی جذب نمی کند. اما یک دقیق تأمل کنید، برف مایع هم نیست بنابراین چرا آب مایع به سفیدی برفی نیست که از ذوب شدنش به دست آمده؟ علت آن این است که آب مایع بازتابگر ضعیفی است. وقتی نور عمودی برآن فرود می آید تقریباً به تمامی مستقیماً در آن نفوذ می کند و از آن باز نمی تابد. به بیان دیگر آب مایع شفاف است و اگر عملا هیچ نوری از آن بازتاب نکند، نمی تواند هیچ رنگی، حتی سفیدی، را به نمایش بگذارد و بروز دهد.  از سوی دیگر، برف بازتابگر کامل نور است ـ هر نوع نوری که بر آن فرود آید. برف سبز می خواهید؟ بسیار خوب! نور سبز بر آن بتابانید. برف به این علت بازتابگر بسیار خوب و کاملی است، برخلاف آب، که به طور منفعلی اجازه می دهد نور بر آن نفوذ کند و برف از تعداد بسیار زیادی بلور یخ تشکیل می شود، که هر کدام جواهری ریز با تعداد زیادی وجه جرقه زن است که مانند آینه نور را باز می تابانند. تمامی این نور سفید به چشم ما، که اجزای تشکیل دهندهٔ رنگ های اصلی آن دست نخورده مانده اند، بازتابیده می شود و آن چیزی است که برف را حتی سفیدتر از پیراهن خیس از عرق بازیگر جلوه گر می کند.

## چرا افراد در فیلم های اولیه در اوایل قرن بیستم چنان حرکت شان سریع به نظر می رسید؟

آن  موقع فیلم عکاسی مانند امروز حساس نبود، از این رو باید نوردهی طولانی تر و بنابراین با فواصل زمانی بیشتری انجام می شد. دوربین ها فقط ۱۶تصویر در ثانیه عکس می گرفت و نه ۲۴عکس در ثانیه. در آن مدت زمان طولانی تر بین تصاویر، آدم ها مسافت بیشتری را طی می کردند، و از این رو در فاصلهٔ زمانی یک ثانیه ای تصاویر به نظر می رسد آدم ها مسافت طو لانی تری را طی کرده اند. مسافت طولانی تر در هر ثانیه به معنای حرکت سریع تر است.

## چرا لامپ های روشنایی بیشتر دوام نمی آورند؟

لامپ ها را با دقت زیادی طراحی می  کنند تا برای مدت معینی دوام آورند. اما هیچ دلیلی وجود ندارد که نتوان لامپی طراحی کرد که تقریباً به مدتی نامحدود دوام اورد. اما احتمالاً چنین چیزی را نمی خواهید. در مورد اکثر وسیله ها، در میان چندین ملاحظهٔ متناقض حد واسط و توازنی وجود دارد. عمر لامپ بیشتر از هر چیزی به دمای دورهٔ کارکرد فیلامان بستگی دارد. به ازای یک توان واتی معین( مقدار مصرف توان الکتریکی)، هر چه دما و خروجی نور بیشتر باشد، طول عمر کوتاه تر است. لامپ های روشنایی پردوام دارای فیلامان هایی اند که طراحی شده در دمای کمتری ملتهب شوند و بدرخشند. اما دمای کمتر نور زیادی تولید نمی کند و اندکی ته رنگ زرد بیندازند. بنابر قانون روی بسته بندی لامپ های استاندارد باید

ساعات یا طول مدت دوام و نیز مقدار نوری را که در تمام جهات می دهند، یعنی تعدادلومن(واحد روشنایی) ها ذکر شود. اگر می خواهید با مقدار نور کمتر و بهای گرانتر بسازید و در عوض به مدتی طولانی تر از زحمت تعویض لامپ پردوام رها می شوید. و در مورد صرفه جویی در مصرف برق و در نتیجه در هزینه، کلید کم سو کن (دیمر) ولتاژ اعمال شده بر لامپ را کاهش می دهد، که این امر به نوبهٔ خود در کاهش جریان برق عبوری از فیلامان، آنگاه کاهش دما، و دوام و طول عمر لامپ می افزاید.

## یک لقمه نور

چرا برخی آبنبات ها جرقه های نوری تولید می کنند؟ این نوع آبنبات ها بلورهای قندی به شکل دونات اند. برخی بلورها، از جمله قند نیشکر، از دیرباز شناخته شده اند که این خاصیت درخشش ناشی از مالش را بروز می دهند. در واقع، در سال ۱۶۰۵ سِر فرانسیس بیکن فیلسوف انگلیسی خبر داد که وقتی تکه های قند را در تاریکی می شکسته(قند را به صورت قطعه ای بزرگ می فروختن و شمع هم روشنایی اندکی داشت)، درخشش هایی بسیار روشن و واضح اما فوق العاده کوتاه عمر، را مشاهده کرده است. کانی شناسان از دیرباز پی بردند که برخی از بلورهای معدنی در هنگامی که دستخوش ضربهٔ ناگهانی قرار می گرفتند از خود نور بیرون می دادند. هر بلور عبارت است از آرایش منظم و هندسی اتم ها، که جملگی در قالب نوعی ساختار شبکه ای سه بعدی به هم پیوند می خورند. مانند: قند (قند معمولی، ساکاروز)، نمک (سدیم کلراید)، کوارتز (سیلیس) و الماس (شکل گرانبهای کربن). پی برده اند که بلورهایی که دو جهت مخالف قرار نگرفته اند ـ بهترین جرقه زن ها به شمار می آیند. وقتی چنین بلورهایی شکاف برمی دارند و می شکنند، اتم ها از هم جدا می شوند و برخی از الکترون های آنها در این فرآیند جدا و خارج می شوند. ممکن است قطعهٔ بلور اول الکترون هایی بیشتر از تعداد مورد نیازش بپذیرد، در حالی که قطعهٔ بلور دیگر ممکن است فاقد الکترن کافی باشد. با جدا شدن این دو قطعا از یکدیگر، الکترون های اضافی قطعهٔ اول با قدرت تمام به جایی که تعلق داشتند ربوده می شوند و از شکاف هوای پهن شوندهٔ بین اولی و دومین بلور به سرعت عبور می کند؛ درست مثل یک آذرخش ناگهانی که هوای بین ابر و سطح زمین را به سرعت می پیماید. اما در مورد آبنبات های جرقه زن همهٔ اتفاق اینها نیست. یک مرحلهٔ تقریباً همزمان دیگر نور آنها را بسیار درخشان تر می کند. قسمت اعظم آذرخشی که هوای الکترون دار رها می کند برای آدمی مرئی و قابل دیدن است؛ این تابش فرابنفش است که نسبت به نور مرئی انرژی بیشتری دارد. اما آبنبات ها یجرقه زن حاوی ماده ای شیمیایی به نام متیل سالیسیلات، یا روغن انگورک هستند؛ این ماده ای طعم و مزه برگ گیاه انگورک را دارد که گیاه همیشه سبز کوچک و خزنده ای است. این مادهٔ شیمیایی دارای خاصیت درخشندگی است یعنی مولکول هایش تابش فرابنفش را جذب و آن را به صورت مرئی مجدداً گسیل می کند.

# فصل سوم:

## مادۀ داغ

هر چیز داغ است. یعنی حاوی مقداری گرماست و در نتیجه، دارای دماست. حتی یک قالب یخ گرما دارد. «داغ» اصطلاحی نسبی است. گرما شکل نهایی انرژی و شکلی است که تمام صورت های دیگر انرژی سرانجام به آن تبدیل می شوند. اما هیچ تبدیل انرژی ای کامل و صد در صد صورت نمی گیرد. قسمتی از این انرژی به طور اجتناب ناپذیری «تلف» می شود ـ یعنی به گرما بدل می شود. به طور خلاصه تا آنجا که میل داریم می توانیم انرژی را تبدیل و بار دیگر تبدیل کنیم، اما هربار اندکی از این انرژی را به شکل گرما از دست می دهیم.

