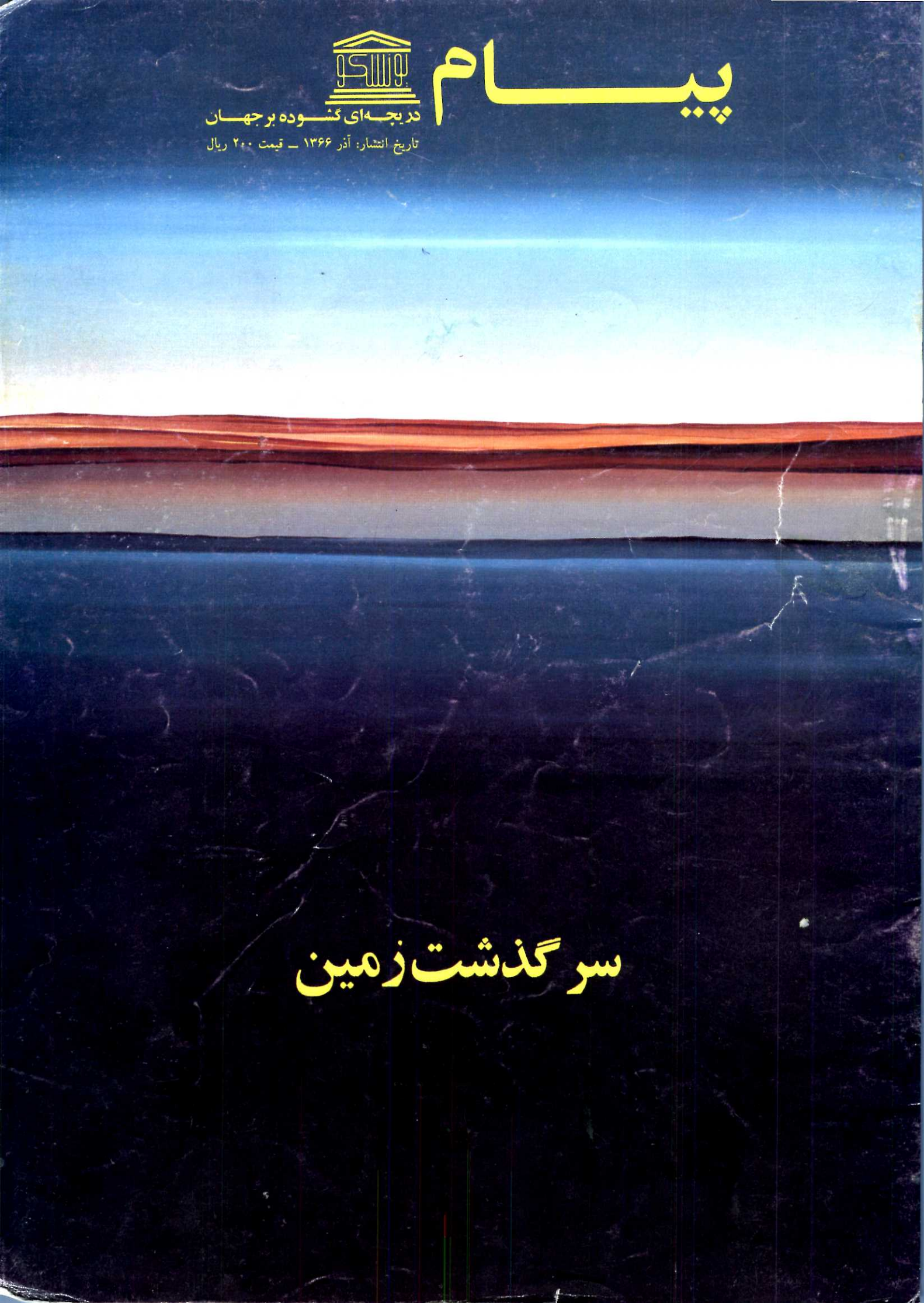
یونسکو
پیام
دریچه‌ای گشوده بر جهان
تاریخ انتشار: آذر ۱۳۶۶ ـ قیمت ۲۰۰ ریال



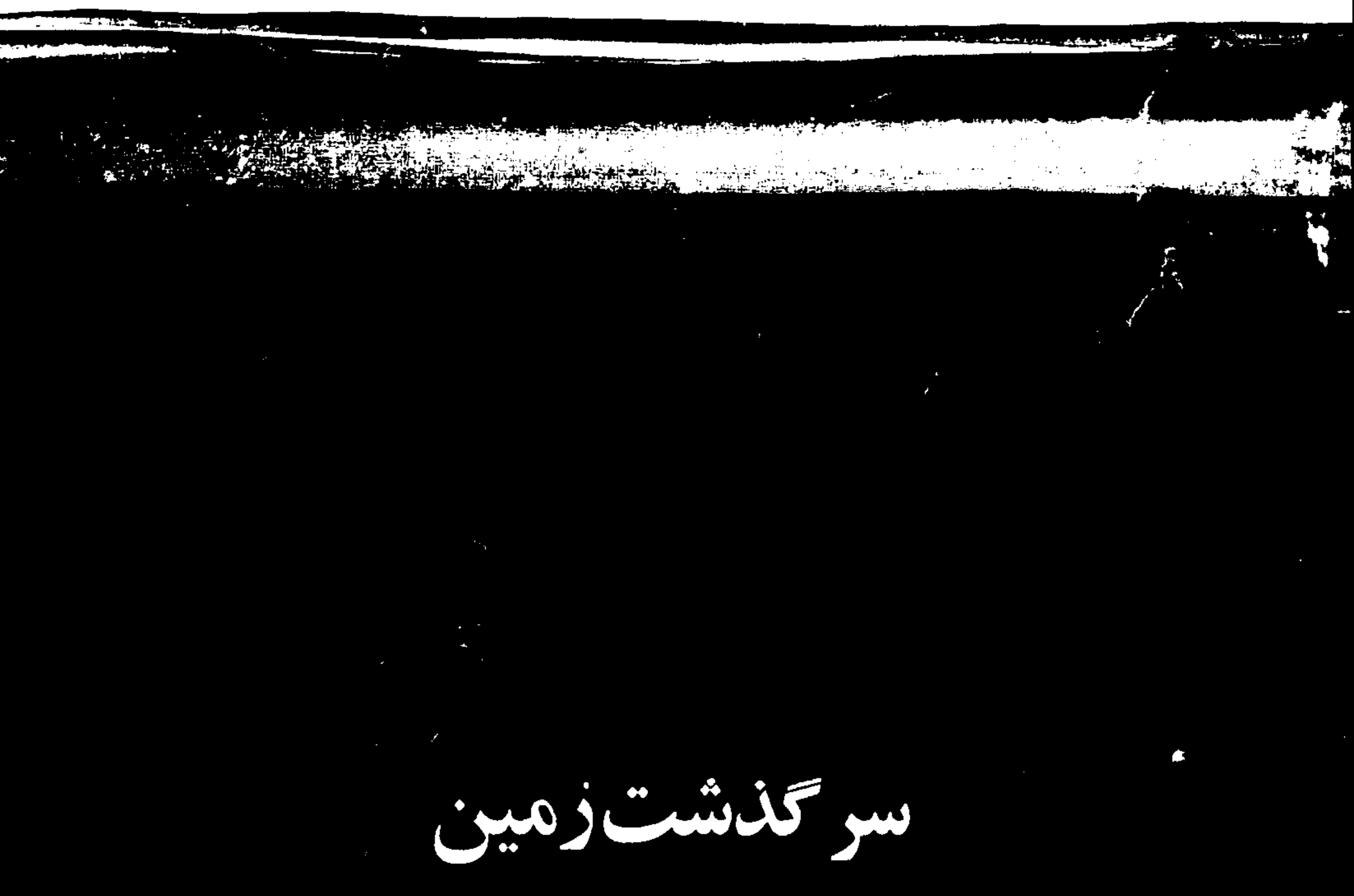
سرگذشت زمین

پیام

یونسکو

دریچه‌ای گشوده بر جهان

تاریخ انتشار: آذر ۱۳۶۶ ــ قیمت ۲۰۰ ریال



سرگذشت زمین

Photo Arnaud Borrel © Gamma, Paris

صحنه‌هایی از زندگی مردم

مکزیک

نجات‌دهندگان در تکاپو

برای مردم مکزیک، زمینلرزه‌ها واقعیت شومی در زندگی هستند. شهر مکزیکو، یکی از بزرگترین و قدیمی‌ترین پایتخت‌های جهان، در جنوب فلات مکزیک و در منطقه‌ای قرار گرفته است که در آن به دلیل شکل‌گیری دو قاره در شمال و جنوبش، فعالیت آتشفشانی و گسلش پوسته زمین روی می‌دهد. در سپتامبر ۱۹۸۵، زمینلرزه نیرومندی شهر مکزیکو را لرزاند و آسیب‌های شدیدی در مرکز شهر وارد آورد. در نمودی بی‌پیشینه از همبستگی جهانی، گروه‌های نجات از بسیاری کشورها به شهر مکزیکو آمدند تا به نجات و پرستاری قربانیان بسیار این رویداد یاری رسانند.

بسم الله الرحمن الرحیم

پیام یونسکو

مرداد ۱۳۶۵ ــ سال هفدهم ــ شماره ۱۹۴

سرمقاله

نسبت به عظمت جهان هستی زمین دانه کوچکی است که از سنگ و فلز تشکیل شده است. این سیاره که با سرعتی معادل ۲۹۱۸ کیلومتر در ثانیه بر گرد خورشید می‌چرخد سومین سیاره منظومهٔ خورشیدی است. کره ما با استقرار بین زهره و مریخ و با فاصله ۱۴۹۵۷۳۰۰۰ کیلومتر از خورشید نه یک کانون‌گدازان و نه یک دنیای همیشه یخ زده است.

در این شماره از «پیام» ما برآنیم که توصیف ساده‌ای از پیدایش سیاره‌مان و مکانیسم‌های زمین‌شناسی که بر حرکات دائمی آن حاکمیت دارند ارائه نمائیم. زمینی که ما بر روی آن زندگی می‌کنیم اصطلاحاً «زمین ثابت» می‌نامیم. با این همه پهنه‌های قاره‌ای همواره در حرکتند. این پهنه‌ها گاه شدیداً با یکدیگر برخورد نموده و در محل اصطکاک موجب چین‌خوردگی و شکل‌گیری رشته کوهها شده، گاه دستخوش لرزشهای ناشی از زمینلرزه‌های شدید قرار گرفته و گاه کانونهای مذاب زیرزمینی موجب بیرون زدگی‌های سنگی و فورانهای شدید آتش‌فشانی میگردند. این در حالی است که بطور همزمان قشر جدیدی در کف اقیانوسها شکل گرفته و بخش قدیمی زیرین با مکیده شدن به سمت داخل مجدّداً در بخش گدازان جبّه جای میگیرد.

در مقیاس زمین‌شناسی زمان، انسان موجود نورسیده این سیاره است. اگر بخواهیم تصویری از زمان ظهور انسان را نسبت به ۳/۹ میلیارد سالی که از سخت‌شدگی زمین می‌گذرد در یک تقویم سالانه ارائه نمائیم باید گفت که انسان هوموساپینس (متعلق به یکصدهزار سال قبل) در ۳۱ دسامبر در حدود ۸/۵ دقیقه قبل از نیمه شب ظهور نموده است.

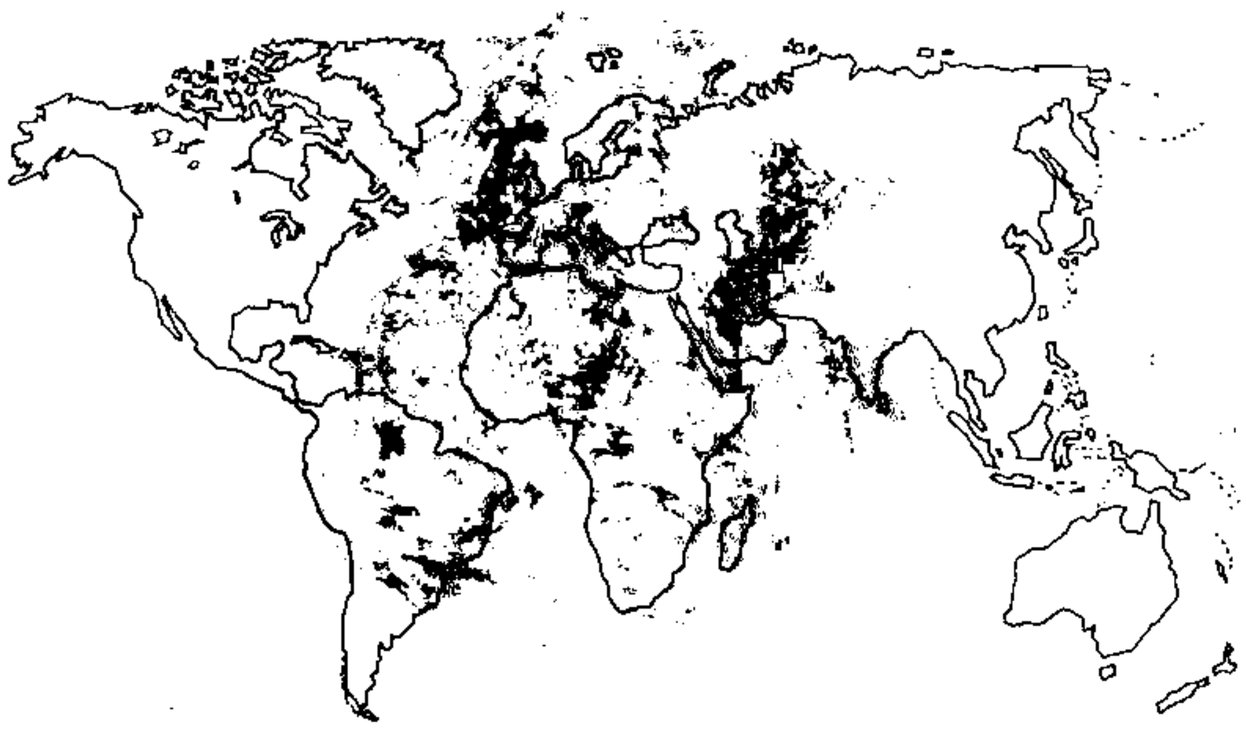
اگر این مقیاس فشرده زمانی را بکار گیریم، در آخرین ثانیه است که انسان نیز به نوبه خود به عنوان یک نیروی زمین‌شناسی نسبتاً قوی برای تخریب و بر هم زدن تعادل محیط پیرامون خود پای به صحنه می‌گذارد. مخاطرات وارده به محیط عمدتاً از جهل و ندانم‌کاری ناشی میشود. اثرات درازمدت کاربرد مداوم کودهای شیمیائی و مواد ضدآفات و حشره‌کش هنوز به درستی برما معلوم نیست، همچنانکه نمیدانیم برای جلوگیری از تبدیل زمین به کویرهای بی‌حاصل بوسیله انسان چه باید کرد؟ و یا چگونه می‌توان از جدیدترین منبع انرژی یا انرژی هسته‌ای بهتر استفاده نمود. یونسکو با برنامه‌های بزرگ علمی و بین‌المللی خود پیشگام مبارزه‌ایست که برای مسکون نگاهداشتن کره زمین در جریان است. اگر چه احتمالاً سرزمین‌های دیگری در جهان هستی وجود دارد، از آنجا که این سرزمین‌ها از برد فعالیت ما خارجند، مسؤلیت ما متوجه نگهبانی از تنها اقامت‌گاهمان که زمین است می‌باشد.

سردبیر: ادوارد گلیسان

توصیه می‌کنیم که خوانندگان این شماره را همراه با دو شماره دیگر پیام تحت عناوین داستان کیهان (سپتامبر ۱۹۸۴) و اقیانوسها (فوریه ۱۹۸۶) مطالعه نمایند.

از موزه زمین‌شناسی لندن که دوستانه به ما اجازه داد از عکسها و تصاویر متعدد آن در این شماره بهره گیریم سپاسگزاریم.

روی جلد: تابلو *اقیانوس پیرنه*، ۱۹۸۵، الیاف مصنوعی بر روی کرباس (۱۱۶ در ۷۳ سانتیمتر)، کار ژرژسروا. گالری ژان ــ پیرلاوینی، پاریس



۴ **خاستگاه زمین**
نوشته جان گریبین

۶ **شناسنامه زمین**

۸ **درون زمین**

۹ **جای ما در منظومه خورشیدی**

۱۰ **قاره‌های سرگردان**

۱۲ **ساعت زمین شناختی**
مفهوم زمان در زمین شناسی

۱۲ **شکل‌گیری ناهمواری‌های زمین**

۱۵ **انواع سه‌گانه سنگ‌ها**

۱۶ **کاوش در ناشناخته**
نوشته یوگنی کوزلوسکی

۲۳ **زمین بی‌آرام**
فن نامطمئن پیش‌بینی زمینلرزه
نوشته فورنیه دالب

۲۷ **آتشفشان‌ها**
نوشته هارون تازیف

۳۲ **فرگشت زندگی**

۳۳ **فضا، سرچشمه زندگی**
آیا زندگی زمینی از ستاره‌های دنباله‌دار سرچشمه گرفته است؟
نوشته چاندرا ویکراماسینگهه

۳۵ **دست آدمی**
نوشته استفن بوبدن و ملکم هدلی

۳۸ ۱۹۸۶: سال صلح / ۷

۲ صحنه‌ای از زندگی مردم
مکزیک: نجات دهندگان در تکاپو

ماهانه به ۳۳ زبان توسط یونسکو

(سازمان‌تربیتی، علمی‌وفرهنگی ملل‌متحد) منتشرمی‌شود

فارسی، فرانسه، انگلیسی، اسپانیایی، روسی، آلمانی، عربی، ژاپنی، ایتالیایی، هندی، تامیل، عبری، هلندی، پرتغالی، ترکی، اردو، کاتالان، مالزیایی، کره‌ای، اسلوانی، صرب و کروآتی، مقدونی، کروآت و صربی، سواحیلی، چینی، بلغاری، یونانی، سیلانی، فنلاندی، سوئدی، باسک، تای، ویتنامی

دفتر مرکزی: یونسکو، میدان فنتوا، ۷، پاریس ۷۵۷۰۰

ماهنامه «پیام یونسکو»

بنابر توافق یونسکو با کمیسیون ملی یونسکو در ایران بوسیله کمیسیون مذکور و زیر نظر هیئت‌مدیره آن منتشر می‌گردد.

مدیر مسئول: حسن صدوق ونینی

انتشار مقالات، تفاسیر، آراء و تصاویر این مجله دال بر تأیید یا صحت کامل مطالب آن نیست.

گزیده‌ای از مقالات پیام هر سه ماه یکبار به خط بریل به زبانهای انگلیسی، فرانسه، اسپانیایی و کره‌ای منتشر می‌شود

مدیر داخلی: محمد پارسی

مترجمان: ابوالحسن ردّه ــ حسن صدوق ونینی

ویراستار: علی صلح‌جو

با همکاری سازمان انتشارات و آموزش انقلاب اسلامی

وابسته به وزارت فرهنگ و آموزش عالی

دفتر مجله پیام: خیابان انقلاب، چهارراه فلسطین، ساختمان فجر، شماره ۱۱۸۸ منطقه پستی ۱۳۱۵۸. صندوق پستی شماره ۴۴۹۸ ــ ۱۳۶۵ تلفن ۶۶۸۳۶۵

printed in Iran in persian ISSN 0041 5278

خاستگاه

در آغاز هیچ نبود. حدود ۱۵ میلیارد سال پیش در انفجار گوی آتشین بسیار فشرده و سنگینی که «بیگ بنگ» می‌نامیمش، فضا، زمان و مادهٔ جهانی که در آن زندگی میکنیم با هم پدید آمدند. همچنانکه جهان گسترش می‌یافت و سرد می‌شد، ماده به صورت رقیق‌تری پراکنده می‌گشت تا اینکه ابرهای عظیمی از گاز هیدروژن برهم انبوه شدند و سپس با پاره‌پاره شدن و انقباض، ستاره‌ها و کهکشان‌ها را به وجود آوردند. حدود ۱۰ میلیارد سال پیش، کهکشان‌هائی مانند راه شیری خود ما، که هریک از چند میلیارد ستاره تشکیل میشدند، به عنوان واحدهای اساسی جهان پدید آمده بودند. در درون هر کهکشان، ستاره‌ها زاده میشوند، زندگی میکنند و میمیرند و همواره بر مدارهای طولانی خود بر گرد مرکز کهکشان میچرخند، درحالیکه با گسترش پیوستهٔ جهان، کهکشان‌ها خود نیز درحال دور شدن از یکدیگرند.

خورشید و منظومهٔ خورشیدی ما نمونهٔ فراورده‌های محیط کهکشانی هستند، امّا خورشید ما یکی از نخستین ستارگانی که در شب کیهانی درخشیدند، نبود. نخستین ستارگان تنها هیدروژن و اندکی هلیوم دربرداشتند؛ همه عناصر دیگر بوسیلهٔ واکنش‌های هسته‌ای درون ستاره‌ها پدید آمدند و به هنگام انفجار آن نخستین ستارگان، در فضا پراکنده شدند. ازاینرو، هنگامی که خورشید ما، تنها اندکی بیش از ۴/۵ میلیارد سال پیش، تشکیل شد، از ابری از گاز هیدرژن که مواد دیگری مانند آهن، کربن، اکسیژن و ازت نیز دربرداشت ساخته شد. این مواد به هنگام انقباض ابرهای گاز برای تشکیل سیاره‌ها، از آن جدا شده بودند.

سیاره‌های منظومهٔ خورشیدی عمدتاً به دلیل فاصلهٔ متفاوت آنها از خورشید، با یکدیگر تفاوت دارند. آنهائی که به خورشید جوان در حال تشکیل، نزدیکتر از دیگران بودند در معرض بیشترین گرما قرار میگرفتند و این باعث میشد که بسیاری از مواد سبک تشکیل دهندهٔ آنها خارج شده و در فضا رها گردند. به این دلیل است که تیر (عطارد)، زهره، زمین و بهرام (مریخ) اجسام کوچک سنگی هستند. با اینهمه، در فواصل دور از کورهٔ خورشید، سیاره‌های درحال تشکیل شدن میتوانند حتی گازهای سبکی مانند متان و آمونیاک را جذب کنند و در خود نگهدارند. ازاینرو، سیاره‌های غول‌پیکر مشتری، زحل، اورانوس و نپتون احتمالاً به همان اندازه مواد سنگی دارند که کرهٔ زمین، امّا این مواد در ژرفای لایه‌های وسیع هواکرهٔ گازی آنها پوشیده شده است. اگرچه بررسی این سیاره‌ها درحال حاضر هدف مهمی به‌شمار نمی‌آید امّا چند مقایسه میان خانهٔ ما در فضا یعنی سیارهٔ زمین، و نزدیکترین همسایگانمان، زهره و بهرام، جالب و آموزنده است.

در میان ابر بزرگی که منقبض میشد تا منظومهٔ خورشیدی را بسازد، ابر کوچکتری که از انقباض آن سیارهٔ ما تشکیل شد احتمالاً بطور عمده از ترکیبات سیلیسیم، اکسیدهای آهن و اکسیدهای منیزیم، و مقادیر بسیار اندکی از عناصر دیگر، و ازجمله عناصری که برای زندگی اهمیت بسیار دارند، تشکیل یافته بود.

همچنانکه زمین شکل میگرفت، گرم میشد. در آغاز، با بارش ذرّات و برخورد آنها با سیّارهٔ درحال تشکیل، انرژی ثقلی به گرما تبدیل میشد. افزون بر این، عناصر رادیواکتیو در درون هستهٔ سیاره نیز با تجزیه به عناصر پایدار به سهم خود ایجاد گرما میکردند ــ فرایندی که امروز نیز با آهنگ کندتری ادامه دارد.

سیارهٔ جوان و غنی از آهن باید در نخستین دهها یا صدها میلیون سال پس از تشکیل خود، به صورت مذاب بوده باشد، و درنتیجه، قطرات آهن گداخته راهشان را از میان مواد سنگی و سبکتر به درون زمین و به سوی هستهٔ آن باز میکردند و آن مواد سنگی و سبک بصورت شناور در بالا میماندند و پس از سرد شدن، پوستهٔ جامد زمین را تشکیل میدادند. مادهٔ تشکیل دهندهٔ پوسته‌ای را که بر روی آن زندگی میکنیم نمیتوان نمونه‌ای از مواد سازندهٔ همه حجم زمین انگاشت و مواد سازندهٔ هوا کره‌ای که تنفس میکنیم حتی از آن هم کمتر نشاندهندهٔ مواد موجود در کل زمین است.

پوستهٔ زمین ۶ درصد آهن دربردارد، اما مقدار آهن در کل این سیاره ۳۵ درصد است؛ سیلیسیم که تنها ۱۵ درصد جرم سیاره را تشکیل میدهد، سازندهٔ ۲۸ درصد پوسته است و با ترکیب شدن با اکسیژن، سنگهای سیلیکاتی را میسازد. سنگ‌های سبکتر، عمدتاً گرانیت، بیشترین بخش قاره‌ها را تشکیل میدهند، امّا کف اقیانوس‌ها از بازالت، که سنگین‌تر است، ساخته شده است.

کره زمین از سطح به درون، همانند پیازی، لایه‌لایه است که سبکترین مواد در بیرون آن و سنگین‌ترین مواد در هستهٔ آن جای گرفته‌اند. این فرایند جدایش، ۳/۹ میلیارد سال پیش، یعنی ۶۰۰ میلیون سال پس از تشکیل سیاره، کمابیش کامل شده بود. ژئوفیزیکدانان این را میدانند زیرا توانسته‌اند با اندازه‌گیری پسماند رادیواکتیویته سنگهای پوستهٔ زمین، سن قدیمی‌ترین سنگهای زمین را تعیین کنند و دانش آنها درباره ساختار لایه‌ای زمین از مطالعهٔ امواج زمینلرزه بدست آمده است که در لایه‌های مختلف خمیدگی و انحراف پیدا میکنند.

با اینهمه، آنچه بدین شیوه میتوان بدست آورد چیزی بیش از طرحی کلی از تصویر درون زمین نیست. روزی ژئوفیزیکدان برجسته، سرادوارد بولارد به من گفت که «تعیین ساختمان زمین بوسیلهٔ بررسی زمینلرزه‌ها بدان میماند که نابینائی بکوشد تا ساختمان یک پیانوی بزرگ را تنها با گوش دادن به سر و صدائی که درحین پائین بردن آن از یک رشته پلکان ایجاد میشود، حدس بزند». واقعیت این است که دانشمندان دربارهٔ ترکیب ستاره‌های دوردست دانش افزونتری دارند تا دربارهٔ اعماق زمین زیر پایمان. بهررو، مگر نه اینست که دست کم ستاره‌ها را میتوانیم ببینیم!

امّا دست کم طرحی کلی از تصویر درون زمین در دست داریم. ما بر روی گویی سنگی زندگی میکنیم که شعاع میانگین آن ۶۳۷۲ کیلومتر و در قطب‌ها اندکی پَخت‌تر است. قشر بیرونی، یا پوستهٔ زمین، تنها ۰/۶ درصد حجم سیاره را تشکیل میدهد. در زیر پوسته، که ستبرای آن از ۵ تا ۳۵ کیلومتر متغیّر است، مرز بسیار مشخصی وجود دارد که ناپیوستگی موهورو ویچیچ، یا موهو نامیده میشود.

