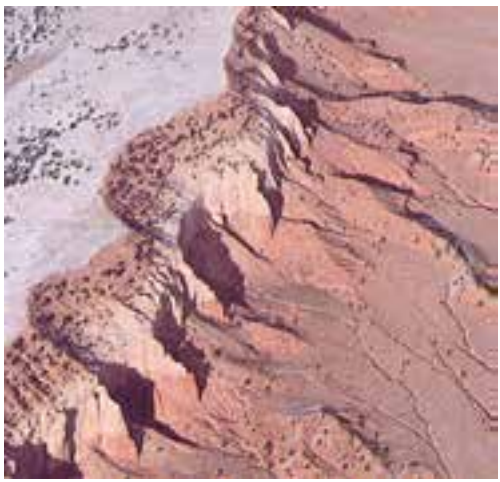
۹ رسم نقشه



شکل ۱ــ۹ــ تصویر یک منطقه غیر مسطح

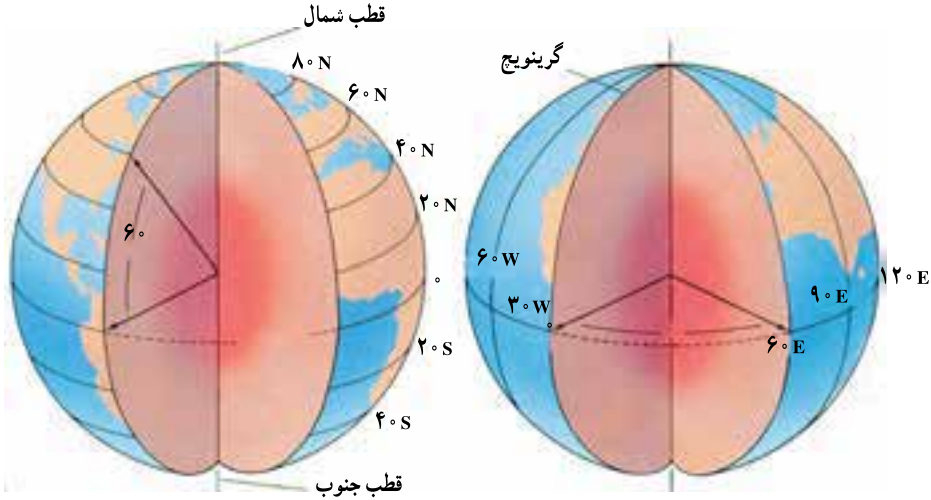
سطح خشکی‌ها، پستی و بلندی‌های فراوان دارد. وقتی با هواپیما از سطح زمین عکس‌برداری شود، پدیده‌هایی در عکس آشکار می‌شوند که از روی زمین نمی‌توان آنها را مشاهده کرد. مثلاً، از بالا بهتر می‌توان مسیر رودخانه‌ها، خطوط ساحلی، شکل کوه‌ها و دره‌ها را دید (شکل ۱ــ۹). با این همه، گاهی زمین‌شناسان به اطلاعاتی نیاز پیدا می‌کنند که حتی در چنین عکس‌هایی هم نمی‌توان آنها را یافت. به‌ویژه که این‌قبیل عکس‌ها فقط منطقهٔ محدودی را نشان می‌دهند و اگر هدف مطالعه در مناطق وسیعی باشد، به‌ناچار باید از **نقشه** استفاده شود که تصویر افقی قسمتی از زمین، با مقیاس معینی است.

یافتن نقاط در روی زمین

زمین تقریباً یک کره است. کره، نه بالا و پایین دارد و نه پهلو. پس درحالت معمولی نقطه‌ای را به‌عنوان مبدأ یا مبنای مقایسه نمی‌توان در روی آن یافت. اما از آنجا که کرهٔ زمین می‌چرخد، دو نقطه‌ای را که در بالا و پایین، زمین حول آن می‌چرخد، می‌توان نقاط مبدأ درنظر گرفت. به این‌دو نقطه، **قطب‌های جغرافیایی** می‌گویند. در نیم‌راه این دو نقطه هم خطی فرضی به‌نام **استوا** درنظر گرفته می‌شود که زمین رابه دو نیم‌کرهٔ شمالی و جنوبی تقسیم می‌کند. با این‌ترتیب، دو مبدأ مختصات را در روی زمین تعیین کرده‌اند که به کمک آنها می‌توان موقعیت هر نقطهٔ دلخواهی را تعیین کرد.

مختصات جغرافیایی : تعدادی دایرهٔ فرضی به‌نام **مدار** به موازات استوا رسم می‌شود که عرض جغرافیایی را نشان می‌دهند. مدارها، از خط استوا فاصلهٔ زاویه‌ای دارند. بدیهی است که مدارها نمی‌توانند بیشتر از ۹۰درجهٔ شمالی یا جنوبی باشند. البته درعمل، یک درجه عرض جغرافیایی حدود ۱۱۱کیلومتر یعنی معادل $\frac{۱}{۳۶۰}$ محیط زمین (حدود ۴۰هزارکیلومتر) است.

برای تعیین موقعیت نقاط، علاوه بر عرض، به طول هم نیاز داریم. **طول جغرافیایی** را با **نصف‌النهارها** مشخص می‌کنند. نصف‌النهارها دوایری فرضی‌اند که از دو قطب می‌گذرند. یک نصف‌النهار را به‌عنوان مبنا، انتخاب کرده‌اند که طول آن صفر است (گرینویچ). بقیهٔ نصف‌النهارها از این خط مبنا فاصلهٔ زاویه‌ای دارند و در شرق یا غرب آن قرار می‌گیرند. حداکثر مقدار طول جغرافیایی، معادل نصف محیط زمین، یعنی ۱۸۰درجه است. فاصلهٔ نصف‌النهارها از یکدیگر، در استوا حداکثر است و رو به قطب‌ها به‌تدریج کم می‌شود و در محل قطب‌ها به صفر می‌رسد (شکل ۲ــ۹) به‌عنوان مثال، (شهر تهران در ۵۱ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۴۲ دقیقه عرض شمالی واقع است).



شکل ۲ ــ۹ــ مدارها و نصف‌النهارهای زمین

فکر کنید

۱ــ طول و عرض جغرافیایی محل زندگی خود را چگونه اندازه‌گیری می‌کنید؟

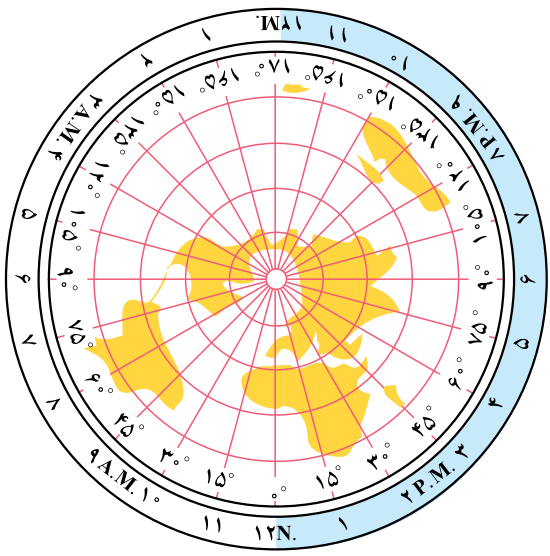
۲ــ چند راه برای این کار وجود دارد؟

۳ــ آیا می‌دانید هریک درجهٔ طول جغرافیایی روی زمین حدود چند کیلومتر است؟

زمان

در عصر ما که ارتباطات بسیار سریع و لحظه‌ای شده‌اند، تعیین اختلاف زمان بین نقاط مختلف زمین بسیار مهم است.

اگر خورشید را مبنای تعیین زمان حساب کنیم، ظهر، هنگامی است که خورشید به بالاترین نقطهٔ مسیر خود در آسمان می‌رسد. اما این پدیده، حالت محلی دارد و وقتی مثلاً خورشید در بالاترین نقطهٔ مسیر خود برفراز شهر مشهد است، دقایقی باید طی شود تا نظیر همان‌حالت برای شهر تهران و سپس برای شهر تبریز پیش‌آید. به عبارت دیگر، ظهر هر محل، ویژهٔ همان محل است. به همین دلیل، برای جلوگیری از بروز مشکلات مربوط به تعیین زمان، سطح کرهٔ زمین را به ۲۴ منطقه تقسیم کرده‌اند و برای هر منطقه، **ساعت استاندارد** درنظر گرفته شده است (شکل ۳ ــ ۹).



شکل ۳ــ۹ــ اختلاف ساعت در نقاط مختلف زمین

اگر محیط زمین، یعنی ۳۶۰ درجه را بر ۲۴ ساعت تقسیم کنیم، مشاهده می‌کنیم که زمین در هر ساعت، معادل ۱۵ درجه می‌چرخد. پس، هر قسمت ازمناطق ۲۴ گانهٔ زمانی، معادل ۱۵ درجه است و زمان در هر منطقه، یک ساعت با منطقهٔ دیگر اختلاف دارد و چون جهت چرخش زمین از غرب به شرق است، مناطق شرقی از نظر زمانی، جلوتر از مناطق غربی هستند. مثلاً فاصلهٔ زمانی تهران تا لندن، معادل ۳ ساعت‌و نیم است. و اگر تهران ساعت ۳/۵ بعد از ظهر باشد در لندن ساعت ۱۲ است.

نقشه‌های توپوگرافی

نقشه‌هایی که در علوم زمین کاربرد فراوان دارند، دونوع‌اند : **نقشه‌های توپوگرافی** و **نقشه‌های زمین‌شناسی**. اساس نقشه‌های زمین‌شناسی نیز نقشه‌های توپوگرافی است.

خصوصیت نقشه‌های توپوگرافی و فرق آنها با نقشه‌های جغرافیایی در این است که روی چنین

نقشه‌هایی، پستی‌ها و بلندی‌های روی زمین مشخص شده‌است. البته عوارض طبیعی چون رودها، دریاچه‌ها و حتی جاده‌ها و ساختمان‌ها را نیز گاهی متناسب با احتیاج، در روی این نقشه‌ها مشخص می‌کنند.

در شکل ۴ــ۹، شکل پایین، جزیره‌ای را از پهلو نشان می‌دهد. شکل بالا نیز همان جزیره را از بالا نشان می‌دهد. اما در هیچ‌کدام از این دو شکل، اندازهٔ جزیره و مقدار ارتفاع آن معلوم نیست.

شکل ۴ــ۹ــ تصویر افقی جزیره در نقشه توپوگرافی

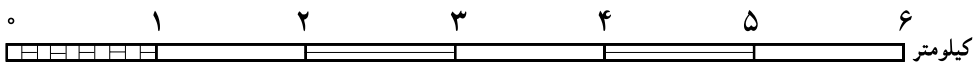
مقیاس: مقیاس هر نقشه عبارت است از نسبت فاصلهٔ دو نقطه در روی نقشه به فاصلهٔ افقی همان دو نقطه درروی زمین. مقیاس نقشه‌ها را معمولاً به صورت کسری یا ترسیمی نشان می‌دهند. مقیاس کسری به شکل یک کسر ساده با صورت ۱ بیان می‌شود، مثلاً اگر فاصلهٔ دو نقطه بر روی نقشه یک سانتی‌متر و فاصلهٔ افقی همان دو نقطه بر روی زمین ۵۰۰ متر باشد، مقیاس آن نقشه به‌روش زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{مقیاس} = \frac{\text{یک سانتی‌متر}}{\text{۵۰۰۰ سانتی‌متر}} = \frac{۱}{۵۰۰۰}$$

هرچه مخرج کسر بزرگ‌تر باشد نقشه کوچک‌مقیاس‌تر خواهد بود. مثلاً نقشهٔ یک دوهزارم از نقشه یک‌هزارم کوچک مقیاس‌تر است.