## چرا برای سرد شدن هر چیزی محدودیت وجود دارد؟

گرما انرژی است. گرما چه نوع انرژی است؟ گرما انرژی الکتریکی یا انرژی هسته ای یا از نوع انرژی ای که اتومبیل تان را در مسیر بزرگراه به سرعت تمام راه می برد، نیست. این انرژی ای است که هر شیء در درون خودش می گنجاند، زیرا ذراتی که این شیء را می سازند، یعنی اتم ها و مولکول هایش، عملا ارتعاش می کنند و در فضاهای محدودشان مانند دسته ای بیماران شیدا در اتاق مخصوص بیمار تحریکاتی (در تیمارستان) به این سو و آن سو می جهند. این ذرات هر چه با جوش و خروش بیشتری حرکت کنند، می گوییم ماده داغ تر است: دمای آن بالاتر است. هر چند که حتی دمای یکسان، تکۀ بزرگ تر ماده انرژی گرمایی بیشتر در بردارد زیرا حاوی ذرات متحرک بیشتری است. هرگاه با گرفتن انرژی گرمایی از چیزی آن را سرد می کنیم، انرژی به وسیلۀ آن ذرات متحرک تلف می شود، که در این صورت حرکتشان کند خواهد شد. سرانجام اگر جسم را به اندازه کافی سرد کنیم به نقطه ای خواهیم رسید که حرکت ذرات به کلی متوقف میشود. در این حالت به پایین ترین دمای مطلق، صفر مطلق، رسیده ایم. ضمناً وقتی به پزشک می خواهید بگویید که تب ندارید، لطفاً نگویید‌که «هیچ دمایی» ندارید. در این صورت معنی حرفتان این خواهد بود که جسمتان در صفر مطلق است، که این حالت هیچ دکتری به هیچ وجه کمکی نمی تواند به شما بکند.!

## داغ، داغتر، داغترین؟

اگر صفر مطلق پایین ترین (کمترین) دمای ممکن است، آیا داغترین دمای ممکن هم وجود دارد؟ بله، اما صرفاً با گرم شروع کنیم و به تدریج به گرما و حرارت برسیم. گرما عبارت است از انرژی ای که هر ماده در درون خودش می گنجاند که ناشی از این واقعیت است که اتم ها و مولکول هایش در حال حرکت اند. اما دما مفهومی مصنوعی (ابداع بشر) است، و چنان برساخته شده که می توانیم در میان خودمان دربارۀ میزان انرژی ایث که هر ماده دارد صحبت کنیم و عملاً اعدادی به آن نسبت دهیم. وقتی می گوییم «دمای یک شیء بالا می بریم»، انرژی گرمایی به اتم ها و مولکول هایش اضافه و حرکت آنها باید وقتی باشد که دیگر اصلاً حرکتی نکنند؛ این حد همان صفر مطلق است. اما آیا برای سرعت حرکت اتم ها و مولکول ها حد بالایی وجود دارد یا خیر. اما پیش از آن که به چنین حد سرعتی برسیم چند اتفاق خواهد افتاد. اولاً اگر ماده جامد باشد به مایع و آنگاه در دمایی بالاتر به جوش می آید و به بخار یا گاز تبدیل خواهد شد ـ حالتی که اتم ها و مولکول ها آزادانه در تمام جهات به هر سو می روند. به هرچه بالاتر رفتن دما، اتم ها و مولکول ها هر چه سریع تر به هر سو به حرکت درمی آیند. اگر ماده از مولکول ها(خوشه های اتم های بهم چسبیده) تشکیل شده باشد، سرانجام به قطعه های کوچکتری تجزیه می شوند و حتی بر اثر وارد آمدن نیروهای خردکنندۀ برخوردهای شدیدشان به اتم های اولیه فرو می شکنند. آیا اتم های منفرد هم خودشان تجزیه می شوند و می شکنند؟ در واقع بله. در دمایی به اندازۀ کافی بالا الکترن های اتم ها وامی پاشند؛ که حاصل آن جهنمی خروشان و سیال از الکترون های آزاد و قطعه های اتمی باردار، به نام پلاسما، است. پلاسما همان مادۀ درونی ستارگان، با دمای ده ها میلیون درجه است. دمایی باز هم بالاتر وجود دارد. به نظر می رسد هیچ چیزی ما را از گرم کردن الکترون های پلاسما و هر چه سریع تر شدن حرکت قطعه های اتمی باز نمی دارد، مگر یک چیز. اتفاقاً یک حد سرعت در جهان هستی وجود دارد: سرعت نور در خلأ، که

۱/۸۰ میلیارد کیلومتر بر ساعت است. بنا بر نظریهٔ آلبرت اینشتین الکترون های پلاسما ـ یا همچنین هر ماده ای ـ ممکن است به سرعت نور نزدیک شوند اما هرگز به آن سرعت نمی رسند. وی این را نیز ابراز کرد که هر چه سرعت ذره بیشتر شود، سنگین و سنگین تر می شود. پس باید یک دمای نهایی هم وجود داشته باشد. مبادا ذرات در یک پلاسما به سرعت نور برسند و جرم شان بینهایت شود. ملاحظات نظری این دما را در حدود:۱۴۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰ درجه محدود و تثبیت می کنند ـ فارنهایت یا سلسیوس، هر کدام را که می خواهید انتخاب کنید.

## چرا گنجشک های بریان از آسمان نمی بارند؟

چرا پرندگانی را که بر خطوط انتقال فشار قوی می نشینند، برق نمی گیرد؟ پای کوچک آنها قطعاً با تعداد بسیار زیادی الکترون در تماس است که منتظرند تخلیه شوند و از طریق، مثلا، توستر شما بار دیگر راه زمین را در پیش گیرند. اما پرندگان بدنشان هیچ مسیری را برای هدایت الکترون ها به زمین عرضه نمی کند. پرندگان دقیقاً به هیچ چیز متصل نیستند؛ آنها بنن بست اند، بن بست به روی حرکت الکترون. به این ترتیب الکترون ها راهی ندارند که از پرندگان به عنوان مجرایی به زمین بهره گیرند، و هیچ الکتریسیته ای هم از طریق بدن آنها جاری نمی شود. و راستی آن پرندگان بر روی خطوط انتقال برق در وهلهٔ اول جز انداختن فضولات برروی ماشین شما چکار می کنند؟ دست کم در زمستان آنها به این علت بر روی این سیم ها می نشینند که عبور جریان برق از سیم ها کمی گرما تولید می کند که پنجه های آنها را گرم نگه می دارد و چگونه است که پرندگان بدون این که بیفتند روی این سیم ها به خواب می روند در حالی که ما چنین نیستیم؟ وقتی عضلات پنجه آنها شل و در حالت استراحت است محکم تر آنها را نگه می دارد، و مثل ما سست وشل نمی شود. ممکن است تعمیرکار خطوط انتقال شرکت برقی را دیده باشید که داخل محفظه ای مانند سطل متصل به یک جزثقیل بالا رفته و با دست برهنه دارد سیم ها را لمس می کند. او هم مثل پرندگان از برق گرفتگی مصون است، زیرا آن سطل یا سبد به طور کامل عایق بندی و از زمین مجزاست. الکترون ها نمی توانند از بدن آن تعمیرکار به زمین راهی بیابند.

# فصل چهارم:

## زمین زیر پای ما

غیر از زمین، سیارات دیگری هم در جهان هستی وجود دارند، اما بین ما و مام زمین مان پیوندی مستحکم برقرار است. این پیوند را گرانی می نامیم. گرانی یا نیروی ثقل یا نیروی گرانشی یا گرانش نه تنها موجب افتادگی اندام هایذ بدن ما با گذشت عمر می شود بلکهکار های مفیدی هم برایمان انجام می دهد، بخصوص این که از گریز جو و هوا از پیرامون کره زمین چرخان ما جلوگیری می کند درست مثل ترن هوایی در شهربازی که سرنشینان آن به بیرون پرتاب نمی شوند. گرانی سبب فرو نشستن غبار و بالا رفتن هوای گرم می شود. این نیروی کارهای بسیار بزرگ و کوچکی برایمان انجام می دهد، مانند نگه داشتن کرۀ ماه در آسمان و حفظ شیب هذا در دامنه ها. نیروی گرانش حتی این امکان را برای ما فراهم می آورد که از آب برق بیگیریم. گرانش همه جا حاضر و فراگیر است. حتی فضانوردان بدون تأثیر گرانش زمین را ترک نمی کنند.