این مرز، بالای جبّه را مشخص میکند، لایه‌ای که تا ژرفای ۲۹۰۰ کیلومتری زمین پائین میرود و ۸۲ درصد حجم زمین را تشکیل میدهد. جبه در بالاترین بخش خود، نیمه گداخته است و حالت خمیری، مانند دوغاب غلیظ یا یخاب درحال ذوب شدن، دارد. این منطقهٔ ضعیف، که آستنوسفر نامیده میشود، اهمیت بسیار دارد زیرا پوستهٔ زمین میتواند بر روی آن حرکت کند و بدینسان قاره‌ها آزادانه در اطراف کرهٔ زمین به سیر و شناوری میپردازند (نگاه کنید به صفحهٔ ۱۰). در یک مقیاس گسترده، بنظر میرسد که جبه از سه بخش تشکیل یافته است: جبهٔ بالائی که حدود ۳۷۰ کیلومتر ستبرا دارد و بوسیله یک منطقهٔ گذار به ستبرای حدود ۶۰۰ کیلومتر از جبهٔ پائینی که خود ۱۹۰۰ کیلومتر ستبرا دارد جدا میشود.

در زیر جبه هسته زمین قرار دارد. هستهٔ بیرونی دارای ۲۱۰۰ کیلومتر ستبرا است و هستهٔ درونی به شعاع ۱۳۷۰ کیلومتر میباشد. هستهٔ بیرونی از آهن مایع تشکیل شده است که میدان مغناطیسی زمین را تولید میکند.

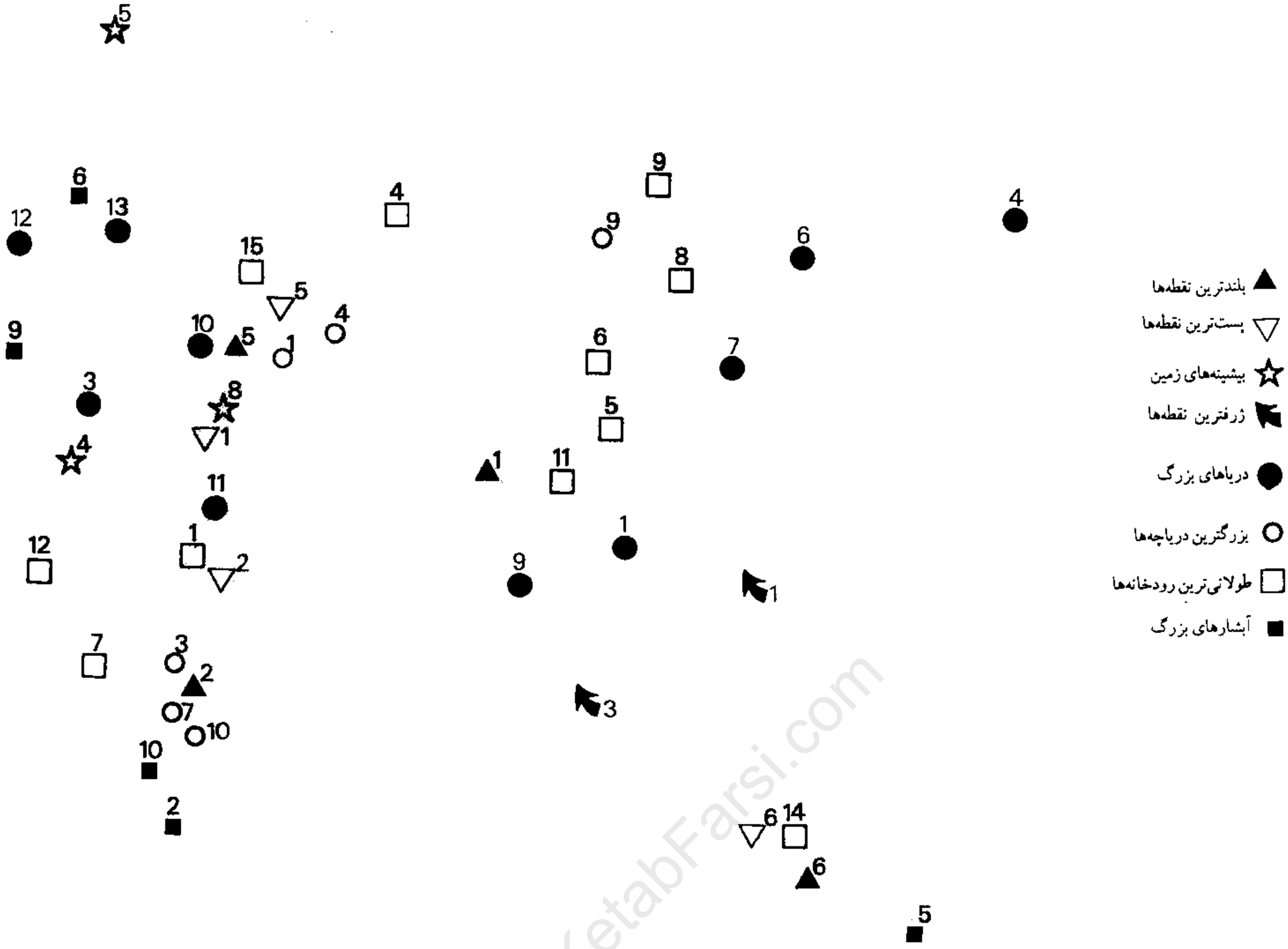
زهره و بهرام سیاره‌های سنگی همانند زمین هستند و تقریباً به همان شیوه‌ها نیز پدید آمده‌اند. امّا سیاره ما از اقیانوس‌ها آب پوشیده شده است درحالیکه بهرام سیاره سرد و خشکی است که هوا کره رقیقی دارد و زهره دارای هوا کرهٔ بسیار غلیظی است که گرد سطح سوزانش را فراگرفته است. بنظر میرسد که این اختلاف‌ها نتیجهٔ مستقیم اختلاف فاصلهٔ این سیاره‌ها از خورشید باشد.

اکنون، اخترشناسان و ژئوفیزیکدانان برآنند که هر سه ◄

فرگشت زمین ازابری ازگاز و غبار به‌سیاره‌ای سنگی

زمین

نوشتهٔ جان گریبین



www.KetabFarsi.com

شناسنامه زمین

مأخذ: انجمن ملی جغرافیا، واشنگتن

زمین

وزن:	۵،۹۷۳،۵۰۲،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰ تن
پیرامون کره در استوا:	۴۰،۰۷۵ کیلومتر
مساحت:	۵۱۰،۰۷۲،۶۰۰ کیلومتر مربع
خشکی:	۱۴۸،۹۴۰،۵۴۰ کیلومتر مربع
آب:	۳۹۱،۱۳۲،۰۶۰ کیلومتر مربع

قاره‌ها

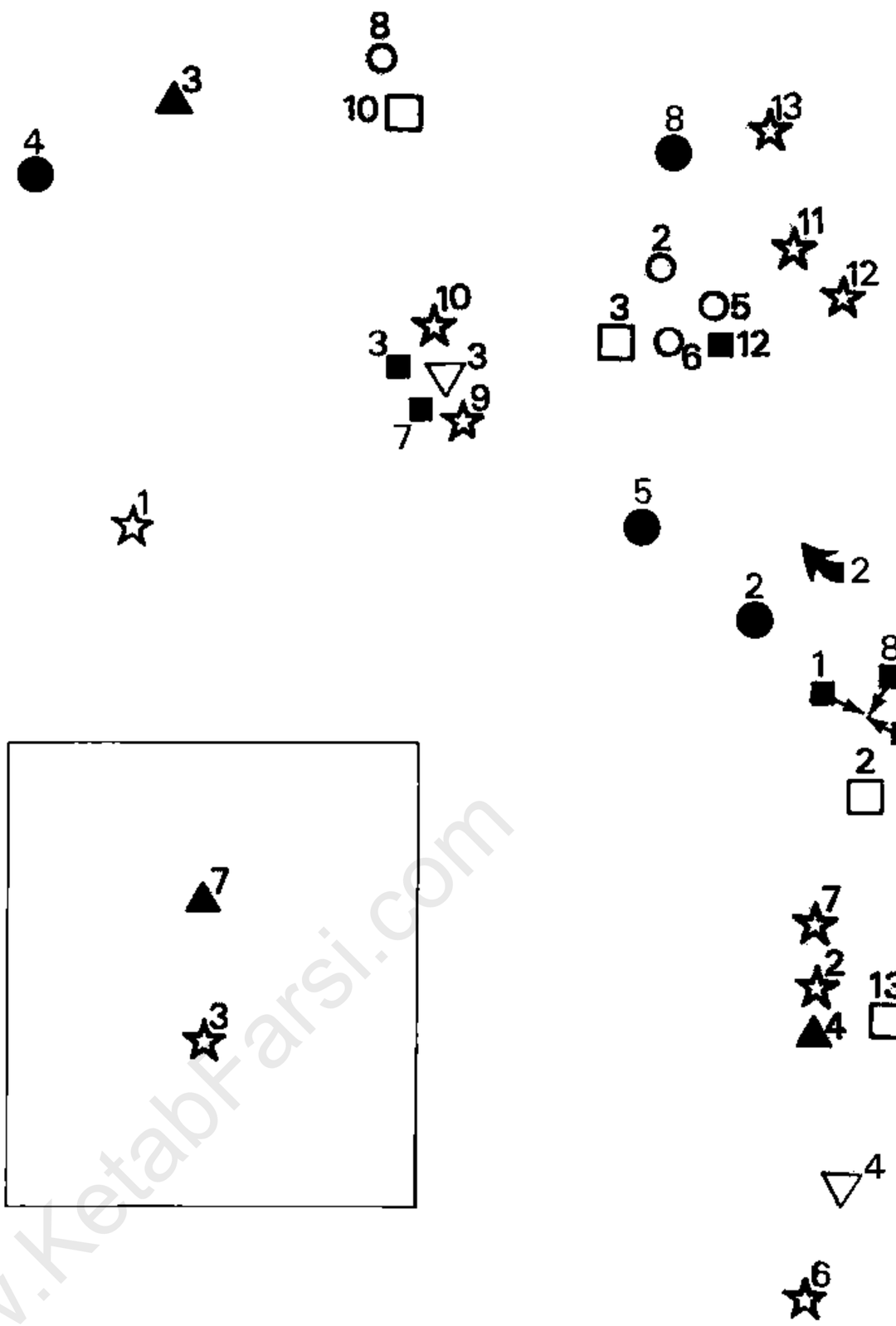
	مساحت (کیلومتر مربع)	بلندترین نقطه ▲ (متر)	پست‌ترین نقطه ▽ (متر)	جمعیت
آسیا	۴۳،۹۹۸،۹۲۰	۱ اورست ۸۸۴۸	۱ بحرالمیت -۳۹۶	۲،۰۴۸،۸۹۸،۰۰۰
آفریقا	۲۹،۸۰۰،۵۴۰	۲ کیبو (کلیمانجارو) ۵۸۹۵	۲ دریاچه آسال -۱۵۶	۳۴۴،۰۰۰،۰۰۰
آمریکای شمالی	۲۴،۳۲۰،۱۰۰	۳ مک‌کینلی ۶۱۹۴	۳ دئث‌ولی (دره مرگ) -۸۶	۳۱۴،۹۷۰،۰۰۰
آمریکای جنوبی	۱۷،۵۹۹،۰۵۰	۴ آکونکاگا ۶۹۶۰	۴ شبه‌جزیره والدس -۴۰	۱۸۶،۰۱۳،۰۰۰
اروپا	۹،۶۹۹،۵۵۰	۵ البروس ۵۶۴۲	۵ دریای خزر -۲۸	۶۳۷،۹۴۳،۰۰۰
استرالیا	۷،۶۸۷،۱۲۰	۶ کوسیوسکو ۲۲۲۸	۶ دریاچه آیر -۱۶	۱۲،۲۰۰،۰۰۰
جنوبگان	۱۴،۲۲۵،۰۰۰	۷ کوه وینسان ۵۱۳۹	۷ نامعلوم	

آبشارهای بزرگ ■

		بلندا (متر)
۱	سالتودل‌آنخل	۹۷۹
۲	توجلا	۹۴۸
۳	یوزمایت	۷۳۹
۴	کوکه‌نان	۶۱۰
۵	سوترلند	۵۸۰
۶	ماردالسفوسن	۵۱۷
۷	ریین	۴۹۱
۸	جرج ششم	۴۸۸
۹	گاوارنی	۴۲۲
۱۰	ویکتوریا	۱۰۸
۱۱	ایگوازو	۷۲
۱۲	نیاگارا	۵۹

طولانی‌ترین رودخانه‌ها □

		طول (کیلومتر)
۱	نیل	۶۶۶۹
۲	آمازون	۶۴۳۶
۳	میسی‌سیپی ــ میسوری	۵۹۶۹
۴	اوب ــ ایرتش	۵۵۶۷
۵	یانگ‌تسه	۵۳۷۱
۶	هوانگ	۴۸۲۷
۷	کنگو	۴۳۷۳
۸	آمور	۴۳۴۴
۹	لنا	۴۳۱۲
۱۰	مکنزی ــ پیس	۴۲۴۰
۱۱	مکونگ	۴۱۸۳
۱۲	نیجر	۴۱۸۳
۱۳	پارانا	۴۰۲۳
۱۴	موری ــ دارلینگ	۳۷۱۷
۱۵	ولگا	۳۶۸۵



بزرگترین دریاچه‌ها ○

		مساحت (کیلومتر مربع)	بیشینه ژرفا (متر)
۱	دریای خزر	۳۷۱۷۹۵	۹۹۵
۲	سوپریور	۸۲۳۶۲	۴۰۶
۳	ویکتوریا	۶۹۴۸۵	۸۱
۴	دریای آرال	۶۵۵۲۷	۶۸
۵	هورون	۵۹۵۷۰	۲۲۹
۶	میشیگان	۵۸۰۱۶	۲۸۲
۷	تانگانی ایکا	۳۲۸۹۳	۱۴۱۷
۸	خرس بزرگ	۳۱۷۹۲	۴۱۳
۹	بایکال	۳۰۵۱۰	۱۶۲۰
۱۰	نیاسا	۲۹۶۰۴	۶۷۸

دریاهای بزرگ ●

		مساحت (کیلومتر مربع)	ژرفای میانگین (متر)
۱	دریای جنوب چین	۲۹۷۴۶۱۵	۱۴۶۴
۲	دریای کارائیب	۲۵۱۵۹۲۶	۲۵۷۵
۳	دریای مدیترانه	۲۵۰۹۹۶۹	۱۵۰۱
۴	دریای برینگ	۲۲۶۱۰۷۰	۱۴۹۱
۵	خلیج مکزیک	۱۵۰۷۶۳۹	۱۶۱۵
۶	دریای اوخوتسک	۱۳۹۲۱۲۵	۹۷۳
۷	دریای ژاپن	۱۰۱۲۹۴۹	۱۶۶۷
۸	خلیج هودسون	۷۳۰۱۲۱	۹۳
۹	دریای آندامان	۵۶۴۸۷۹	۱۱۱۸
۱۰	دریای سیاه	۵۰۷۸۹۹	۱۱۹۱
۱۱	دریای سرخ	۴۵۲۹۹۱	۵۳۸
۱۲	دریای شمال	۴۲۷۰۹۱	۳۰۸
۱۳	دریای بالتیک	۳۸۲۰۲۵	۵۵

اقیانوس‌ها

	مساحت (کیلومتر مربع)	بیشینه ژرفا (متر)
آرام	۱۶۶۲۴۲۵۱۷	۱ گودال ماریانا ۱۱۰۳۳
اطلس	۸۶۵۵۷۸۰۰	۲ گودال پورتوریکو ۸۶۴۸
هند	۷۳۴۲۷۷۹۵	۳ گودال جاوه ۷۷۲۵
شمالگان	۱۳۲۲۳۷۶۳	۴ گودی اوراسیا ۵۴۵۰

بیشینه‌های زمین ☆

۱. **بارانترین نقطه:** کوه وایالهآله در هاوائی. میانگین بارش سالیانه: ۱۱۶۸۰ میلیمتر
۲. **خشکترین نقطه:** صحرای آتاکاما در شیلی. بارش: تقریباً هیچ. (در کالاما، هرگز بارش باران ثبت یا گزارش نشده است.)
۳. **سردترین نقطه:** وستوک در شمالگان: ۸۸- درجه سنتیگراد (در اوت ۱۹۶۰).
۴. **گرمترین نقطه:** العزیزیه در لیبی: ۵۸ درجه سانتیگراد (در سپتامبر ۱۹۲۲)
۵. **شمالیترین شهر:** نی‌آلسوند در اسپیتزبرگ نروژ
۶. **جنوبیترین شهر:** پورتو ویلیامز در شیلی
۷. **بلندترین شهر:** آنوکان کیلچا در شیلی: ۵۳۳۴ متر
۸. **پستترین شهر:** روستاهای کرانه بحرالمیت: ۳۹۶- متر
۹. **بزرگترین تنگه:** گراندکانیون در رودخانه کلرادو در آریزونا: ۳۴۹ کیلومتر درازا، ۶ تا ۲۱ کیلومتر پهنا، ۱/۶ کیلومتر ژرفا
۱۰. **ژرفترین تنگه:** هلس کانیون در رودخانه اسنیک در ایداهو: ۲۴۰۸ متر ژرفا
۱۱. **شدیدترین باد سطحی:** ۳۷۲ کیلومتر در ساعت (در سال ۱۹۳۴)
۱۲. **بلندترین مدّها:** خلیج فاندی در نووا اسکوتیا: ۱۶ متر
۱۳. **بزرگترین دهانه برخورد شخانه:** کیک نو در کانادا: ۳ کیلومتر پهنا

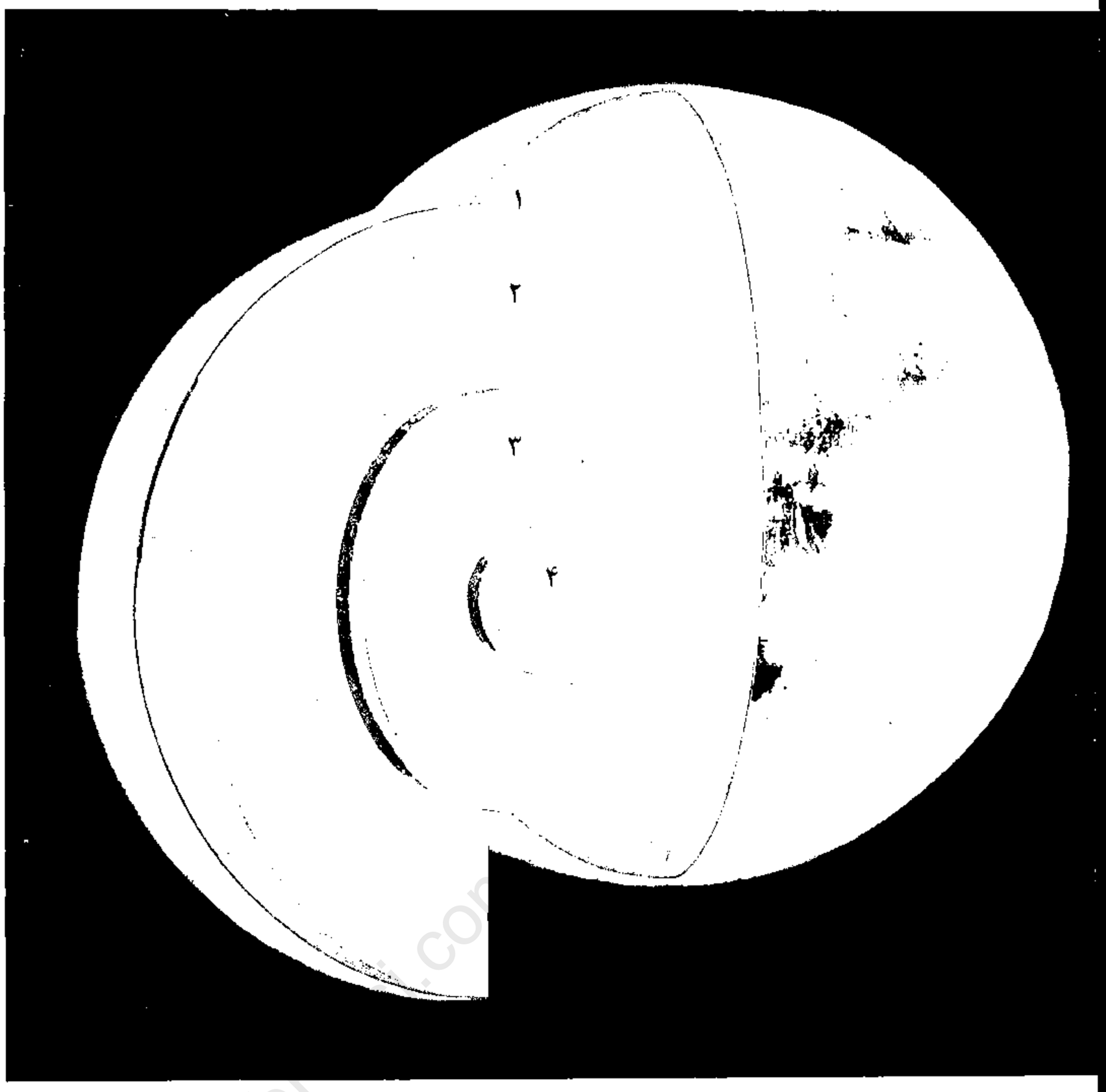
سیاره بلافاصله پس از سرد شدن قاقد هواکره بوده‌اند. هر گازی که به هنگام تشکیل این سیاره‌ها وجود داشت در اثر گرمای خورشید به بیرون رانده شدند. با محاسبات سادهٔ فیزیکی میتوان دمای سطحی هریک از این سه گوی سنگی را، با درنظر گرفتن فاصلهٔ متفاوت آنها از خورشید و با فرض آنکه تابندگی خورشید به حالت ثابت و پایداری رسیده باشد، به دست آورد. درمورد زهره، دمای پایدار، هنگامی که گرمای تابیده از خورشید دقیقاً با تشعشع خارج شونده از سیاره همتراز باشد ۸۷ درجه سانتیگراد و برای بهرام ۳۰ - درجه سانتیگراد است. باید به یادداشت که این اعداد برای سیاره‌های بی‌هوا می‌باشد.

در هر سیاره، هنگامی که اکسید کربن و بخار آب درنتیجه فعالیت‌های آتشفشانی تولید شدند، هواکره‌ای آغاز به تشکیل شدن نمود (شاید شگفت‌انگیز به‌نظر آید، اما یکی از عمده‌ترین موادی که از کوره آتشین یک آتشفشان بیرون میریزد، بخار آب است). اگرچه ۸۷ درجه سانتیگراد هنوز کمتر از نقطه جوش آب است، با اینهمه، دمای سطحی زهره به اندازه کافی بالا بود که مقدار زیادی از بخار آبی که از آتشفشان‌ها بیرون میریخت با اکسید کربن در هواکره بماند.

هم بخار آب و هم اکسید کربن سپرهای بسیار کارآمدی برای گرفتن پرتوهای فروسرخ هستند ــ این فرایند «اثر گلخانه‌ای» نامیده میشود. بدینسان، گرمای اندکی میتوانست از سیاره به فضا بگریزد و درنتیجه دمای آن به سرعت به بالاتر از نقطه جوش آب افزایش می‌یافت و سپس با پیوستن بخار آب بیشتر به هواکره به اندازه این دما باز هم افزوده میشد. ازآن پس، همه فراورده‌های گازی آتشفشان‌ها به غلظت هواکره می‌افزود و اثر گلخانه‌ای را نیرومندتر میساخت. در مریخ عکس این روی داد. شاید آب زمان کوتاهی برسطح سیاره جاری شده باشد، امّا به زودی یخ بست. زهره صحرای گرمی است. مریخ بیابانی سرد است. زمین، امّا بگونه دیگری است.

دما در سیاره ما به اندازه کافی بالا بود که آب مایع ◀

www.KetabFarsi.com



۱. **پوسته:** گرانیت (قاره‌ها) بازالت (اقیانوس‌ها)
۲. **جبه:** پریدوتیت (و سنگهای با وزن مخصوص بیشتر)
۳. **هسته بیرونی:** آهن (مایع)
۴. **هسته درونی:** آهن (جامد)

درون کره زمین

درون کره زمین ساختاری لایه‌ای دارد. بیرونی‌ترین لایه پوسته زمین است. در زیر آن جبه قرار دارد: و در مرکز زمین هسته آن جای دارد. دما و فشار در درون زمین بسیار بالا است. تصور میشود که دمای هسته حدود ۳۵۰۰ درجه سانتیگراد و فشار آن تقریباً ۳۷۵۰ تن بر سانتیمتر مربع باشد.

پوسته: در مقایسه با تمامی حجم زمین، پوسته به نازکی یک تمبر پستی است که بر یک توپ فوتبال چسبانده شده باشد. پوسته از قشر نازک سنگی ساخته شده است که وزن مخصوص آن کمتر از جبه‌ای است که در زیر قرار گرفته و پوسته با فرایندهای پیچیده‌ای طی میلیون‌ها سال از آن بدست آمده است. دو گونه پوسته وجود دارد: *پوسته قاره‌ای*، که قاره‌ها را میسازد، و *پوسته اقیانوسی* که بستر اقیانوس‌ها را تشکیل میدهد. پوسته قاره‌ای سبکتر اما بسیار ستبرتر از پوسته اقیانوسی است. همچنین پوسته قاره‌ای قدیمی‌تر است ــ بخش‌هائی از پوسته قاره‌ای بیش از ۳۵۰۰ میلیون سال سن دارند، در حالیکه سن پوسته اقیانوسی در هیچ جا بیشتر از ۲۰۰ میلیون سال نیست.

ناپیوستگی موهورو ویچیچ: مرز نمایانی که حد فاصل میان پوسته و جبه زمین را نشانه میزند.

آستنوسفر: بخش گرم‌تر، سست‌تر و نیمه گداخته زیرین جبّه بالائی که حالت دوغاب غلیظ را دارد. این لایه دارای اهمیت زیادی است زیرا پهنه‌های سخت پوسته را قادر میسازد که بر روی آن نسبت به یکدیگر حرکت کنند.

جبّه بالائی: دانشمندان برآنند که جبه بالائی از سنگهای تیره رنگ سنگین، احتمالاً پریدوتیت و شاید به همراه دونیت و اکلوژیت، ساخته شده است. این سنگها از کانی‌های سیلیکاته غنی از آهن و منیزیم تشکیل میشوند. قطعاتی از این سنگ‌ها در آتشفشان‌هائی که از ماگمای (سنگ گداخته) سرچشمه گرفته از جبه تغذیه میشوند پیدا شده است.

منطقه گذار: در این منطقه که جبه بالائی بتدریج تبدیل به جبه پائینی میشود، ساختار کانی‌ها در اثر فشارهای زیاد تغییر می‌یابد.

جبه پائینی: کانی‌های تشکیل‌دهنده جبه پائینی احتمالاً اکسیدهای ساده‌ای هستند که ساختار آنها در اثر فشارهای زیاد بسیار فشرده شده است.

هسته: هسته که وزن مخصوص آن تقریباً دو برابر جبه است. احتمالاً از آهن و مقداری فسفر و سیلیس محلول تشکیل شده است. میدان مغناطیسی زمین در هسته بیرونی که گداخته است تولید میشود. تصور میرود که هسته درونی جامد باشد.