در مقیاس ترسیمی، مقیاس را به شکل نواری که از چپ به راست متناسب با طول‌های واقعی تقسیم‌بندی شده‌اند، نشان می‌دهند. مثلاً آن چه در شکل ۵ــ۹ نشان داده شده به مفهوم آن است که طولی معادل هر قسمت این مقیاس در روی نقشه، نمایانگر یک کیلومتر در روی زمین است. چون طول هر قسمت در شکل ۵ــ۹ برابر ۲ سانتی‌متر است، بنابر این، مقیاس آن به صورت کسری برابر است با:

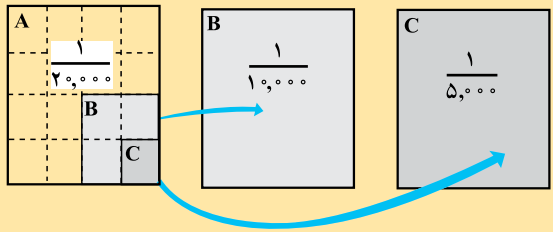
$$\frac{۲\text{cm}}{۱\text{km}} = \frac{۲}{۱۰۰۰۰۰} = \frac{۱}{۵۰۰۰۰}$$



شکل ۵ــ۹ــ مقیاس خطّی

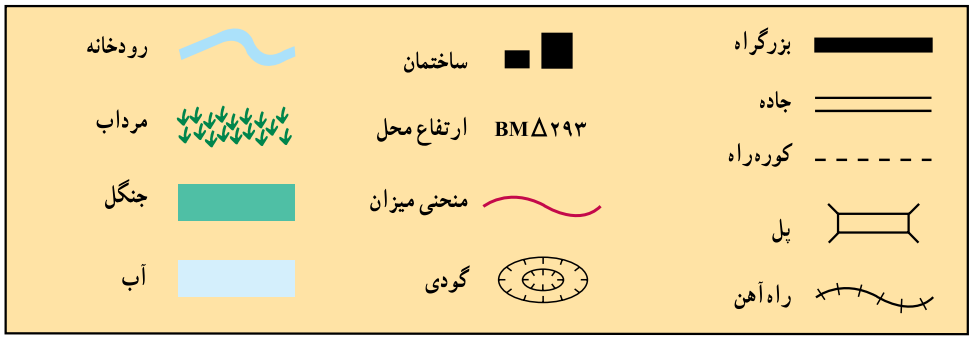
تفسیر کنید

با توجه به اینکه دو نقشهٔ دارای مقیاس‌های متفاوت، با ابعاد مساوی بر روی صفحه رسم شده‌اند، رابطهٔ میان مساحت منطقه‌های مورد نقشه‌برداری چه بوده است؟ از شکل‌های زیر کمک بگیرید.



علائم قراردادی و رنگ نقشه

در یک نقشهٔ بزرگ‌مقیاس، می‌توان تمام عوارض زمین ازقبیل راه‌ها، رودخانه، جنگل، دریاچه، شهرها، روستاها و حتی ساختمان‌ها را با ابعاد و اشکال حقیقی روی صفحهٔ کاغذ (نقشه) نشان داد؛ ولی برای نشان‌دادن قسمت بزرگی از زمین در روی نقشه (مثلاً یک کشور)، اجباراً باید مقیاس نقشه را کوچک انتخاب کرد. دراین‌صورت نمی‌توان تمام عوارض طبیعی و جغرافیایی را با مقیاس نقشه و به ابعاد و اشکال حقیقی روی نقشه برد. مثلاً یک جاده به عرض ده‌متر روی نقشه به مقیاس $\frac{۱}{۲۰۰۰۰}$ نیم‌میلی‌متر پهنا خواهد داشت که ترسیم آن آسان است، ولی اگرنقشه به مقیاس $\frac{۱}{۲۰۰۰۰۰}$ باشد، عرض این جاده روی نقشه پنج‌صدم میلی‌متر خواهد بود و رسم آن روی نقشه ممکن نیست. درنتیجه، لازم است در چنین مواردی ازعلائم قراردادی استفاده کنیم. شکل ۶ــ۹ نمونه‌ای از این‌قبیل علائم را نشان می‌دهد.



شکل ۶ــ۹ــ معمولاً در نقشه‌های توپوگرافی منحنی‌های تراز را به رنگ قهوه‌ای، راه‌ها و خطوط راه‌آهن و شهرها و اسامی و نوشته های روی نقشه را با رنگ سیاه، رودخانه‌ها و کانال‌ها و دریاچه‌ها و دریاها را به رنگ آبی و جنگل و مناطق پوشیده از گیاه را به رنگ سبز نشان می‌دهند.

طرز نشان‌دادن پستی و بلندی زمین روی نقشه

در تهیهٔ نقشه‌های توپوگرافی پس‌از انتخاب مقیاس نقشه، دانستن نحوهٔ تعیین موقعیت نقاط (طول و عرض جغرافیایی) و انتخاب سیستم تصویر لازم است که برآمدگی‌ها و فرورفتگی‌های زمین یا به‌عبارت‌دیگر کوه‌ها و دره‌ها را روی نقشه نشان بدهیم. نشان دادن برجستگی‌ها و فرورفتگی‌ها روی نقشه که یک صفحهٔ مسطح است به روش خاصی نیاز دارد. طریقه‌های مختلفی برای این کار متداول است که مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از :

منحنی میزان (Contour) : روی نقشه علاوه بر مختصات نقاط (طول و عرض جغرافیایی یا x و y)، ارتفاع آنها نسبت به سطح دریا قبلاً معلوم می‌شود. از به‌هم پیوستن نقاطی که دارای «ارتفاع مساوی» هستند منحنی‌هایی به‌وجود می‌آید که در اصطلاح نقشه‌برداری آنها را **منحنی‌میزان** یا **منحنی‌تراز** می‌نامند (شکل ۷ــ۹).

روی منحنی‌های میزان ارتفاع مربوط به آنها نوشته می‌شود. اگر روی یک منحنی میزان عدد ۱۵۰۰ نوشته شده باشد به‌این‌معناست که تمام نقاط روی این منحنی از سطح دریا ۱۵۰۰ متر ارتفاع دارند. اگر روی یک منحنی بالاتر از منحنی فوق عدد ۱۶۰۰ و روی یک منحنی پایین‌تر، عدد ۱۴۰۰ نوشته شده باشد نشان دهندهٔ این است که دراین نقشه منحنی‌های میزان با اختلاف ارتفاع صدمتری ترسیم شده‌اند. این اختلاف، فاصلهٔ‌تراز نامیده می‌شود. فاصلهٔ تراز بسته به مقیاس نقشه و عوارض منطقه از ۱۰ تا ۲۵۰ متر انتخاب می‌شود و نیز باید دانست که در نقشه‌های خیلی بزرگ مقیاس، یا زمین نسبتاً مسطح، فاصلهٔ تراز یک متر و حتی کمتر از آن‌هم ممکن است انتخاب شود. معمولاً ارتفاع را در روی همهٔ منحنی‌ها نمی‌نویسند، بلکه از هر ۵ منحنی یکی را پررنگ‌تر می‌کشند و رقم ارتفاع را در کنارش می‌نویسند.

نقشه‌خوانی

برای آنکه بتوانید از نقشه‌ها استفاده کنید، باید به نکات زیر توجه داشته باشید :

جهت : روی هر نقشه، شبکهٔ مدارات و نصف‌النهارات رسم شده است. اگر خطوط مذکور روی نقشه رسم نشده باشد، معمولاً پیکانی که جهت شمال را نشان می‌دهد در کنار نقشه رسم شده است و این شمال معمولاً شمال مغناطیسی است. پس با داشتن جهت می‌توانیم موقعیت خود را روی نقشه بدانید.

مسافت : از روی نقشه می‌توانید مسافت بین دو نقطه یا دو شهر را تعیین کنید. برای تعیین مسافت بین دو نقطه لازم است اول مقیاس نقشه را بدانید، سپس فاصلهٔ دو نقطه را با خط‌کش و با دقت (درحد میلی‌متر) اندازه بگیرید. با استفاده از یک تناسب فاصلهٔ دو نقطه را تعیین کنید. مثلاً اگر فاصلهٔ دو نقطهٔ A و

B روی نقشه ۲۳ میلی‌متر و مقیاس نقشه $\frac{۱}{۲۰۰۰۰}$ باشد بنابر این فاصله آن دو نقطه روی زمین عبارتست از :

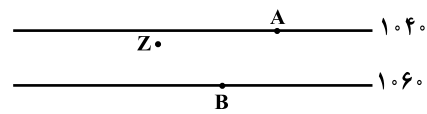
میلی‌متر روی نقشه	میلی‌متر روی زمین
۱	۲۰۰۰۰
۲۳	x

$x = ۲۳ \times ۲۰۰۰۰ = ۴۶۰۰۰۰$ میلی‌متر

به عبارت دیگر فاصلهٔ دو نقطهٔ A و B برابر با ۴۶۰ متر است.

اگر فاصلهٔ دو نقطه C و D در روی نقشه دیگری برابر با ۲۳ میلی‌متر ولی مقیاس نقشه برابر با $\frac{۱}{۱۰۰۰۰۰}$ باشد فاصلهٔ D و C چقدر خواهد بود؟

تعیین ارتفاع : تعیین ارتفاع نقاط از روی نقشه‌هایی که منحنی میزان دارند به‌آسانی امکان‌پذیر است. مثلاً در یک نقشه، نقطهٔ A ۱۰۴۰متر و نقطهٔ B ۱۰۶۰ متر ارتفاع دارند، چون به‌ترتیب در روی منحنی‌های ۱۰۴۰ و ۱۰۶۰ واقع شده‌اند. اما ارتفاع نقطهٔ Z که در بین منحنی ۱۰۴۰ و ۱۰۶۰ واقع شده و به منحنی میزان ۱۰۴۰ نزدیک‌تر است احتیاج به محاسبه دارد. اول فاصلهٔ بین دو منحنی را در نزدیکی Z با خط‌کش میلی‌متری اندازه می‌گیریم، بعد فاصلهٔ نقطهٔ Z را با منحنی ۱۰۴۰ می‌سنجیم، سپس با بستن تناسب ارتفاع نقطهٔ z را به‌دست می‌آوریم. فاصلهٔ دومنحنی ۱۰میلی‌متر و فاصلهٔ Z تا منحنی ۱۰۴۰ برابر با ۳ میلی‌متر و فاصلهٔ تراز ۲۰ متر است.



میلی‌متر	متر
۱۰	۲۰
۳	$x = \frac{۳ \times ۲۰}{۱۰} = ۶$ متر

پس ارتفاع نقطهٔ Z برابر است با : ۱۰۴۰ + ۶ = ۱۰۴۶ متر

تعیین مقدار شیب سطح زمین : شیب سطح زمین در بین دو نقطه را می‌توان با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی به‌دست آورد. برای محاسبه شیب بین دو نقطه لازم است که فاصله و اختلاف ارتفاع بین دو نقطه را مطابق آنچه گفته شد به‌دست آورد. سپس با استفاده از رابطهٔ زیر مقدار درصد شیب را تعیین کرد :

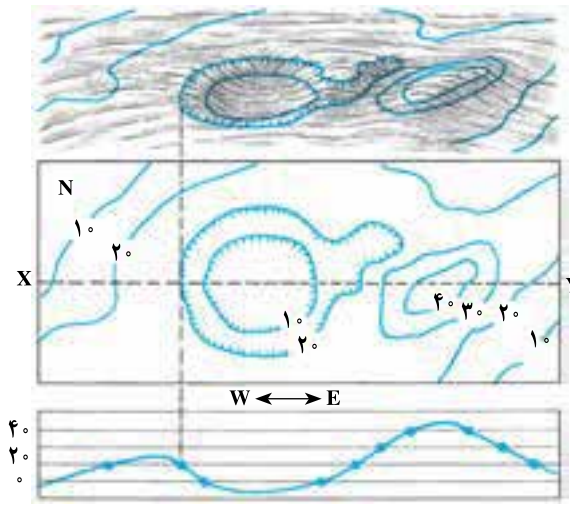
$$\text{شیب متوسط} = \frac{\text{اختلاف ارتفاع دو نقطه (متر)}}{\text{فاصلهٔ افقی دو نقطه (متر)}} \times ۱۰۰$$

مثال :فاصلهٔ افقی دو نقطهٔ A و B برابر با ۲۰۰۰ متر و اختلاف ارتفاع بین آن‌دو برابر با ۸۰ متراست پس :

$$\text{شیب متوسط} = \frac{۸۰\text{m} \times ۱۰۰}{۲۰۰۰\text{m}} = ٪۴$$

یعنی شیب متوسط بین دو نقطهٔ A و B چهار درصد است.