## آیا راهی وجود دارد که ضمن کباب کردن بتونیم تعیین کنیم که گاز پروپان کباب پزمان دارد تمام می شود؟

نگاه کردن به درون گاز در آن باقی است کار دشوار و در واقع ناممکن است این طور نیست؟ خیر. همۀ کباب پزها به فشارسنج مجهزند. اما ابزار فروشی ها نمایشگرهای کوچک ساده ای را می فروشند که مانند یک نوار پلاستیکی به نظر می رسند. آن را روی بدنۀ خارجی کپسول می چسبانید و از طریق رنگ دقیقاً به شما نشان می دهد که سطح گاز پروپان ضمن گاز مصرفی که از شیر کپسول خارج می شود، کار می کند. گاز درون کپسول تحت فشار است و به صورت مایع است که در بالای آن مقداری گاز قرار گرفته. در حالی که دارید کباب درست می کنید، دارید گاز مصرف می کنید که از کپسول خارج می شود، در نتیجه مقداری مایع تبخیر می شود و جای آنرا می گیرد. این تبخیر گاز را سرد می کند، از این رو لایه ای سرد بر رروی لایۀ مایع گرمتر قرار می گیرد. آن نوار پلاستیکی حاوی بلورهای مایع است، که در دماهای مختلف خواص متفاوتی از خود بروز می دهند. پس آنچه که به شما نشان می دهد رنگی است در بالای سطح مایع، که دمای گاز سرد را منعکس می کند و یک رنگ دیگر در پایین سطح مایع بازتابگر دمای مایع گرمتر است. خط مرزی بین رنگ ها محل قرارگیری سطح مایع در داخل کپسول است. پی خواهید برد که فشارسنج فقط در حالی کار می کند که گاز از کپسول خارج می شود.

## سرد نیست، رطوبت است

غالباً شنیده ایم که می گویند هوا خیلی سردتر از آن است که برف ببارد. آیا در این گفتار حقیقتی نهفته است؟ این موضوع واقعیت دارد که وقتی هوا خیلی سرد باشد برف نخواهد بارید، همین که دما به زیر نقطۀ انجماد (یخ زدن) فرو افتد و سایر شرایط هم برای بارش برف فراهم باشند، پاسخ به این پرسش که آیا برف خواهد بارید یا نخواهد بارید صرفاً به وجود و دسترس پذیر بودن بخار آب برمی گردد. در اکثر موارد برای این که برف ببارد باید ابتدا قطره های زیر آب مایع در هوا وجود داشته باشد که بتوانند یخ بزنند و به صورت پرهای برف درآیند. اما وقتی ذخیرۀ قابل دسترس آب بسیار سرد باشد قویاً ترجیح می دهد همان جا که هست بماند، یعنی به صورت مایع از این رو بخار آب زیادی در هوا پخش نخواهد کرد. در دماهای بسیار پایین آب کافی در هوا وجود نخواهد داشت که آن قطره های ریزی را تشکیل دهد که می توانند یخ بزنند و به صورت برف ببارند.

## آیا وزن من در اعماق معدنی عمیق کمتر است تا در سطح زمین؟

بله، اندکی سبکتر خواهی بود. اکنون وقتی بر سطح زمین ایستاده باشیم، به طور میانگین ۶۳۷۱ کیلومتر (شعاع زمین) تا مرکز زمین فاصله داریم، که مکان ظاهری تمامی کشش آن است. در کف یک چاه معدن، با جرم کمتری نسبت به وقتی در سطح زمین بودید به سوی مرکز آن کشیده می شوید، زیرا مقداری از جرم زمین در بالای شما قرار گرفته و دیگر درکشیدن شما به سوی مرکز زمین نقشی ندارد. (درواقع، آن مقدار جرم شما را به

سوی بالا می کشد.) اگر جرم کمتری شما را به سوی مرکز زمین بکشد، وزنتان کمتر است، زیرا وزن شما بنابر تعریف عبارت است از: قدرت کشش در جهت مرکز زمین وارد بر پیکر شما. کاهش وزن شما چقدر خواهد بود؟ در کف چاهی به عمق ۱۶ کیلومتر (۱۰ مایل)، وزنتان حدود هفت دهم درصد کمتر از وزنتان در سطح زمین است. این کاستی وزن در برابر هزینهٔ کندن چاه اصلاً قابل محاسبه نیست. عجیب این که ، هر چه از سطح زمین بالاتر بروید باز هم از وزنتان کاسته می شود. در قلهٔ کوه وزن کمتری دارید تا اعماق یک دره، زیرا در قلهٔ کوه فاصله بیشتری تا مرکز زمین دارید. اما کمی تأمل کنید! دستگاه کاهش وزنی را که به سفارش پستی خریداری کرده اید نصب کنید. اگر وزنتان ۶۹ کیلوگرم در سطح دریا باشد، در قلهٔ اورست، بلندترین نقطه بر روی کرهٔ زمین، فقط ۲۰۰ گرم از وزنتان کاسته می شود. صعود به قلهٔ کوه چندان فایده ای برای کاهش وزن ندارد، این طور نیست؟ البته، به استثنای ارزش ورزشی آن.

## کدام قطب زمین، قطب شمال یا قطب جنوب سردتر است؟

قطب جنوب که در آنجا میانگین دما حدود ۴۹ ـ درجهٔ سلسیوس (۵۶ـ درجهٔ فارنهایت) است. در قطب شمال میانگین دما نسبتاً ملایم (۲۹ـ درجهٔ سیلسیوس) است. قارهٔ جنوبگانم عملاً یک قاره است، که یخ و برف بر روی تودهٔ خشکی عظیمی فرو نشسته است، در حالی که یخ تودهٔ کوچک شمالگان بر روی اقیانوس شمالگان (اقیانوس منجمد شمالی) شناور است. خود قطب جنوب در ارتفاعی حدود ۳۷۰۰ متری واقع است، در ارتفاعات هوا، همواره سردتر است. افزون بر اینها سطح برف و یخ بسیار پهناورتر قطب جنوب، گرما را به سرعت و به محض تابیدن نور خورشید برآن می تاباند و به فضای خارج گسیل می دارد. با همهٔ این احوال عامل دیگر این است که آب، به همان آسانی و سهولت خشکی گرم و یا سرد نمی شود و از این رو دما در قطیب شمال تغییرات فوق العاده ای نمی کند. هوای قطب شمال از هوای قطب جنوب بسیار گرمتر است.

# فصل پنجم :

## آسمان بر فراز سرما

یکی از تفاوت های انسان ها وحیوانات این است که حیوانات هرگز به آسمان نگاه نمی کنند. تمامی غذا و خوراک شان در لایهٔ نازکی بر روی یا مجاور سطح زمین واقع است که زیست شناسان آن را زیست سپهر (بیوسفر) می نامند و غذا هم تمامی نیاز آنها به شمار می آید. اما نیاز ما به خوراک هم جسمانی و فیزیکی و هم معنوی و روشنفکرانه است. از نخستین لحظه ای که پرسش هایی با «چرا» و «چگونه» را آغاز می کنیم، همواره برای پاسخ به شگفت و حیرت مان به آسمان نگریسته ایم. آسمان ـ این بلندای بزرگ ـ همواره برای ما کشش مرموزی داشته است. آسمان اعتلای مفهومی هر چیز به شمار می آید که بر فراز فهم و درک ما قرار می گیرد. انسان اولیه از این که ستارگان چگونه در آنجا هستند به شگفت می آمدند. به این ترتیب خدایان را ابداع کردیم، و هر جای دیگر زاد و بوم و مکان آنها را مستقر می کردیم مگر آن بلندا. آسمان ناشناختهٔ نهایی در آن سوی مرگ، نمی توانست جای دییگر، جز آن بالا اختیار کند. بهدها در تاریخ آدمی، تلاشی برای ساختن پلی ملموس به آسمان، طالع بین ها شبکهٔ پیچیده و در هم بافته ای از پیوندهای فرضی بین حرکت ستارگان و سیارات در آن بالا و تمامی حرکات و احساسات و هیجانات ما در زمین از خود درآوردند و تراشیدند. امروزه، در حالی که همه چیز را در فراسوها و در دست های کرانه های زمین و حتی آن سوتر از زمین کشف کرده اند، دیگر بازمانده های مرموز و رازآمیز بسیار کمتری را در آن بلندا می یابیم. نه تنها می توانیم تا بلندای آسمان پرواز کنیم، بلکه قادریم فراتر از آن و تا سیارات دیگر هم برویم. اکنون باید توجه و تلاش خود را به قلمروهای دوردست تر ناشناخته ها، به فراسوی فضا، یعنی تمامی جهان هستی رازهای تصورناپذیری که از چنگ مان می گریزد، و شاید برای همیشه هم می گریزد، معطوف کنیم.