◄ جاری شود، امّا آن اندازه بالا نبود که بخار آب درنتیجه اثر گلخانه‌ای بگریزد. درست برعکس، آب‌های گرم اقیانوس‌های جوان اکسید کربن هوا را در خود حل میکردند و بدینسان هواکره‌ای بسیار رقیق‌تر از آنچه در زهره بود باقی میماند، درحالیکه ابرهای سفید در آسمان مقداری از گرمای خورشید را بازتابانده و به سیاره فرصت خنک شدن میدادند. اخترشناسان برآنند که تصادفی نیست که اکنون جرم همه اکسیدکربن موجود در هواکرهٔ زهره تقریباً برابر جرم اکسید کربن موجود در ترکیب سنگهای کربناته، مانند سنگ آهک، میباشد که بوسیله اقیانوس‌ها در سراسر زمین نهشته شده‌اند.

اگر خورشید اندکی گرمتر میبود، زمین هم میتوانست بیابانی بسیار گرم با هواکره غلیظی از اکسید کربن باشد امّا اگر چنین میبود، آنگاه مریخ میتوانست گرمای کافی برای جاری شدن آب و شکفتن زندگی داشته باشد. یا تصور کنید که گرمای خورشید اندکی کمتر میبود؛ در آن صورت زمین ما ممکن بود سرنوشتی مانند مریخ داشته باشد، امّا زهره میتوانست به صورت سیارهٔ دلپذیری با اقیانوس‌ها و آسمان آبی ابرآلود بوده باشد. معنی ضمنی این بحث اینست که اگر درباره جای دقیق سیاره‌ای که زندگی در آن امکانپذیر باشد سختگیری نکنیم، وجود ستاره‌ای مانند خورشید تقریباً بگونه‌ای ناگزیر وجود سیاره‌ای مانند زمین را لازم می‌آورد.

در منظومه خورشیدی ما، این حالت برای سومین سیاره از خورشید روی داده است که از سه و نیم میلیارد سال پیش دارای اقیانوس‌های آب، قاره‌ها و هواکره اکسید کربن و دمائی آسایش‌بخش شده است. بدینسان، صحنه برای پدیداری زندگی آماده شده بود و نیز برای خود زندگی تا آغاز به تغییر دادن محیط سیاره کند ــ امّا آن، داستان دیگری است.

درباره آینده چه میتوان گفت؟ خورشید ما به مدت چهار میلیارد سال بیش و کم به حالت کنونی خود وجود داشته و گرمای خود را با سوزاندن سوخت هیدروژنی و تبدیل آن به هلیم در درون خود نگاه داشته است. امّا سرانجام ذخیره هیدروژن به پایان خواهد رسید. در آن هنگام بخش درونی خورشید به آرامی فرو خواهد ریخت و با گداز هلیم و تبدیل آن به کربن با واکنش‌های هسته‌ای، گرمای آن افزونتر خواهد شد. این گرمای افزایش یافته درونی باعث خواهد شد تا لایه‌های بیرونی‌تر خورشید انبساط یابند و آنرا به ستارهٔ سرخ غولی بدل سازند که سیاره‌های مجاورش را در میان خواهد گرفت و به خاکستر تبدیلشان خواهد کرد. امّا جای بیم و هراس نیست. خورشید در چرخه زندگی خود تنها نیمی از راه را پیموده است و اکنون در میانسالی است، و «سرانجام» در این مورد بمعنی دست کم چهار میلیارد سال پس از اینست. سرنوشت بشریت به دست خود او تعیین میشود نه در ستارگان.

■

جان گریبین اختر فیزیکدان انگلیسی، نویسنده علمی و عضو پیشین واحد پژوهش سیاست علمی در دانشگاه ساسکس انگلستان، مشاور مجله *نیوساینتیست* در دانش فیزیک است. کتاب‌های بسیاری درباره اخترشناسی، ژئوفیزیک و تغییرات آب و هوائی و نیز دو رمان نوشته، و در سال ۱۹۷۴ جایزهٔ بهترین نویسندهٔ علمی بریتانیا را بدست آورده است. ازجمله کتابهای او درباره اختر فیزیک عبارتند از: *چاله‌های سفید* (۱۹۷۷)، *تاب‌های زمان* (۱۹۷۹) ، *خاستگاه: منشاء آدمی و جهان* (۱۹۸۱)، و *تاب‌های فضا* (۱۹۸۳).

جای ما در منظومه خورشیدی

خورشید
یک کورهٔ اتمی که با تبدیل هیدرژن به هلیم مقادیر عظیمی انرژی آزاد میکند. ستارهٔ مرکزی منظومهٔ خورشیدی، که ۹۹ درصد جرم منظومه را تشکیل میدهد. میانگین دمای سطحی: ۵۵۰۰ درجه سانتیگراد. دمای هسته: ۱۷ میلیون درجه سانتیگراد. قطر: ۱/۳۹ میلیون کیلومتر. فاصله از زمین: ۱۵۰ میلیون کیلومتر.

تیر (عطارد)
سنگین و احتمالاً بخشی از آن فلزی است. ممکن است هواکره رقیقی داشته باشد. میانگین دمای نیمروزی: ۳۵۰ درجه سانتیگراد. قطر: ۴۸۴۰ کیلومتر. فاصله از خورشید: ۵۷/۹ میلیون کیلومتر.

زهره
ترکیبی مشابه زمین دارد. گرداگرد آنرا هواکره سنگینی از اکسیدکربن گرفته است. دمای سطحی: ۳۰۰ درجه سانتیگراد، قطر: ۱۲،۱۰۴ کیلومتر. فاصله از خورشید: ۱۰۸/۲ میلیون کیلومتر.

زمین
لایه‌های سیلیکاتی گرداگرد هسته سنگین فلزی را فرا گرفته است. آب و هواکره‌ای از ازت و اکسیژن زندگی را امکانپذیر ساخته است. دمای سطحی: بین ۶۰ و ۹۰ ــ درجه سانتیگراد. قطر: ۱۲ ۷۵۶ کیلومتر. فاصله از خورشید: ۱۵۰ میلیون کیلومتر.

بهرام (مریخ)
سطح آن، همانند ماه، دارای دهانه‌های برخورد شخانه‌ها و نیز، همانند زمین دارای، کانیون‌ها و آتشفشان‌ها میباشد. هواکره آن از اکسید کربن با کمی ازت و آب تشکیل شده است. گواهی بر وجود زندگی در آن نیست. دمای سطحی: (؟) ۲۰ درجه سانتیگراد در استوا. قطر: ۶۷۶۰ کیلومتر. فاصله از خورشید: ۲۲۷/۹ میلیون کیلومتر.

ستاره‌وارها
اجسام کوچکی که در مدارهائی بین بهرام و مشتری در گردشند. قطر بسیاری از اینان کمتر از یک کیلومتر است. فاصله میانگین از خورشید: ۴۱۴/۴ میلیون کیلومتر.

مشتری
سیاره یخزده غول پیکری که هواکره غلیظی از هیدرژن و هلیم آنرا پو شانده است. منبع نیرومند انرژی. قطر: ۱۴۲ ۷۰۰ کیلومتر. فاصله از خورشید: ۷۷۸/۳ میلیون کیلومتر.

زحل
وزن مخصوصش از همه سیاره‌ها کمتر است. عمدتاً از هیدرژن و هلیم تشکیل شده است. حلقه‌هائی از ذرات پوشیده از یخ گرد آن را گرفته است. قطر: ۱۲۰ ۸۰۰ کیلومتر. فاصله از خورشید: ۱ ۴۲۷ کیلومتر.

اورانوس
احتمالاً از یخ و مقداری ذرّات جامد آمونیاک، هیدرژن و هلیم تشکیل شده است. رنگ سبزش به دلیل هواکره غنی از متان است. قطر: ۴۷ ۶۰۰ کیلومتر. فاصله از خورشید: ۲ ۸۶۹ میلیون کیلومتر.

نپتون
احتمالاً از متان منجمد، آب و آمونیاک تشکیل شده است. قطر: ۴۴ ۴۰۰ کیلومتر. فاصله از خورشید: ۴ ۴۹۸ میلیون کیلومتر.

پلوتون
دورترین سیاره‌ای که تاکنون کشف شده است. ترکیب آن دانسته نیست. قطر: (؟) ۳ ۰۰۰ کیلومتر. فاصله از خورشید: ۵۹۰۰ میلیون کیلومتر.

ماه
ترکیب آن فرق‌های اندک ولی مهمی با زمین دارد. تجزیه سنگهای ماه نشان داده است که نسبت تیتان، کروم و زیرکونیم در آن بیشتر از پوسته زمین است که این اندیشه را القاء میکند که ماه بطور جداگانه، احتمالاً از بهم جوش خوردن و سیمان شدن ذرات جامد موجود، ساخته شده است. سطح ماه دارای دهانه‌های بیشماری است که از فرو افتادن شخانه‌ها پدید آمده‌اند. مناطق روشن (بلندی‌ها) پوسته آغازین را نشان میدهند. مناطق تیره تشتک‌هائی هستند که ۳/۶ میلیارد سال پیش در اثر برخورد ایجاد شده و با فوران گدازه پر شده‌اند.

شخانه‌ها
واریزه‌های سنگی و فلزی تافته از گرما که از فضای بیرونی به زمین فرو می‌افتند. آنها احتمالاً قطعات ستاره‌وارهائی هستند که با یکدیگر برخورد کرده‌اند. ترکیب آنها از سنگ سیلیکات آهن ــ منیزیم تا نیکل ــ آهن تغییر میکند. بیشینه عمر آنها در همان حدود عمر زمین است.

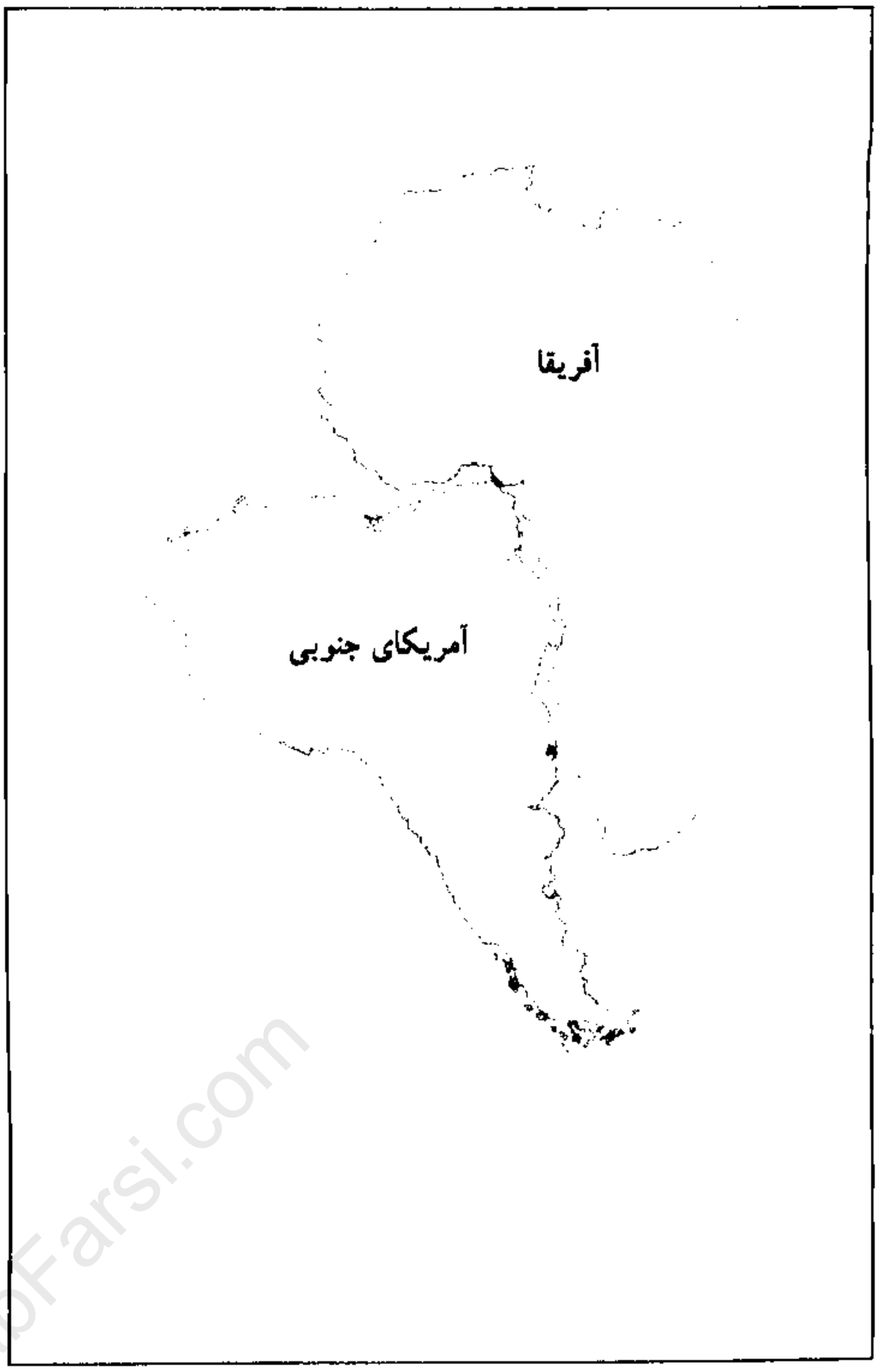
ذرهٔ غباری در فضای بیکران

در مقایسه با فواصل در فضا، زمین و منظومه خورشیدی بی‌نهایت کوچک هستند. این فاصله‌ها با سال نوری اندازه گرفته میشود. یک سال نوری فاصله‌ای است که نور در یک سال می‌پیماید که حدود ۱۰ هزار میلیارد کیلومتر است.
فاصله نزدیکترین ستارهٔ کهکشان ۱۰۰ میلیارد ستاره‌ای ما چهار سال نوری است و فاصله دو سوی خود کهکشان از همدیگر ۸۰ ۰۰۰ سال نوری میباشد. با اینهمه این تنها یکی از میلیون‌ها کهکشان در کیهان است.
منظومه خورشیدی از خورشید و موادی که به گرد آن میچرخند ــ سیاره‌ها، ماه‌ها، ستاره‌وارها، دنباله‌داران، شخانه‌ها، غبار و گاز ــ تشکیل شده است. گردش بسیاری از این مواد به گرد خورشید در یک جهت و بر روی یک صفحه مشخص میباشد.

Photo © Geological Museum, Londres

پلوتون نپتون اورانوس زحل مشتری ستاره‌وارها بهرام زمین زهره عطارد خورشید

قاره‌های



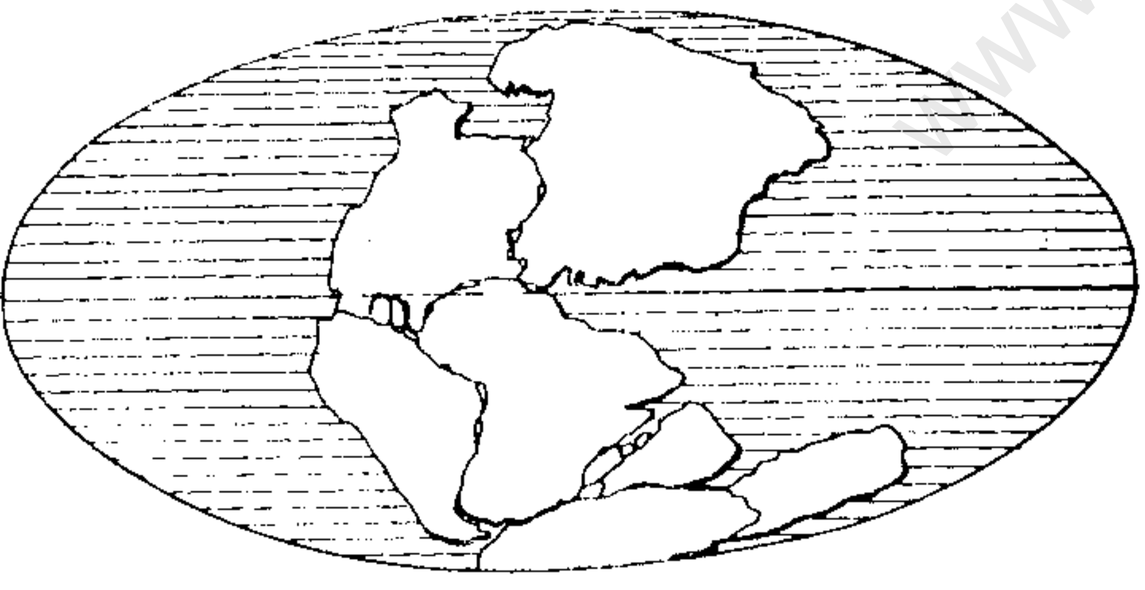
Cartes © Oxford University Press, Oxford

هر کس که به یک نقشهٔ جهان نگاه کرده باشد باید متوجه شده باشد که اگر اقیانوس اطلس که دو قاره آفریقا و آمریکا را از هم جدا میکند از میان برداشته شود خطوط ساحلی این دو قاره بخوبی برهم منطبق میشوند. ژئوفیزیک جدید نشان داده است که همه خشکی‌های کره زمین، صدها میلیون سال پیش از این، بصورت یک ابر قاره، به نام پانگه‌آ، بیکدیگر پیوسته بوده‌اند و قطعه قطعه شدن بعدی این ابر قاره به شناوری خشکی‌های قاره‌ای و رسیدن آنها به موقعیت کنونی در سطح کره زمین انجامیده است.

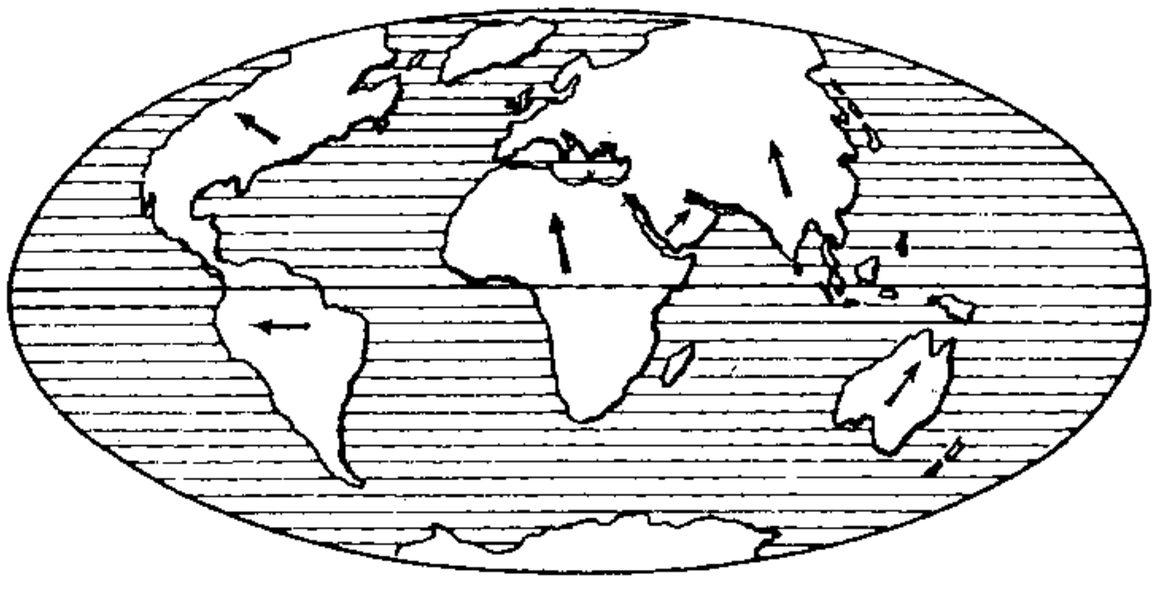
گذشت سالیان بسیاری لازم بود تا این اندیشه پذیرفته شود. پیشینه‌اندیشیدن درباره شکل قابل انطباق قاره‌ها به فرانسیس بیکن (۱۶۲۶ ــ ۱۵۶۱) برمیگردد، امّا اخترشناس و هواشناس آلمانی، آلفرد وگنر، به عنوان «پدر» اندیشه شناوری قاره‌ها شناخته شده است زیرا او بود که نخستین بیان جامع این نظریه را در سال ۱۹۱۲ منتشر ساخت. وگنر می‌اندیشید که قاره‌ها از میان پوسته‌های نازک‌تر بستر اقیانوس و با فشار واردکردن بر آن جابجا میشوند، همانند کوه‌های یخ که از میان آبهای دریا حرکت میکنند. وی نشانه‌های بسیار زیادی گرد آورد تا نشان دهد که کناره‌های قاره‌ها را میتوان، مانند قطعات مختلف یک شکل معمائی، بخوبی بر یکدیگر منطبق کرد. امّا، اندیشه حرکت قاره‌ها از میان سنگهای بستر دریا امکانپذیر نمی‌نمود و هواخواه چندانی نیافت تا اینکه در سال‌های ۱۹۵۰ در نتیجه پیدایش و گسترش تکنیک‌های نوین زمین‌شناختی گواه‌های قاطعی مبنی بر حرکت قاره‌ها فراهم آمد.

گواه اصلی از بررسی‌های مغناطیسی بستر اقیانوس‌ها به دست آمد. این بررسی‌ها نشان دادند که پوسته بستر اقیانوس اطلس بگونه‌ای مستقارن در دو سوی یک پشته طولانی آتشفشانی فعال که تقریباً از مرکز بستر اقیانوس میگذرد قرار دارد. تفسیر این نتایج آن است که پوسته نوین اقیانوسی در پشتهٔ میان اقیانوسی ایجاد میشود، بدینسان که از میان شکافی در پوسته به سطح زمین می‌آید و در هر دو سوی شکاف رانده میشود و بگونه‌ای پیوسته باعث پهن‌تر شدن اقیانوس اطلس میشود.

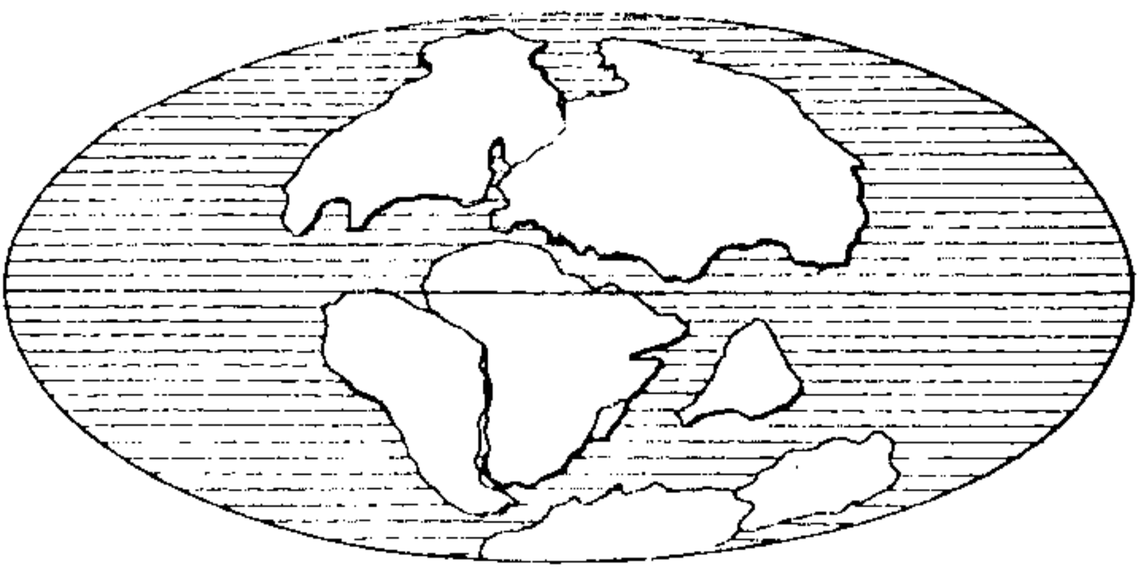
در بخش‌های دیگر جهان وارونه این پدیده روی میدهد. برای نمونه، در اقیانوس



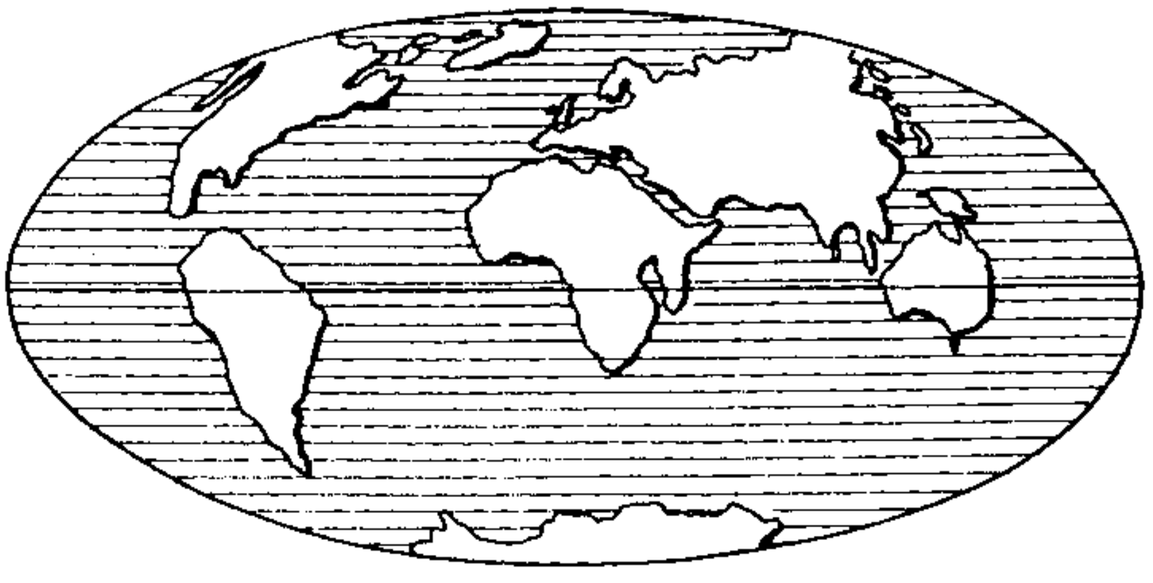
۲۰۰ میلیون سال پیش



اکنون



۱۳۵ میلیون سال پیش



در ۵۰ میلیون سال آینده

www.KetabFarsi.com

سرگردان

آرام شمالی پشتهٔ اقیانوسی وجود ندارد، امّا ژرفنائی وجود دارد که در باختر بستر اقیانوس، در نزدیکی خشکی قاره‌ای او را سیا کشیده شده است. در آنجا پدیده فرورانش روی میدهد: پوسته نازک بستر اقیانوسی به زیر قاره رانده میشود تا به جبه برسد و در آن ذوب شود و سرانجام چرخه رااز سر گیرد. اثر فرجامین این جنبش‌ها آنست که هیچ تغییری در مساحت سطح کره زمین پدید نمی‌آید زیرا گسترش در اقیانوس اطلس و جاهای دیگر با فشردگی در اقیانوس آرام جبران میشود. قطعه‌ای از پوسته زمین که بوسیله پشته‌های گسترش و مناطق فرورانش محدود شده است یک «پهنه» نامیده میشود و از همینرو به بیان نوین نظریه شناوری قاره‌ها «زمینساخت پهنه‌ای» گفته میشود. در برخی جاها، دو قطعه پوسته زمین، دو پهنه، در کنار هم میلغزند بی‌آنکه بستر اقیانوس را گسترش دهند و یا آنرا از میان ببرند. امروزه چنین پدیده‌ای در راستای گسل معروف سن آندریاس در کالیفرنیا روی میدهد.