رسم نیم‌رخ توپوگرافی : برای آنکه تصویر بهتری از شکل سطح زمین دریک راستای معین ارائه دهیم، می‌توانیم نیم‌رخ توپوگرافی زمین را درآن راستا رسم کنیم. به‌عبارت دیگرنیم‌رخ توپوگرافی، نمایش پستی‌ها و بلندی‌های سطح زمین دریک برش قائم از زمین است. در رسم نیم‌رخ توپوگرافی، گاهی برای بهتر نشان دادن پستی‌ها و بلندی‌ها، مقیاس قائم بزرگ‌تر از مقیاس افقی درنظر گرفته می‌شود. روشن است که دراین حالت شیب‌ها واقعی نخواهند بود.



شکل ۷ــ۹ــ نحوهٔ تهیهٔ نیم‌رخ توپوگرافی.
(مقیاس قائم و افقی یکسان است)

برای تهیهٔ نیم‌رخ توپوگرافی طبق مراحل زیر عمل می‌کنیم :

ــ راستای نیم‌رخ را با رسم یک خط روی نقشه مشخص می‌کنیم (خط XY در شکل ۷ــ۹).

ــ مقیاس قائم نیم‌رخ را تعیین می‌کنیم (مقیاس افقی را همان مقیاس نقشه درنظر می‌گیریم).

ــ روی یک صفحه کاغذ، تعدادی خطوط افقی رسم می‌کنیم (به‌جای این‌کار می‌توانیم از یک صفحه کاغذ میلی‌متری استفاده کنیم). فواصل خطوط افقی براساس مقیاس قائم نیم‌رخ تعیین می‌شود. بنابراین، در طرف چپ ارتفاعات را مشخص می‌کنیم.

ــ لبهٔ بالایی کاغذ را در راستای مورد نظر (XY) روی نقشه قرار می‌دهیم.

ــ در هرجا که یک منحنی تراز لبهٔ کاغذ را قطع کرد، خط قائمی به‌طرف پایین رسم می‌کنیم تا به‌خط افقی هم‌ارتفاع خود برسد. این‌کار را برای بقیهٔ منحنی‌های تراز نیز انجام می‌دهیم. نقاطی مثل قلهٔ کوه‌ها، قعر دره‌ها، جاده‌ها یا شهرهایی را که در مسیر نیم‌رخ موردنظر قرار دارند نیز مشخص می‌کنیم.

ــ با متصل کردن نقاط حاصل، نیم‌رخ موردنظر را رسم می‌کنیم. برای رسم نیم‌رخ نباید از خط‌کش استفاده کرد؛ بلکه باید به‌شکل طبیعی ناهمواری‌های زمین توجه داشت.

ــ با مشخص کردن جهت نیم‌رخ و درج مقیاس‌های قائم و افقی در روی آن نیم‌رخ را کامل می‌کنیم (شکل ۷ــ۹).

اندازه گیری کرده و سپس تفسیر کنید.

۱ــ موقعیت هر نقطه در کرهٔ زمین را چگونه مشخص می کنند؟

۲ــ در نقشه‌ای به مقیاس $\frac{۱}{۲۰,۰۰۰}$ ، فاصلهٔ هر سانتی‌متر در روی نقشه، معادل چندمتر در روی زمین است؟ در نقشه‌ای با این مقیاس، هرکیلومترمربع از سطح افقی زمین، درروی نقشه چند سانتی‌متر مربع نشان داده می‌شود؟

۳ــ مقیاس $\frac{۱}{۱۰۰۰,۰۰۰}$ را به‌صورت ترسیمی نشان دهید.

۴ــ باتوجه به نقشهٔ زیر :

الف ــ جهت جریان آب رودخانه به کدام سمت است؟

ب ــ شیب دیواره دره درکدام سمت رودخانه بیشتر است؟

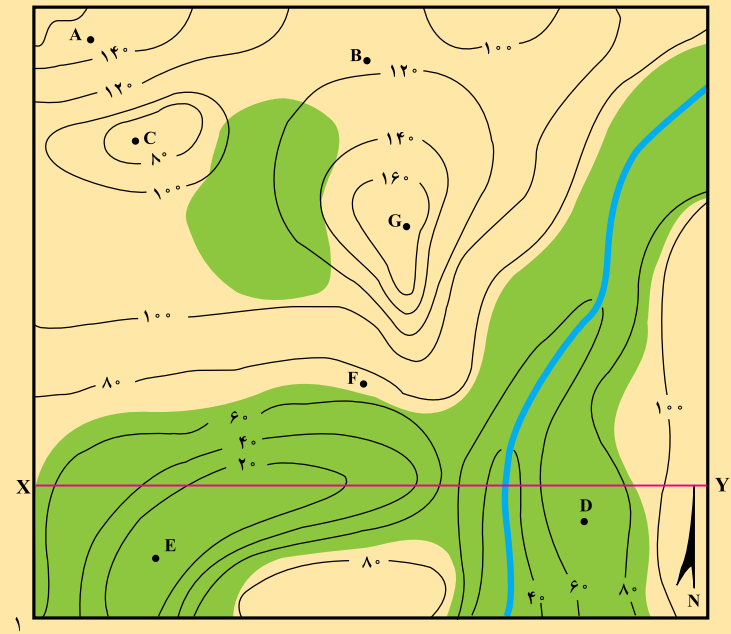
ج ــ فاصلهٔ افقی AB در سطح زمین چندمتر است؟

د ــ مقدار درصد شیب دره را در فاصله AB بیان کنید.

هـ ــ کم‌ارتفاع‌ترین نقطه در محدودهٔ نقشه کجاست؟ مقدار تقریبی آن چگونه برآورد می‌شود؟

و ــ نقطهٔ D در چه ارتفاعی قراردارد؟

ز ــ یک نیم‌رخ توپوگرافی درجهت xy نقشه رسم کنید.



مقیاس = $\frac{۱}{۱۰۰۰۰}$

نقشه‌های زمین‌شناسی

مهم‌ترین کاربرد نقشه‌های توپوگرافی در زمین‌شناسی، استفاده از آنها به‌عنوان نقشهٔ پایه در تهیهٔ نقشه‌های زمین‌شناسی است.

نقشه‌های توپوگرافی شکل سطح زمین را در یک منطقه نشان می‌دهند، ولی نقشه‌های زمین‌شناسی نمایان‌گر وضع زمین‌شناسی هر محل‌اند. در نقشه‌های زمین‌شناسی، پراکندگی سطحی سنگ‌ها یا واحدهای سنگی، روابط سنی آنها، وضعیت ساختمانی و همچنین موقعیت کانسارها به نمایش گذاشته می‌شود.

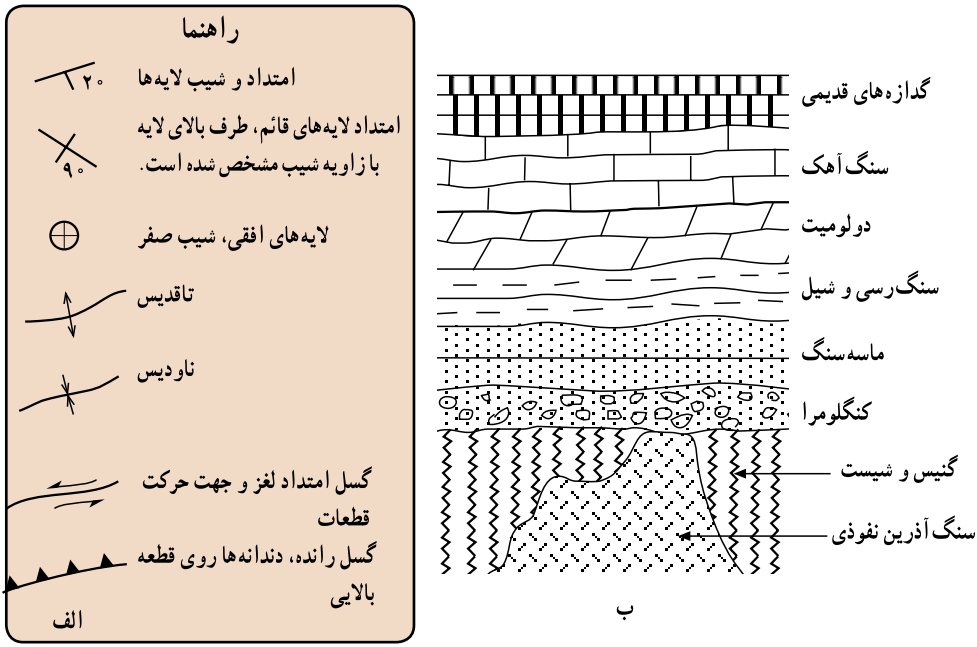
تهیهٔ نقشهٔ زمین‌شناسی : اساس کار تهیهٔ نقشهٔ زمین‌شناسی تعیین واحدهای سنگی مناسبی است که قابل نقشه‌برداری باشند. این واحدها باید ویژگی‌هایی داشته باشند که آنها را از واحدهای دیگر قابل تشخیص سازد. چنان‌که در فصل ۸ گفتیم «سازند» واحد سنگی اصلی چینه‌شناسی، در مطالعات زمین‌شناسی و تهیهٔ نقشه‌های زمین‌شناسی است. سازند، مجموعه‌ای از چینه‌هاست که ویژگی‌های سنگ‌شناسی آنها طوری است که از واحدهای بالا و پایین خود متمایز باشند. ضخامت و گسترش سازندها به‌قدری است که قابل نقشه‌برداری‌اند.

تهیهٔ نقشه زمین‌شناسی مستلزم مطالعه و بررسی مستقیم منطقهٔ مورد نظر و جمع‌آوری اطلاعات لازم از بیرون‌زدگی‌هاست. علاوه‌بر جنس سنگ‌ها و نوع واحدهای سنگی و سن نسبی آنها، اطلاعات دیگری مثل امتداد و شیب لایه‌ها و گسل‌ها و درزها؛ ضخامت لایه‌ها، نوع ساختمان‌های زمین‌شناسی، موقعیت کانسارها و اطلاعات لازم دیگر گردآوری می‌شود. دقت یک نقشهٔ زمین‌شناسی، علاوه بر مهارت زمین‌شناس به پیچیدگی وضعیت زمین‌شناسی محل و چگونگی بیرون‌زدگی سنگ‌ها نیز وابسته است. خاک‌های ضخیم، پوشش‌های گیاهی، دریاچه‌ها و باتلاق‌ها می‌توانند سنگ‌های زیرین را بپوشانند و تهیهٔ نقشهٔ زمین‌شناسی را مشکل‌تر کنند. در بعضی بیرون‌زدگی‌ها ممکن است سنگ‌ها به‌شدت هوازده باشند و نوع سنگ‌ها و شیب و امتداد لایه‌ها به‌خوبی قابل تشخیص نباشد، درحالی که در برخی بیرون‌زدگی‌های دیگر ممکن است بتوان اطلاعات زیادی به‌دست آورد. در مناطق مرطوب معمولاً سنگ‌بستر پوشیده از گیاهان و قشر ضخیم خاک است و بیرون‌زدگی‌های کمی وجود دارد. دراین‌گونه مناطق وضعیت زمین‌شناسی را می‌توان در بریدگی جاده‌ها، درهٔ رودخانه‌ها و نقاطی ازاین‌قبیل مطالعه کرد. درمناطق خشک و نیمه‌خشک (مثل بخش‌های وسیعی از کشور ما) سنگ‌ها به‌طور کامل بیرون زده‌اند و بنابراین، تهیهٔ نقشه زمین‌شناسی آسان‌تر است.