## چرا به نظر می رسد که اشیا دور در روزهای خیلی گرم موجک می زنند و می درخشند؟

به همان علت که ستارگان چشمک می زنند؛ با این تفاوت که از اشیاء پرتوهای نور کافی به ما می رسند که مستقل از این که چه مقدار از آنها پراکنده می شود, بعضی از آنها همواره به چشم ما می رسند. از این رو عملاً چشمک و سوسوزنی وجود ندارد. وقتی یک روز گرم به جاده نگاه می کنید ممکن است درخشش و تلألو «خطوط گرما» یا «امواج گرما» را بینید و اتومبیلی که در دوردست در حال حرکت است مواج به نظر می آید.آنچه که می بینید آثار شکست نور است: یعنی خم شدن پرتوهای نور در هنگامی که محیط شفافی را ترک می کنند و به محیط دیگری وارد می شوند. در این حالت، پرتوهای نوری که از آن اتومبیل به سوی چشم شما گسیل می شوند و شما به آن می نگرید بر سر راهشان تا چشم شما برسند از نواحی گوناگونی می گذرند ـ هوا با دمای متفاوت و توانایی های مختلف در خم کردن نور، بسته به اینکه هر قسمت از جاده چه قدر گرم باشد. هر پرتو نوری که از یک جزء آن اتومبیل به چشم شما وارد می شود ممکن است به مقادیر مختلفی خم شود ـ این خم شدگی ممکن است بیشتر از پرتوهای دیگری باشد که از اجزای دیگری باشد که از اجزای دیگر اتومبیل به چشم شما گسیل می شوند و این امر در نظر شما چنان جلوه کند که گویی خمیده است.

## زمان و کشند منتظر ماه نو هستند

چرا در هنگام بدر (ماه تمام) فراکشندها بالاتر می آیند؟ آسان است که خودمان را به حماقت بزنیم و فکر کنیم ماه در حالت بدر بزرگ تر و بنابراین کشش آن بر اقیانوس ها قوی تر است که کشندها را بالاتر می کشد. اما ماه همیشه ابعاد ثابتی دارد و فاصلهٔ آن در خلال گشتن، به دور زمین یکسان است. فقط خورشید است که در زمان های مختلفی در حین حرکتش (حرکت ماه) آن را به نحو متفاوتی روشن می کند. به این علت است که ماه مانند یک قرص تمام (ماه کامل)، قسمتی از قرص (نیمدایره یا هلال) یا اصلاً بدون هیچ گونه قرصی (ماه نو) به نظر می رسد. به بیان دیگر، حالت ها (اهله)ی گوناگون را از سر می گذراند. وقتی اتفاقاً ماه، خورشید و زمین در یک خط قرار می گیرند، یا یک ماه کامل و یا یک ماه نو را می

بینیم، وقتی زمین بین ماه و خورشید قرار گیرد، ماه تمام دیده می شود. آن را چنان تصور کنید که گویی ما در تماشاخانهٔ زمین نشسته ایم و انسان واقع در سطح ماه بر صحنه است و نور خورشید هم پس زمینهٔ صحنه را روشن می کند. از سوی دیگر، وقتی ماه دور می زند و به پشت ما موجودات زمینی می رود، بین ما و نور خورشید قرار می گیرد (صندلی خود را در تماشاخانه برگردانید و به ماه در پشت سر خود نگاه کنید) ماه را در این حالت به صورت قرصی تاریک ـ یعنی، ماه نو ـ خواهید دید.

## چرا همیشه پیرامون بعضی از کوهستان ها را غبار مهی آبی رنگ فرا می گیرد؟

درختان همیشه سبز (مثل سرو و کاج) از خود مواد شیمیایی رزینی را بیرون می دهند. این بخارها می توانند در هوا با اوزون واکنش برقرار کنند و ذرات جامد بسیار ریزی پدید آورند که تقریباً دارای ابعادی اند که برای پراکنده کردن نور آبی مناسب اند. به این ترتیب فوتون های نور آبی در تمام اطراف پراکنده و مجدداً پراکنده می شوند، در حالی که سایر رنگ ها از محیط عبور می کنند و به خط مستقیم (بدون پراکندگی) راه خود را ادامه می دهند، به این ترتیب، نور آبی بیشتری نسبت به نورهای دیگر به چشم ما می رسد. اما علت آبی بودن آسمان هم همین است؟ تقریباً بله. اما علت آبی بودن آسمان این نیست که نور آبی را غبار پراکنده می کند، کهد زمانی هم در این خصوص اعتقاد بر این معنی داشتند و آن گونه که خیلی از مردم هنوز هم اعتقاد دارند، نور آبی را نیتروژن، اکسیژن و سایر مولکول ها که هوا را تشکیل می دهند پراکنده می کنند. این مولکول ها کوتاه ترین طول موج ها را به بهترین وجهی پراکنده می کنند و نور آبی تقریباً ده برابر نور قرمز به وسیلهٔ ذرات تشکیل دهندهٔ هوا پراکنده می شود. وقتی به بالا و به آسمان نگاه می کنیم، تمام ان نور آبی اضافی را می بینیم که ممکن است در جهت نگاه ما هنوز راه نیفتاده باشند، بلکه در آن جهت از جاهای دیگر پراکنده و مجدداً پراکنده شده اند.

## آیا آن بالا سرد است، یا من سردم است؟

چرا فضا سرد است؟ آن بالا سرد نیست، ماهواره ها و شاتل های فضایی در واقع در ارتفاعات بالا سرد می شوند، اما علت این امر آن نیست که آنجا سرد است. اولاً مستقل از این که نظر پنگوئن ها چه باشد، در واقع چیزی به عنوان سرد وجود ندارد. سرد مفهومی زبانی و زبان شناختی و نه مفهومی علمی، است نیاکان غارنشین ما به واژهٔ «گرم نیست» نیاز داشتند و کلمهٔ «سرد» همان واژه ای است که به آن رسیدند. این شبیه به نور و تاریکی (روشن و تاریک)، رطوبت و خشکی. بسیار خوب گرما انرژی است. این انرژی که مولکول های هر شیء به اعتبار این واقعیت آن را دارند که در حال حرکت اند. شاتل فضایی یا هر شیء دیگری نه تنها از طریق تماس با ماده ای گرمتر یا سردتر از خودش می تواند گرما کسب کند یا از دست بدهد ـ و چون در فضا ماده ای وجود ندارد این امر ناممکن است ـ بلکه از طریق تابش هم این اتفاق می توان بیفتد. خورشید و ستارگان تمام انواع تابش ـ امواج انرژی خالص، هم مرئی برای چشم آدمی و هم نامرئی (فرابنفش, فروسرخ و امواجی دیگر) ـ را گسیل و منتشر می کند. این تابش بدون تضعیف شدن تمام فضا را طی می کند زیرا در فضا چیزی (مادی) وجود ندارد که به آن جذب شود. اما وقتی این تابش به جسمی، مثلاً شاتل های فضایی، برخورد می کند قسمتی از آن باز می تابد و در جهت دیگری به راه خود ادامه می دهد. اما پاره ای از آن جذب می شود و انرژی اش به صورت گرما تلف می شود. از این رو، شاتل فضایی گرمای تابیده شده از خورشید و ستارگان را دریافت می کند. البته خورشید تابشگر عمدهٔ گرما به شمار می آید زیرا نسبت به سایر ستارگان به شاتل های فضایی مورد نظر ما نزدیک تر است. اما این شاتل ها هنوز هم بخش عمدهٔ گرمای زمینی اش را با خود حمل می کند، قسمتی از انرژی خودش را به بیرون می تاباند. زیرا هر چیزی که گرمایی داشته باشد تابش فروسرخ ـ «تابش گرمایی» ـ گسیل می کند. به همین علت است که ابزار «دید در شب» می توانند آدمها را در تاریکی ببینند. پس توجه داشته باشید که شاتل سرد است زیرا یک شیء واقعی است، اما محیطی که در آن دارد پرواز می کند سرد نیست، چه از لحاظ معناشناسی و چه از نظر فیزیکی.