فرایند قطعه قطعه شدن و جابجائی قاره‌ها ممکن است چندین بار در درازنای تاریخ زمین روی داده باشد و عامل پدیداری رشته کوه‌ها در محل برخورد قاره‌ها می‌باشد. بدینسان، هند در حرکت به سوی شمال و فشرده شدن بر قاره او راسیا باعث برآمدن هیمالیا شده است که خیزش آن هنوز ادامه دارد. در مقابل، راستای دریای سرخ شکاف نوینی (از نقطه نظر زمین‌شناسی) را در پوستهٔ زمین مشخص میکند. این پشته گسترش که آفریقا را از عربستان جدا میکند، ممکن است سرانجام باعث شود که این دریای باریک آن قدر گسترش یابد که اقیانوسی به پهنای کنونی اقیانوس اطلس پدید آورد.

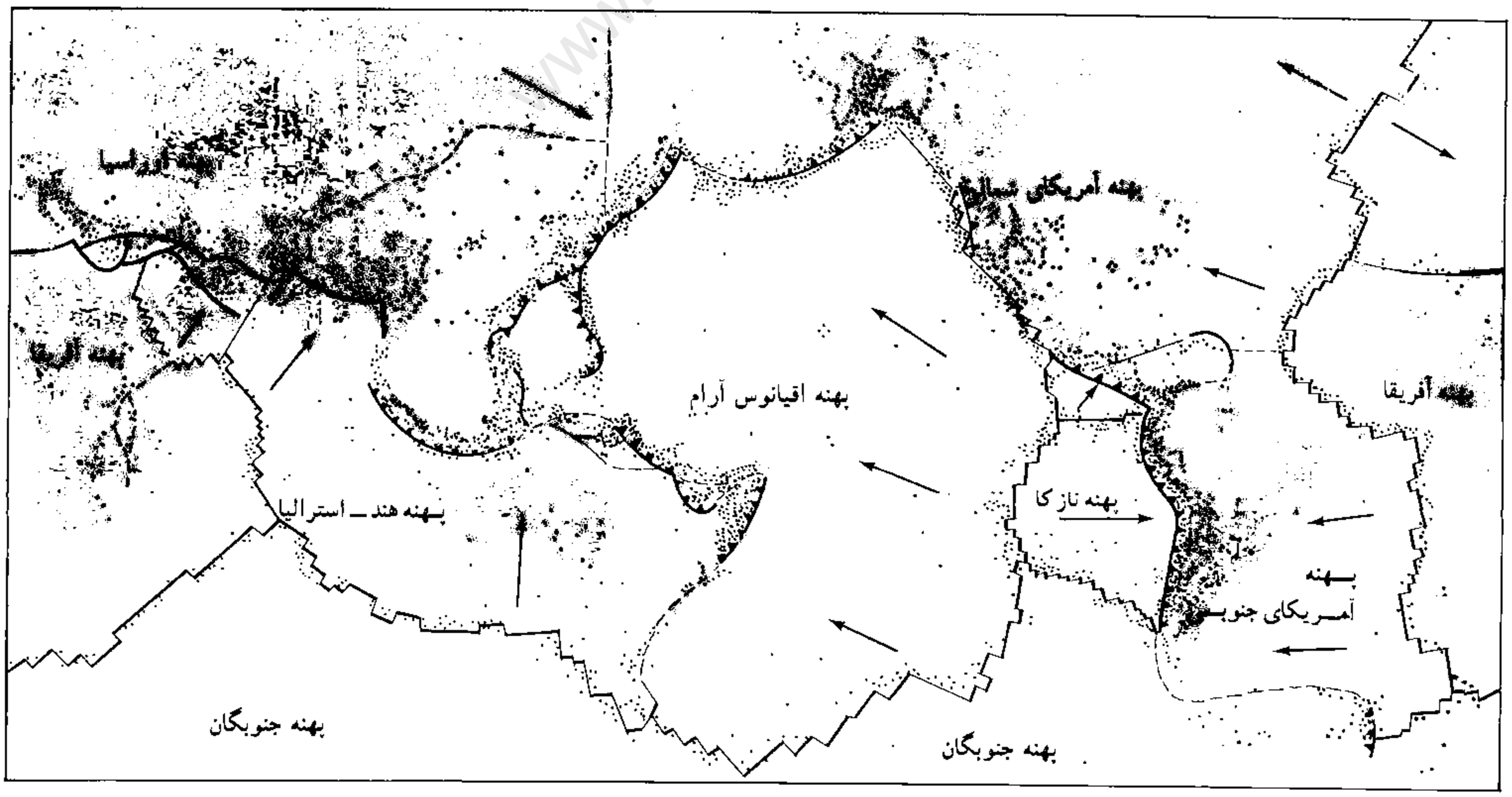
گواه‌های انکارناپذیری برای واقعیت شناوری قاره‌ها، یا زمینساخت پهنه‌ای، در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ گردآوری شد. امّا آخرین و قطعی‌ترین دلیل تنها در چند سال گذشته بدست آمد. اینک، با بکارگیری پرتوهای لیزر که توسط ماهواره‌ها در مدار زمین بازتاب می‌یابد میتوان گسترش پیوسته اقیانوس اطلس را بطور مستقیم اندازه گرفت اندازه این گسترش در حدود دو سانتیمتر در سال محاسبه شده است. ■

پشتهٔ گسترش میان اقیانوسی. پهنه‌هااز هم دور میشوند؛ سنگ مذاب بالا می‌آید و به لبه هر یک از پهنه‌ها مواد جدید می‌افزاید.

منطقه فرورانش اقیانوسی. یک پهنه به زیر پهنه دیگر رانده میشود. لبه یک پهنه به درون جبه رانده میشود، در آنجا ذوب میگردد و چرخه را از سر میگیرد. گاهی بخشی از سنگ‌های ذوب شده بالا می‌آید و کمانی جزیره‌ای می‌سازد.

منطقه برخورد پهنه‌ها. پهنه‌ای که به زیر پهنه دیگری رانده میشود موجب برخورد دو قاره میگردد و بدینسان رشته کوه‌های بلندی تشکیل میشود.

گسل ترادیسی. دو پهنه در کنار هم میلغزند بی‌آنکه باعث افزایش یا از میان رفتن مواد پهنه‌ها شوند



پوسته قاره‌ای
آتشفشان‌ها
مناطق لرزه‌خیز

منطقه فرورانش
مرز نامحقق پهنه‌ها
جهت جابجائی پهنه‌ها

جابجائی‌های پشته گسترش در اثر گسل‌های ترادیسی
منطقه برخورد پهنه‌ها

ساعت زمین شناختی

مفهوم زمان در زمین شناسی

زمین‌شناسی دانشی است که ویژگی‌ها و ساختار زمین و گواه‌های باقی مانده از شکل‌های قدیمی زندگی را بررسی میکند. این دانش شامل توصیف ریخت‌های زمین شناختی نیز میباشد، امّا مهمترین زمینه‌ای که به آن می‌پردازد بررسی فرایندها و نیروهائی است که چشم‌انداز سیاره ما را بصورتی که امروزه می‌بینیم شکل داده است.

این فرایندها، عموماً بگونه‌ای بسیار آهسته عمل میکنند. برخاستن پوسته زمین بصورت رشته‌کوه‌ها، فرسایش کوه‌های دیگر تا بصورت دشت درآیند، پیشروی و پسروی صفحات یخ و جنبش بی‌وقفه بخش‌های مختلف خود پوسته زمین نیاز به زمان‌هائی بسیار طولانی دارند.

در اندیشهٔ باختر‌زمینی، دریافت درازای سرسام آور زمان زمین شناختی، مربوط به زمان‌های نسبتاً اخیر است. در سال ۱۶۵۶، جیمزاوسر، سراسقف آرماگ در ایرلند شمالی، پس‌از بررسی دقیق شجره نسب‌های ثبت شده در انجیل، به این نتیجه رسید که آفرینش در ساعت ۸ بامداد ۲۲ اکتبر سال ۴۰۰۴ پیش از میلاد صورت گرفته است. این برآورد، به گونه‌ای گسترده حتی تا سده هیجدهم پذیرفته می‌شد.

با اینهمه، در سال ۱۷۸۵، طبیعی‌دان اسکاتلندی جیمزهاتن *نظریه زمین* خود را منتشر ساخت و در آن این عقیده را بیان داشت که فرایندهای طبیعی مانند تشکیل کوه‌ها و فرسایش چنان آهسته روی میدهند که زمین باید چندین میلیون سال عمر داشته باشد. دیدگاه‌های وی عموماً مورد پسند و پذیرش قرار نگرفت تا اینکه در آغاز سال‌های ۱۸۳۰ اسکاتلندی دیگری، چارلزلایل زمین شناس، در اثر سه جلدی معروف خود، *مبانی زمین شناسی*، که شالوده نگره تکامل در زیست شناسی و بررسی علمی سرگذشت زمین را بنا نهاد، از نظریات هاتن پشتیبانی کرد.

آنگاه که زمین شناسی به صورت رشته‌ای به تمام معنی علمی درآمد سرانجام مردم از درازای سرسام‌آور زمانی که سپری شده بود تا طبیعت تغییراتی را پدید آورد که آنها شاهد نتایج آن بودند، آگاه شدند.

زمین سیاره‌ای سنگی است و میتوان سرگذشت آن را، عملاً از آغاز آن تاکنون، با بررسی سنگهائی که در سطح زمین رخنمون دارند و یا با حفاری قابل دستیابی هستند، روشن کرد.

سنگ‌ها را میتوان به سه گروه بزرگ بخشبندی کرد: *سنگهای آذرین*، که از مواد مذابی که از درون زمین بالا می‌آید ساخته میشوند؛ *سنگهای دگرگونی*، که تحت تأثیر دما و فشار زیاد تغییر یافته و دوباره متبلور شده‌اند؛ و سنگهای رسوبی، که ساختی لایه‌ای دارند و از قطعات فرسایش یافته سنگ‌های موجود که در جای دیگری نهشته شده‌اند تشکیل یافته‌اند (نگاه کنید به صفحه ۱۵).

سنگ‌های آذرین و دگرگونی قدیمی کلید شناخت خاستگاه و تاریخ آغازین پوسته زمین هستند؛ سازندهای جوانتر و دگر ریخت شده سنگهای آذرین به ما کمک میکنند تا چگونگی تشکیل رشته کوه‌ها را دریابیم؛ و سنگهای رسوبی که بصورت لایه‌ها و چینه‌ها در درازنای میلیون‌ها سال نهشته شده‌اند، نشانه‌های بنیادی را که مقیاس عمومی زمان زمین شناختی برپایه آن ساخته میشود فراهم می‌آورند.

سنگ‌های رسوبی فسیل‌ها را، که بقایای سازواره‌های زنده زمانهای گذشته هستند، دربردارند. چون موجودات زنده پیوسته از راه تکامل تغییر می‌یابند، فسیل‌های یافت شده در سنگهای رسوبی ابزارهای اصلی

شکل‌گیری ناهمواری‌های زمین

سطح زمین به وسیله *فرسایش* و دگرریختی شکل داده میشود. فرسایش سنگهای پوسته قاره‌ای زمین بوسیله عمل مکانیکی آب، باد و یخ انجام میگیرد. دگرریختی در جاهائی که پوسته زمین ناپایدار است بصورت شکستگی، برش، فشردگی، چین‌خوردگی یا روانگی پلاستیکی روی میدهد.

دره‌های یخچالی U شکل مانند این دره در آلاسکا، در اثر حرکت یخچال‌ها در سرازیری یک دره رودخانه‌ای پدید می‌آیند. یخ و قطعات سنگی که به همراه خود می‌برد در مسیر خود دوسوی پرشیب دره را می‌ساید و میکند.

کانیون‌ها وقتی تشکیل میشوند که سرعت جریان و توان فرسایش رودخانه‌ای که در دشتی جریان دارد در نتیجه بالا آمدن زمین افزایش می‌یابد. تماشائی‌ترین نمونه این پدیده گراندکانیون رودخانه کلرادو است که ژرفای آن در برخی جاها از ۱/۵ کیلومتر در میگذرد (نگاه کنید به صفحه رنگی ۲۰)

دره‌های کافتی که *گرابن* (واژه آلمانی برای «ترانشه») نیز نامیده میشوند نتیجه فرونشست قطعه‌ای از زمین در میان دوگسل موازی هستند. بزرگترین دره کافتی جهان، دره کافتی آفریقای خاوری، نزدیک به ۵٫۰۰۰ کیلومتر درازا دارد.

را در تعیین سن نسبی سنگ‌های موجود در نواحی گوناگون تشکیل میدهند. از اینرو، چینه شناسی (بررسی توالی لایه‌های سنگی) و دیرین شناسی (بررسی فسیل‌ها در پیوند با فرگشت پوسته زمین) را باهم میتوان بصورت بررسی «تاریخ در لایه‌ها» توصیف کرد.

با پیدایش پرتوسنجی در سال‌های ۱۹۵۰ دانشمندان توانستند تعیین سن نسبی را که از بررسی فسیل‌ها به دست می‌آید با داده‌های مربوط به سن *مطلق* (برحسب سال) تکمیل کنند. سن مطلق برخی انواع سنگ‌ها را میتوان از مقدار عناصر رادیواکتیو و فرآورده تجزیه آنها در کانی‌هائی که سنگ از آنها ساخته شده است محاسبه کرد. ایزوتوپ‌های رادیواکتیو اورانیم، پتاسیم و روبیدیم با نرخ معلومی به ترتیب به ایزوتوپ‌های پایدار سرب، آرگون و استرونسیم تجزیه میشوند. پس‌از آنکه یک کانی متبلور و سرد شد، فرآورده‌های تجزیه رادیواکتیو آغاز به انباشته شدن در آن میکنند و بدینسان، یک «ساعت رادیواکتیو» را به کار می‌اندازند.

همچنانکه زمان اندازه‌گیری شده به وسیله «ساعت» به ساعت‌ها، دقیقه‌ها و ثانیه‌ها بخشبندی میشود، زمان زمین شناختی (نگاه کنید به صفحه ۱۴) نیز به دوران‌ها، دوره‌ها و دورها تقسیم شده است.

نخستین دوران، که پرکامبرین، نام دارد، فاصله زمانی بین تشکیل پوسته زمین، درحدود ۴۶۰۰ میلیون سال پیش، تا زمانی را دربرمیگیرد که، در حدود ۵۷۰ میلیون سال پیش، برای نخستین بار در تاریخ زمین، شواهد شکل‌های گوناگون زندگی به صورت بقایای فسیلی به فراوانی یافت میشود. بدینسان، دوران پرکامبرین، که برخی از زمین شناسان آنرا به دوبخش آرکئوزوئیک و پروتروزوئیک تقسیم میکنند، تقریباً ۹۰٪ زمان زمین شناختی را در برمیگیرد.

سه دوران دیگر که فاصله زمانی از پایان پرکامبرین تا کنون را در برمیگیرند عبارتنداز: دوران پالئوزوئیک (دیرین زیستی)، از ۵۷۰ تا ۲۲۵ میلیون سال پیش، دوران مزوزوئیک (میانه زیستی)، از ۲۲۵ تا ۶۵ میلیون سال پیش، و دوران سنوزوئیک (نوزیستی)، از ۶۵ میلیون سال پیش تاکنون. بطور کلی، در دوران پالئوزوئیک بی‌مهرگان و مهره‌داران نسبتاً ساده مانند ماهی‌ها، دوزیستیان و خزندگان آغازین پدید آمده‌اند، دوران مزوزوئیک زمان پیدایش و چیرگی خزندگان بزرگ مانند دینوسورها بوده، و دوران سنوزوئیک که دوران معاصر است زمان چیرگی پستانداران است.

دوران‌ها به واحدهای کوچکتری بنام دوره بخشبندی شده‌اند. بسیاری از دوره‌ها نام خود را از نام منطقه جغرافیائی که سنگهای دربرگیرنده فسیل‌های ویژه آن بخش از زمان زمین شناختی پیدا شده است گرفته‌اند. بدینسان، دوره کامبرین به نام قدیمی ویلز و دوره پرمین به نام قلمرو پادشاهی روسی باستان، پرمیا، نامگذاری شده‌اند.

برخی دوره‌ها نام خودرا، نه از محل جغرافیائی، بلکه از ویژگی‌های فیزیکی سنگ‌هایشان گرفته‌اند. برای نمونه نام دوره کرتاسه از واژه لاتینی گچ، کرتا، گرفته شده است و دوره تریاس بدان جهت چنین نامی گرفته است که در آلمان، سازندهای این دوره از سه لایه مشخص شامل ماسه سنگ‌های قرمز، سنگ آهک و شیل تشکیل شده است.

گاهی برای نامیدن یک دوره، زمین شناسان بخش‌های مختلف جهان نامگذاری‌های متفاوتی را به کار میبرند. برای نمونه، دو دوره‌ای را که در آمریکای شمالی دوره پنسیلوانین و دوره میسی سیپین (نام‌های جغرافیائی) نامیده میشوند در اروپا درهم ادغام کرده و دوره کربنیفر (به دلیل وجود ذغال سنگ در چینه های این دوره) می‌نامند.

دوره‌ها به *دورها* بخشبندی میشوند و هر دور به نوبه خود به *آشکوب‌ها* تقسیم میشود و در این مرحله است که نامگذاری‌های متفاوت بسیار ناهمگونی توسط زمین شناسان بخش‌های مختلف جهان به کار برده میشود.

علت این امر آنست که در هر کشور یا ناحیه‌ای معمولاً ارتباط میان زمان زمین شناختی و توالی چینه‌های سنگی بر پایهٔ اندیشه سنّتی و با الگوها، نامگذاری‌ها و طبقه‌بندهائی که از کشوری به کشور دیگر تغییر میکند استوار میشود. حتی در مورد جدول ساده شده‌ای مانند آنچه که به عنوان جدول زمان زمین شناختی در صفحه ۱۴ آمده است، نه از نظر نام‌ها و نه از نظر زمان‌ها همه زمین شناسان همرأی نخواهند بود.

از اینرو، اگر با پذیرش استانداردها و واژگان مشترک، داده‌های گردآوری شده از ناحیه‌های گوناگون برای همه زمین شناسان در سراسر جهان قابل فهم گردد، حل بسیاری از مسائل بنیادی زمین شناختی آسانتر خواهد شد. و این یکی از هدف‌های اساسی *برنامه جهانی همبستگی‌یابی زمین شناختی* است که با همکاری مشترک اتحادیه جهانی علوم زمین شناختی و یونسکو (نگاه کنید به صفحه ۱۴) اجرا خواهد شد.

پژوهش‌هائی که هدف آنها هرچه دقیق‌تر نمودن مقیاس زمانی زمین شناختی است از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. زمین شناسان نه تنها همچون پایه پژوهش درباره فرگشت پوسته زمین، بلکه برای شناخت و ارزیابی منابع انرژی و کانی نیز به روش‌های دقیق تعیین سن نیاز دارند.

درک فرایندهای طبیعی که به انباشت نهشته‌های کانی یا سوخت‌های فسیلی انجامیده است، به توان زمین شناس در شناخت توالی زمانی مراحلی که نهشته‌ها را تشکیل داده است و نیز به توان او در همبستگی‌یابی دقیق میان توالی زمانی این مراحل که در نواحی بسیار دوراز هم باعث تشکیل نهشته‌های همسان شده‌اند بستگی دارد. در زمین شناسی نیز میتوان گفت که «زمان، طلا است». ■

www.KetabFarsi.com

جدایش، یا *دکسولمان* سازوکار معمول چین‌خوردگی در بسیاری رشته‌کوه‌های کم ارتفاع مانند ژورا است (بالا). این پدیده در لایه‌های هموار رسوبی در درازنای دوسوی کوه‌چین خورده‌ای که بالا می‌آید (در این مورد، کوه‌های آلپ) تشکیل می‌شود. همچنانکه کوه‌های چین خورده جوان بالا می‌آیند، لایه‌های رسوبی را به دوسو فشار میدهند تا اینکه آنها از سنگهای زیرین خود جدا میشوند و همچون فرشی برروی زمین لغزنده، به سوی بالا چین‌خوردگی‌های شدیدی پیدا میکنند. «صیقل» یا لغزندگی توسط لایه نرمی از سنگ نمک یارس که در زیر لایه‌های رسوبی قرار گرفته فراهم می‌شود.

چین برگشته در رشته کوه‌های چین خورده، هنگامی که لایه‌های به سوی بالا چین‌خورده سنگ، برروی خود واژگون میشود، تشکیل میگردد. در اسکاتلند، بخش زیرین چنین چینی در اثر فرسایش رخنمون یافته است، کمربند پهناوری که بگونه‌ای واژگونه از ابردین تا انتریم کشیده شده است.

سفره‌های روراندگی توده‌های سنگی هستند که در فاصله‌هائی دراز برروی سنگهای جسوانتر رانده شده‌اند بگونه‌ای که مانند پوششی آنها را پنهان کرده‌اند. مترهورن (بالا، سمت راست) بوسیله یخچال‌ها در یک سفره رور اندگی گرانیت پیش از آلپ که از جنوب برروی سویس رانده شده کنده شده است.

مقیاس زمانی زمین شناختی

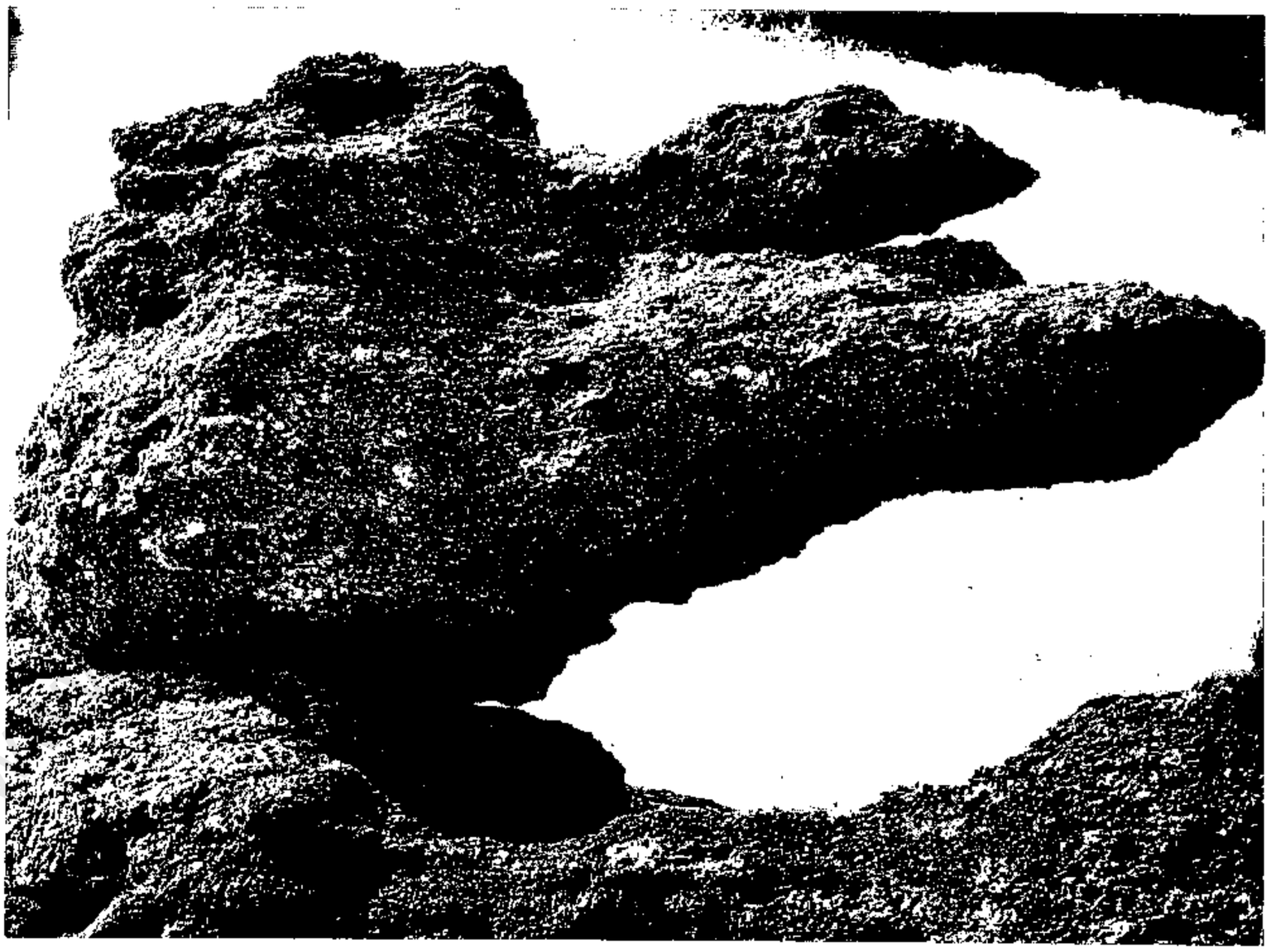
دوران	دوره / سیستم	دور / سری	مدت (میلیون سال)
سنوزوئیک	کواترنر	هولوسن	۰/۰۱
		پلئیستوسن	۲/۵
	ترسی‌یر	پلیوسن	۴/۵
		میوسن	۱۹
		الیگوسن	۱۲
		ائوسن	۱۶
		پالئوسن	۱۱
مزوزوئیک	کرتاسه	نام‌هائی که از محل‌های جغرافیائی گرفته شده و تفاوت چشمگیری در کشورهای مختلف دارد	۷۱
	ژوراسیک		۵۴
	تریاس		۳۵
پالئوزوئیک	پرمین		۵۵
	پنسیلوانین		۴۵
	کربنیفر		۲۰
	میسی‌سیپین		۵۰
	دونین		۳۵
	سیلورین		۷۰
	اردویسین		۷۰
	کامبرین		۷۰
پرکامبرین	پروتروزوئیک یا آلگونکین	به دوره‌ها بخشبندی نشده است	۴۰۳۰
	آرکئوزوئیک یا آرکئن		

یک چکش زمین‌شناسی به عنوان «نشان» *برنامه جهانی همبستگی‌یابی زمین‌شناختی* (IGCP) برگزیده شده است. این برنامه یک طرح بزرگ علمی است که با همکاری مشترک یونسکو و اتحادیه جهانی علوم زمین‌شناختی (IUGS) انجام می‌شود و به بررسی پوسته زمین و منابع کانی و انرژی آن اختصاص داده شده است. حدود ۴۰۰۰ زمین شناس در بیش از ۱۱۰ کشور جهان که بر روی حدود پنجاه پروژه پژوهشی کار می‌کنند با این برنامه همکاری می‌نمایند. این برنامه به گونه‌ای همزمان از مزایای شرکت و راهنمایی علمی غیردولتی از سوی IUGS و حمایت مالی دولتی از طریق یونسکو برخوردار است. پروژه‌هائی که توسط IGCP اجرا می‌شود دامنه گسترده‌ای از زمان‌سنجی زمین‌شناسی تا پیجوئی کانسارهای قابل بهره‌برداری و پردازش داده‌های زمین‌شناختی را در بر می‌گیرد.