یکی از ضروریات اولیه در تهیهٔ نقشهٔ زمین‌شناسی برای یک محل، در دست داشتن یک نقشهٔ پایه

(ترجیحاً یک نقشهٔ توپوگرافی که فاصلهٔ منحنی‌های تراز بیش‌از پنج مترنباشد) یا داشتن عکس‌های هوایی محل است. اطلاعات گردآوری شده را برروی نقشه‌های توپوگرافی یا عکس‌های هوایی پیاده می‌کنند و سپس آنها را به نقشهٔ زمین‌شناسی تبدیل می‌نمایند. برای این‌کار باید بتوان بین بیرون‌زدگی‌ها ارتباط یا همبستگی (تطابق) چینه‌شناسی برقرار کرد. نقشه‌های توپوگرافی و عکس‌های هوایی از نظر ارتباط دادن بین بیرون‌زدگی‌ها بسیار مفیدند. مثلاً ممکن است تمام بیرون‌زدگی‌هایی که بر روی برآمدگی قرار دارند یک واحد سنگی معین را نشان دهند. آنچه که در نقشه‌های زمین‌شناسی عملاً نشان داده می‌شود مرز بین واحدهای سنگی مختلف است که به‌آن **همبری** یا **کنتاکت** (Contact) بین لایه‌ها می‌گویند. در جایی که همبری واحدهای سنگی واضح است به‌صورت خط پر و درجایی که چندان روشن نیست به‌صورت خط‌چین کشیده می‌شود.

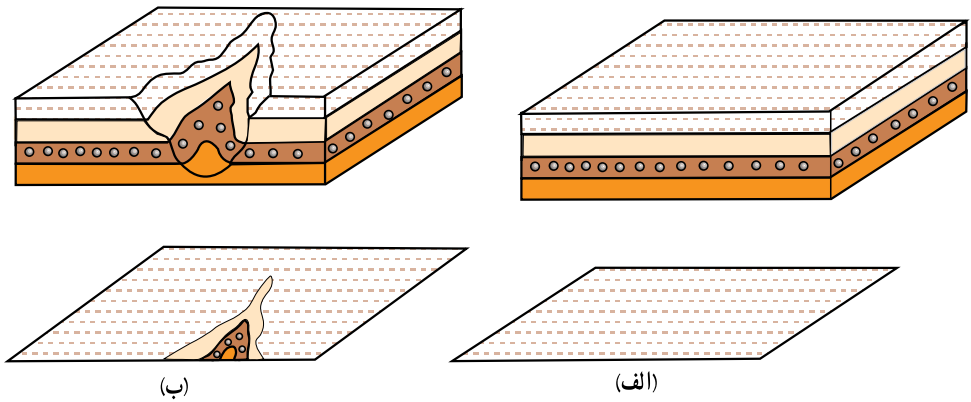
در راهنمای نقشه، توصیف مختصری ازهریک از واحدهای آن می‌آید. علاوه بر رنگ، هریک از واحدها با نماد حرفی معینی نیز مشخص می‌شوند (مثلاً ممکن است سازند شمشک که متعلق به ژوراسیک است با Js مشخص شود).



شکل ۸ــ۹ــ نشانه‌هایی که معمولاً برای نشان‌دادن ساخت‌های زمین‌شناسی (الف) و برخی انواع سنگ‌ها (ب) در نقشه‌های زمین شناسی به‌کار می‌رود.

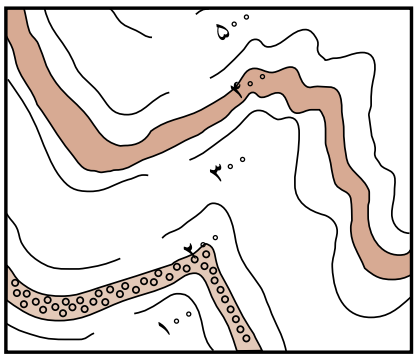
تعبیر و تفسیر نقشه‌های زمین‌شناسی : نحوهٔ بیرون‌زدگی لایه‌ها و توده‌های سنگی در نقشه‌ها به وضعیت آنها و توپوگرافی زمین بستگی دارد. دراین‌جا برخی حالات ساده را مورد بررسی قرار می‌دهیم :

الف) لایه‌های افقی : حالت ساده‌ای را درنظر بگیرید که لایه‌ها افقی و سطح زمین نیز افقی باشد. روشن است که دراین حالت تنها بالاترین لایه در سطح زمین قابل مشاهده است و درنتیجه در نقشهٔ زمین‌شناسی نیز تنها این لایه به نمایش درخواهد آمد؛ زیرا لایه‌های زیرین در سطح زمین بیرون‌زدگی ندارند (شکل ۹ــ۹ــ الف). حال اگر در چنین منطقه‌ای، مثلاً به‌علت فرسایش رودخانه‌ای، دره‌ای ایجاد شود، ممکن است لایه‌های زیرین نیز در سطح زمین رخنمون پیدا کنند و درنتیجه در نقشه نشان داده شوند (شکل ۹ــ۹ــ ب).



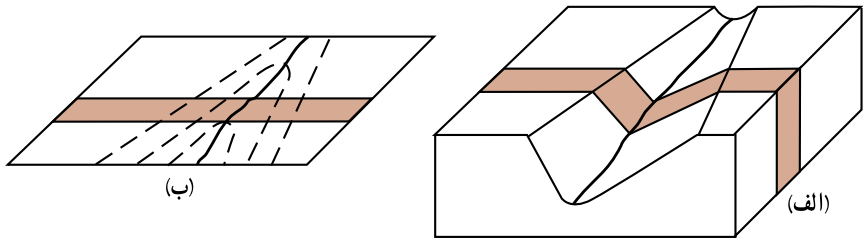
شکل ۹ــ۹ــ نمودار سه‌بعدی (بالا) و نقشهٔ زمین‌شناسی (پایین) یک‌سری لایه‌های افقی. الف : وقتی سطح زمین افقی باشد تنها بالاترین لایه به نقشه درمی‌آید. ب : وقتی سطح زمین برجسته و فرورفته باشد، لایه‌های زیرین نیز ممکن است در نقشه نشان داده شوند.

وقتی لایه‌ها افقی باشند، چون سطح جداکنندهٔ هر دولایهٔ روی‌هم افقی است، بنابراین، محل برخورد این سطح با سطح زمین در تمام نقاط ارتفاع یکسان دارد. به‌این جهت اگر نقشهٔ زمین‌شناسی همراه منحنی‌های تراز توپوگرافی باشد، خط همبری لایه‌های افقی در همه‌جا موازی منحنی‌های تراز است (شکل ۱۰ــ۹).



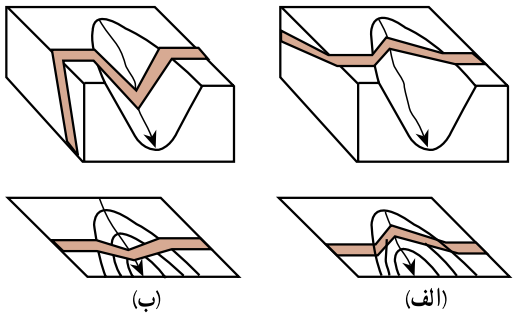
شکل ۱۰ــ۹ــ وقتی لایه‌ها افقی باشند، خط همبری لایه‌ها در همه‌جا با منحنی‌های تراز توپوگرافی موازی است.

ب) لایه‌های قائم : طرح همبری لایه‌های قائم در نقشه‌های زمین‌شناسی متأثر از توپوگرافی نیست و به‌صورت خطوط مستقیم به‌نمایش درمی‌آید. مثلاً یک **دایک** قائم با ضخامت ثابت به‌صورت دوخط مستقیم موازی نشان داده می‌شود (شکل ۱۱ــ۹).



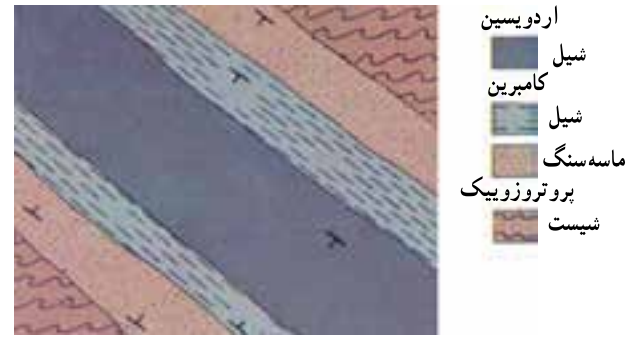
شکل ۱۱ــ۹ــ نمودار سه‌بعدی (الف) و نقشهٔ زمین‌شناسی (ب) یک لایه قائم.

ج) لایه‌های مایل : الگوی همبری لایه‌های مایل در نقشه‌های زمین‌شناسی به‌سادگی لایه‌های افقی و قائم نیست و با توجه به توپوگرافی زمین و شیب لایه به‌شکل‌های مختلف ظاهر می‌شود. به‌طور مثال، بیرون‌زدگی لایه‌های مایل در درهٔ رودخانه‌ها معمولاً V شکل است (جز در مواردی که شیب کف دره و لایه در یک جهت و یکسان باشد). نمونه‌ای از بیرون‌زدگی یک لایهٔ مایل در درهٔ رودخانه در شکل ۱۲ــ۹ نشان داده شده است.

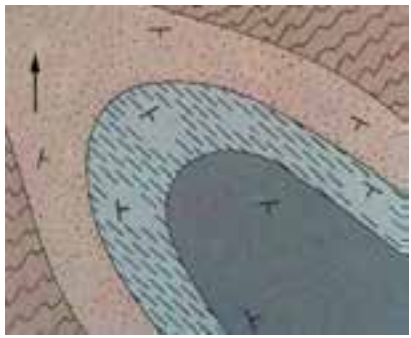


شکل ۱۲ــ۹ــ نمودار سه‌بعدی (بالا) و نقشهٔ زمین‌شناسی (پایین) لایه‌های مایل.

د) چین‌ها : شکل چین‌ها در نقشه‌های زمین‌شناسی به‌نوع چین وتوپوگرافی زمین بستگی دارد. اگر سطح زمین افقی باشد، چین افقی (چینی با محور افقی)، به‌صورت یک رشته خطوط موازی در نقشهٔ زمین‌شناسی به نمایش درمی‌آید (شکل ۱۳ــ۹). لایه‌ها معمولاً نسبت به اثر محوری چین به‌طور قرینه تکرار می‌شوند. در چین دارای میل (چینی با محور مایل)، لایه‌ها به صورت V شکل (شکل ۱۴ــ۹) یا زیگزاک مانند رخنمون دارند. نوک V در تاقدیس‌ها جهت زاویهٔ میل چین را نشان می‌دهد (در ناودیس‌ها به‌عکس است). اگر چین برگشته نباشد، شیب پهلوهای چین در ناودیس‌ها به‌طرف هم است و در تاقدیس‌ها ازهم دور می‌شود. در چین‌های برگشته شیب لایه‌ها در هردو پهلوی چین به یک سمت است.



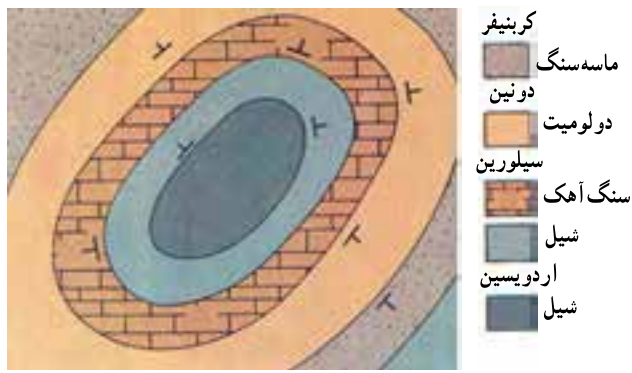
شکل ۱۳ــ۹ــ نقشه زمین‌شناسی یک ناودیس با محور افقی



شکل ۱۴ــ۹ــ نقشهٔ زمین‌شناسی یک ناودیس مایل. جهت میل ناودیس به طرف جنوب‌شرقی است.

طرح همبری لایه‌ها در گنبدهای ساختمانی (تاقدیس‌های گنبدی‌شکل) به‌صورت تقریباً دایره یا بیضی است که شیب لایه‌ها از مرکز دور می‌شود. در چنین ساختمان‌هایی، قدیمی‌ترین سنگ‌ها در مرکز قراردارند (شکل ۱۵ــ۹). در حوضه‌های ساختمانی (ناودیس‌های کاسه‌مانند) شیب لایه‌ها و توالی آنها برعکس گنبدهای ساختمانی است.

در زمین‌های دارای پستی و بلندی، شکل رخنمون چین‌ها نیز، مانند آنچه که در مورد لایه‌ها گفتیم، متأثر از توپوگرافی زمین است.