# فصل ششم:

## همه چیز نمناک است

ماده ای هست که وجودش برای تمام موجودات زنده ضروری و ناگزیر است. این ماده بیش از نیمی از وزن بدن ما را تشکیل می دهد. این ماده فراوانترین مادۀ شیمیایی بر کره زمین است، که با وزنی بالغ بر یک میلیارد تن ۷۱ درصد سطح این سیاره را فراگرفته و احتمالاً یک میلیارد تن دیگر آن هم در بطری هایی پلاستیکی است که این روزها هر کسی آن را با خود به همه جا حمل می کند. وقتی حتی ذره ای کوچکی از ۀآن در سیارۀ دیگری کشف شود، ستاره شناسان را از فکر و تصور وجود حیات فرازمینی در نقطۀ دیگر، دستخوش سرگیجه خواهد کرد. این ماده آب، یکی از ساده ترین و پایدارترین ترکیب های شیمیایی است. معمولاً آب را مایع می دانیم زیرا آن چیزی است که راحت ترین و مناسب ترین گسترۀ دمایی حیات را دارد: مثلاً بین ۴ تا ۲۷ درجۀ سلسیوس (۴۰ و ۸۰ درجۀ فارنهایت). اما چنان که می دانید، در هر دمایی کمتر از صفر درجۀ سلسیوس (زیر۳۲ درجۀ فارنهایت) ترجیح می دهد به صورت جامد باشد که ما آن را یخ می نامیم و در هر دمایی بالاتر از ۱۰۰ درجۀ سلسیوس (۲۱۲ درجۀ فارنهایت) ترجیح می دهد به صورت بخار وجود داشته باشد ـ گازی نامرئی، دقیقاً شبیه به گازهای نیتروژن و اکسیژن در هوا. برای این که دست کم بخشی از آب به بخار تبدیل شود، لازم نیست آب به دمای جوش خود برسد، هر جایی که آب موجود باشد بخار آب در هوایپیرامون آن نیز وجود دارد. گاهی این بخار را رطوبت می گویند و تأثیر و پیامدهای وجود آن بر بسیاری از جنبه های زندگی ما فراگیر است، بسی فراتر از آن که به صورت شرجی در تابستان آسایش مان را مختل و ناراحت مان می کند.

## چرا اقیانوس ها شورند، اما آب نهرها، رودخانه ها و دریاچه ها شیرین است؟

آب باران از خاک و خشکی نمک های محلول را به داخل نهرها، رودخانه ها و دزیاچه ها منتقل می کند، درست به همان ترتیبی که آنها را به داخل اقیانوس ها می برد. اما تفاوت موضوع این است که اقیانوس ها نسبت به سایر آب ها بسیار قدیمی ترند ـ عمر آنها چهار تا پنج میلیارد سال است، در حالی که بقیه صرفاً چند میلیون سال عمر دارند. در طی این میلیاردها سال اقیانوس ها آب شان را بازیابی کرده اند ـ تبخیر آبی که به باران تبدیل شد، بر خشکی ها فرو بارید و دوباره به اقیانوس برگشته، و هر بار با خودش بار تازه ای از نمک آورده است. این چرخه ها همواره بار نمک اقیانوس ها را افزایش داده است.

## چرا قسمت های میانی قالب های یخ نسبت به سطوح بیرونی آن کدرتر است؟

این تیرگی عبارت است از توده ای از حباب های ریز هوا ـ هوایی که در آب حل شده و در هنگام یخ زدن آب از آن خارج شده اند. می توانید تک حباب ها را پشت یک ذره بین مشاهده کنید. همواره مقداری هوای محلولی در هر آبی وجود دارد که آن آب در معرضش قرار گرفته است. و تمام ماهیان دنیا از این بابت سپاسگزارند. ماهیان به خصوص از این بابت سپاسگزارند که هر چند فقط ۲۱ درصد هوا را اکسیژن تشکیل می دهد، اکسیژن دوبار آسان تر از ۷۹ درصد اجزای دیگری در هوا، که عمدتاً نیروژن است، در آب حل می شود. وقتی آب یخ می زند، مولکول های آبی به کندی حرکت می کنند در وضعیت صلب قرار می گیرند و ساکن میث شوند، زیرا هیچ فضایی برای آنها نمی ماند که در آن حرکت کنند. وقتی آب شروع به یخ زدن می کند، قسمت خارجی ابتدا یخ می بندد زیرا این بخش ها در بهترین موضع اند که گرما را به بیرون بدمند. همچنان که مولکول های هوای محلول به بیرون رانده می شوند، در داخل غلاف خارجی یخ، گیر می افتند. مولکول های هوا ناگزیر به یکدیگر نزدیک و نزدیک تر می شوند و این در حالتی است که جدار آب در حالت یخ زدن ضخیم تر و به آنها نزدیک می شود. سرانجام، چنان تنگ هم قرار می گیرند تا به صورت حباب هایی جمع می شوند و گرد هم می آیند. و در همان حالت می مانند، در همان حالتی که وقتی آب درونی سرانجام یخ می زند، به دام افتاده اند.

## نقطۀ شبنم که گزارشکران وضع هوا همیشه دربارۀ آن صحبت می کنند، چیست؟

هواشناسان دوست دارند دمای نقطهٔ شبنم را به ما اعلام کنند، هرچند که معدودی از ما می دانیم که نقطهٔ شبنم چیست. اما مادام که در موضوع بخارآب ژرف کاوی می کنیم، باید این مفهوم را توضیح دهیم. نقطهٔ شبنم عبارت است از دمایی که کمتر از آن توازن مایع ـ بخارآب به سوی حالت مایع میل می کند و به هم می خورد. یعنی میعان بر تبخیر غلبه می کند. اگر دما بالاتر از نقطهٔ شبنم باشد، این توازن به نفع مایع به هم می خورد و بخار به سوی میعان (تبدیل شدن به مایع) میل پیدا خواهد کرد. وقتی این اتفاق در جو می افتد، بلکه کماکان در هوا معلق می مانند. این توده های قطرات ریز آب را ابر می گوییم. یک مثال ملموس تر: اگر سطح زمین در طول شب از دمای نقطهٔ شبنم سردتر شود، بخار آب رد هوا بر روی علف ها برگ ها به صورت شبنم مایع میعان پیدا می کند. این امر برای کشاورزان از اهمیت زیادی برخوردار است زیرا، رویهمرفته شبنم محصولات کشاورزی را به رایگان آبیاری می کند. نیز، بوم سازگان هایی (اکوسیستم هایی) در جهان یافت می شوند که در آنجا تقریباً هرگز باران نمی بارد و جانوران کوچک در این نواحی برای تأمین آب ضروری ادامهٔ حیات خود به شبنم وابسته اند.

## چرا مو خشک کن (سشوار) هم باید گرم کند و هم باد بزند؟

این یکی از آن پرسش هایی است که چندان طبیعی به نظر می رسد که فراموش می کنیم آن را مطرح کنیم. اما مهم ترین علت و انگیزهٔ نوشتن این کتاب آن است که: بابت چیزهایی که از دیدهٔ شما پنهان می مانند شگفت زده شوید، و آنگاه به جای ناآگاهی به رضایت خاطر دست یابید. آبی که مو یا لبس های شما را خیس کرده باید ابتدا از مایع به بخار تبدیل شود تا این که جریان هوا بتواند آن را براند و خارج کند. دمیدن به دور کردنِ آب مایع آسان نیست، همان گونه که در مراکز شستشوی اتومبیل می بینید که اتومبیل تان با بادهایی به قدرت توفان شسته و خشک می شوند. گرم کردن آب مایع موجود در موی سر یا در لباس ها ـ همان کاری که هوای گرم انجام می دهد ـ مولکول های آب را سرعت و شتاب می بخشد، به گونه ای که قسمت اعظم آن می تواند در هوا پراکنده و شناور شود. (به زبان تخصصی: هوای گرم ترد دارای فشار بخار بالاتراست؛). بنابراین گرما عمل تبخیر آب را شتاب می بخشد، و همین که به بخار تبدیل شد با دمیدن هوا می توان آن را دور کرد. اما آبی که با هوا گرم شده چه مقدار بخار می تواند تولید کند؟ با چه سرعتی می تواند تبخیر شود؟ مولکول های آب فقط تا وقتی می توانند به پرواز درآیند و به مولکول های بخار بدل شوند که فضای واقع بر فراز مایع چندان از مولکول هههههای بخار سرشار شوند که تعدادی از آنها که به سطح آب برمی گردندت همان قدر باشد که از سطح آب برمی خیزند. (بیان تخصصی: تا وقتی که مایع و بخار در وضعیت تعادل باشند). این همان موقعی است که بر آن باد یا هوا دمیده می شود. هوای متحرکی که از مو خشک کن به بیرون دمیده می شود تعدادی از آن مولکول های بخار آب را می راند به طوری که دیگر نمی توانند به مایع برگردند. این کار «فضا» را برای تبخیر بیشتر «تأمین می کند» و تبخیر تداوم می یابد. به این علت است که خشک کن های مو و لباس هم گرما می دهند و هم هوا را می دمند. یکی از این عملیات بدون دیگری نمی تواند کار خشک کردن را به خوبی انجام دهد. چه می شد اگر دمندهٔ خشک کن از کار افتد، به گونه ای که فقط مو را گرم کند، یا اگر گرم کن آن از کار افتد و فقط هوای خنک را بدمد؟ اگر در همان هنگام مقدار زیادی بخار آب در هوا موجود باشد ـ مثلاً، اگر حمام بر اثر ریزش آب داغ از دوش پر از بخار و رطوبت شود ـ آب موی شما نمی تواند به سرعت تبخیر شود. این عمل تبخیر نیاز به زمان گرمایش و بادزنی طولانی تری دارد تا موها را خشک کند.