انواع سه‌گانه سنگ‌ها

سنگهای آذرین

سنگهای آذرین از مواد مذابی (ماگما) که از درون زمین بالا می‌آید ساخته میشوند. ماگمائی‌که در ژرفا و پیش از رسیدن به سطح زمین منجمد میشود سنگهای آذرین *نفوذی* مانند دولریت، گابرو و گرانیت را می‌سازد. ماگمائی که پس از رسیدن به سطح زمین منجمد میشود سنگهای آذرین خروجی مانند بازالت (معمولترین سنگ)، ابسیدین و سنگ پارا تشکیل میدهند. همچنانکه ماگما سر دو متبلور میشود، ترکیب آن تغییر میکند و از انواع نسبتاً کم‌شمار کانی‌ها صدها نوع گوناگون از سنگهای آذرین را پدید می‌آورد. در نتیجه سردشدن سریع ممکن است کانی‌هائی که در دماهای زیاد تشکیل یافته‌اند در میان آن باقی بمانند.



سنگهای دگرگونی

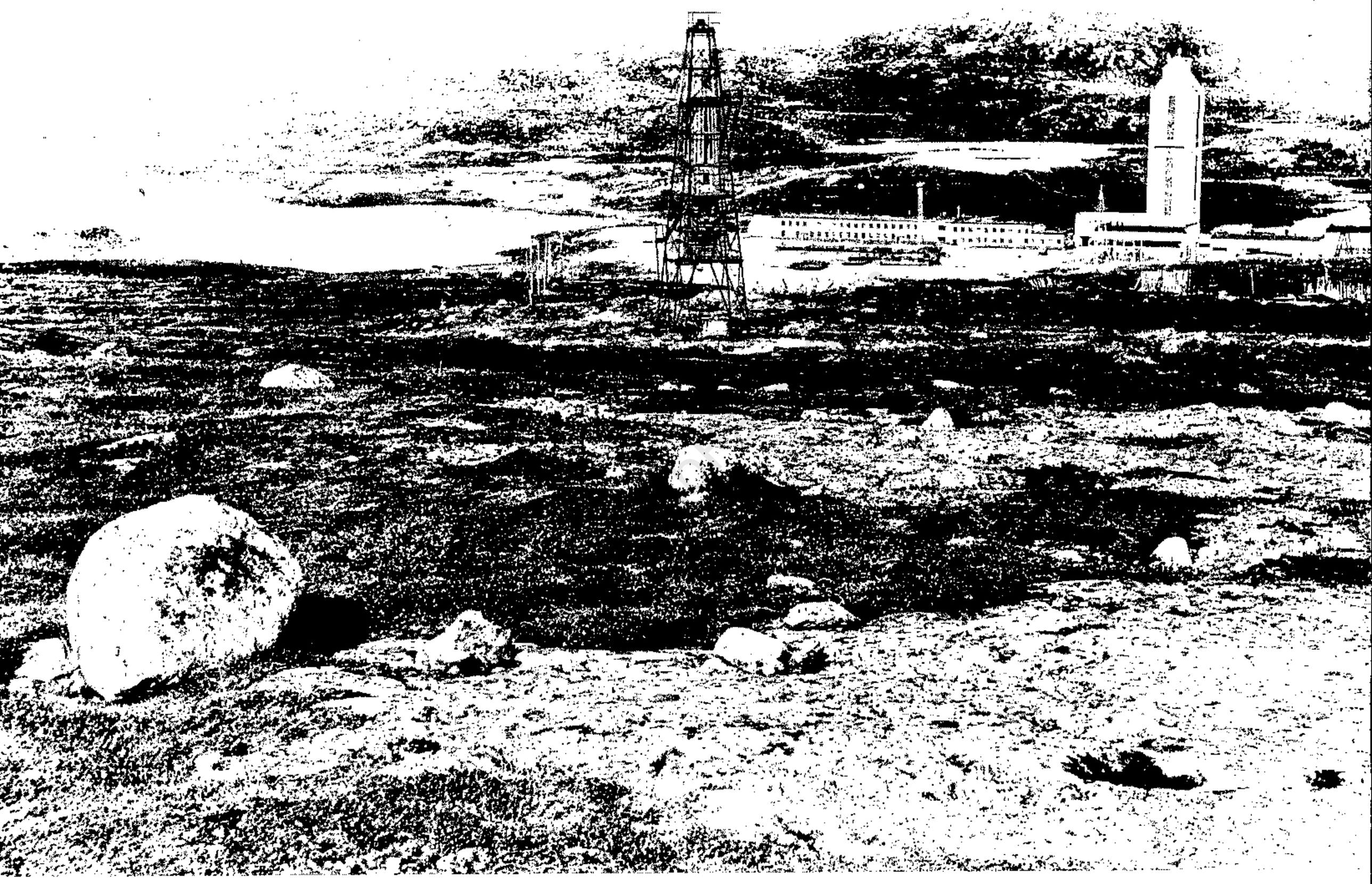
از ترادیسی (دگرگونی) سنگهای آذرین یا رسوبی تحت اثر دما و فشار زیاد تشکیل شده‌اند. در این فرایند کانی‌های سنگ اصلی یا بصورت بلورهای درشت‌تر دوباره متبلور میشوند و یا در نتیجه واکنش بر روی هم کانی‌های نوینی میسازند. این سنگ‌ها دارای بافت لایه‌ای هستند که *برگوارگی* نامیده میشود و میتوانیم آنرا در سنگ لوح به بینیم. دگرگونی در دو نوع شرایط روی میدهد: (الف) در پیرامون سنگ‌های مذابی که در درون سنگ‌های سرد بالا می‌آیند («دگرگونی همبری»)؛ و (ب) در درون زون‌های کوهزائی که در آن دمای بالائی جریان دارد، و در زیر گودال‌های اقیانوسی که در آن فشار بالائی حکمفرما است («دگرگونی ناحیه‌ای»). نمونه‌هائی از سنگهای دگرگونی عبارتند از سنگ لوح که از رس‌ها در دما و فشار پائین پدید می‌آید؛ شیست و گنایس که در دما و فشارهای بالاتری تشکیل میشوند؛ و مرمر که از دگرگونی سنگهای آهکی به وجود می‌آید.

سنگهای رسوبی

دارای ساخت لایه‌ای هستند. تمامی نفت و زغال و همه فسیل‌های جهان در این نوع سنگ‌ها هستند. نخستین گام در تشکیل آنها فرسایش سنگ‌های موجود است. فرآورده این عمل بشکل قطعات و یا بصورت محلول حمل و در جای دیگر بصورت لایه‌های *رسوب* نهشته میشود. این لایه‌ها دستخوش فشار شده و یا بوسیله کانی‌های دیگر به یکدیگر سیمان میشوند و سخت شده بصورت سنگهای رسوبی درمی‌آیند. این سنگها از سه نوع عمده تشکیل یافته‌اند: (الف) سنگهای *آواری* که از ریگ (برش، کنگلومرا)، ماسه (ماسه سنگ، فورش سنگ)، یا گل (رس، گلسنگ، شیل) ساخته شده‌اند. (ب) سنگهای *آلی* که عمدتاً از بقایای فسیل گیاهان و جانوران تشکیل شده‌اند (زغالسنگ، سنگ آهک‌های فسیل‌دار). (ج) سنگهای رسوبی *شیمیائی* که از ته نشست شیمیائی مواد از آب دارای املاح و یا از چشمه‌های آب گرم پدید می‌آیند (سنگ نمک، گچ، لاتریت، برخی سنگ آهک‌ها و چرت‌های سیلیسی).

حفاری در ناشناخته

نوشتهٔ یوگنی کوزلوسکی



ساختار زمین تاریخ طولانی تکامل آن را بازمی‌تاباند. با بازسازی این تاریخ دانشمندان امیدوارند راز فرایندهائی مانند تشکیل پوسته زمین، آتشفشانی، فراخاست‌ها، فرونشست‌ها و چین‌خوردگی‌ها را بگشایند، فرایندهائی که به پیدایش و گسترش شرایطی در سطح زمین و طبقات زیرین آن انجامیده‌اند که تشکیل، انباشت و حفظ کانی‌های سودمند را سبب شده است.

در اتحاد شوروی، بررسی فرایندهای پیچیده فیزیکی و فیزیکی ــ شیمیائی که در درون پوسته سخت و بالاترین لایه‌های جبه زمین روی میدهند در چهارچوب برنامه گسترده و فراگیری برای پیجوئی «پی‌سنگ» کشور انجام میشود که روش‌های زمین‌شناختی، ژئوفیزیکی و ژئوشیمیائی و نیز حفاری ژرف و بسیار ژرف را به کار میگیرد.

ویژگی این برنامه در این است که پوسته زمین را در محدوده زون قاره‌ای، که بسیاری از کانی‌های سودمند زمین در آن متمرکز شده است بررسی میکند. پیجوئی‌های ژئوفیزیکی در راستای شبکه‌ای از پروفیل‌هائی که سرتاسر خاک شوروی را درمی‌نوردند انجام میشود و حفاری‌های ژرف و بسیار ژرف در محل تقاطع این پروفیل‌ها صورت می‌گیرد.

پیجوئی ناپیوستگی موهورو ویچیچ (مرز میان پوسته و جبه زمین) و بدست آوردن داده‌های نو در باره ساختار و ویژگی‌های بخش بالائی جبه، تشخیص مناطقی که در آن شکستگی‌های مهمی در پوسته زمین پدید می‌آید و تعیین گستره این مناطق، و آشکار کردن مرزهای دقیق و ساختار عناصر عمده تکنونیکی در ژرفا که ممکن است محل تمرکز کانسارها، نفت یا گاز باشند، بدین شیوه امکانپذیر

گشته است.

در کانون این برنامه، اکتشاف ساختار عمقی پوسته قاره‌ای جای دارد که بر لایه‌های آن، همانند برگ‌های یک کتاب، مراحل گوناگون سرگذشت زمین ثبت شده است. نخستین حفاری در شبه جزیرهٔ کُلا، در حاشیه سپر بالتیک که از سنگ‌های بلورین قدیمی متعلق به زمان پرکامبرین تشکیل شده انجام شد. از حفاری کلا برخی داده‌های نو در باره فرگشت و ساختار پوسته قاره‌ای آغازین تمامی زمین بدست آمده است، زیرا سازندهای همسان بگونه‌ای گسترده در بخش‌های دیگر کره زمین ــ در هندوستان، آمریکای شمالی، جنوب آفریقا، استرالیای باختری، جنوبگان و گروئنلند ــ نیز وجود دارد. حفاری‌های اکتشافی بسیار ژرف که در ایالات متحده آمریکا، کانادا و جمهوری فدرال آلمان انجام شده نیز به شناخت و دانش ما در باره افق‌های ژرف درون زمین در مناطقی که از نظر مواد خام معدنی بالقوه غنی هستند افزوده است.

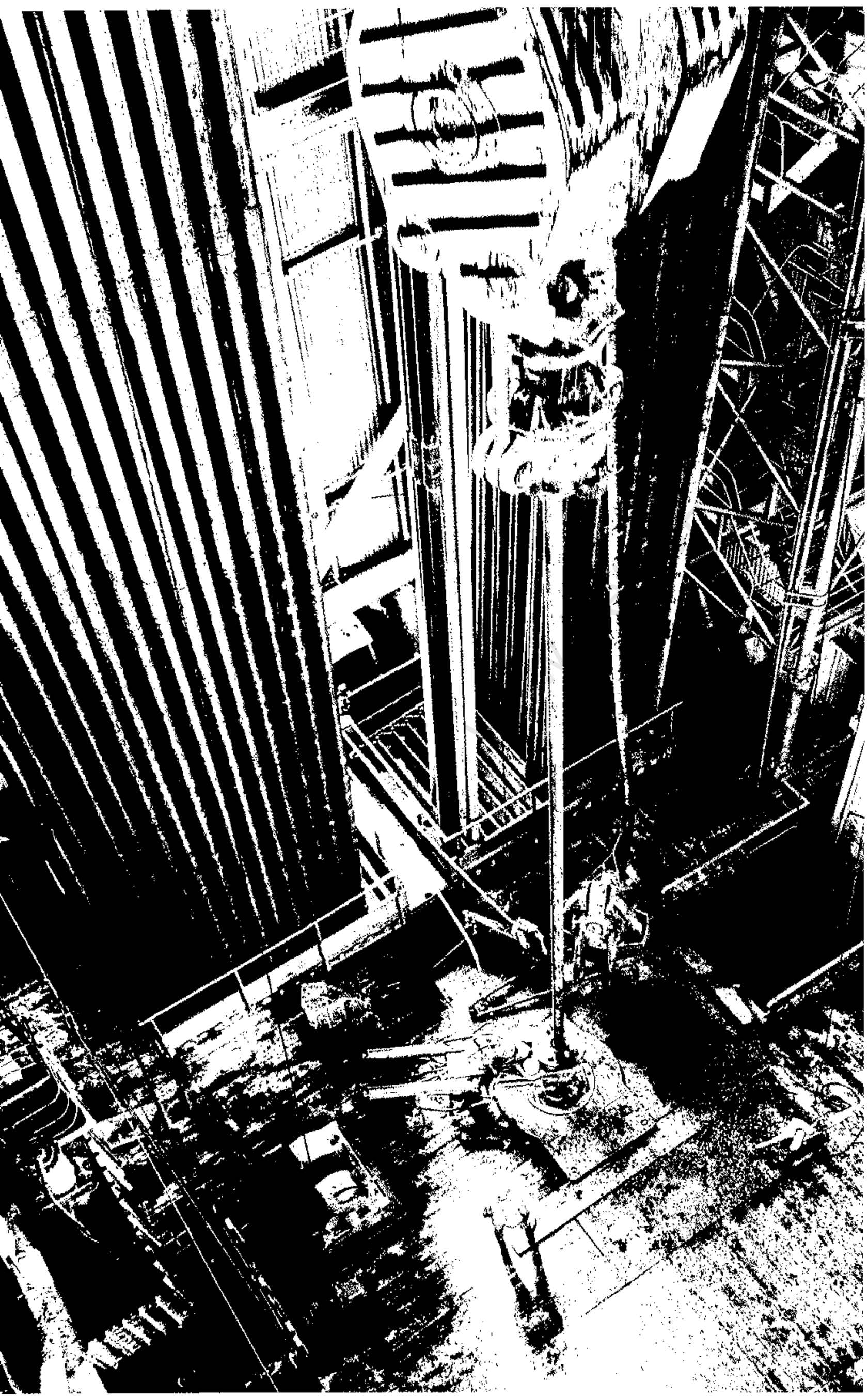
مشاهدات مستقیمی که بوسیله این حفاری‌ها امکانپذیر شد شالوده نخستین مدل پوسته قاره‌ای بر پایه واقعیت‌ها را فراهم آورده و به بازبینی دریافت‌های پیشین در باره فرگشت و ساختار عمقی زمین رهنمون شده است.

حفاری‌های کُلا به رشته‌ای از کشف‌های غیرمنتظره و بسیار جالب انجامیده است.

یکی از هدف‌های حفاری گذشتن از لایه گرانیتی (بخش بالائی پوسته جامد) و رسیدن به یک لایه بازالتی بود که وجود آن از داده‌های ژئوفیزیکی استنباط شده بود. در واقع ژئوفیزیکدانان تغییرات بسیار نمایانی را در سرعت امواج لرزه‌ای در ژرفاهای زیاد مشاهده کرده بودند، و از آنجا که سرعت سیر این امواج در گرانیت بیشتر از بازالت است، تصور کرده بودند که این تغییرات نشان دهنده گذر از لایه گرانیتی به لایه‌ای بازالتی در پوسته زمین است. اما این تنها یک گمان بود، زیرا در حالیکه لایه گرانیتی بصورت گنایس شبه گرانیتی آرکین بگونه گسترده‌ای در سطح قاره‌ها دیده میشود لایه بازالتی در سطح زمین رخنمونی ندارد.

حفاری کلا توانست برای نخستین بار به ژرفائی که در آن سرعت امواج لرزه‌ای دستخوش تغییرات نمایانی میشوند برسد. امّا برخلاف انتظار، هیچ لایه بازالتی یافت نشد. آشکار گردید که تغییر سرعت انتشار امواج لرزه‌ای، نه به گذر از لایه گرانیتی به بازالتی، بلکه به نافشردگی (تخلخل) سنگ در ژرفاهای زیاد مربوط است.

این پدیده بدان علت است که تحت تأثیر فشار و دمای زیادی که در ژرفای زیاد وجود دارد، آب شبکه تبلور ◄



شبه جزیره کُلا در شمال اتحاد شوروی جایگاه نخستین حفاری بسیار ژرف است. این حفاری بخشی از یک برنامه بلندپروازانه است که هدف آن پیجوئی ساختار ژرف پوسته قاره‌ای و جستجوی مناطقی است که دارای ذخایر غنی کانی، نفت یا گاز باشند. عکس سمت راست، دکل حفاری و ساختمان‌ها و کارگاه‌های مربوط به خدمات صنعتی و فنی حفاری را نشان میدهد. برای نگهداری دمای ثابت بالای صفر درجه سانتیگراد در این آب و هوای سرد شمالگان، دکل حفاری با ورقه‌های آهن موجی پوشانده شده است.

سمت چپ: دستگاه حفاری جدید، بسیار پیشرفته و تمام خودکار اورال مچ ــ ۱۵۰۰۰ که جدیدترین تکنولوژی در ساختن آن به کار رفته است و میتواند تا ژرفای ۱۵ کیلومتری حفاری کند. بلندای دکل ۸۶ متر است و توان کشش ۴۰۰ تن را دارد.

◀ کانی‌ها آزاد میشود، و بدلیل بسته بودن فضا، این آب بر سنگ اعمال فشار میکند و به درز و ترک‌دار شدن و در نتیجه به نافشردگی و تخلخل آن می‌انجامد. نیز آشکار شده است که این زون نافشرده بسیار قدیمی است.

کشف پدیده «نافشردگی در اثر آبزائی» نه تنها فهم ویژگی زمین شناختی برخی زون‌های گذار را که در ژرفاهای زیاد امواج لرزه‌ای را منعکس میکنند و نیز درک ماهیت سیال‌های هیدروترمال و سازوکار دگرریختی‌های ساختاری را ممکن می‌سازد، بلکه دریافت ما را در باره چرخه هیدرولوژی در شرایط قاره‌ای و ساختار آبکره زیرزمینی بکلی دگرگون میکند.

داده‌های بدست آمده از حفاری نه تنها برای زمین‌شناسان بلکه برای زیست‌شناسان نیز بسیار جالب بوده است. در واقع، آشکار شده است که افق‌های ژرف درون زمین، که از آغاز زمان «مرده» انگاشته میشد، در برخی مراحل بگونه‌ای فعال در فرایندهای زیست شناختی که در ژرفای زمین روی میدادند شرکت داشته است.

تجزیه ایزوتوپی کربن آشکار کرد که برای گاز کربنیک دو سرچشمه وجود داشته است ــ نخستین آن در پیوند با جبه بوده و عمدتاً در سنگهای دوران آرکین یافت میشود و دومی دارای منشأ زیست نهادی بوده و غالباً در سنگهای دوران پروتروزوئیک پیدا میشود که در آن بقایای سنگ شده سازواره‌های میکروسکپی (میکروفسیل‌ها) نیز، که سن آنها چندین میلیارد سال برآورد گردیده پیدا شده است.

این یک کشف منفرد نبود؛ هفده نوع سازواره میکروسکپی پیدا شد که بر توسعه گستردهٔ فرایندهای زیست نهادی در سیاره ما در زمانهای آغازین گواهی میدهند. بدینسان، زندگی زیست شناختی بسیار زودتر از آنچه پیش از این برآورد میشد آغاز شده بوده است.

داده‌هائی که از اندازه‌گیری‌های مستقیم دما در ژرفاهای زیاد به دست آمده ما را بر آن داشته است که دریافت‌های خود را در باره تغییرات کنونی و زمین ــ تاریخی دما در اندرون زمین، بازبینی کنیم. پیشتر چنین انگاشته میشد که در مناطقی که فعالیت تکتونیکی اندک است با افزایش ژرفا، دما چندان افزایشی نمی‌یابد. بهر رو، اگر چه در حین انجام حفاری کلا انتظار میرفت که دما در ژرفای ده کیلومتری حدود ۱۰۰ درجه سانتیگراد باشد، در عمل آشکار شد که در حدود دو برابر آن یعنی ۱۸۰ درجه سانتیگراد است. افزون بر این، ثابت شد که در دوران پروتروزوئیک خیز زمین‌گرمائی (افزایش دما در هر ۱۰۰ متر افزایش ژرفا) پنج برابر مقدار امروزی آن بوده است.

همچنین با بررسی رژیم گرمائی در درون زمین برای پرسشی که زمان درازی اندیشه دانشمندان را بخود مشغول میداشت پاسخی یافته شد. پرسش این بود که سهم جبه زمین و تجزیه عناصر رادیواکتیو سنگ‌ها در کل جریان گرما در درون زمین چیست؟ نتیجه بررسی‌ها نشان داد که جبه سرچشمه اصلی گرمائی است که بالا می‌آید.

سرانجام، وجود آب زیرزمینی در درون گرانسنگ‌های بلورین قدیمی تقریباً در هر ژرفایی که حفاری به آن رسید، برای نخستین بار ثابت شد. جریان‌های درونی آب کانه‌دار و اشباع شده از برم، ید و فلزات سنگین و نیز جریانهای گاز در میان سنگهای بلورین مناطقی که دستخوش دگرریختی تکتونیکی است، کشف شد. همچنین در ژرفای ۶/۵ تا ۹/۵ کیلومتری زون‌های کانیسازی هیدروترمال دمای پائین (مس، سرب، روی، نیکل ونقره) کشف شد در حالیکه این‌ها، پیشتر، سازنده‌هائی دانسته می‌شدند که اساساً در نزدیکی سطح زمین تشکیل میشوند.

شمار بسیاری از تجمع کانی‌ها که با حفاری در چینه‌های سنگی ژرف کشف شد نشان میدهد که ممکن است کانسارهائی در ژرفای زمین وجود داشته باشد که انباشت کانی‌ها در آن از نظر صنعتی قابل بهره‌برداری باشد.

همچنین نتایج حفاری ما را بر آن داشت که در نظریاتمان در باره حالت فیزیکی و ویژگیهای سنگ‌ها در ژرفای زیاد بازبینی کنیم. آشکار شد که درزه‌های سنگ‌ها با افزایش ژرفا از میان نمیروند.

این سفر به سوی مرکز زمین ــ نخستین حفاری که تا چنین ژرفای زیادی پیش رفت (۱۵ کیلومتر) ــ با به کارگیری انواع کاملاً جدیدی از دستگاه‌ها و تکنولوژی حفاری امکانپذیر شد. این پروژه عظیم، ساختن تجهیزات حفاری بی‌همتائی (اورال مچ ــ ۱۵۰۰۰) را لازم آورد.

حفاری به روش چاه باز (بدون لوله جدارپوش) انجام شد و بدینسان کیفیّت و دقت اندازه‌گیری‌های ژئوفیزیکی بگونه‌ای چشمگیر بهبود یافت. در عملیات حفاری نه از لوله‌های فولادی بلکه از لوله‌های بسیار سخت و مقاوم در برابر گرما استفاده شد که از آلیاژ سبک ویژه‌ای که میتواند دمای ۲۳۰ تا ۲۵۰ درجه سانتیگراد را تحمل کند ساخته شده‌اند. سرمته‌ها و مته‌های توربینی بسیار کارآمد که ویژه این عملیّات طراحی شده بودند نیروی خود را از انرژی مایع حفاری که به درون چاه تلمبه می‌شد میگرفتند. همچنین ابزار کاملاً جدیدی ساخته شد تا نمونه سنگها را از ژرفای زیاد به گونه‌ای «دست نخورده» و با حفظ توجیه اوّلیّه آنها به سطح زمین بیاورد.

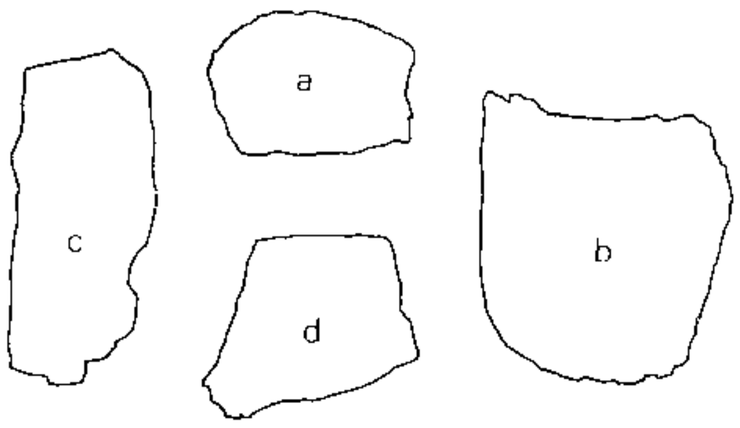
برنامه بررسی و پیجوئی ساختار زمین در ژرفا برای سراسر خاک اتحاد شوروی تهیه شده است. هم‌اکنون حفاری در ژرفای بسیار زیاد در ماوراء قفقاز، اورال، حوضه کریووئی ــ رُگ و منطقه مورونتا اوسکی در آسیای مرکزی در جریان است. جایگاه یک حفاری هم در منطقه تیومن در سیبری باختری در حال آماده‌سازی است.

داده‌های بدست آمده از حفاری‌ها این امکان را فراهم خواهد کرد که اوّلاً مخازن نفت و گاز و کانسارهای موجود در طبقات ژرف زیرزمین ارزیابی شود و ثانیاً به پرسش‌های بنیادی در باره فرگشت تکتونیکی زمین در فروغ انگاره شناوری قاره‌ها پاسخ داده شود. این برنامه شامل بررسی‌های تجربی و نظری بمنظور دستیابی به یک نگره عمومی در باره فرگشت و ساختار تکنونوسفر زمین می‌باشد. سفر به گذشتهٔ زمین، که دانشمندان برای گشودن رازهای فرگشت آن آغاز کرده‌اند، ادامه خواهد یافت. ■

یوگنی کوزلوسکی، روسی و رئیس شورای بخش‌های کمیته دولتی دانش و تکنولوژی اتحاد شوروی برای بررسی لایه‌های ژرف زمین و برای حفاری‌های بسیار ژرف می‌باشد. وی برنده جایزهٔ لنین و سرویراستار یک تک‌نگاری درباره حفاری ژرف در شبه‌جزیره کلا و همچنین سرویراستار نخستین دایرة‌المعارف معدنکاری است که در جهان منتشر میشود.

تصویرهای رنگین

صفحه روبرو



عکس بالا: (a) قلوه‌ای از خاکستر آتشفشانی که در نزدیکی ایسوا، در باختر گروئنلند پیدا شده و سن آن ۳،۸۲۴ میلیون سال (با تقریب ۱۲ میلیون سال کمتر یا بیشتر) تعیین شده قدیمی‌ترین سنگ شناخته شده جهان است. سنگ‌های دیگری از همان ناحیه که سنّی نزدیک به آن دارند عبارتند از گنایس آمیتسوک (b) و یک سازند آهن نواری (c)، در حالیکه سنگ چهارم (d) یک سنگ قدیمی است که در جنوبگان پیدا شده است.

پائین، سمت چپ: یک شخانه سنگی از بارول انگلستان. سن شخانه‌ها تا حدود ۴،۶۰۰ میلیون سال تعیین شده است.