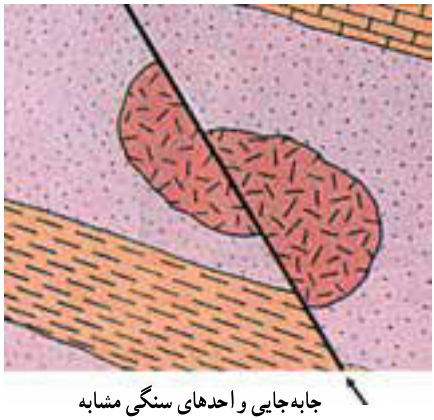


شکل ۱۵ــ۹ــ یک گنبد ساختمانی به‌صورتی که در یک نقشهٔ زمین‌شناسی ظاهر می‌شود.

هـ) گسل‌ها : آنچه که در مورد طرح بیرون‌زدگی سطوح لایه‌بندی گفتیم درمورد گسل‌ها نیز صادق است. مثلاً گسل قائم به صورت خط مستقیم درنقشه به‌نمایش در می‌آید. گسل‌ها موجب قطع‌شدگی و جابه‌جایی سنگ‌ها می‌شوند، بنابراین در نقشهٔ زمین‌شناسی ممکن است یک لایهٔ معین، یک تودهٔ آذرین

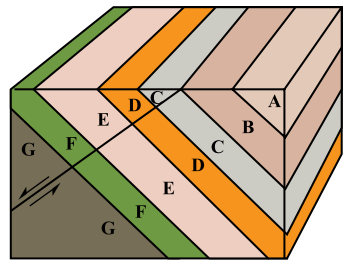
یا هر ساخت دیگری در طرفین یک گسل جابه‌جایی نشان دهد (شکل ۱۶ــ۹).

گسل‌ها ممکن است موجب تکرار لایه‌ها شوند. در شکل ۱۷ــ۹ گسل موجب تکرار لایه‌ها شده است (توجه کنید برخلاف شکل ۱۳ــ۹ در اینجا جهت شیب و توالی لایه‌ها تغییر نکرده است).

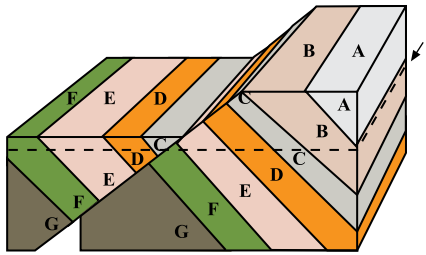


جابه‌جایی واحدهای سنگی مشابه نشان‌دهنده وجود یک گسل است.

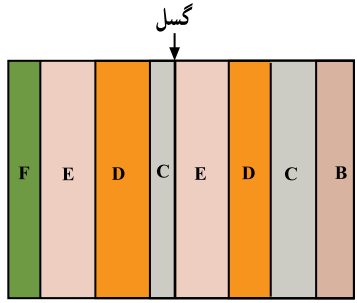
شکل ۱۶ــ۹ــ نقشهٔ زمین‌شناسی یک تودهٔ آذرین و لایه‌های اطراف آن، که به وسیلهٔ گسل جابه‌جا شده‌اند.



الف) نمودار سه بعدی قبل از گسل



ب) نمودار سه بعدی پس از گسل (خط‌چین سطح فرسایش جدید را نشان می‌دهد).



ج) نقشهٔ سطح فرسایش‌یافته که تکرار واحدهای E، D و C را نشان می‌دهد.

شکل ۱۷ــ۹ــ یک گسل عادی که موجب تکرار لایه‌ها شده است.

۱۰ زمین در خدمت انسان

موادی که از زمین به‌دست می‌آید، مبانی تمدن امروزی را تشکیل می‌دهند. مواد معدنی و منابع انرژی‌زایی که از پوستهٔ زمین حاصل می‌آیند، مواد خامی‌اند که صنایع مختلف براساس آنها شکل گرفته‌اند و نیازهای جامعه را فراهم می‌کنند. شما ممکن است متوجه نشوید که زمین تاچه‌حد در رفع نیازهای مختلف به همهٔ ما خدمت می‌کند. کافی است نگاهی به اطراف خود بیندازید. مصالح ساختمانی تا وسایل داخل خانه، ماشین‌آلات، ابزارهای مختلف، مواد سوختی، حمل ونقل، برق، بیشتر داروها و رنگ‌ها و بالاخره آب، از زمین تأمین شده‌اند. هرچه جامعه و ملتی صنعتی‌تر باشد، میزان استفاده‌اش از فراورده‌های زمین هم بیشتر خواهد بود.

فعالیت

منابع تجدیدشدنی و تجدید نشدنی

به‌موادی که درطول مدت چند ماه یا چند سال جانشین شوند، **منابع تجدیدشدنی** می‌گویند. درعوض، منابع و مواد دیگری وجود دارند که تولید مجدد آنها به گذشت میلیون‌ها سال نیاز دارد. براین اساس، جدول زیر را کامل کنید.

منابع تجدیدشدنی	منابع تجدیدنشدنی	کاربرد

ــ به‌نظر شما آب زیرزمینی منبعی تجدید شدنی است یا تجدید نشدنی؟ دلیل بیاورید.

ــ در کشور ما، از کدام منابع تجدیدنشدنی باید مراقبت بیشتری شود؟ دلیل بیاورید.

شکل ۱ــ۱۰ــ مقدار مصرف سرانهٔ مواد فلزی و غیرفلزی به ازای هرنفر، در یک کشور

منابع انرژی

زغال‌سنگ، نفت و گاز طبیعی، سوخت‌های مهم جوامع امروزی را تشکیل می‌دهند. با آنکه در طول چند دههٔ آینده کمبودی از این‌لحاظ مشهود نیست، اما این منابع انرژی به‌سرعت روبه‌کاهش‌اند. حتی پیگیری کارهای اکتشافی در اعماق دریا و درمیان یخ‌های قطبی هم جلوی بحران آینده را نخواهد گرفت، به‌ویژه اینکه مصرف نیز روزبه‌روز بالاتر می‌رود. اگر وضع به همین منوال پیش برود، قاعدتاً باید در فکر منابع دیگر انرژی ازقبیل ژئوترمال (حرارت داخل‌زمین)، خورشیدی، باد و هیدروالکتریک (آبی) بود.

زغال‌سنگ

زغال‌سنگ، نوعی سنگ رسوبی است و دربین سایر موادی که از زمین به‌دست می‌آید اهمیت ویژه‌ای دارد. در بسیاری از موارد می‌توان آثار ساقه و ریشهٔ گیاهان را در داخل لایه‌های زغال‌سنگ

و سنگ‌های اطراف آن مشاهده کرد. این مطلب نشان‌دهندهٔ منشأ گیاهی آن است (شکل ۶ــ۸).

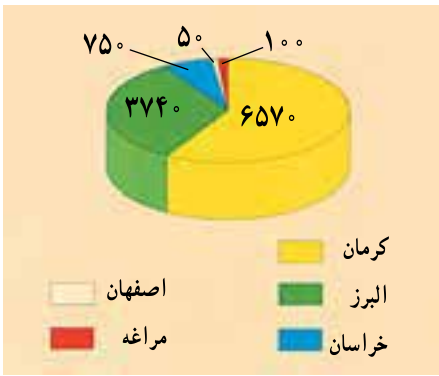
گیاهان قدیمی که زغال‌سنگ از آنها درست شده است تا حد زیادی شبیه گیاهان امروزی و فوق‌العاده متنوع بوده‌اند به‌گونه‌ای که فقط در زغال‌های دورهٔ کربونیفر بیش از ۳۰۰۰ نوع گیاه تشخیص داده‌اند.

نحوهٔ تجمع مواد اوّلیه : اگرچه منشأ گیاهی زغال‌سنگ مورد قبول تمام دانشمندان است اما درمورد چگونگی تجمع مواد گیاهی دو نظریهٔ مختلف تحت‌عنوان نظریه‌های **درجازا** و **دگرجازا** وجود دارد.

مطابق نظریهٔ درجازا، زغال‌سنگ در همان محل رویش گیاهان تشکیل شده است. براساس این نظریه، پس از این که شرایط آب‌وهوایی مناسب سبب شد که جنگل‌های انبوهی به‌وجود آید، تنهٔ درختان بر زمین افتاد و توده‌ای از مواد اوّلیه گیاهی جمع شد. در مرحلهٔ بعد، سیلاب‌هایی که از محل می‌گذشت، گل‌ولای همراه خود را برجای گذاشت و بدین‌ترتیب روی مواد گیاهی با پوششی از این مواد پوشیده شد و به‌ترتیبی که بعداً خواهیم دید، این مواد به زغال تبدیل شدند.

مطابق نظریهٔ دگرجازا، سیلاب‌های موسمی و طغیان رودخانه‌هایی که از نزدیک جنگل‌ها می‌گذشت، سبب شد که درختان زیادی کنده شود و توسط رودخانه به دریا یا باتلاق حمل گردد و در آنجا رسوب کند و سپس به زغال تبدیل شود.

چگونگی تبدیل مواد گیاهی به زغال‌سنگ : پس از تجمع مواد گیاهی، این مواد طی مراحلی به زغال تبدیل می‌شوند.



شکل ۲ــ۱۰ــ ذخایر زغال سنگ ایران (میلیون تن)

دراولین مرحله دراثر فعالیت باکتری‌های مختلف مواد گیاهی تجزیه می‌شود و بعضی از عناصر تشکیل دهندهٔ خود مثل اکسیژن و هیدروژن را ازدست می‌دهد. بدین‌ترتیب، درصد کربن آن اضافه شده و پس از مدتی به زغال نارس تبدیل می‌گردد. زغال نارس به‌تدریج با قشری از رسوبات گل‌ولای پوشیده شده و فشرده‌تر می‌شود. مدتی بعد فعالیت باکتری‌ها متوقف می‌شود. به مرور که زغال نارس به اعماق فرومی‌رود، دراثر افزایش فشار رسوبات، فشار و دمای محیط افزایش می‌یابد و طی آن زغال نارس ابتدا به زغال قهوه‌ای و سپس به انواع دیگر زغال تبدیل می‌شود.

زغال‌سنگ انواع مختلفی دارد که هرنوع آن کاربرد ویژه‌ای دارد. بعضی از انواع مرغوب آن در

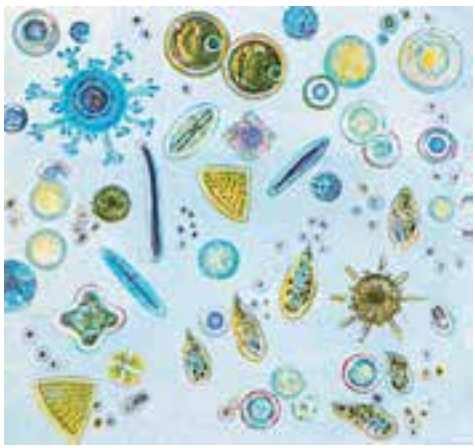
صنایع فولاد مصرف دارد و به‌نام **کک** معروف است. انواع دیگر آن نیز برای ایجاد حرارت به‌عنوان سوخت به‌کار می‌رود و آنها را زغال‌های حرارتی می‌نامند.

اهمیت نفت درزندگی روزمره برکسی پوشیده نیست. ازگرمای اتاقتان گرفته تا غذایی که می‌پزید، نفت دخالت دارد. برای رفتن به مدرسه و سایر نقاط از وسایل نقلیه استفاده می‌کنید که برای حرکت به مواد نفتی نیاز دارند. علاوه بر سوخت، نفت در تهیهٔ بسیاری از پلاستیک‌ها به‌کار می‌رود. در بسیاری از لباس‌ها نیز الیافی به‌کار می‌رود که از مواد نفتی ساخته شده‌اند.

نفت

نفت مادهٔ آلی مایع و سیاه رنگی است که بوی مخصوصی دارد. باید توجه داشت که آنچه ما در زندگی روزانه از آن به‌عنوان نفت، در بخاری و چراغ استفاده می‌کنیم، در واقع نفت سفید و تنها یکی از محصولاتی است که دراثر پالایش نفت‌خام به‌دست می‌آید.