## بوی باران

کشاورزی در همسایگی ما می گوید که می تواند بارش باران را از طریق بوی آن پیش بینی کند. آیا سربه سرم می گذارد؟ احتمالاً خیر. این خود باران نیست که او بویش را حس می کند، بلکه می تواند مانند بوی هر چیز دیگری باشد. تقریباً هر چیزی در آستانهٔ بارش باران بوی اندکی شدیدتر پیدا می کند. معمولاً پیش از وقوع هوای توفانی، به همان گونه که سخنگویان هواشناسی در رادیو و تلویزیون هم می گویند، افت جوّی پیش میآید. (آیا همان موقعی نیست که پایین آمدن نشانگر فشارسنج را مشاهده می کنید؟) یعنی، پیش از آن که باران ببارد فشار هوا افت می کند، و این افت فشار در نواحی فضای سبز هم اعمال می شود. در این میان، تمام درختان،چمنزارها، گل ها، محصولات کشاورزی، و حتی دام ها بوهای مشخصهٔ خود را گسیل می کنند. بوها مقادیر اندکی از بخارهای گسیل شده به وسیلهٔ مواد هستند، و وقتی مولکول های بخار اتفاقاً از طریق هوا به مشام ما

می رسند بوی آن مواد را به ما می رساند. وقتی فشار هوا پایین باشد و فشار زیادی بر سطح زمین وارد نیاورد، مقدار بیشتری از بخارها امکان پیدا می کنند که به داخل هوا بگریزند، و بوی همه چیز شدیدتر به مشام می رسد. نیز، وقتی جبههٔ کم فشار باران زا حرکت می کند، بادی با آن همراه است که بوهایی را که معمولاً آشکارسازی و مشخص نمی شوند تا مسافت های طولانی با خود می برند. راستی، پزشکان معمولاً معتقدند که کسانی که دچار ورم مفاصل اند می توانند آمدن باران را از پیش حس کنند زیرا حباب های کوچک گاز در مفصل های آنان یافت می شود و وقتی فشار هوا کاهش می یابد این حباب ها منبسط می شوند و فشار درونی مفصل ها افزایش می یابد. این هم نظریهٔ جالبی است، اما من پی برده ام که این نظر دیگر منسوخ شده و امروزه چندان مورد توجه نیست.

# فصل هفتم:

## ماده و چیزها

جامعه ای که در آن زندگی می کنیم، ماده گرایانه است. ممکن است دربارۀ پرندگان، حشرات، درختان، ماه و ستارگان صحبت کنیم، اما آنچه که پیرامون مان را فرا گرفته انبوه یا مجموعه ای خرت و پرت ـ مواد و چیزهایی که ساخته، فروخته، خریده، استفاده و سرانجام دور ریخته شده ـ است. حتی وقتی در طبیعت وحشی و گستره های بیابانی سفر می کنیم و گشت می زنیم باید کیسه خواب، یغلاوی، قمقمه، چاقو و معمولاً رونداز همراه خود داشته باشیم (پشه ها می توانند بس بی رحم و گزنده باشند). این ها همه چیزهای ساخته شده اند. علم در درون همه چیز آشیان می گزیند. هر چیز ساخته شده ای دقیقاً دلایل وجودی خود را دارد، و غالباً دلایلی جالب و انکار نکردنی اند. به خاطر این که ماهیت آن بیان شود و عنوان شود که چرا دیگری نیست. من دربارۀ ابداع یا فناوری ساخت آن چیزی نمی گویم. اختراع (ابداع) و فناوری علم نیستند؛ اینها کاربردهای علم اند. صحبت من دربارۀ اصولی بنیادی است که از هر ماده یا شیء با فردیت منحصربفردش به عنوان ماده یا چیز بهره می گیرند.

## پنجره های هرزه

همیشه یک لایۀ نازک کثیف ظاهراً بر سطح خارجی شیشۀ جلو اتومبیل من تشکیل می شود. من اصلاً سیگار نمی کشم و به هیچ کس هم اجازه نمی دهم در داخل اتومبیلم سیگار دود کند. این لایۀ نازک چگونه تشکیل می شود؟ پاسخ فقط یک کلم است: «پلاستیک ها». عمدتاً پلاستیک ها در اتومبیل ها در مقام محافظ شیشۀ جلو به عنوان پوشش به کار گرفته می شوند. آیا بویی را به یاد می آورید که در داخل هر نوع اتومبیل نو به مشام می رسد؟ این بوی اتومبیل نواست. هر بوی اتومبیل نو آمیزه ای از بوی چندین مادۀ شیمیایی فرار است که در عمل لاستیک، پلاستیک ها و پارچه های مصرف شده در ساخت آن به کار رفته است. در واقع هر ماده در جهان همواره مقداری از مولکول هایش کم و بیش در هوا تبخیر می شود (هرماده ای مقداری فشار بخار دارد). وقتی تعدادی از مولکول های یک ماده تبخیر شده به بافت های عصبی بویایی در بینی ما می رسند، بوی آن ماده را حس می کنیم. آن تعداد مولکول هایی که به بینی ما نمی رسند در جای دیگری در اتومبیل بر روی تجهیزات داخلی آن خواهند نشست. پلاستیک ها بخصوص از جمله موادی اند که تا مدت های طولانی مواد شیمیایی گسیل می کنند: عمدتاً نرمسازها، که مواد شیمیایی مومی به شمار می آیند و به آنها حالت انعطافی می بخشند. وقتی اتومبیل در معرض تابش آفتاب قرار می گیرد، تابش شدیدی از شیشۀ جلو به داخل اتومبیل وارد می شود ـ اتومبیل های مدرن به علت بالا بردن کارآیی و کم کردن مقاومت هوا در برابر حرکت (شکل آئرودینامیک پیدا کردن) دارای شیشۀ جلوی تقریباً افقی اند ـ و این تابش بر پوشش پلاستیکی داشبورد فرو می آید و نرمسازها را تبخیر می کند، که این بخرها بر روی شیشۀ اندکی خنکتر مایع می شوند و می نشینند. پوسته یا ورقۀ نازک چسبناک حاصل سپس ذرات غبار را جمع می کند که از طریق مجرای هوا بر پیرامون شیشۀ جلو به گردش درمی آیند و تا وقتی که آن را پاک نکرده اید بر روی آن می نشینند و لایۀ نازکی را برآن تشکیل می دهند.

## نوشابۀ رژیمی سبک تر است!

دوستم می گوید که می تواند قوطی نوشابۀ رژیمی را از قوطی نوشابۀ معمولی، بدون بازکردن در آنها و یا خواندن برچسب شان تمیز دهد. آیا درست می گوید؟ شاید. کار دشواری نیست. و در مورد هر نوشابه ای هم صادق است. این تمیز و تشخیص بر پایۀ این واقیعت استوار است که یک قوطی نوشابۀ رژیمی کمی از قوطی نوشابۀ معمولی سبک تر است. نوشابۀ معمولی را با قند (ساکاروز) یا غلات شیرین کننده (دکستروز) که نوع دیگری از قندها هستند، و معمولاً عبارت اند از فروکتوز، مالتوز و یا گلوکز، شیرین می کنند. از سوی دیگر، نوشابۀ رژیمی را با شیرین کننده ای به نام اسپارتام شیرین می کنند. هر گرم اسپارتام ۱۵۰ تا ۲۰۰ بار از ساکاروز شیرین تر است، از این رو فقط مقدار اندکی از آن لازم است تا همان شیرینی را به وجود آورد که محصولات قندی تولید می کنند. در حالی که مقدار شکر در نوشابۀ معمولی ۲ تا ۳ درصد است، به نوشابۀ رژیمی فقط چند صدم درصد

اسپارتام می زنند. بنابراین وزن یک قوطی نوشابهٔ رژیمی اندکی کمتر است. دوست شما نمی تواند این اختلاف وزن را صرفاً از طریق توزین تعیین کند. اما اگر ظرفی را از آب پر کند و قوطی های دربسته را در آن بیندازد، قوطی نوشابهٔ رژیمی در حال شناوری در آب اندکی بالاتر از قوطی نوشابهٔ معمولی شناور می ایستد، و قوطی نوشابهٔ معمولی ممکن است حتی تا ته ظرف هم فرو رود.