پائین، سمت راست: سنگی از کره ماه. سن قدیمی‌ترین سنگ‌هائی که از کره ماه آورده شده‌اند ۴،۶۰۰ میلیون سال تعیین شده است.

صفحه ۲۰

بالا: گازها، خاکستر و قطعات نیمه جامد و مشتعل گدازه در یک فوران آتشفشانی به هوا پرتاب شده‌اند.

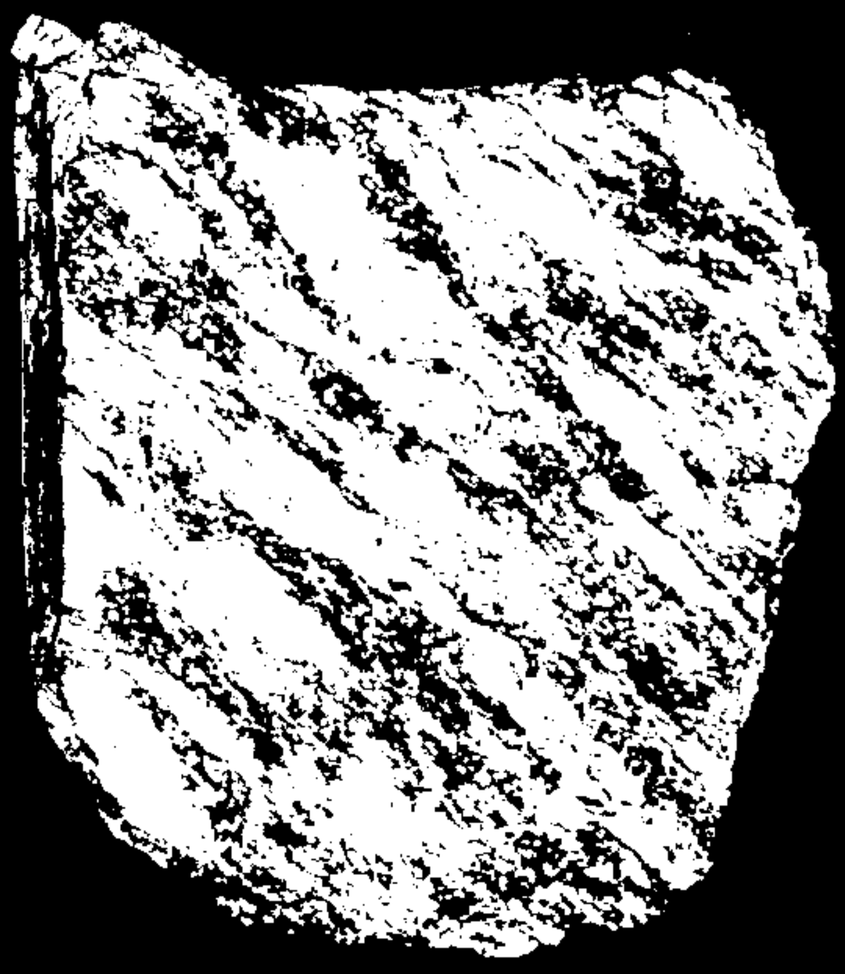
پائین: آتشفشان مائونالوآ در جزیره هاوائی بهنگام فورانی در سال ۱۹۸۴. با بلندای ۴۱۶۹ متر از سطح دریا، مائونالوآ (یعنی «کوه بزرگ») دارای گنبدی به درازای ۱۲۰ کیلومتر و پهنای ۱۰۲ کیلومتر است. از سال ۱۸۳۲ به بعد، این آتشفشان بطور میانگین هر سه سال و نیم یک بار فوران کرده است.

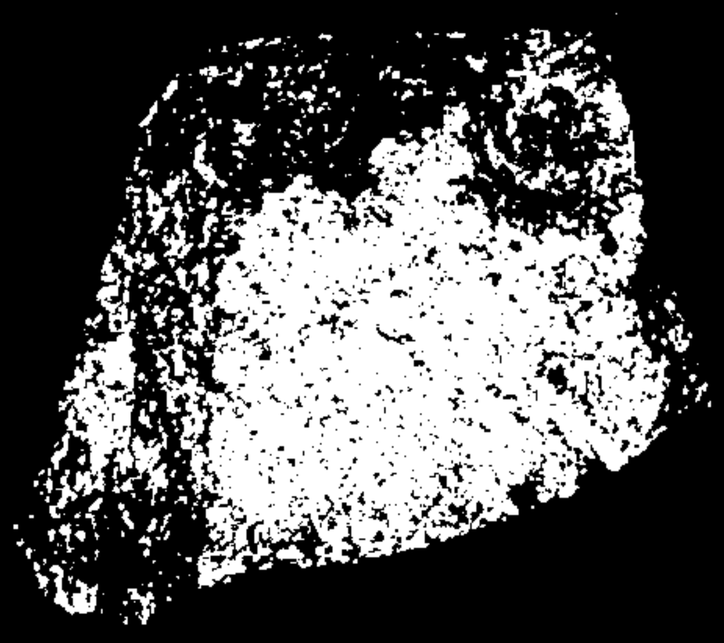
صفحه ۲۱

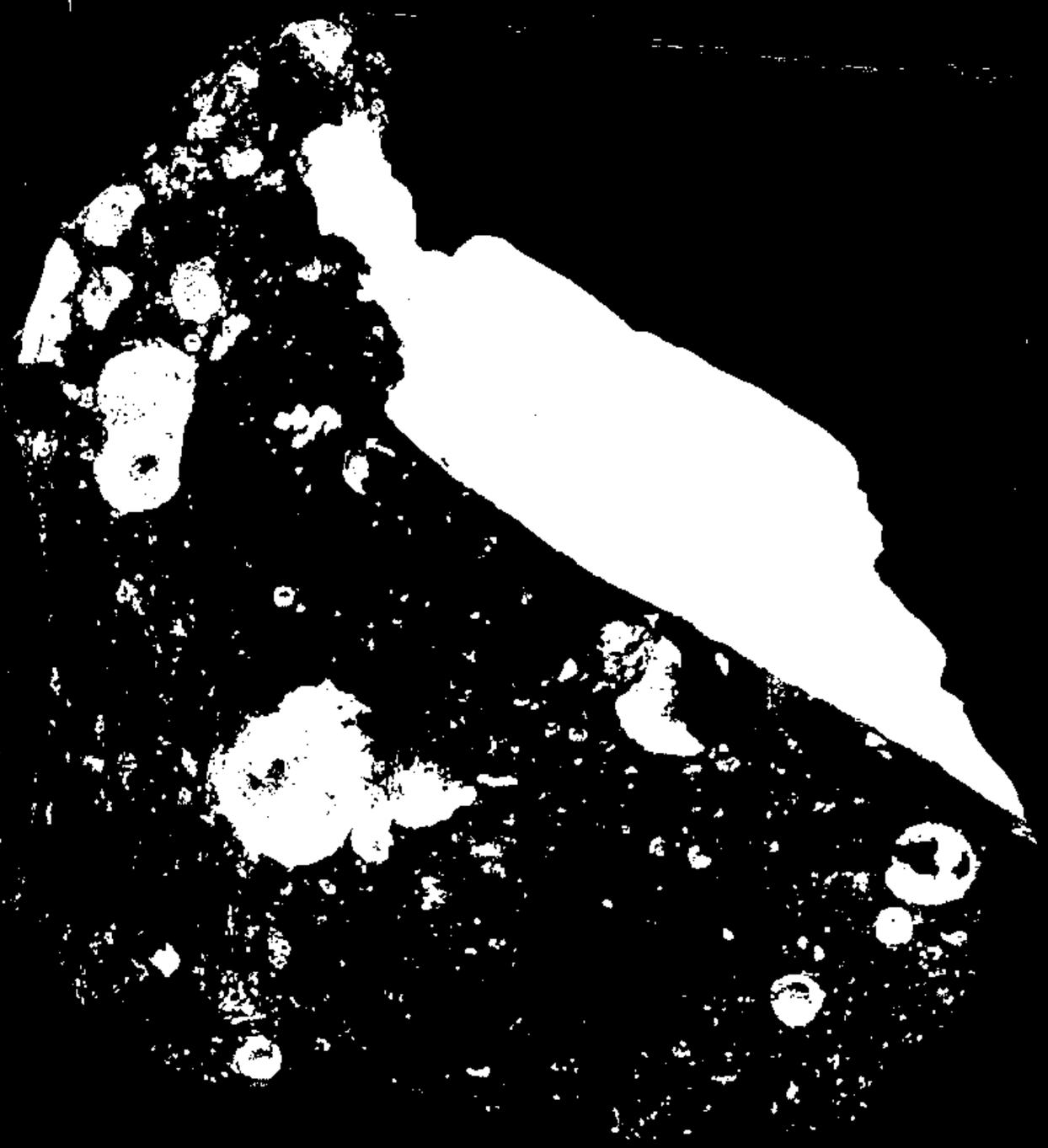
بالا: یکی از شگفتی‌های زمین شناختی و تماشائی زمین، گرند کانیون، تنگه‌های عظیمی است (در برخی جاها با ژرفای بیش از ۱/۵ کیلومتر) که توسط رودخانه کلرادو در فلات بلند شمال باختری آریزونا در ایالات متحده آمریکا بریده شده‌اند. سنگهای آن، از جمله گرانیت و شیست‌های دارای سنی حدود چهار میلیارد سال، گواهی بی‌همتا از فرگشت رویدادهای زمین‌شناختی تشکیل میدهد. کانیون بیش از ۳۰۰ کیلومتر درازا دارد و پهنای آن در برخی نقاط بیش از ۲۰ کیلومتر است.

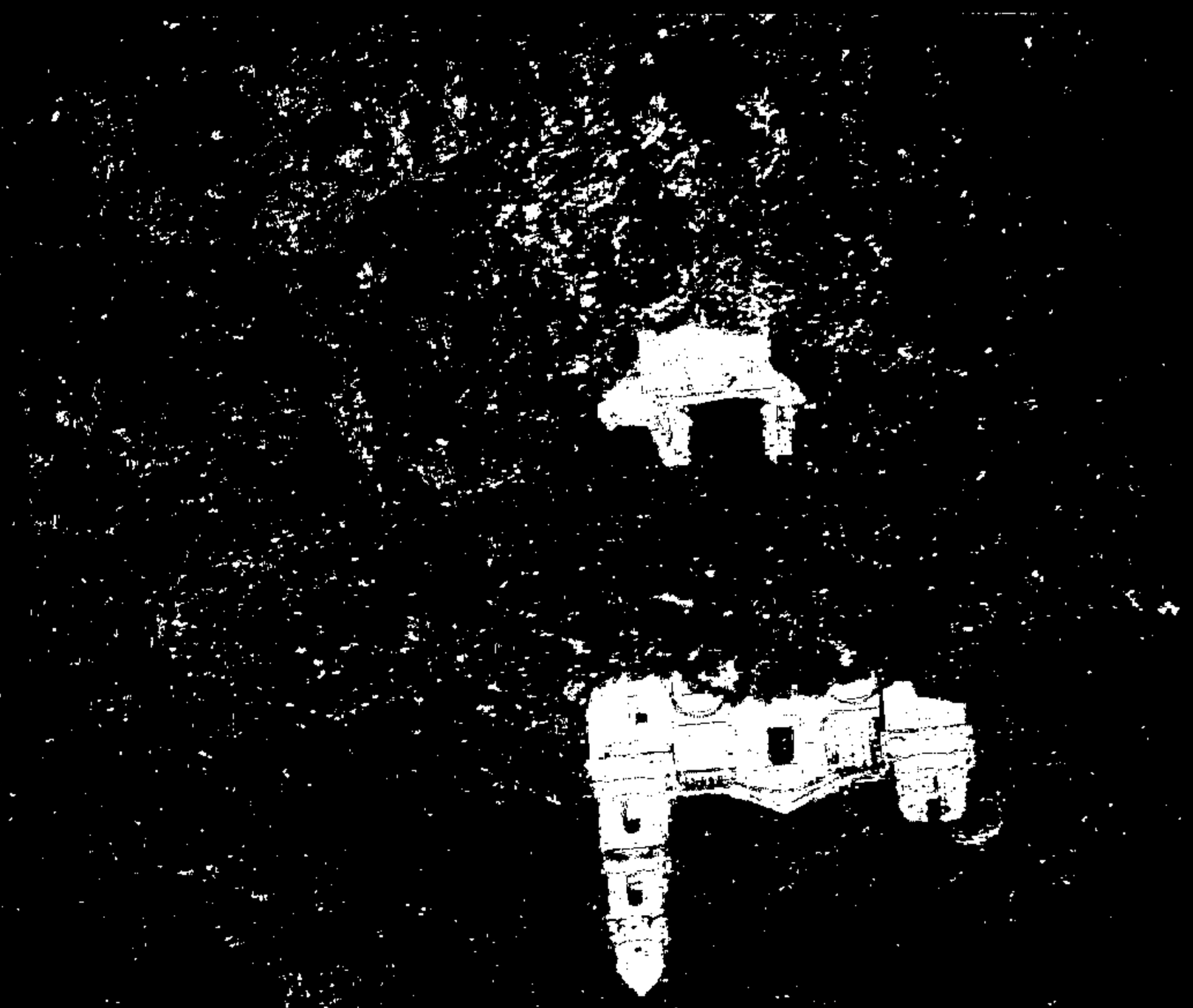
پائین: فوران ایرازو، آتشفشانی در کوردی یر مرکزی در کُستاریکا، دوزخی از شعله و گدازه پدید آورده است.

www.KetabFarsi.com









زمین بی‌آرام

فن نامطمئن پیش‌بینی زمینلرزه

نوشتهٔ ا.م. فورنیه دالب

اغلب گفته میشود که نمیتوان ادعای فهمیدن یک پدیده طبیعی را داشت مگر آنکه بتوان رویداد آن را بطور دقیق پیش‌بینی کرد. اگر این گفته درست باشد باید بدست آوردن توان پیش‌بینی زمینلرزه را یکی از هدف‌های اساسی دانش لرزه‌شناسی دانست.

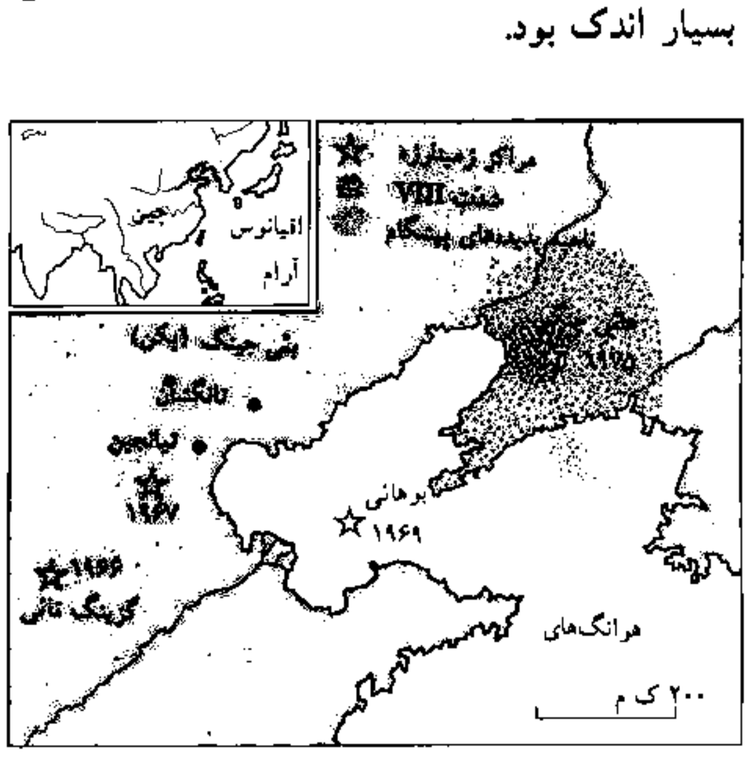
بهر رو، دانشمندی که این رشته را بعنوان زمینه کار خود برمیگزیند، حدی نامعمول از مسئولیت فردی و اجتماعی را پذیرفته است. پیش‌بینی زمینلرزه‌ای بالقوه ویرانگر، خواه این پیش‌بینی سرانجام درست از آب درآید یا نادرست، میتواند اثرات مختل‌کننده شدیدی بر زندگی اجتماعی و اقتصادی یک جامعه داشته باشد. برای نمونه با پیش‌بینی درست زمینلرزه سال ۱۹۷۵ هائی‌چنگ در چین جان بسیاری از مردم نجات یافت، اما در برابر این، موارد بسیاری از پیش‌بینی نادرست وجود داشته است که نه تنها به شهرت دانشمندان درگیر آسیب رسانده بلکه عواقب اقتصادی و حتی سیاسی قابل ملاحظه‌ای به بار آورده است.

با دانش کنونی، بوسیله مشاهده و اندازه‌گیری، تعیین اینکه دقیقاً در کجا و در چه زمانی زمینلرزه‌ای روی خواهد داد امکانپذیر نیست. علت این امر آنست که برای پیش‌بینی با دقت بسیار زیادی که لازمست، باید اطلاعات گسترده و دقیقی در باره میدان تنش و ویژگی‌های مکانیکی پوسته زمین در گسترهٔ پهناور و تا ژرفای چندین ده کیلومتری را در دست داشت. حتی اگر دستیابی به چنین داده‌هایی از نظر فنی امکانپذیر میبود، احتمالاً هزینه زیاد آن بصورت عامل بازدارنده در می‌آمد. در واقع، ممکن است هزینه گردآوری این داده‌ها از هزینه بازسازی آسیب‌های خود زمینلرزه بیشتر باشد.

چند پیش‌بینی درست که تاکنون انجام شده، بر پایه مشاهده انواع گوناگون پدیده‌های پیشگامی بوده است که بوسیله همان فرایند ژرفی که زمینلرزه را پدید می‌آورد ایجاد میشوند اما پیوند علت و معلولی با خود زمینلرزه ندارند. این پدیده‌ها ممکن‌است شامل تغییرات ناگهانی در میزان فعالیت‌های ریز لرزه‌ای، دگر ریختی‌های اندک در سطح زمین، تغییرات میدان‌های مغناطیسی یا الکتریکی، بالا یا پائین رفتن نامعمول سطح آب در چاه‌ها، تغییرات میدان گرانشی و رفتار غیرعادی جانوران باشند.

با اینهمه، هیچیک از این پدیده‌های پیشگام خود را به عنوان نشانه مطمئن از زمینلرزه‌ای که در آینده روی خواهد دا به اثبات نرسانده‌اند. روش‌هایی که با چنان موفقیتی در هائی‌چنگ به کار رفتند نتوانستند زمینلرزه ◀

هنگامی که متخصصان چینی با موفقیت زمینلرزه سال ۱۹۷۵ هائی چنگ (نگاه کنید به نقشه) را پیش‌بینی کردند جان هزاران نفر نجات پیدا کرد. به دنبال زمینلرزه شدیدی در گزینگ‌تائی، در سال ۱۹۶۶، دانشمندان یادآور شدند که به نظر میرسد که مرکز ریزلرزه‌ها و زمینلرزه‌های بعدی، از جمله زمینلرزه ۱۹۶۹ در خلیج بوهائی در راستای شمال خاوری بسوی استان برجمعیت لیائونینگ حرکت میکنند. تا ژوئن ۱۹۷۴، دانشمندان پیش‌بینی میکردند که زمینلرزه بزرگی در عرض یک یا دو سال در شمال بوهائی روی خواهد داد. در اوّل فوریه ۱۹۷۵ رشته‌ای از ریزلرزه‌ها بدرستی به عنوان پیشلرزه‌هائی که خبر از زمینلرزه بزرگی در منطقه شهر هائی‌چنگ میدادند شناسائی شد و روز بعد بیش از یک میلیون نفر تخلیه و در سرپناه‌های موقتی در هوای آزاد جا داده شدند. در ساعات اولیه شامگاه روز ۴ فوریه لرزه اصلی (با بزرگی ۷/۳) روی داد. اگرچه ۹۰ درصد خانه‌ها در این منطقه آسیب دید و یا ویران شد، شمار تلفات انسانی بسیار اندک بود.



صفحه رنگی سمت راست
بالا: این عکس که در سال ۱۹۶۵ گرفته شده است دهانه جوشان سورتسی را نشان میدهد، یک جزیره آتشفشانی که در نزدیکی کرانه‌های جنوبی ایسلند به دنبال یک فوران آتشفشانی زیردریائی در ۱۴ نوامبر ۱۹۶۳ تشکیل شد (نگاه کنید به عکس‌های صفحه ۲۹)
پائین: دید هوائی از کلیسا و بنای دیگری در سان‌خوآن، روستائی در مکزیک که بخشی از آن در زیر گدازه‌ای که از فوران آتشفشان پاریکوتین (در باختر مکزیک مرکزی، ایالت میچوآکان) جاری شد مدفون گشت. نخستین فوران این آتشفشان، که یکی از جوانترین آتشفشان‌های جهان است، در ۲۰ فوریه ۱۹۴۳ آغاز شد؛ هنگامی که فوران در سال ۱۹۵۲ پایان یافت بلندای ستیغ پاریکوتین به ۲۸۰۰ متر رسیده بود.

◀ ویرانگر تانگشان را در سال بعد پیش‌بینی کنند.

داده‌های جدید بطور پیوسته گردآوری میشود و امید آن میرود که دقت پیش‌بینی‌ها اندک‌اندک بهبود یابد، اگر چه ماهیت این پیش‌بینی‌ها لزوماً بشکل احتمال رویداد خواهد بود. برای نمونه پیش‌بینی بدینصورت نخواهد بود که «زمینلرزه‌ای با بزرگی الف در ناحیه ب روی خواهد داد»؛ بلکه بصورت احتمال رویداد زمینلرزه‌ای با بزرگی معین در ناحیه مورد نظر و در دوره زمانی مشخص بیان خواهد شد.

آنچه تا اینجا گفته شد مربوط به جنبه علمی مسئله بود. پرسش بعدی این است: اگر زمینلرزه پیش‌بینی شده به واقع روی دهد اثرات آن چه خواهد بود؟ چند ساختمان آسیب خواهد دید و یا ویران خواهد شد، و چند نفر از مردم کشته، زخمی یا بی‌خانمان خواهند شد؟ آیا شبکه تلفن خواهد توانست به کار خود ادامه دهد؟ آیا خیابان‌ها با فرو ریزه‌های ویرانی‌ها بسته خواهند شد؟

برای آمادگی رویاروئی با وضعیت اضطراری حاصل از زمینلرزه‌ای که نزدیک به روی دادن است، نهادهای دفاع غیرنظامی باید پاسخ‌هایی برای این پرسش‌ها داشته باشند. آنان به اطلاعاتی در باره نیرومندی جنبش زمین در پیوند با زمینلرزه و در باره آسیب‌پذیری ساختمان‌ها و شاهرگ‌های زندگی شهری در برابر آن نیاز دارند. آنان باید «سناریو» هایی که اثرات احتمالی زمینلرزه پیش‌بینی شده را توصیف میکند آماده سازند.

برای این منظور، لرزه‌شناسان و زمین‌شناسان باید، پیش از هر چیز، شدت جنبش زمین در نتیجه زمینلرزه پیش‌بینی شده و چگونگی تغییرات آن را از بخشی به بخش دیگر در ناحیهٔ پیرامون مرکز زمینلرزه برآورد کنند. آنان این برآورد را بر پایه تجربه‌های پیشین و شناختی که از ویژگی‌های سازندهای سطحی و زیرزمینی محل دارند انجام خواهند داد.

آنگاه باید فهرستی از ساختمان‌های ناحیه تهیه شود و چگونگی واکنش احتمالی هر ساختمان در برابر جنبش پیش‌بینی شده زمین بر پایه نوع سازه و مصالح آن برآورد گردد. بزرگترین دشواری‌ها در همین جا نهفته است، زیرا پیش‌بینی اینکه هر یک از ساختمان‌ها در برابر یک زمینلرزه دقیقاً چه رفتاری خواهد داشت تقریباً ناممکن است. بهترین کاری که میتوان کرد اینست که برآوردها بر پایه اطلاعاتی که از رفتار ساختمان‌های همسان در زمینلرزه‌های اخیر در جاهای دیگر در دست است استوار شود. بدینسان، انجام بررسی‌های تفصیلی از آسیب‌های وارد شده در پیوند با هر زمینلرزه‌ای که روی میدهد اهمیت بسیار دارد. تاکنون از بررسی‌هائی که در باره آسیب‌های حاصل از زمینلرزه‌های سال ۱۹۷۷ در رومانی و ۱۹۷۹ در یوگوسلاوی، در این دو کشور انجام شده اطلاعات بسیار ارزشمندی به دست آمده است.

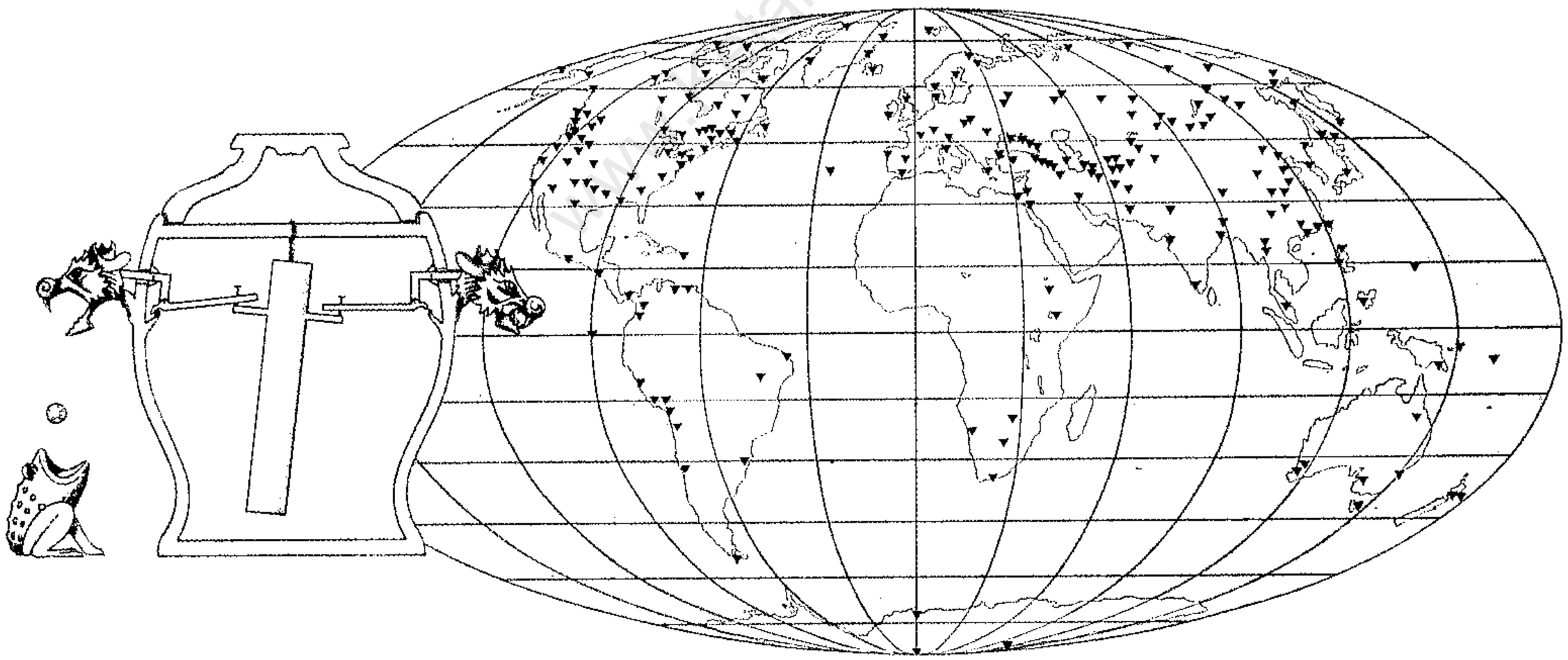
آشکار است که همه این کارها وقت میگیرد و بهتر آنست که انجام آنها تا نزدیک شدن رویداد یک زمینلرزه به تعویق انداخته نشود. به این دلیل نهادهای دفاع غیرنظامی در بسیاری از کشورهای لرزه‌خیز چنین داده‌هائی را گردآوری و سناریو یا صورتی از وقایع و اقدامات احتمالی آماده میکنند تا برای رویارویی کارآمدتر با فاجعه احتمالی زمینلرزه‌ها، خواه پیش‌بینی شده باشند یا نه، آمادگی داشته باشند.