چگونگی تشکیل نفت : مواد اوّلیهٔ نفت، عمدتاً موجودات زندهٔ ریزی بوده‌اند که امروزه نیز به‌حالت شناور در آب دریا وجود دارند. این جانداران، دارای بعضی ترکیبات، نظیر اسیدهای چرب هستند که مادهٔ اصلی برای تشکیل نفت است. نمونه‌هایی از این موجودات در شکل ۳ــ۱۰ دیده می‌شوند.



شکل ۳ــ۱۰ــ نمونه‌هایی از موجودات شناور نفت‌ساز

عمر جانوران و گیاهان شناور نفت‌ساز معمولاً کوتاه است و قسمتی از بقایای این موجودات بر کف دریا فرو می‌ریزد. البته باید توجه داشت که تمام بقایای این موجودات به کف حوضهٔ رسوبی نمی‌رسند و بخش عمده‌ای از آنها قبل از رسوب، اکسید شده و یا توسط جانوران دیگر خورده می‌شوند. به‌هرحال بازهم آن‌بخش از بقایا که در کف حوضه رسوب می‌کنند، حجم زیادی دارند و برای تشکیل مقدار قابل‌توجهی نفت، کافی هستند. این قسمت از بقایا که از نوع مواد آلی است، چون به‌کف حوضهٔ رسوبی می‌رسند، به‌نحوی حفظ می‌شوند. عامل این حفظ رسوبات دانه ریزی است که همراه با آنها رسوب می‌کند و باعث محفوظ ماندن این مواد می‌شود. به‌طوری‌که دیده می‌شود، برای تشکیل نفت

شرایط خاصی لازم است؛ زیرا علاوه بر وجود مواد اوّلیه، محیط رسوبی نیز باید کم‌عمق باشد تا مواد بتوانند در زمان کوتاهی رسوب کنند. ازسوی دیگر، مقدار اکسیژن محیط نیز باید صفر یا ناچیز باشد تا مانع از اکسایش مواد شود. اکنون این مسئله روشن می‌شود که چرا با وجودی که موجودات زندهٔ شناور به میزان زیاد در حوضه‌های رسوبی وجود دارند، در تمام آنها نفت تشکیل نمی‌شود.

مواد دانه‌ریزی که همراه با بقایای موجودات رسوب می‌کنند، بعدها به سنگ تبدیل می‌شوند و به نام **سنگ‌مادر** معروف‌اند.

فرایند تبدیل مواد آلی به ترکیب‌های مختلف کربن و هیدروژن (هیدروکربن‌ها) که نفت راتشکیل می‌دهند، فرایند پیچیده‌ای است که در آن باکتری‌های غیرهوازی نقش اصلی را به‌عهده دارند. این باکتری‌ها که در اغلب رسوبات دریایی وجود دارند، به‌مرور سبب تجزیهٔ مواد آلی و تبدیل آنها به نفت می‌شوند.

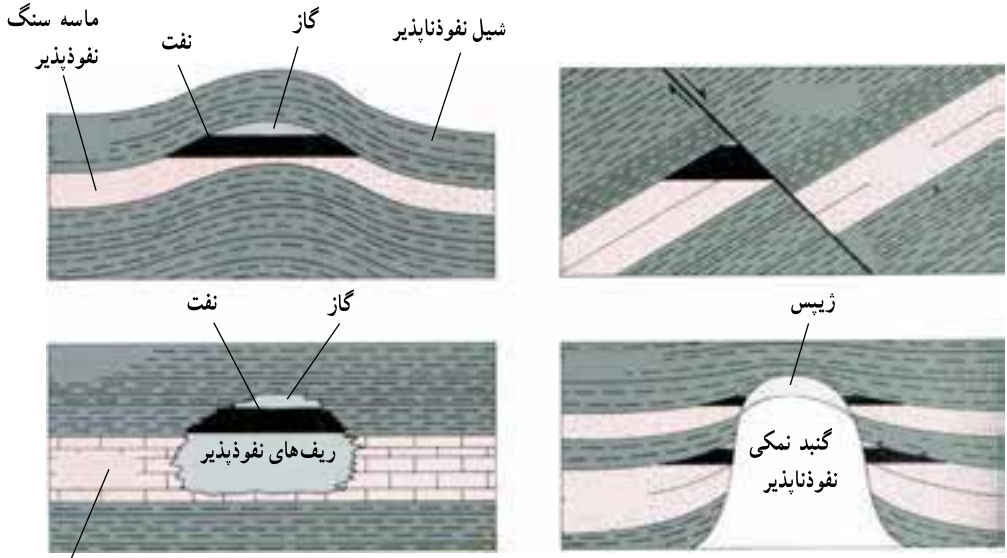
مهاجرت اوّلیهٔ نفت : رسوبات حاوی مواد نفتی در ابتدا به‌صورت لجنی است که ۷۰ تا ۸۰درصد آن مایع و بقیهٔ آن رسوبات مختلف است. بیش از ۹۹درصد مایع موجود در این لجن را آب‌دریا (آب‌شور) و فقط کمتر از یک درصد آن را نفت تشکیل می‌دهد.

با ادامهٔ رسوب‌گذاری در حوضهٔ رسوبی، وزن رسوبات و بنابراین، فشار مؤثر بر لجن، رسوبات را متراکم‌تر می‌کند. تراکم رسوبات سبب می‌شود که مایعات موجود از آن خارج شوند و بدین‌ترتیب خروج آب و نفت از خلل‌وفرج رسوبات که اکنون دیگر سنگ شده و **سنگ مادر** نامیده می‌شود، آغاز می‌شود که آن‌را **مهاجرت اوّلیه** می‌گویند.

واضح است که در اعماق زمین، فضای خالی به‌صورت غار وجود ندارد و آب و نفت از درون منافذ ریز موجود در سنگ‌ها حرکت می‌کنند. گرچه در ابتدای کار حرکت آب و نفت به سمت بالا است، اما با اضافه شدن تراکم رسوبات، حرکت جانبی نیز انجام می‌گیرد و بدین‌ترتیب، مهاجرت مخلوط آب و نفت ادامه می‌یابد. مهاجرت اوّلیهٔ نفت ممکن است به چند صد کیلومتر برسد. بخش عمده‌ای از نفتی که بدین‌ترتیب تشکیل شده است، ضمن مهاجرت اوّلیه هدر می‌رود اما اگر در مسیر حرکت آب و نفت محل مناسبی برای تجمع نفت وجود داشته باشد این مخلوط در آن به‌دام می‌افتد و انباشته می‌شود.

نفت‌گیرها : نفت‌گیرها مخازن طبیعی مناسبی هستند که نفت در داخل آنها انباشته می‌شود. برای اینکه نفت انباشته شود، اولاً باید سنگ‌مخزن مناسبی با تخلخل و قابلیت نفوذ خوب وجود داشته باشد، ثانیاً باید روی آن با سنگ غیرقابل‌نفوذی که به آن **پوش‌سنگ** می‌گویند، پوشیده شود و ثالثاً وضعیت هندسی آن برای انباشته شدن نفت مناسب باشد.

نفت‌گیرها انواع مختلفی دارند که بعضی از انواع آن را در شکل ۴ــ۱۰ می‌بینید.



شکل ۴ــ۱۰ــ بعضی از انواع نفت‌گیرها

مهاجرت ثانویهٔ نفت : پس‌از آنکه مخلوط آب و مواد نفتی در داخل نفت‌گیر به‌دام افتاد، دراثر اختلاف وزن مخصوص آب، نفت و گاز، این سه‌بخش به‌تدریج از یکدیگر جدا می‌شوند و سه لایهٔ مختلف را در داخل نفت‌گیر، تشکیل می‌دهند. این مرحله را مهاجرت ثانوی می‌گویند.

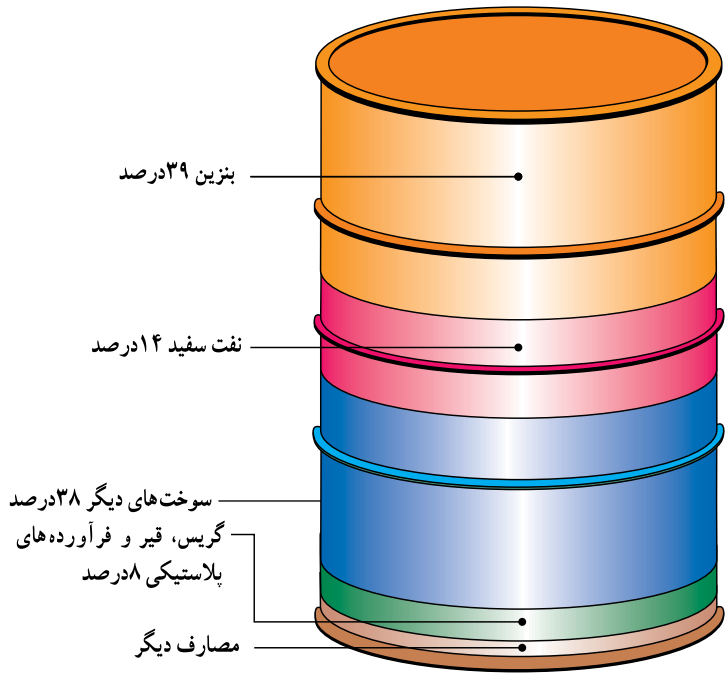
گرچه درحالت کلی معمولاً در نفت‌گیرها به‌ترتیب سه لایهٔ گاز، نفت و آب روی‌هم قرار دارند، ولی این امر همیشه صادق نیست و ممکن است در یک نفت‌گیر فقط گاز یا آب وجود داشته باشد.

ترکیب نفت : به‌طور کلی می‌توان نفت را به‌عنوان ترکیبات مختلف هیدروژن و کربن یا هیدروکربن تعریف کرد. این هیدروکربن‌ها ازنظر مشخصات شیمیایی و فیزیکی باهم متفاوت‌اند و ممکن است حالت گاز، مایع و یا جامد داشته باشند.

معدودی از نفت‌ها، بی‌رنگ و بی‌بو هستند ولی اغلب آنها رنگ تیره و بوی مشخصی دارند. اگر مولکول‌های تشکیل‌دهندهٔ ترکیبات نفتی بزرگ باشند، نفت را **سنگین** و درغیر این‌صورت، آن را **سبک** می‌گویند. درمواردی نیزکه درصد گوگرد نفت زیاد یا کم باشد به‌ترتیب آن‌را **نفت ترش** یا **نفت شیرین** می‌نامند.

استخراج نفت : استخراج نفت با استخراج سایر مواد متفاوت است. پس‌از آنکه به کمک

عملیات اکتشافی، وجود نفت در منطقه‌ای شناسایی شد، اقدام به حفر چاه‌های عمیق می‌کنند. پس از برخورد چاه به نفت‌گیر، به‌علت فشار موجود در مخزن، نفت اغلب خودبه‌خود بالا می‌آید. نفت خامی که بدین‌ترتیب تولید می‌شود مستقیماً قابل استفاده نیست؛ بلکه ابتدا آب، گاز و مواد گوگردی آن‌را جدا می‌کنند و سپس برای تصفیه به پالایشگاه می‌فرستند. در پالایشگاه، نفت را تصفیه و انواع فراورده‌های نفتی ازقبیل نفت سفید، بنزین، بنزین هواپیما، روغن و ... از آن تهیه می‌کنند. نفت تصفیه شده به‌وسیلهٔ لوله به محل مصرف یا بنادر بارگیری حمل می‌شود.



شکل ۵ــ۱۰ــ درصد فراورده‌های مختلف حاصل از نفت خام

از مقدار کل تولید نفت خام کشور، سالانه بخش عمده‌ای از آن صرف تولید برق می‌شود. لذا کشور ما با شرایط فعلی نمی‌تواند به منابع فسیلی اتکا کند؛ زیرا :

۱ــ منابع فسیلی محدود بوده و متعلق به نسل‌های آینده نیز می‌باشد. لذا استفادهٔ بی‌رویه از آن مجاز نیست.

۲ــ استفاده از منابع مذکور در صنایع تبدیلی (نظیر پتروشیمی) ارزش افزوده بیشتری را در پی دارد.

۳ــ مصرف این منابع در داخل کشور، با روند فعلی، در چند دههٔ آینده ایران را به یک کشور واردکنندهٔ نفت خام و فرآورده‌های آن تبدیل خواهد کرد.