## کود شیمیایی موجب غرش می شود!

بنا برگزارش روزنامه ها دربارهٔ بمب گذاری تروریستی، گفته شده است که از یک کود شیمیایی به عنوان مادهٔ منفجره استفاده شده است. چگونه یک ماده شیمیایی منحصربه فرد می تواند دارای چنین کاربردهایی در خیر و شر (دکتر جکیل و مستر هاید) باشد؟ اولاً، دربارهٔ نقش کود شیمیایی. هر باغبان و برزگری می داند که نیتروژن یکی از سه عنصر اصلی است که که کود شیمیایی از آنها فراهم می آید (دو عنصر دیگر فسفر و پتاسیم هستند). نیروژن بسیار فراوان است؛ این عنصر ۷۸ درصد هوایی را تشکیل می دهد که آن را تنفس می کنیم. مولکول های این عنصر (نیتروژن) از زوج اتم های نیتروژن درست می شوند که به صورت مولکول های دو اتمی به یکدیگر پیوند خورده اند. این دو اتم نیتروژن چندان محکم به یکدیگر متصل اند که گیاهان نمی توانند آنها را از هم جدا و خود نیتروژن را به مصرف خود برسانند. گیاهان برای شکستن مولکول های نیتروژن نیاز به کمک آذرخش دارندکه قطعاً از نیروی کافی برخوردار است که در هوا این مولکول را بشکند. جلبک ها یا باکتری های به اصطلاح تثبیت کنندهٔ نیتروژنی هم یافت می شوند که می توانند مولکول های نیتروژن را بشکنند، اما نتوانسته ایم پی ببریم که آنها چگونه این کار را انجام می دهند. اما کود شیمیایی آمونیم نیترات در این هر دو شکل حاوی اتم های نیتروژن است، که قدرت این کودها را مضاعف می کند. حالا چه می شد اگر به دو اتم نیتروژن جدا در آمونیم نیترات ناگهان فرصت داده می شد تا بار دیگر به مولکول های قدرتمند گاز نیتروژن تبدیل شوند؟ این اتم ها باید مشتاقانه فرصت را مغتنم بشمرند. آنها با چنین اشتیاقی باید همان کاری را انجام دهند که باید حاصل انفجار نیترات آمونیم باشد تا بار دیگر به هم بپیوندند و در قالب آزادی گازی شکل نشاط آوری در هوا به پرواز درآیند. هر زمانی که جامدی با حرکت ناگهانی پردامنه ای به گاز تبدیل می شود. موج گازهای رها شده، که به علت گرمایی که رها می شود به سرعت انبساط می یابند، همان فشاری است که به ایجاد تمامی آسیب ها می انجامد. در مورد آمونیم نیترات که حاوی اتم های اکسیژن و هیدروژن و نیز نیروژن است. فقط نیتروژن نیست که ناگهان با هم ترکیب می شوند، اجزای مولکول های اکسیژن و آب تقریباً به همان قدرتی کنار هم قرار گرفته اند که مولکول های نیتروژن، و اتم های اکسیژن دو تا دو تا جفت می شوند و گاز اکسیژن را تشکیل می دهند، در حالی که حاصل به هم پیوستن اتم های هیدروژن و اکسیژن تشکیل شدن بخارآب است. پس، آمونیم نیترات جامد فرصتی به چنگ آورد ناگهان در هم می شکند و به حجم عظیمی از گازها تجزیه می شود: نیتروژن، اکسیژن، بخارآب. تمام اتفاق هایی که برای آمونیم نیترات می افتد تا به این ترتیب به طور ناگهانی تجزیه شود ناشی از گرماست: گرمای کافی تا دست کم به دمای ۳۰۰ درجهٔ سلسیوس (۵۷۰ درجهٔ فارنهایت) برسد. حتی در دماهایی پایین تر از این (تا ۱۷۰ درجهٔ سلسیوس معادل ۳۴۰ درجهٔ فارنهایت)، آمونیم نیترات می تواند منفجر شود، به نحوی کمتر ناگهانی به گاز نیترواکسید (نیتروژن مونوکسید) و بخارآب تبدیل می شود.

## باز هم برگه (فویل) آلومینیمی

چرا یک روی برگه (فویل) آلومینیمی درخشان تر از روی دیگر آن است؟ علت این امر میانه رفتن برای صرف جویی در وقت و فضا در مراحل پایانی فرآیند ساخت است. آلومینیم، مانند همهٔ فلزات چکش خوار است؛ یعنی، وقتی به اندازهٔ کافی فشرده شود (فشار برآن وارد آید) له می شود. این حالت با بسیاری از مواد جامد متمایز است که تحت فشار ترک برخواهند داشت. فلزات از این جهت چکش خوارند که اتم هایشان را دریایی متحرک که معمولاً الکترون هایی را پذیرفته و کنار هم نگه می دارد، به جای این که نیروهای پیوندی صُلب بین الکترون های یک اتم و الکترون های اتم بعدی بین آنها ارتباط برقرار کند؛ همان حالتی که در اکثر جامدات دیگر برقرار است. پس، عملاً خیلی مهم نیست که اتم های یک فلز نسبت به یکدیگر در کجا قرار دارند. بنابراین در درون دریای الکترون آزادانه به هر جا رانده می شوند. در کارخانهٔ ساخت فویل آلومینیم ورق های آلومینیم را تحت فشار زوج غلتک های (وردنهٔ) فولادی قرار می دهند که به تدریج به هم نزدیک تر می شوند و ورق آلومینیمی را هر چه نازک و نازک تر می

کنند. ضخامت فویل های آلومینیمی که در خانه ها مصرف می شوند کمتر از دو صدم میلی متر است. در مرحلهٔ نورد نهایی برای صرفه جویی در جا، دو ورق را همزمان به ساندویچ غلتک ها تغذیه می کنند. رویه های سر و ته با وردنه های فولادی جلا یافته تماس مستقیم پیدا می کنند و درخشان و خوشایند از کار در می آیند. اما رویه های داخلی ساندویچ به یکدیگر ـ آلومینیم به آلومینیم ـ فشرده (پرس) می شوند، از آنجا که آلومینیم خیلی از فولاد نرم تر است، این رویه ها به نحوی به داخل یکدیگر فشرده می شوند، و وقتی از هم جدا می شوند رویه ای کدرتر و زبرتر باقی می ماند. بین این قسمت از فویل آلومینیمی هیچ گونه تفاوت کاربردی وجود ندارد.

## کف صابون و آب شور

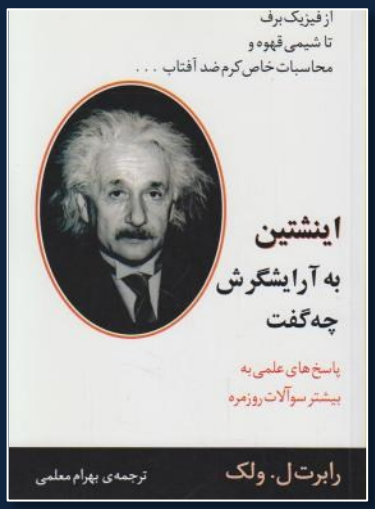
با دوستم داشتیم قایقرانی می کردیم. خواستم پیراهنم را بشویم. البته نخواستم این کار را با آب نوشیدنی خنکی که در قایق داشتیم انجام دهم؛ سعی کردم پیراهنم را با آب دریا و صابون بشویم. اما هر کاری کردم، صابون کف نکرد و پیراهنم تمیز نشد. چرا صابون در آب شور کف نمی کند و کارآیی ندارد؟ این هم از اتفاق های غریب روزگار است. دریانوردان کارشان سخت و غالباً همراه با انواع کثافتکاری است، اما با همهٔ این آبی که در دسترسشان است نه می توانندآب تنی کنند و نه در این آب ها لباس شان را با صابون بشویند. به هر حال با صابون های معمولی نمی توانند لباس بشویند. صابون خاصی به نام صابون «دریانوردان» یافت می شود که در آب شورکارآیی دارد. اما قبل از هر چیز ببینیم چرا صابون معمولی در آب شور کار (تمیز و کف) نمی کند. عجیب نیست که بدانید آب دریا حاوی مقدار زیادی نمک ـ سدیم کلراید ـ است. در اقیانوس های کرهٔ زمین به طور متوسط هر لیتر از محویات آب دریا بیشتر از ۱۰ گرم (نصف قاشق غذاخوری) سدیم کلراید وجود دارد. این سدیم است که صابون را ناکارآمد می کند، زیرا صابون پیش از آن که کارش را شروع کند باید در آب حل شود ولی در آبی که مقدار زیادی سدیم داشته باشد، صابون از کار خود باز می ماند. اما صابون هارا نباید با ترکیبات سدیم ساخت. پتاسیم خویشاوند شیمیایی بسیار نزدیک سدیم است و مسی توان آن را نیز با دنباله ها یا زنجیره های اسید چرب طولانی ترکیب کرد تا مولکول های صابون را تشکیل دهد. مقدار پتاسیم موجود در آب دریا در قیاس با سدیم بسیار اندک است، از این رو صابون های پتاسیم برای حل شدن در آب شور (و کف کردن) به مانعی برخورد نمی کنند. صابون های نامیده به نام «صابون دریانوردان» صابون هایی با پایهٔ پتاسیم اند.