سناریوهای زمینلرزه نه تنها برای برنامه‌ریزی بسیج گروه‌های نجات، خدمات پزشکی و آتشنشانی، و ذخیره مواد خوراکی و سرپناه اضطراری برای زمان رویداد یک زمینلرزه احتمالی بسیار ارزشمند است بلکه برای برنامه‌ریزی اقدامات موقتی گوناگونی که برای ایمنی در برابر زمینلرزه پیش‌بینی شده میتوان انجام داد از اهمیت زیادی برخوردار است.

برای نمونه، مواد قابل اشتعال یا سمی را میتوان به ابناری امن انتقال داد، مدارهای آسیب‌پذیر را در کارخانه‌های فرآورده‌های شیمیایی میتوان برای مدتی قطع کرد، سطح آب را در مخزن سدها میتوان پائین آورد و میتوان آموزشگاه‌ها و تماشاخانه‌ها را موقتاً تعطیل کرد. در مرحله فرجامین اعلام خطر میتوان مردمی را که خانه یا محل کارشان در ساختمان‌های آسیب‌پذیر قرار دارد از آن محل‌ها تخلیه کرد.

چنین اقداماتی هم پرهزینه است و هم زندگی فردی و اجتماعی را مختل میکند. ممکن است مردم در برابر این اقدامات ایستادگی کنند و نمیتوان آنرا برای مدتی بیش از چند روز ادامه داد و احتمالاً پس از یک یا چند هشدار نادرست مردم به این هشدارها اعتنائی نخواهند کرد. از اینرو احتمالاً مقامات مسئول درواکنش به‌پیش‌بینی زمینلرزه تنها در صورتی این اقدامات را بکار خواهند بست که متقاعد شده باشند که آن پیش‌بینی با برخی ملاک‌های دقت و قابلیت اطمینان سازگار است.

نخستین لرزه‌سنج جهان



نخستین دستگاه شناخته شده که میتوانسته جنبش زمین را ثبت کند در سال ۱۳۲ میلادی توسط فیلسوف چینی چانگ هنگ اختراع شد. این دستگاه از یک گلدان بزرگ برنزی ساخته شده بود که حدود دو متر قطر داشت و به دور آن هشت سر اژدها که آرواره‌های آنها با لولاهائی باز و بسته میشد قرار داشت که هر یک توپ کوچکی را به دهان گرفته بودند. در درون این ظرف آونگی با هشت بازو قرار داشت که هر یک از بازوها به سر یک اژدها متصل بود. هرگاه که زمینلرزه‌ای روی میداد آونگ نوسان میکرد و آن بازوی آونگ که در راستای جنبش زمین قرار داشت باعث میشد که آرواره اژدهائی که در آن راستا بود باز شود و توپ به دهان باز یکی از هشت وزغی که بر روی زمین در دور گلدان و در روبروی هر اژدها قرار داده شده بودند بیفتد. حساسیت این دستگاه تا بدان اندازه بود که میتوانست رویداد زمینلرزه‌ای را که مرکز آن در ۶۰۰ کیلومتری بود آشکار سازد. تنها در سال ۱۸۵۶ بود که لرزه‌نگاری که میتوانست گذر امواج لرزه‌ای را ثبت کند و دامنه، زمان رسیدن موج و راستای آن را بدست دهد، در رصدخانه وزوو برپا شد. عکس صفحه روبرو، بازسازی جدید دستگاه چانگ هنگ و شکل بالا، سمت چپ، شیوه کارکرد آن را نشان میدهد. از زمان برپائی شبکه جهانی لرزه‌نگار استاندارد در آغاز سال‌های ۱۹۶۰، تقریباً در سراسر جهان ایستگاه‌های لرزه‌نگاری به دستگاه‌های استاندارد و مقیاس‌های هماهنگ برای اندازه‌گیری زمان مجهّز شده‌اند. نقشه بالا پراکنش شبکه جهانی لرزه‌نگاراستاندارد و ایستگاه‌های لرزه‌نگاری آن را نشان میدهد.

همچنانکه دیده‌ایم، ممکن است پیش‌بینی‌های علمی بصورت احتمال رویداد بیان شوند. از سوی دیگر، مسئولین باید تصمیمات خود را بر پایه «آری یا نه» بگیرند. از اینرو ایجاد گفتگویی کارآمد میان متخصصان علمی و مسئولین اجتماعی از اهمیت حیاتی برخوردار است. بر مسئولین لازم است که از راه بحث با متخصصان به دلایلی که آنها را مجبور میسازد تا پیش‌بینی زمینلرزه را به شکل ویژه‌ای بیان دارند آگاه گردند. متخصصان نیز بنوبه خود باید با مسائلی که مسئولین با آن رویارویند آشنا شوند تا واکنش آنها را در برابر پیش‌بینی زمینلرزه و دلایلی را که در پشت این واکنش نهفته است درک کنند.

هر پیش‌بینی زمینلرزه که انتشار همگانی می‌یابد حتماً باید همراه برآورد قابل اثباتی از احتمال رویداد زمینلرزه پیش‌بینی شده در محدوده زمانی و مکانی تعیین شده باشد. برای آنکه پیش‌بینی عملاً سودمند باشد باید دارای شرایط زیر نیز باشد:

(الف) **تقدم زمانی** پیش‌بینی (فاصله بین زمان انتشار پیش‌بینی و زمان پیش‌بینی شده برای رویداد) باید **طولانی‌تر** از زمان مورد نیاز برای به اجرا گذاشتن اقدامات ایمنی مناسب و بسیج منابع لازم برای رویاروئی با وضعیت اضطراری باشد.

(ب) **دامنه زمانی** پیش‌بینی (فاصله زمانی که رویداد زمینلرزه در محدوده آن پیش‌بینی شده است) باید **کوتاهتر** از بیشینه مدت قابل قبول برای اقدامات ایمنی مانند تخلیه ساختمان‌ها، تعطیل موقت کارخانه‌ها و بسیج نهادهای نجات باشد.

البته برآوردن شرایط یاد شده در وضعیت کنونی دانش، بسیار دشوار است، اما تجربه نشان داده است که پیش‌بینی‌هائی که این شرایط را دارا نباشند، بی‌آنکه چندان سودی به حال جامعه مورد نظر داشته باشند ممکن است سبب آشفتگی اجتماعی و اقتصادی شدیدی گردند. پیش‌بینی زمینلرزه تنها یک مسئله علمی نیست بلکه موضوعی است که به کل جامعه مربوط میشود.

پیشرفت و گسترش روش‌های طراحی و ساختمان مقاوم در برابر زمینلرزه این امید را پدید می‌آورد که با گذشت زمان جلوگیری از مرگ و ویرانی ناشی از زمینلرزه‌ها امکانپذیر خواهد شد. با اینهمه، پدیده‌هایی که به همراه برخی فوران‌های آتشفشانی هستند از چنان شدتی برخوردارند که هیچ وسیله ایمنی در برابر آنها وجود ندارد. تنها امید جان به در بردن، در فرار از ناحیه تهدید شونده است. از اینرو، برای ایمنی مردمی که بر روی آتشفشانهای فعال یا در نزدیکی آنها زندگی میکنند، پیش‌بینی دقیق فوران اهمیتی حیاتی دارد.

خوشبختانه، دشواری پیش‌بینی فوران‌های آتشفشانی اندکی کمتر از پیش‌بینی رویداد زمینلرزه‌ها است. دلیل این امر آنست که جاهایی که ممکن است فوران آتشفشانی روی دهد معمولاً شناخته شده است. رویداد یک فوران آتشفشانی در جائی بجز ساختار آتشفشانی موجود نادر است، اگر چه گاهی آتشفشان‌هایی که برای زمان‌هائی چنان دراز خفته بوده‌اند که خاموش انگاشته می‌شده‌اند فوران کرده‌اند. با بررسی‌های دقیق زمین شناختی میتوان مناطقی را که در پیرامون یک آتشفشان قرار دارند و در گذشته در برد یک یا چند پدیده ویرانگری بوده‌اند که به همراه آتشفشان پدید می‌آیند ــ ابرهای سوزان، روانه گل، جریان گدازه، ریزش سنگین خاکستر، و جز آن ــ شناخت و برداشت کرد.

میتوان مردمی را که در این مناطق در معرض خطر، زندگی یا کار میکنند سرشماری کرد و آمار اموال منقول و دام‌های آنها را تهیه کرد. میتوان راه‌های تخلیه به مناطق امن را شناسائی و برنامه‌ای برای تخلیه سریع بهنگام رویداد فوران آماده نمود. میتوان ترتیبات لازم را برای سرپناه اضطراری و سکنا دادن تخلیه‌شدگان در مناطق امن برنامه‌ریزی کرد. اگر پیشتر، چنین برنامه‌ریزی‌هایی با دقت و تفصیل تهیه شود در نجات جان‌های بسیاری بهنگام فوران آتشفشان بسار سودمند خواهد بود.

همانند مورد زمینلرزه، پیش‌بینی آتشفشان بر پایه مشاهده پدیده‌های پیشگام نیز لزوماً بَرحسب احتمال رویداد بیان می‌شود. از اینرو، همواره دشواری تصمیم‌گیری «آری یا نه» در وضعیتی ناروشن وجود دارد. خطر احتمالی فاجعه را باید با حتمی بودن محدودیت‌ها، دشواری‌ها و هزینه انتقال مردم از خانه‌هایشان برای مدتی که شاید هفته‌ها یا ماه‌ها به درازا کشد مقایسه کرد و تصمیم گرفت.

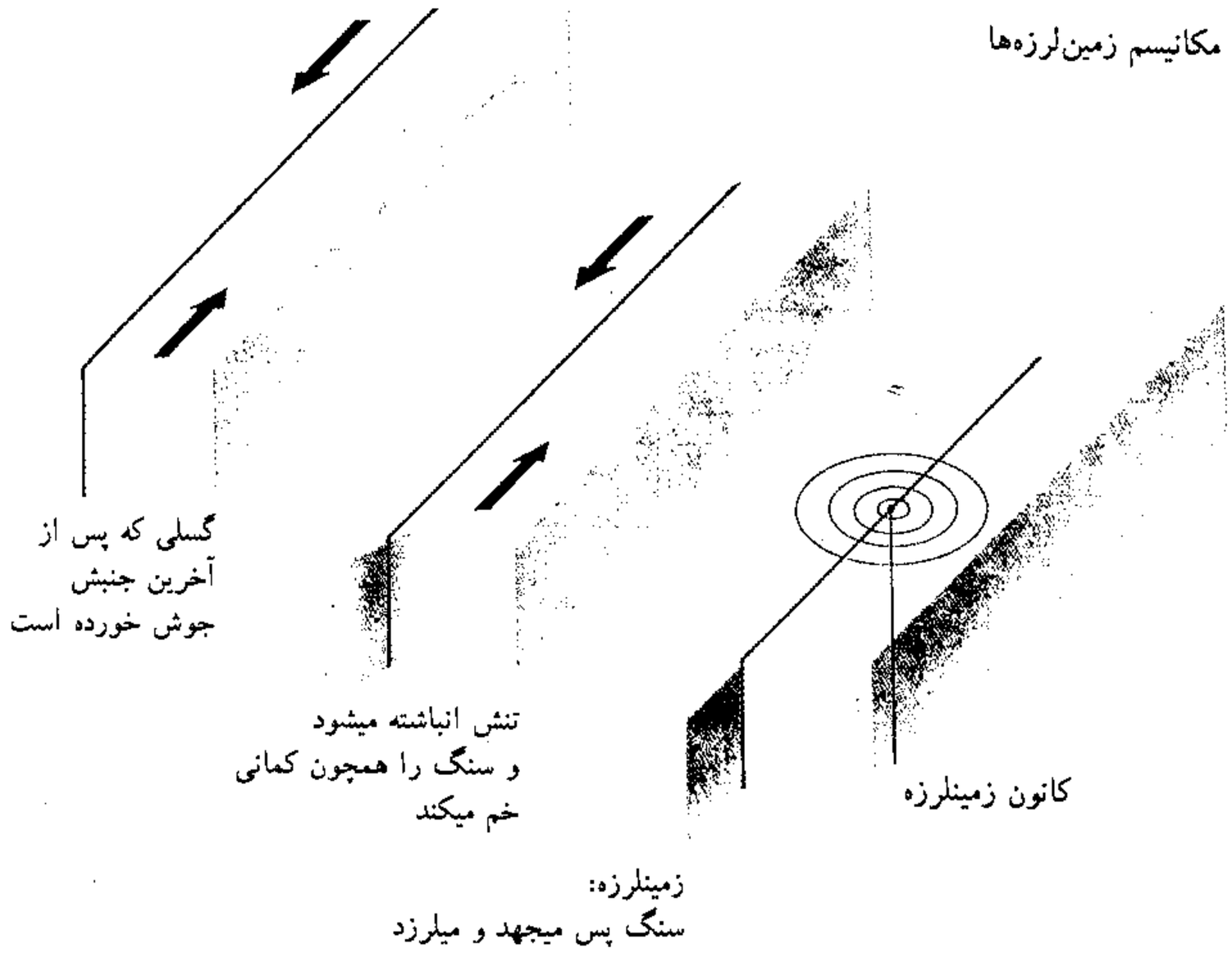
در اینجا نیز برقراری گفتگویی مؤثر میان متخصصان علمی، مسئولین کشوری، رسانه‌های خبری و مردم پیش از بروز وضعیت بحرانی، از اهمیت بسیاری برخوردار است. تهدید زمینلرزه یا فوران آتشفشانی که نزدیک به روی دادن است بهترین آشکارساز توانایی‌ها و ◀

◀ ناتوانی‌های یک جامعه است.

«موفقیت‌های درخشان» در رویارویی با چنین تهدیدهائی هنوز کم‌شمار است، اما همین موارد کمیاب نشان میدهند که، اگر پیش‌بینی علمی دقیق و قابل اطمینان باشند، اگر مسؤلین کشوری آمادگی و وسایل لازم را برای اقدامات ایمنی داشته باشند، و اگر در باره وضعیت و اقداماتی که برای رویارویی با آن انجام میشود به مردم آگاهی کامل داده شود، میتوان تلفات ناشی از این خودنمائی‌های خشمالود طبیعت را کاهش داد و شاید در آینده بتوان آنها را بی‌خطر از سر گذراند.

---

۱. م. **فورنیه دالب**، انگلیسی و متخصص ارزیابی و پیش‌بینی خطر زمینلرزه است. تا سال ۱۹۷۹ رئیس بخش علوم زمین یونسکو و مسئول راه‌اندازی و گسترش برنامه یونسکو در رابطه با خطرات طبیعی و پیشگیری آنها بوده است.



آنگاه که زمین می‌لرزد

اگرچه برخی زمینلرزه‌های کوچک در نتیجه فعالیت‌های بشر، مانند آزمایش‌های هسته‌ای زیرزمینی و ساختن مخازن و سدها، روی داده‌اند، علت اصلی همه زمینلرزه‌های بزرگ و اغلب زمینلرزه‌های کوچک شکستگی سنگ‌ها بدنبال انباشت تدریجی تنش در طی فرایندهای زمین‌شناختی بوده است.

سطح زمین از رشته‌ای از پهنه‌ها (نگاه کنید به صفحه ۱۰) تشکیل یافته و بزرگترین زمینلرزه‌ها در کناره پهنه‌ها، جائی که پهنه‌ها از کنار یکدیگر میلغزند، برای نمونه در درازنای ناحیهٔ گسلی سن آندریاس در کالیفرنیا، روی میدهند. نمودار بالا ساز و کار یک زمینلرزه را بگونه‌ای ساده شده نشان میدهد. سنگ دارای ویژگی الاستیسیته معینی است و در جائی که ناحیه‌های سنگی مجاور در اثر جنبش پهنه‌ها در کنار هم میلغزند، اندک اندک تنش انباشته میشود. هنگامی که کرنش بسیار زیاد گردد سنگ گسیخته میشود و با پس جهیدن شدید سنگ‌ها در دو سوی گسل، تنش رها میشود. نقطه‌ای که از آن گسلش آغاز میشود *کانون* و نقطه‌ای که در سطح زمین درست بالای کانون قرار دارد مرکز زمینلرزه نامیده میشود.

انرژی رها شده بصورت امواجی منتشر میشود که باعث ارتعاش زمین میگردد. این موج‌ها هستند که توسط لرزه‌نگارها ثبت میشوند. این دستگاه‌ها متخصصان را قادر می‌سازند تا مرکز زمینلرزه را تعیین کنند و بزرگی آنرا اندازه‌گیری نمایند.

دو مقیاس برای بیان اندازه زمینلرزه‌ها متداول است. *بزرگی* زمینلرزه ــ مقدار کل انرژی رها یا اتلاف شده ــ بصورت مقیاس ریشتر بیان میشود و بر پایه اندازه‌گیری دامنه امواج لرزه‌ای ثبت شده در لرزه‌نگاشت‌ها محاسبه میگردد. برای پوشاندن میدان تغییرات بسیار گسترده اندازه زمینلرزه‌ها، مقیاس بزرگی ریشتر بصورت لگاریتمی است و نه حسابی، یعنی، این مقیاس چنان تنظیم شده است که افزایش یک واحد در بزرگی نماینده افزایشی سی برابر در اندازه زمینلرزه می‌باشد. بدینسان، زمینلرزه‌ای با بزرگی ۸ در مقیاس ریشتر ۸۱۰،۰۰۰ برابر بزرگتر از زمینلرزه‌ای با بزرگی ۴ است.

شدّت زمینلرزه میزان جنبش زمین را در هر نقطه بر پایه مشاهده آسیب‌های وارد شده و داده‌های گردآوری شده از مردمی که زمینلرزه را تجربه کرده‌اند، درجه‌بندی میکند. متداولترین مقیاس شدت، *مقیاس اصلاح شده مرکالی* است (نگاه کنید به پائین همین صفحه). از آنجا که این مقیاس تنها بر پایه مشاهده آثار زمینلرزه استوار شده است، درجات مقیاس با اعداد رومی I تا XII و نه با اعداد معمولی نشان داده میشود تا به عنوان نتیجه نوعی اندازه‌گیری تلقی نشوند.

مقیاس اصلاح شده مرکالی برای شدّت زمینلرزه

I کسی آن را حس نمی‌کند.

II به وسیله افرادی که در طبقات بالائی ساختمان‌ها در حال استراحت باشند حس میشود.

III در درون خانه‌ها حس میشود؛ ارتعاشاتی همانند گذشتن یک کامیون سبک در بیرون پدید می‌آید. اشیاء آویزان تاب میخورند.

IV ارتعاشاتی همانند گذشتن کامیون سنگین پدید می‌آید؛ پنجره‌ها، ظروف و درها میلرزند و صدا می‌کنند.

V در بیرون از خانه‌ها هم حس می‌شود؛ خفته‌ها بیدار میشوند و مایعات سرریز میکنند.

VI همه مردم آنرا حس میکنند؛ بسیاری می‌ترسند و به بیرون از خانه می‌گریزند؛ گچ‌ها و دیوارهای با مصالح بنائی ترک برمی‌دارند؛ مبل و اثاث خانه جابجا یا سرنگون میشوند؛ پنجره‌ها، وسایل شیشه‌ای و ظروف می‌شکنند.

VII ایستادن دشوار است؛ رانندگان در حال راندن اتومبیل متوجه زمینلرزه میشوند؛ گچ دیوارها، آجرهای سست، کاشی‌ها و غیره می‌افتند؛ زنگ‌های بزرگ به صدا درمی‌آیند؛ آب استخرها موج میزند.

VIII راندن اتومبیل دشوار است؛ گچبری‌ها و برخی دیوارهای با مصالح بنائی فرو میریزند؛ دودکش‌ها، برج‌ها، بناهای یادبود فرو می‌افتند؛ شاخه‌هائی از درختان شکسته میشود؛ در زمین‌های مرطوب ترک‌هائی دیده میشود.

IX هراس همگانی دیده میشود؛ سازه‌های اسکلت‌دار شکاف برمی‌دارند و لوله‌های زیرزمینی شکسته میشوند؛ شکاف‌های نمایانی در زمین پدید می‌آید؛ دهانه‌های جوشش ماسه به وجود می‌آیند.

X بسیاری از ساختمان‌های با مصالح بنائی و اسکلت‌دار و شالوده‌ها ویران میشوند؛ آسیب‌های شدید به سدها و خاکریزها وارد میشود؛ برخی پل‌ها خراب میشود؛ زمینلغزه‌های گسترده ایجاد میشود.

XI ریل‌های راه‌آهن خمیدگی‌های شدیدی پیدا میکنند؛ لوله‌های زیرزمینی کاملاً از کار می‌افتند.

XII تقریباً همه چیز آسیب می‌بیند و ویران میشود؛ چشم‌انداز و پستی و بلندی‌ها دگرریختی پیدا میکنند؛ اشیاء به هوا پرتاب میشوند.

آتشفشان‌ها

نوشتهٔ هارون تازیف

در سرگذشت زمین، آتشفشان‌ها نقشی اساسی بر عهده دارند. خاکی که بر روی آن زندگی میکنیم، آب اقیانوس‌ها، رودها و دریاچه‌ها و بخش بزرگی از هوائی که تنفس میکنیم در نهایت از فوران آتشفشان‌ها به وجود آمده‌اند. بدون آتشفشان نه پوسته جدید اقیانوسی از طریق گسترش بستر دریا به وجود می‌آمد، نه فرورانشی (رانده شدن پوسته قدیمی به درون جبه زمین که در آنجا دوباره ذوب میشود و چرخه را از سر میگیرد) پدید می‌آمد، نه کوهزائی انجام می‌شد و بدینسان نه فرسایشی وجود داشت و نه رسوبگذاری.

بدون آتشفشان، زمین از جریان عظیم و پیوسته سولفورها، اکسیدها، هالوژنورها، هیدروکسیدهای تمامی فلزات موجود که به شکل گازهای با دمای زیاد از دودخان‌های (شکاف‌های آتشفشانی) هزاران دهانه فعال آتشفشانی، خواه خفته یا فورانی، خواه در زیردریا و یا در خشکی، خارج میشوند بی‌بهره می‌ماند. این آتشفشان‌ها در درازنای ۱۰۰ ۰۰۰ کیلومتری کمربندهائی که مرز پهنه‌های زمینساختی (نگاه کنید به صفحه ۱۰) را مشخص می‌کنند، و درشکستگی‌های درون این پهنه‌ها پراکنده‌اند.

بدون فعالیت دودخان‌های آتشفشانی زیردریائی نهشته‌های کانی‌های سولفوره پدید نمی‌آمد؛ بدون دودخان‌ها محیط زیست دریائی که ساخت شیمیائی آن پدیداری زندگی را امکانپذیر نمود و شرایط تکامل آن را فراهم ساخت وجود نمی‌داشت؛ بدون دودخان‌ها، زمین دارای عناصر سازنده هوا کره نمی‌شد که ترکیب آن این امکان را پدید آورد که شکل‌های زندگی که از اقیانوس سر برآورده بودند ساکن خشکی شوند و تا پدیداری انسان تکامل یابند.

پیش از آنکه، در سال ۱۹۴۸، دست تصادف مرا که زمین‌شناسی کلاسیک بودم برای نخستین‌بار رو در روی پدیده شگفت‌انگیز فوران یک آتشفشان قرار دهد، همانند دیگران در آن زمان از هیچیک از ویژگی‌های آتشفشان‌ها که بر شمرده شد آگاه نبودم. مانند همه همکاران زمین شناسم از آن نسل، به ویژه در اروپا، در آموزشی که از استادانم، که برخی از آنها دارای شهرت جهانی بودند، فراگرفته بودم تنها اشاره‌ای به آتشفشانی شده بود، زیرا که به دیده آنها آتشفشان چیزی بیش از «بیماری پوستی سیاره» به شمار نمی‌آمد.

بهررو، من تقریباً چیزی درباره آتشفشان نمیدانستم تا اینکه روزی در ماه مارس ۱۹۴۸، در شمال دریاچه کیوو در کنگو بلژیک (زئیر کنونی) شکوه نخستین فوران آتشفشانی که بخت دیدنش نصیبم شده بود نه تنها چشمان مرا، که در آن زمان زمین‌شناس ساده‌اندیش بی‌تجربه‌ای بودم، فراروی چشم‌اندازی شگفت‌انگیز گشود بلکه پدیده‌ای را نشانم داد که بجای پاسخ دادن به پرسش‌هایم، بدلیل کم دانشی، پرسش‌های بیشتری را در من به وجود آورد.

در حدود چهل سالی که از آن زمان گذشته است، دانش آتشفشان‌شناسی که در پایان جنگ جهانی دوم روبه مرگ می‌نمود (تنها آثاری از زندگی در ایالات متحده و زلاندنو داشت و جز این در همه‌جا خاموش بود) اندک‌اندک نیرو گرفت و بموازات اقیانوس‌شناسی به شکفتگی رسید. دانش جدیدی که از این‌دو رشته فراهم آمده بزودی نقش بنیادی را که آتشفشان‌ها هم در پدیده گسترش بستر دریا و هم در پیدایش زندگی و تکامل آن در سه میلیارد سال گذشته به عهده داشته‌اند آشکار ساخت.

مشاهداتم از فوران آتشفشان‌ها از نزدیکترین فاصله ممکن در یک‌سوم سده‌ای که گذشته است و اندازه‌گیری هر آنچه اندازه‌گرفتنی بوده است از آن میان، جریان انرژی (بطور عمده انرژی گرمائی) و جریان ماده (بطور عمده به شکل گاز) ــ به من امکان این دریافت را داده است که این فاز گازی است که نقش فعال را در آتشفشانی به عهده دارد و نه، آنچنانکه اغلب مردم آشکارا و یا بطور تلویحی می‌انگارند، فاز سیّال یا گدازه. گدازه کاملاً غیرفعال است و بدون گاز فورانی آن آتشفشانی پدید نمی‌آمد. افزون بر این، فوران آتشفشان‌ها همواره با خروج گاز همراه است امّا در هر آتشفشانی گدازه خارج نمیشود.

این ملاحظات مرا متقاعد ساخت که برای فهمیدن سازوکار فوران آتشفشان، دانستن ترکیب شیمیائی و فرگشت ترمودینامیکی فاز گازی آن ضرورت ناگزیر دارد. به نظر میرسد که ترکیب شیمیائی این گازها در انواع فوران‌ها و بسته به انواع گدازه‌ها تغییر میکند، امّا با دانش کنونی ما یافتن رابطه‌ای میان انواع ترکیب‌های شیمیائی که تاکنون تشخیص داده شده و انواع فعالیت‌های آتشفشانی که مشاهده شده است ممکن نیست.