۴ــ مهمتر از همه، مسئلهٔ آلودگی‌های زیست‌محیطی حاصل از مصرف سوخت‌های فسیلی چه به صورت منطقه‌ای و چه در بعد جهانی است که سلامت انسان و طبیعت را در مخاطره قرار می‌دهد.

اثرات محیطی سوزاندن سوخت‌های فسیلی

انسان، با وجود موفقیت در پیشرفت‌های علمی، مشکلات متعددی را هم برای خود ایجاد کرده‌است. یکی از مشکلات بسیار جدی، آلودگی هوای ناشی از سوزاندن سوخت‌های فسیلی است. **آلودگی‌های هوای شهری، باران اسید و گرم شدن عمومی** هوای کرهٔ زمین (اثر گلخانه‌ای)، همگی با این نوع منابع انرژی ارتباط دارند.

آلودگی هوا، برای ساکنان شهرهای بزرگ، مسئله‌ای بسیار جدی است، به‌ویژه که آلوده‌شدن هوا تدریجی نیست و بلافاصله بعد از واردشدن مواد آلوده‌ساز در آن، اثر خود را ظاهر می‌کند. خودروها، بزرگ‌ترین نقش را در این میان دارند، اما البته منابع ثابت دیگری هم در آلوده‌کردن هوا مؤثرند (شکل ۶ــ ۱۰).

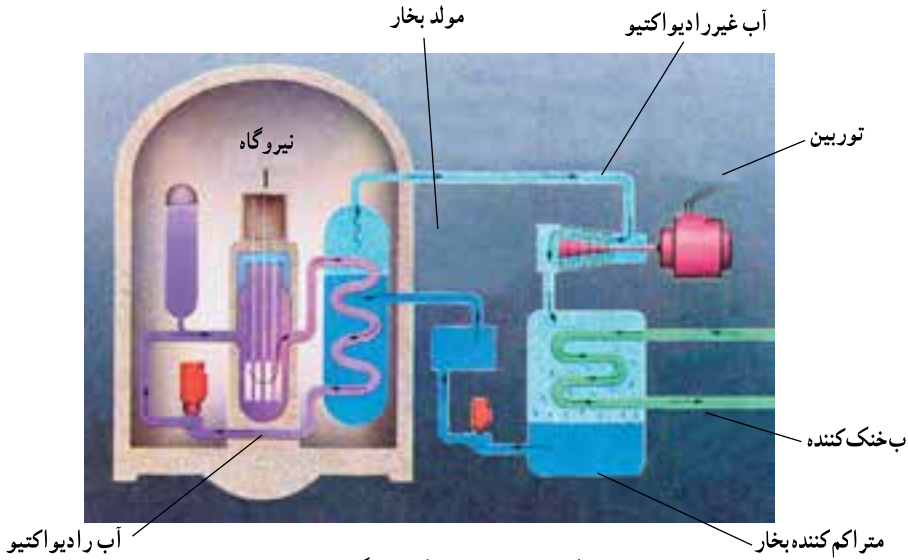
شکل ۶ــ ۱۰ــ آلوده کننده‌های اصلی، منابع آنها. درصدها بر حسب وزن محاسبه شده‌اند.

منابع انرژی جانشین

با بررسی مختصری درمیزان استفاده از منابع انرژی، معلوم می‌شود که تقریباً ۹۰ درصد از انرژی موردنیاز جهان را سوخت‌های فسیلی تأمین می‌کنند که منابعی تجدید ناپذیرند. براوردهای فعلی نشان می‌دهد که اگر میزان مصرف را ثابت و معادل سال‌های کنونی در نظر بگیریم، تا حدود ۱۷۰ سال دیگر هم منابع سوخت‌های فسیلی دوام خواهند داشت. اما می‌دانیم که با افزایش جمعیت، مقدار مصرف بالا می‌رود و بسیار زودتر از آن زمان، منابع چنین سوخت‌هایی به پایان خواهند رسید. بالارفتن مصرف هم به

معنای افزایش آلودگی محیط است. دراین‌صورت، باید چاره‌ای اندیشیده شود. البته هنوز دراین‌باره به پاسخ قطعی نرسیده‌ایم، اما منابع تأمین انرژی مناسب‌تری هم پیدا شده‌اند که عبارت‌اند از انرژی هسته‌ای، خورشیدی، بادی، زمین‌گرمایی و ... .

انرژی هسته‌ای : دانشمندان و مهندسان، به نوعی فنّاوری دست یافته‌اند که می‌توانند با کمک آن، با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای، انرژی قابل استفادهٔ زیادی را تولید کنند. این فنّاوری، براساس واکنش **شکافت هسته‌ای**، یعنی شکستن هستهٔ یک اتم بزرگ و تبدیل آن به دو هستهٔ کوچک‌تر با پایداری بیشتر است. از این واکنش، مقدار زیادی انرژی گرمایی به‌دست می‌آید که قابل‌استفاده برای تولید برق است.



شکل ۷ــ۱۰ــ طرح یک نیروگاه اتمی

برای انجام این کار از اورانیم ۲۳۵ استفاده می‌شود. اورانیمی که به طور طبیعی در معدن یافت می‌شود مخلوطی از ۹۹٫۳درصد اورانیم ۲۳۸ و ۰/۷ درصد اورانیم ۲۳۵است. بیشتر نیروگاه‌ها، باید سوختی را مصرف‌کنند که بین ۳ تا ۷ درصد اورانیم ۲۳۵ را دارا باشد، به همین منظور، طی فرایندهای بسیار پیچیده‌ای ابتدا سنگ معدن را تخلیص و سپس نسبت به ایزوتوپ اورانیم ۲۳۵ غنی‌سازی می‌کنند. به چنین مخلوطی اورانیم غنی‌شده می‌گویند. بدین‌ترتیب **میله‌های سوخت** نیروگاه‌های هسته‌ای تولید می‌شود.

در نیروگاه برق هسته‌ای، این ماده (میلهٔ سوخت) را توسط نوترون بمباران می‌کنند، که درنتیجه، یک واکنش زنجیره‌ای صورت می‌گیرد. به‌دنبال این واکنش‌ها، میلهٔ سوخت بسیار داغ می‌شود. برای

گرفتن این گرما، آب را با تلمبه در اطراف میله‌ها به جریان درمی‌آورند تا گرمای حاصل را جذب کند. آب در نتیجهٔ این گرما بخار می‌شود و این بخار می‌تواند مولدهای برق را به‌کار اندازد.

واکنش‌های زنجیره‌ای که درحین شکافت هسته‌ای صورت می‌گیرند، قابل کنترل‌اند و آهنگ واکنش را می‌توان کند، تند یا متوقف کرد.

از نظر اقتصادی تولید برق از طریق انرژی هسته‌ای نسبت به سایر منابع انرژی با صرفه‌تر ولی سرمایه‌گذاری اولیهٔ آن بیشتر است.

استفاده از انرژی هسته‌ای برای تولید برق از حدود ۴۵ سال پیش آغاز شده است. امروزه حدود ۴۴۰ نیروگاه هسته‌ای در ۳۱ کشور جهان در حال فعالیت‌اند و قرار است تعداد نیروگاه‌های هسته‌ای از ۴۴۰ به ۱۵۰۰ افزایش یابد تا حدود ۲۰ درصد از حجم گازهای گلخانه‌ای کاسته شود.

آشنایی با فنّاوری هسته‌ای و امکان استفاده از این فنّاوری، توان و ظرفیت صنعتی کشور را در سایر بخش‌ها مانند کشاورزی، پزشکی، صنعت و... افزایش می‌دهد. توانایی تولید الکتریسیتهٔ فراوان و حذف آلاینده‌های زیان‌باری چون CO_2، SO_2 و حفظ میلیاردها تن از ذخایر زغال‌سنگ و نفت و گاز طبیعی از سایر مزایای انرژی هسته‌ای است. یک کیلوگرم سوخت اتمی معادل ۳۰۰۰ تن زغال‌سنگ، انرژی تولید می‌کند.

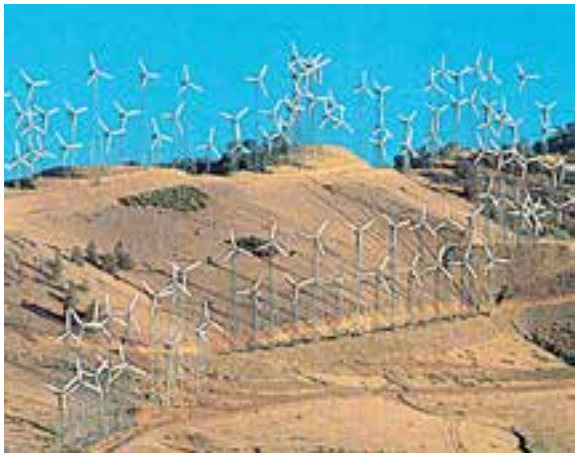
شکل ۸ــ۱۰ــ مصرف انرژی هسته‌ای در جهان

در این راستا، کشور عزیز ما، جمهوری اسلامی ایران، با توجه به نیاز برنامه‌های توسعهٔ کشور به انرژی، افزایش جمعیت، کاهش ذخایر فسیلی، ملاحظات زیست محیطی، مزایای فنی و اقتصادی، الزامات ملی و قانونی در جهت سیاست‌های کلی نظام، فعالیت‌های صلح‌آمیز هسته‌ای را مورد توجّه جدّی قرار داده است. به‌طوری که غنی‌سازی اورانیوم با کوشش و مجاهدت جوانان ایرانی و با تکیه بر دانش بومی، کشور ما را به عنوان یک رویداد بزرگ تاریخی وارد باشگاه هسته‌ای جهان کرده است.

انرژی خورشیدی : مقدار انرژی که درهر ۱۵دقیقه، زمین از خورشید دریافت می‌کند، معادل مقدار انرژی مصرفی یک سال همهٔ کشورهای جهان است. اما دانش امروز، برای مهارکردن این‌همه انرژی کافی نیست.

آسان‌ترین راه برای دریافت انرژی خورشیدی که از قدیم در کشور ما نیز مرسوم بوده، قراردادن پنجره‌های ساختمان روبه سمت جنوب است، که اگر با عایق‌بندی دقیق خانه‌ها توأم باشد، می‌توان مقدار زیادی از انرژی خورشید را مورد مصرف قرارداد. اما راه دیگر، نصب صفحاتی در پشت‌بام خانه است که عبارت از صفحات سیاه وسیع با پوشش شیشه‌ای هستند. گرمایی که توسط این صفحات دریافت می‌شود، می‌تواند برای گرم‌کردن آبی که در لوله‌های زیر آنها وجود دارد، مصرف شود.

شکل ۹ــ۱۰ــ استفاده از انرژی خورشیدی برای ایجاد گرما



شکل ۱۰ــ۱۰ــ از کار مجموعهٔ این دستگاهها، برق تولید می‌شود.

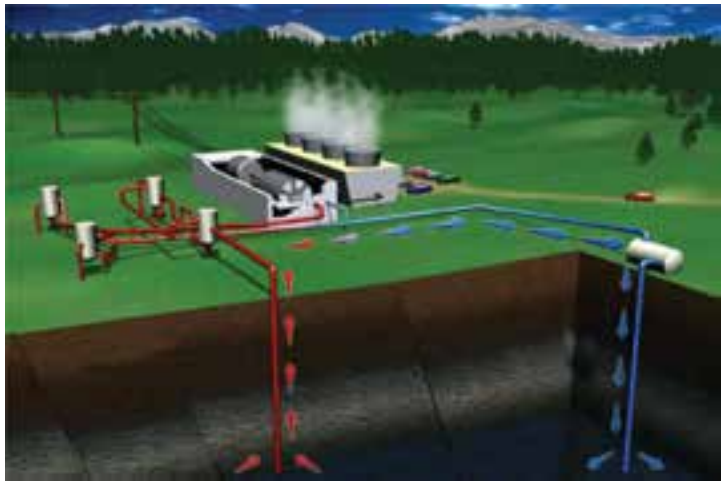
انرژی باد : امروزه در بعضی از کشورها (ازجمله کشور خود ما در ناحیهٔ منجیل) از نیروی باد برای تولید برق در مقیاس محدود استفاده می‌شود. محدودیت‌های این روش آن است که اولاً باید مناطقی وجود داشته باشند که وزش باد در آنها تقریباً دائمی باشد، ثانیاً، مقدار انرژی الکتریکی حاصل از این راه، حداکثر فقط می‌تواند نیازهای محلی را برآورده کند. البته، مشکل سروصدای توربین‌ها و اشغال محل‌های وسیعی که باید در کنار شهرها قرار گیرند و توربین در آنها ساخته شود نیز وجود دارد.