## روفتن یا نرفتن؟ مسئله این است.

ممکن است پرسش احمقانه ای به نظر آید، اما چه چیزی باعث می شود رویدادها اتفاق افتند یا اتفاق نیفتند؟ منظورم این است که آب سرازیری جریان می یابد، اما سربالایی نمی رود. قند و شکر در قهوه حل می شوند، مگر وقتی که شکر مدت زیادی در قهوه بماند که دیگر نتوان آن را برگرداند. می توانم یک چوب کبریت را بگیرانم، اما نمی توانم از سوختنش جلو گیری کنم. آیا قانون و قاعده ای کیهانی وجود دارد که تعیین کند چه اتفاقی می تواند بیفتد و کدام نمی تواند؟ پاسخ این پرسش از این قرار است که در ه جای طبیعت بین دو کیفیت بنیادی توازن برقرار است: انرژی، که احتمالاً چیزهایی دربارهٔ آن می دانید، و آنتروپی، که احتمالاً چندان آن را نمی شناسید( اما بع زودی معلوماتی در خصوص آن کسب خواهید کرد). تنها همین توازن است که تعیین می کند آیا اتفاق رخ می دهد  یا خیر. نکته این است که ما در طبیعت بسیاری اتفاقات را مجاز می داریم که خود به خود، و به تنهایی، رخ دهند. اما اتفاقات دیگری هم هستند که هرگز خود به خود پیش نمی آیند، حتی اگر، بدون مداخله تا قیامت منتظر بمانیم. حال آن که اگر بین انرژی و آنتروپی توازن به درستی برقرار باشد، آن اتفاق خواهد افتاد؛ اگر این توازن برقرار نباشد، آن اتفاق هم نمی افتد. ابتدا به انرژی می پردازیم، سپس آنتروپی را توضیح خواهیم داد. به طور کلی همه چیز، در صورت توانایی، تلاش می کند انرژی اش را کاهش دهد. در آبشار، آب از طریق فرو ریختن به درون یک آبگیر خود را از شَرِ انرژی گرانشی انباشته اش خلاص می کند. اما همین آب به داخل آبگیر پای آبشار ریخت، دیگر آن انرژی یک «انرژی مرده» است ـ دست کم وقتی در حوزهٔ گرانشی آن را می نگریم؛ دیگر نمی توان آن را به بالای آبشار و نقطهٔ آغاز ریزش آب برگرداند. به این ترتیب، اگر همهٔ شرایط دیگر بدون تغییر بمانند، گرایش طبیعت از این قرار است که هر چیزی در صورت توانایی انرژی خود را کمتر می کند. این قانون شمارهٔ یک طبیعت است. اما کاهش انرژی فقط نیمی از ماجرای عواملی است که رویدادها از آنها ناشی می شوند.

نیمهٔ دیگر افزایش آنتروپی است. انتروپی فقط یک واژهٔ فانتزی برای بی نظمی، یا اتفاق، یعنی آرامش آشوبناک و بی نظم حوادث و چیزهاست. یعنی اتم ها و مولکول ها، در هر لحظهٔ مشخص، ممکن است یا در آرایشی منظم باشند یا به صورتی نامنظم به هر سو بجهند، یا هر آرایش دیگر را مابین این دو حالت به خود بگیرند، یعنی، می توانند مقادیر گوناگونی آنتروپی، از کم تا زیاد، داشته باشند. هرگاه همهٔ عوامل دیگر (یعنی، انرژی) مساوی باشند، گرانش طبیعت از این قرار است که همه چیز میل دارند هر چه بی نظم تر شوند ـ یعنی، هر چیزی در صورت توانایی انتروپی اش را افزایش می دهد. به بیان دیگر، مادام که افزایشی بیشتر از آن که جبران شود در انتروپی پیش بیاید افزایشی «غیرطبیعی» در انرژی می تواند رخ دهد. پس این پرسش که آیا یک رخداد می تواند خود به خود در طبیعت روی دهد یا خیر ـ بدون دخالتی از خارج ـ صرفاً برمی گردد به مسئلهٔ توازن بین قوانین انرژی و انتروپی. دربارهٔ شکر در قهوه موضوع از چه قرار است؟ شکر عمدتاً به علت حل می شود که افزایش انتروپی بسیار زیادی اتفاق می افتد، مولکول های شناور شکر در قهوه بسیار بی نظم تر از وقتی اند که به صورت بلورهای دانهٔ شکر به یکدیگر پیوند خورده بودند. در میان، عملاً اختلاف انرژی بین شکر جامد و شکر محلول وجود ندارد. (قهوه در هنگام حل کردن شکر داغتر یا سردتر نمی شود، این طور نیست؟) این هم فرآیند انتقال انتروپی است. ماجرای سوختن چوب کبریت چیست؟ انرژی ذخیره شده در سر چوب کبریت به صورت یک جهش یا انفجار گرمایی رها می شود و نور می تاباند. اما افزایش عظیمی در انتروپی هم اتفاق می افتد؛ زبانه کشیدن شعله، دود و گازها خیلی بی نظم تر از سر (گوگرد) فشردهٔ چوب کبریت است. از این رو، این واکنش از دو جهت با قوانین طبیعت سازگار است، که هم انرژی و هم با انتروپی به راه می افتد و انگیخته می شود. ویلیاردگیبس کاری که کرد این بود که برای تعادل و توازن انرژی ـ انتروپی معادله ای را تدوین کرد. اگر معادلهٔ گیبس نشان دهد که پس از بر هم کنش هر گونه تغییرات انتروپی «خطایی» هنوز هم مقداری انرژی باقی مانده است، آن انرژی (انرژی آزاد) می تواند برای راه انداختن رویدادهایی مصرف شود و فرایند مورد نظر خود به خود اتفاق خواهد افتاد. از سو ی دیگر، اگر مقدار انرژی قابل دسترس (آزاد) برای بر هم کنش و خنثی سازی تغییرات انتروپی «خطا» ناکافی باشد، فرایند رخ نمی دهد و نمی تواند رخ دهد مگر این که مقداری انرژی اضافی از خارج کسب کند. در این صورت، با اضافه کردن انرژی کافی همواره می توانیم بر این قانون انتروپی طبیعت غلبه کنیم که بنابرآن همه چیز به سوی بی نظمی میل و گرایش دارد. در اینجا مثالی برمی شماریم. در اقیانوس ها و دریاهای سراسر کرهٔ زمین حدود ده میلیون تن طلای محلول ـ به ارزش شصت هزار میلیارد دلار ـ پراکنده شده است. با تلاشی کافی می توانیم همهٔ آن را، اتم به اتم، جمع آوری کنیم. اما اتم ها در حجمی ۱/۴ میلیارد کیلومتر مکعبی پراکنده اند که این حجم اقیانوس ها با آرایشی کاملاً آشوبناک است که انتروپی فوق العاده بالایی دارند. انرژی ای که باید برای کاستن انتروپی اقیانوسی و جمع اوری طلاها باید صرف کنیم، برای یک مکان هزینه ای خیلی بیشتر از کل ارزش آن طلا خواهد داشت. ارشمیدس در شور و جذبه ای ناشی از پی بردن به قوانین مکانیک جملهٔ مشهوری را بر زبان جاری کرده است: *«هرمی با طول کافی و مکانی برای تکیه گاه آن به من بدهید، تا کرهٔ زمین را از جای خود حرکت دهم.»* اگر او در زمان خود نسبت به انتروپی آگاهی داشت و شیرینی ای به نام پای سیب را هم می شناخت، قاعدتاً این جمله را بر زبان می آورد: *« انرژی کافی به من بدهید تا این جهان آشوبناک را مانند پای سیب به نظم درآورم. »*

بنیاد بین المللی تئوری ها و دکترین ها
The International Foundation of Theories and Doctrines




**۶ نظریه ای که جهان را تغییر داد**

**نویسنده : پل استراترن**

**ترجمه: دکتر توکلی صابری ، بهرام معلمی**

**انتشارات مازیار**

**آدرس سایت :**

www.iftad.org

**آدرس ایمیل :**

books@iftad.org