انرژی زمین گرمایی : یکی دیگر از موهبت‌های الهی که نصیب کشور عزیزمان شده، انرژی زمین‌گرمایی است. این منبع بسیار عظیم انرژی که به‌صورت حرارت از اعماق زمین به سطح آن هدایت می‌شود، در صورت وجود فنّاوری استخراج و بهره‌برداری، به‌تنهایی قادر است کلیهٔ نیازهای انرژی امروز و آینده بشر را تأمین کند.

براساس محاسبات انجام شده، متخصصان دریافتند که انرژی حرارتی ذخیره شده در ۱۱ کیلومتر بالایی پوستهٔ زمین، معادل پنجاه هزار برابر کلّ انرژی نهفته در منابع نفت و گاز شناخته شدهٔ امروز جهان است. از این رو ، این منبع عظیم انرژی که به آن انرژی زمین‌گرمایی می‌گویند، می‌تواند در آینده جایگزین قابل اطمینانی برای انرژی حاصل از سوخت‌های فسیلی باشد.

انرژی زمین‌گرمایی از مجاورت سیّالات یا محلول‌های داغ با ماگما یا سنگ‌های بسیار داغ حاصل می‌شود. برای دسترسی به این انرژی ذخیره‌شده در مخازن زمین گرمایی، باید چاهی عمیق حفر گردد. سیال خروجی از چاه، عامل انتقال انرژی از مخزن به سطح زمین است.

امروزه تولید انرژی به کمک منابع سوخت‌های فسیلی، علاوه‌بر ایجاد آلودگی‌های زیست‌محیطی، از نظر اقتصادی نیز فاقد توجیه اقتصادی است؛ زیرا اگر از نفت به جای استفاده سوخت، در صنایع پتروشیمی و صنایع تبدیلی استفاده شود، ارزش افزودهٔ آن چندین برابر می‌شود. این درحالی است که



شکل ۱۱ــ۱۰ــ تصویر چاه زمین گرمایی

انرژی زمین‌گرمایی جزء منابع انرژی پاک محسوب می‌شود و فاقد هرگونه آلودگی زیست‌محیطی است. استفاده از انرژی زمین‌گرمایی از گذشته‌های دور در کشورمان به‌صورت سنتی در محل چشمه‌های آب‌گرم رایج بوده است و در دهه‌های اخیر در چند منطقه از کشور مطالعات مقدماتی انجام شده و به همت متخصصان سازمان انرژی‌های نو (سانا) اولین نیروگاه زمین گرمایی خاورمیانه در منطقهٔ مشکین‌شهر استان اردبیل احداث شده است.

شکل ۱۲ــ۱۰ــ تصویر نیروگاه زمین گرمایی مشکین‌شهر

منابع مواد معدنی

چنان‌که گفته شد، تولید هرنوع فراورده‌های صنعتی، به تأمین مقداری مواد طبیعی که از زمین گرفته می‌شوند، نیازدارد. چنین موادی را **مواد معدنی** می‌نامند.

مواد معدنی، اجسامی هستند که به‌طور طبیعی در سطح یا اعماق زمین قرار دارند و ممکن است به‌صورت جامد، مایع یا گاز باشند. بعضی از مواد معدنی جزء کانی‌ها هستند. اما مواد دیگری هم وجود دارند که ممکن است از ترکیب چندین کانی با درصدهای مختلف تشکیل شده باشند.

تشکیل منابع معدنی : زمین‌شناسان درطول سال‌ها، به‌دنبال پاسخ این سؤال بوده‌اند که مواد معدنی چگونه در یکجا جمع می‌شوند؟ و چرا در همه‌جا به یک نسبت وجود ندارند؟ بدون تردید، تشکیل منابع معدنی، با چرخهٔ سنگ در ارتباط است و مکانیسم‌هایی که سنگ‌های مختلف آذرین، دگرگون‌شده و رسوبی را می‌سازند، در تجمع مواد معدنی هم نقش دارند.

۱ــ فعالیت‌های آذرین : بعضی ازمواد ازقبیل طلا، نقره، مس، جیوه، سرب، پلاتین و نیکل، دراثر انجام فعالیت‌های ماگمایی تجمع می‌یابند.

فرایندهای آذرین که این‌نوع منابع فلزی را پدید می‌آورند، مشخص‌اند. مثلاً، وقتی حجم عظیمی از ماگما سرد شود، فلزات سنگینی که متبلور می‌شوند، مایلند در قسمت پایین محفظهٔ ماگما رسوب کنند. این نوع **تفریق ماگمایی** را به‌ویژه در ماگماهای بازالتی می‌توان ردیابی کرد.

تفریق ماگمایی، در مراحل آخر سرد شدن هم اهمیت دارد. این فرایند، به‌ویژه درمورد ماگماهای گرانیتی مصداق دارد، زیرا در آنها، مادهٔ مذاب باقی‌مانده، ممکن است سرشار از فلزات سنگین و عناصر کمیاب شود. گذشته از آن، چون آب و مواد تبخیرشدنی دیگر، همراه مواد اصلی متبلور نمی‌شوند، درصد بالایی از بخش مذاب ماندهٔ ماگما را در آخر کار تشکیل می‌دهند و دراین محیط، که آزادی تحرک برای یون‌ها فراهم است، ممکن است در آخر، بلورهایی بسیار درشت پدید آیند و سنگ‌های **پگماتیتی** شکل بگیرند. پگماتیت‌ها دراصل، گرانیتی هستند، اما بلورهای درشت کوارتز، فلدسپات و میکا دارند. از فلدسپات، می‌توان در صنایع سرامیک استفاده کرد و میکای سفید، همان طلق‌نسوز است و در صنایع الکتریکی کاربرد دارد. گذشته از آن، ممکن است جواهرات قیمتی چون زمرد، یاقوت و تورمالین و همچنین عناصری چون اورانیم و سزیم نیز دراین میان به‌وجود آیند. **محلول‌های هیدروترمال** هم می‌توانند منشأ بعضی از رگه‌های فلزی باشند که در آخر فرایندهای ماگمایی در لابه‌لای سنگ‌های دیگر تزریق می‌شوند. در طول سرد شدن ماگما، یون‌های فلزی مختلف به‌همراه مایعات در بالای محفظهٔ ماگما جمع می‌شوند و به‌سبب تحرک، می‌توانند درسنگ‌ها نفوذ کنند

و در آنجا منجمد شوند. رگه‌های طلا، نقره و جیوه به این‌شکل تشکیل می‌شوند.

۲ــ فعالیت‌های دگرگونی : فرایندهای دگرگونی، به‌ویژه نوع مجاورتی آن، در ایجاد منابع معدنی تأثیر دارند. سنگ‌های مجاور تودهٔ آذرینی که بالا می‌آید، تبلور مجدد یافته و تحت‌تأثیر فشار، حرارت، محلول‌های فعال حاصل‌از ماگما، ترکیب شیمیایی اوّلیه را از دست می‌دهند. در این مناطق، کانی‌های پرارزشی چون گرونا و کرندوم پدید می‌آیند. از انجام واکنش‌های شیمیایی در این‌محل‌ها، مقدار زیادی گاز دی‌اکسید کربن نیز حاصل می‌آید که مهاجرت رو به‌خارج یون‌های فلزی را آسان می‌کند. به همین‌علت، در کنار اغلب مواد آذرین نفوذی که به میان تشکیلات آهکی راه می‌یابند، منابع فلزی وجود دارد. ازجمله کانی‌های فلزی که نتیجهٔ دگرگونی مجاورتی محسوب می‌شوند، می‌توان به اسفالریت، گالن، کالکوپیریت و مانیتیت اشاره کرد.

شکل ۱۳ــ۱۰ــ نهشته‌های گرمابی به‌صورت رگه دراطراف اتاقک ماگمایی

درمحل‌های فرورانش نیز که دگرگونی ناحیه‌ای صورت می‌گیرد و رسوبات به اعماق زمین برده می‌شوند، کانی‌های غیرفلزی مانند تالک و گرافیت تشکیل می‌شوند.

۳ــ هوازدگی : فرایند هوازدگی می‌تواند کانی‌های پرارزشی را در یکجا متمرکز کند. اگر هوازدگی شیمیایی (تأثیر O_2 یا CO_2 و ... بر سنگ‌ها) با عمل نفوذ آب‌های زیرزمینی توأم شود، مواد موجود در سنگ، از یکدیگر تفکیک خواهند شد و مواد پرارزش، دربالا می‌مانند، یا برعکس، به قسمت‌های پایین خاک برده می‌شوند.

بوکسیت، یعنی ترکیب مهم آلومینیم‌دار، به‌همین‌صورت حاصل می‌آید. بوکسیت، درمناطق پرباران و گرم استوایی تشکیل می‌شود، زیرا آلومینیم ماده‌ای بسیار نامحلول است.

● با آنکه آلومینیم در پوستهٔ زمین فراوان است، چرا معادن این فلز کمیاب‌اند؟

بیشتر بدانید

به‌جز فلزات، مواد غیرفلزی زیادی هم وجود دارند که در صنایع مختلف یا مصارف دیگر، به‌کار می‌روند. مقدار مصرف سالانهٔ این مواد هم بسیار زیاد است.

۱ــ مصالح ساختمانی : ماسه و شنی که در ساختمان‌سازی به‌کار می‌روند، ارزش زیادی دارند و هرکس که بخواهد ساختمانی بسازد، به آنها نیازمند است. **گچ**، **خاک‌رس** و **سیمان** هم که از سنگ‌آهک و شیل تهیه می‌شود، از این‌جمله‌اند. توجه داشته باشید که برای ساختن یک خانهٔ دوطبقهٔ معمولی، حدود یک‌صد تن مصالح ساختمانی مورد مصرف دارد.

۲ــ کانی‌های صنعتی : گروهی ازمواد معدنی هم در ساختن فراورده‌های مختلفی کاربرد دارند.

کودهای شیمیایی، موادی‌اند که با افزایش جمعیت و استفاده‌های مکرر از زمین‌های کشاورزی، به‌ناچار باید مورد استفاده قرار گیرند. مسلماً در آینده بازهم موارد مصرف آنها زیادتر خواهد شد. کودهای شیمیایی، شامل ترکیباتی چون نیترات، فسفات و ترکیبات پتاسیم‌اند که به خاک اضافه می‌شوند. البته، کودهای نیتراتی را در اصل، از نیتروژن اتمسفری تهیه می‌کنند، اما منابع فسفات و پتاسیم، پوستهٔ زمین است. کانی آپاتیت، در تهیهٔ فسفات‌ها کاربرد دارد و منبع اصلی پتاسیم را هم نوعی از سنگ‌های تبخیری به نام سیلویت (KCl) تشکیل می‌دهد.

گوگرد که در تهیهٔ کودها، اسیدسولفوریک و غیره کاربرد دارد، از کانی‌های غیرفلزی است.

نمک‌طعام نیز با کاربردهای فراوان آن، که معادن مهمی نیز در کشور دارد، ازجملهٔ همین نوع کانی‌ها محسوب می‌شود.

بحث کنید

۱ــ نیاز انسان به منابع معدنی، نه‌تنها رو به کاهش نمی‌گذارد، بلکه درحال فزونی است. حال‌آنکه معادن این مواد، روزبه روز درحال تخلیه شدن‌اند. دراین‌صورت، یا باید، منابع جدیدی را از نقاط دوراز دسترس، مانند بستر دریاها و زیر یخ‌های قطبی یافت، یا آنکه به مصرف کمتر و مسئله بازیافت متوسل شد. به‌نظر شما، چه راه‌هایی برای استفادهٔ عاقلانه‌تر از این مواد وجود دارد؟

۲ــ در اختیار داشتن منابع ماده و انرژی برای پیشرفت و توسعهٔ کشورها مهم‌تر است یا برخورداری از دانش فنی برای استفاده از آنها؟ ....