باید گفت که مقدار داده‌هائی که تا به امروز از ترکیب فیزیکی ــ شیمیائی گازهای فورانی گردآوری شده ناچیز است. منظور من از «گاز فورانی» گازهائی است که دستخوش سردشدگی زیاد، اکسیده شدن بوسیله هوا و هیدراته شدن بوسیله آبهای زیرزمینی نشده‌اند، چون این فرایندها کمابیش، و در بسیاری موارد، تا حد زیادی ماهیت گاز را تغییر میدهند.

آشکار است که، برای اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیائی گازهای فورانی، پیش از آنکه به گازهای خارج شده از دودخان تغییر یابند، باید به شکاف‌هائی که از آن بیرون می‌آیند نزدیک شد. این عمل معمولاً به مقداری کوشش بدنی و، در مواردی، به قدری جرئت نیاز دارد. آنچه که بسیاری از آتشفشان شناسان فاقد آنند، شاید نه جرئت بلکه، تمایل به کوشش بدنی است. به نظر میرسد که برخی از آنها، در سنین بین بیست‌وسی، دارای این تمایل هستند اما من ملاحظه کرده‌ام که وقتی به یک موقعیت علمی دانشگاهی دست می‌یابند این تمایل را از دست میدهند.

نبود این تمایل آن اندازه اهمیت نمی‌یافت اگر این حقیقت نبود که افزون بر داده‌های خام که آتشفشان‌شناسان جوان و هنوز پرشور به فراهم آوردن آن ادامه خواهند داد، یک شرط ناگزیر پیشرفت در این رشته تجربه رویداد واقعی فوران آتشفشان است که پیچیدگی آن به اندازه گوناگونی آن است. و این تنها با مشاهده مستقیم پدیده فوران و دگرگونی‌های پی در پی آن از نزدیکترین فاصله ممکن، امکانپذیر است.

شایستگی فنی آتشفشان‌شناس از این نظر، همانند شایستگی یک پزشک، هم به دانش کافی او درباره نوشتارهای مهم رشته خود و هم به تجربه‌ای که از راه بررسی شمار هرچه بیشتری از موضوع کار ــ بیمار برای پزشک و آتشفشان در حال فوران برای آتشفشان‌شناس ــ می‌اندوزد بستگی دارد.

نخستین ده سال پژوهش صحرائی آتشفشان شناختی من تنها به جستجوی توضیحی برای جنبه‌های گوناگون پدیده فوران وقف شد. به زودی به این نتیجه رسیدم که آمادگی ماگمای آرام برای فوران از رهائی گازهائی که پیشتر در درون آن حل شده بوده نتیجه میشود. ویژگی‌های شیمیائی، اندازه و پراکنش حباب‌های گاز در درون توده لزج، رشد اندازه آنها بوسیله بهم پیوستن دو یا چند حباب و یا بوسیله انبساط آنها در حین بالا آمدن در درون ماگما و یا در نتیجه انبساط خود ماگما، همه این عوامل در آماده‌سازی ماگما برای فوران و در فرگشت آن در حین فوران نقشی به عهده دارند.

اگر عوامل یک فوران آتشفشانی، خواه بتوان آنها را اندازه گرفت یا تنها به مشاهده آنها پرداخت، به درستی تفسیر شوند بیش‌وکم ما را به فهمیدن فرایند فوران و، در نتیجه، گاهی به پیش‌بینی آن قادر می‌سازد. ◀

◀ با این دریافت توانستم، از سال ۱۹۵۸ به بعد، به پرسش‌هائی که از سوی مقامات اجرائی یا سیاسی شماری از شهرها، استان‌ها و حتی کشورهائی که بنظر میرسید یک آتشفشان در آنها ایمنی عمومی را تهدید میکند از من میشد به دقت پاسخ دهم. بدینسان اندک‌اندک از پژوهش‌های بنیادی آتشفشان‌شناسی به پژوهش کاربردی برای پیشگوئی فوران‌های احتمالی کشیده شدم. از سال ۱۹۸۱ که حکومت فرانسه تصمیم گرفت رسماً برای کاهش اثرات رویدادهای مصیبت‌بار چاره‌اندیشی کند کار من در آتشفشان‌شناسی محدود به این زمینه بوده است.

در طول نزدیک به سی‌سال خود را در موقعیت‌هائی یافته‌ام که مجبور بوده‌ام به پرسش مقامات حدود ده کشور مختلف در این زمینه پاسخ دهم. و اگر پاسخ‌های من یک‌بار هم نادرست نبوده است به این دلیل است که، همانند یک پزشک خوب، تشخیص خود را بر پایه تفسیر داده‌های قابل دستیابی در پرتو تجربه‌هایم استوار میکرده‌ام. از پانزده موردی که به یاد می‌آورم در نه مورد توانستم اطمینان بدهم که خطر منتفی است، در سه مورد تهدید خطر را تأیید کنم و در سه مورد مجبور شدم اعتراف نمایم که نمیدانم چه پیش خواهد آمد.

پرسش‌هائی که در طول این بیست‌وهفت سال از من میشد در بیشتر موارد به این صورت نبود که: «آیا فورانی روی خواهد داد یا نه؟» معمولاً پرسش‌ها بدینصورت بود که آیا هیچگونه احتمال خطری از سوی آتشفشانی که اینک در حال فوران است وجود دارد یا نه. در حالیکه در چنین شرایطی پرسش دوم آشکارا مهمترین پرسش می‌باشد برآورد پاسخ درستی برای آن نیز دشوارترین کار است.

در واقع، هنگامی که یک آتشفشان توسط متخصّصین ورزیده و مجهّز به ابزار و دستگاه‌های مناسب زیر مراقبت قرار دارد پیش‌بینی فوران آن نسبتاً آسان است. به استثنای فوران‌هائی که در نتیجه انباشت فشار بخار حاصل از گرم‌شدن بیش از اندازه یک سفره آب زیرزمینی در زیر مجرای مسدود شده آتشفشان روی میدهد ــ در این فوران‌ها ماگما یا گدازه‌ای از آنها خارج نمی‌شود بلکه تنها بخار، مقداری گازهای دودخان و قطعات سنگی که مجرا را بسته بوده به بیرون میریزد ــ همه فوران‌های آتشفشانی نتیجه بالا آمدن حجمی از ماگما تا سطح زمین می‌باشد.

این بالا آمدن ماگما نمیتواند بدون جنبش پوسته زمین در واکنش به فشار ماگما روی دهد. در نتیجه این جنبش و کشیدگی پوسته زمین، دگرریختی و یا شکستگی در آن پدید می‌آید. دگرریختی سطحی را میتوان با ابزارهائی مانند شیب‌سنج، کشش‌سنج و پیمایش‌سنج تشخیص داد و اندازه گرفت. بازشدن شکستگی‌هائی که ماگما از میان آنها به پوسته نفوذ میکند و تا سطح زمین بالا می‌آید ریز لرزه‌هائی را ایجاد میکند که بوسیله لرزه نگارها ثبت میشود.

این مشاهدات و اندازه‌گیری‌های ژئوفیزیکی که میتوانند از رویداد یک فوران، غالباً چندین‌ماه ولی گاهی تنها چند روز و یا چند ساعت پیشتر (از جمله بسته به ژرفائی که ماگما پیش از آغاز به بالا آمدن در آن قرار دارد) خبر دهند با مشاهده عوامل دیگری تکمیل میشود و بدینسان ممکن است آتشفشان‌شناس را به پیشگوئی قادر سازد. این عوامل از جمله عبارتند از افزایش دما، تغییرات فشار و ترکیب گازهای دودخان و نیز تغییرات میدان مغناطیسی پوسته زمین. از مجموع این نشانه‌ها آتشفشان‌شناس با تجربه میتواند رویداد یک فوران را در آینده پیش‌بینی کند و تاریخی برای آن پیشگوئی نماید که گاهی از دقت بسیار زیادی برخوردار است.

متأسفانه، از نگاه نجات جان مردم، این پیش‌بینی‌ها اهمیت چندانی ندارد. فوران‌های ماگمائی، خواه از نوع انفجاری باشند و یا خروجی، هرگز به شکل فاجعه‌آمیز ناگهانی آغاز نمیشوند. نخستین مرحله یک فوران **همواره** (تا آنجا که من میدانم هیچ استثنائی بر این قاعده دیده نشده است) نسبتاً ملایم است، بگونه‌ای که ساکنان منطقه مورد تهدید فرصت تخلیه محل را دارند.

تخلیه محل، تنها راه حفاظت از مردم در برابر خطر احتمالی آتشفشانی، بندرت ضرورت پیدا میکند، زیرا حالتی که فوران، پس از مرحله آغازین خود، به سوی ایجاد انفجارهای شدیدتر دگرگون شود و یا حتی اندکی خطرناکتر گردد، بسیار کمیاب و استثنائی است. از میان صد فورانی که بطور میانگین هرساله در جهان روی میدهد به ندرت در یک مورد چنین حالتی پدید می‌آید و اتخاذ تدابیر احتیاطی ویژه‌ای را توجیه میکند.

مسئله عمده‌ای که رویاروی آتشفشان‌شناس قرار دارد پیش‌بینی فرگشت فورانی است که در حال روی دادن است ــ کاری که بس دشوارتر از پیش‌بینی فورانی است که در آینده روی خواهد داد. آنگاه که فوران آتشفشان آغاز شده باشد، همه نشانه‌های مکانیکی ــ دگرریختی یا شکستگی سطح زمین ــ که در پیوند با بالا آمدن ماگما از درون پوسته زمین پدید می‌آیند ناپدید خواهند شد و جریان ماگما به صورت «سیّال» درخواهد آمد، یعنی دیگر مجبور به شکستن سنگ‌ها در ژرفا و یا بلند کردن دامنه‌های آتشفشان برای باز کردن راه خود به سطح زمین نخواهد

بقیه در صفحه ۳۱

www.KetabFarsi.com

تسونامی

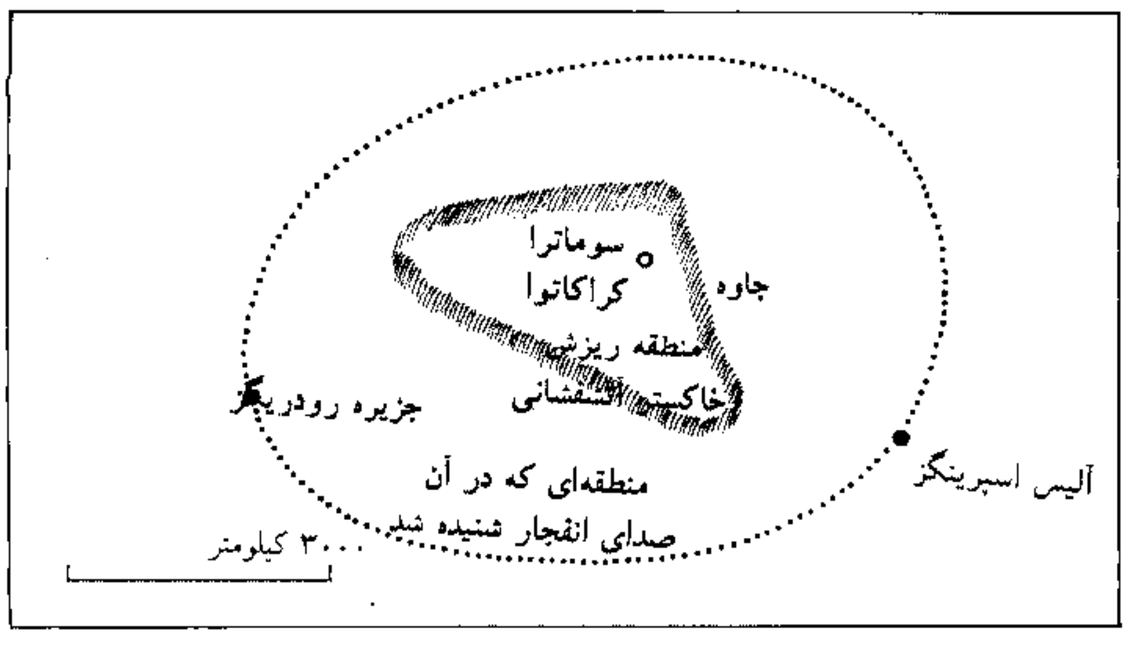
ساعت یک بعد از ظهر روز ۲۶ اوت ۱۸۸۳ نخستین انفجار آتشفشانی از یک رشته انفجارهائی که پیوسته بر شدت آنها افزوده می‌شد در جزیره آتشفشانی کراکاتوا، در تنگه سوند بین جاوه و سوماترا (اندونزی) روی داد. ساعتی بعد، ابر سیاهی از خاکستر آتشفشانی بر بالای جزیره ۲۷ کیلومتر به هوا برخاست.

فوران‌های آتشفشانی ادامه پیدا کرد و با انفجار مهیبی در ساعت ده صبح روز بعد به اوج خود رسید که خاکسترهای آن تا ۸۰ کیلومتر در هوا بالا رفتند و صدای انفجار در استرالیا، با بیش از ۴۰۰۰ کیلومتر فاصله، شنیده شد. تقریباً همه کراکاتوا، بجز مخروط یک آتشفشان عظیم زیردریائی، در زیر امواج ناپدید شد.

در جزیره‌های مجاور لانگ و ورلاتن خاکستر و واریزه آتشفشانی به ژرفای ۶۰ متر نهشته شد. غروب‌های تماشائی آفتاب که در اثر ذرات ریز خاکستر پرتاب شده به جو پدید می‌آمد تا فواصل بسیار دوری چون اروپا دیده میشد و الوارهای سنگ پا (گدازه اشباع شده از حبابهای گاز) ماه‌ها در آب‌های اقیانوس شناور بودند.

اما رویداد بدتری هنوز در راه بود؛ فرو ریزش آتشفشان رشته‌ای تسونامی، امواج زمینلرزه‌ای دریا، پدید آورد (این امواج را غالباً به غلط امواج کشندی می‌نامند در صورتیکه این امواج هیچ پیوندی با جزر و مد ندارند). بزرگترین موج که بلندای آن تا حدود ۳۵ متر میرسید حدود ۳۰۰ شهر و روستا را در کرانه‌های جاوه و سوماترا ویران کرد و ۳۶۰۰۰ نفر را کشت.

تقریباً همه تسونامی‌ها در اقیانوس آرام روی میدهند. تسونامی در اثر جنبش ناگهانی قائم کف دریا در نتیجه انفجار آتشفشانی زیردریائی و یا زمینلرزه پدید می‌آید. بدنبال تسونامی ویرانگری که در سال ۱۹۴۶ روی داد، یک سیستم هشدار دهنده که سراسر اقیانوس آرام را زیر پوشش دارد برپا شد. آشکارسازهای تسونامی و دستگاه‌های لرزه‌نگار در ایستگاه‌های لرزه‌نگاری در سرتاسر پیرامون اقیانوس آرام هر رویدادی را که احتمال دارد تسونامی پدید آورد ثبت میکنند و اطلاعات ثبت شده را به ایستگاه هونولولو مخابره میکنند. در این ایستگاه احتمال خطر رویداد تسونامی ارزیابی شده و در صورت لزوم به مناطق مورد تهدید هشدار داده میشود.



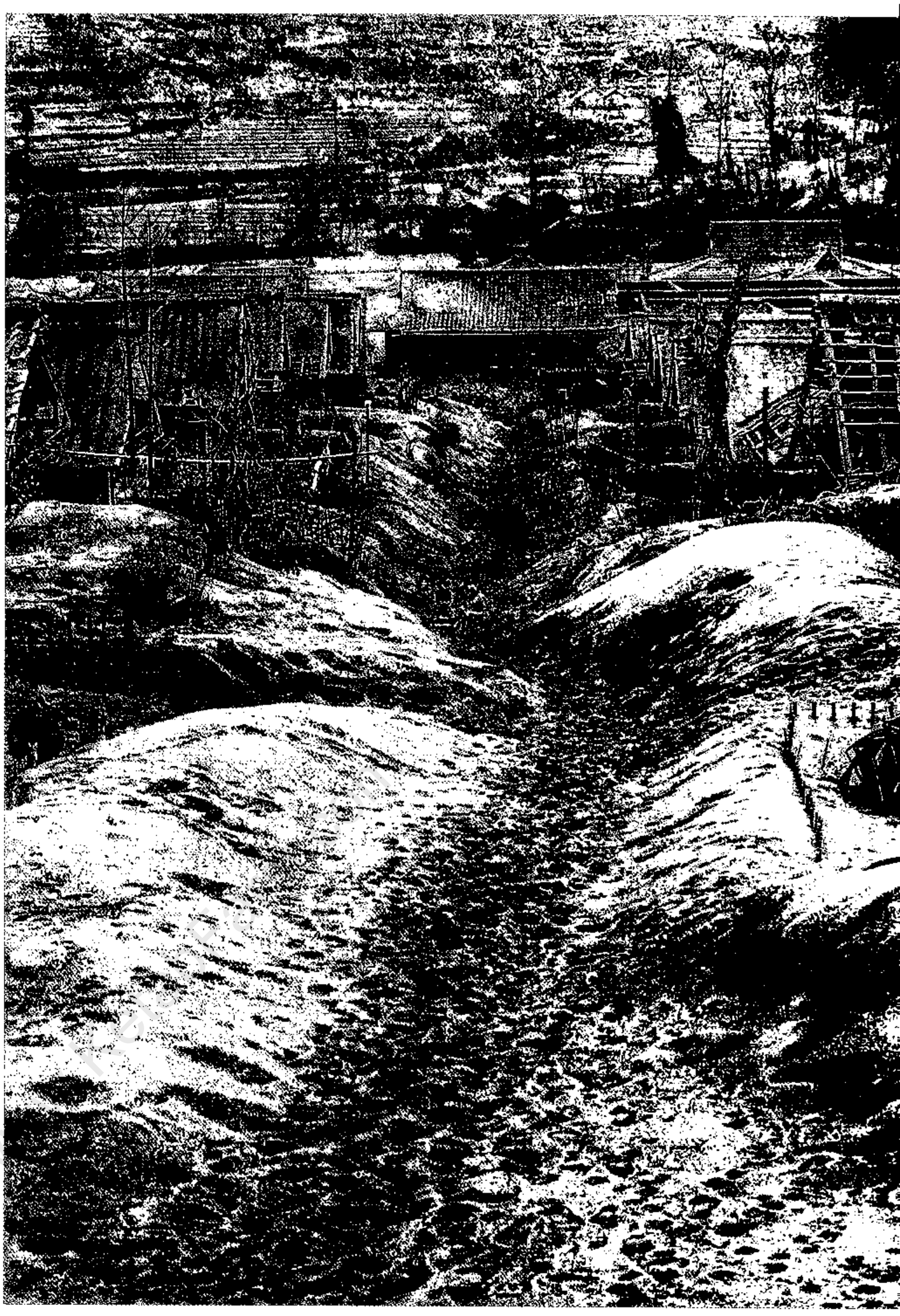
تولد یک جزیره

در روز ۱۴ نوامبر ۱۹۶۳ یک فوران شدید آتشفشانی در اقیانوس اطلس در آبهای کرانه جنوبی ایسلند خبر از تولد جزیره جدیدی داد. این جزیره که به نام سورتور، خدای آتش در افسانه‌های اسکاندیناوی، سورتسی نامیده شد در میان جوشش شعله و بخار از آب سر برآورد. یک هفته پس از فوران سورتسی دارای مساحتی برابر ۷۰ مترمربع بود و ابعاد کنونی خود را در سه سال و نیم بدست آورده است: ۲/۵ کیلومترمربع مساحت و بلندای تا ۱۷۳ متر. دانشمندانی که پس از سرد شدن جزیره برای بازدید آن رفتند با شگفتی مشاهده کردند که زندگی گیاهی در آن استقرار یافته است. سورتسی که نخستین سیستم «دست نخورده» بومشناختی است که انسان از آن آگاه است اینک جایگاه پژوهش‌های درازمدّت بومشناختی شده است.

توجه، خطر!

اگر چه با پیش‌بینی فوران‌های آتشفشانی میتوان از تلفات انسانی جلوگیری کرد و یا شمار آنرا کاهش داد، امّا برای جلوگیری از آسیب‌هائی که در جریان یک فوران آتشفشانی به کشتزارها و دارائی‌ها میرسد کار چندان مؤثری نمیتوان کرد. روانه گل، جریان گدازه و باران خاکستر، سرچشمه مهمترین خطرات آتشفشانی هستند.

طی چند سده گذشته آشکار شده است که در میان انواع فعالیت‌های آتشفشانی روانه گل‌ها (که گاهی لاهار نامیده میشود) خطرناک‌تر از همه بوده‌اند و باعث کشتار شمار بیشتری از مردم و ویرانی و از میان رفتن دارائی‌های بیشتری شده‌اند. روانه گل‌ها اغلب از آب شدن سریع یخ و برف دامنه‌های آتشفشان پدید می‌آیند ولی ممکن است به علت ریزش باران و برف سنگین بر روی خاکسترهای جدید آتشفشانی پس از فوران نیز به وجود آیند. مشاهده شده است که سرعت روانه گل‌ها تا ۷۰



برخلاف آنچه از نامش استنباط میشود، خاکستر آتشفشانی محصول سوختن نیست، بلکه از گدازه پودر شده و قطعات سنگ که در نتیجه انفجار آتشفشان و رهائی ناگهانی گازهای آتشفشانی به هوا پرتاب شده‌اند تشکیل میشود.

نیروی انفجار فوران آتشفشان تامبورا در کرانه شمالی جزیره سومباوا در اندونزی در سال ۱۸۱۵ که ۵۰۰۰۰ نفر از مردم جزیره را کشت همسنگ ۱۶۰۰۰ مگاتن برآورد شده است. خاکسترهای بسیار ریز چنین فورانی میتواند فاصله‌های بسیار زیادی را به‌بپیماید و در ویژگی‌های آب و هوائی تأثیر گذارد. عکس بالا روستای پارنتاس در اندونزی را نشان میدهد که به دنبال فوران آتشفشان گالونگ گونگ در سال ۱۹۸۲ در خاکستر آتشفشانی پوشیده شده است.

کیلومتر در ساعت میرسیده و تا ۱۸۰ کیلومتری نقطه آغاز فرا رفته‌اند.

عکس سمت راست شهر آرمرو درکلمبیا است که بوسیله روانه گلی که در نتیجه فوران آتشفشان نوادو دل روئیز در ماه نوامبر ۱۹۸۵ پدید آمد بلعیده شد.

جریان‌های گدازه که دارای ستبرای کم باشند نسبتاً سریع سرد میشوند، اما سرد شدن جریان‌های ستبرتر ممکن است سال‌ها به درازا کشد. برای جلوگیری یا انحراف جریان‌های گدازه روش‌های گوناگونی به کار رفته است، از جمله استفاده از شلنگ‌های آب‌پاش برای ایجاد دیواره از گدازه سرد شده و یا بمباران پهلوهای یک جریان گدازه برای شکافتن آن به چندین جریان کوچکتر. در عکس بالا، سمت راست، جریان گدازه به دنبال فوران آتشفشان لافورنز در جزیره فرانسوی رئونیون در اقیانوس هند در روز ۱۸ مارس ۱۹۸۶ جاده‌ای را بسته است.

◀ بود.

آتشفشان‌شناس، آنگاه که از این‌دو نشانه (ریز لرزه‌ها و دگریختی سطح زمین) که برای پیش‌بینی فورانی که در راه است ضرورت اساسی دارد بی‌بهره شود مجبور است که تشخیص خود را بر پایه تفسیرش از سایر نشانه‌های فیزیکی و شیمیائی که پیشتر از آنها یاد شد استوار کند. از آنجا که در حال حاضر داده‌های پژوهشی و تجربه کافی در این زمینه وجود ندارد ارتباط دادن و تفسیر عوامل گوناگونی که در این پدیده دخیلند بسیار دشوار است. تشخیص و اظهارنظر جدی برای آتشفشان‌شناس، بدون یافتن ارتباطی که میان آنچه که قادر به اندازه‌گیری و مشاهده آن بوده است پیوند علت و معلولی برقرار کند، تقریباً ناممکن است.

سرانجام، مایلم مقاله‌ای را که در شماره اکتبر ۱۹۶۷ پیام یونسکو نوشته‌ام برای خواننده یادآوری کنم. در آن نوشتار توجه دولتمردان و نیز ساکنان مناطقی را که در معرض خطر بزرگ آتشفشان‌های به اصطلاح «خاموش» هستند جلب کردم. در واقع، بیشتر اینها آتشفشان‌های خفته هستند و در نتیجه روزی بیدار و فعال خواهند شد. این احتمال را باید جدی گرفت و از ساختمان در درون زون خطر چنین آتشفشان‌هائی خودداری کرد.

گستره زون خطر به نوع فعالیت آتشفشان (اینکه از نوع خروجی است یا انفجاری)، بزرگی و بلندای آتشفشان، و حتی آب و هوای منطقه‌ای که آتشفشان در آن قرار گرفته بستگی دارد.

اهمیت آب و هوا و بلندا بگونه‌ای آشکار در ۱۳ نوامبر ۱۹۸۵ با فوران آتشفشان نوادو دل روئیز در کلمبیا نشان داده شد. اگر بخاطر بلندای آتشفشان و آب وهوای منطقه که باعث تشکیل کلاهک یخی ستبری در ستیغ آن شده بود نبود، خروج گدازه با دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد سبب ذوف صدها هزارمتر مکعب یخ و تشکیل «لاهار»، آن سیل‌های وحشتناک گل‌های آتشفشانی، نمی‌شد که شهر آرمرو را بلعید و ۲۳۰۰۰ نفر قربانی گرفت.

آنچه که حدود بیست‌سال پیش درباره خطر آتشفشان‌های وزوو (ایتالیا) یا کامپی‌فلگرئی (نزدیک ناپل)، فوجی (ژاپن) یا ری‌نیر (ایالات متحده) نوشتم امروزه نیز درست است، و آنچه که در کوه سنت‌هلن (نزدیک کوه ری‌نیر) یا در هل‌گافل در ایسلند روی داد شاهدی بر این مدّعا است. مسئولین کشورهائی که در آنها آتشفشان‌های بالقوه خطرناک وجود دارد ــ خواه آنهائی که خاموش انگاشته میشوند و یا آنهائی که فعال بودن آنها مشخص شده است، مانند مراپی (اندونزی)، اتنا (ایتالیا)، ساکوراجیما (ژاپن)، ولکانو (ایتالیا) و پیچینچا (اکوادور) برای نمونه ــ باید مسائلی را که بیدار شدن این غول‌های خفته ایجاد خواهد کرد در نظر بگیرند و با استفاده از «روزهای صلح» از هم‌اکنون راه‌حل‌هائی برای مسائلی بیندیشند که در صورت اعلام جنگ از سوی این آتشفشان‌ها رویاروی آنها قرار خواهد گرفت. ■

هارون تازیف، آتشفشان‌شناس برجسته فرانسوی، که در مرکز ملی پژوهش علمی مدیر پژوهش و سپس از سال ۱۹۸۴ تا ۱۹۸۶ وزیر مشاور در جلوگیری از خطرات بزرگ طبیعی و تکنولوژیک بوده است، مؤلف شمار بزرگی از نوشتارهای علمی و نیز کتابهای همه فهم درباره آتشفشان‌شناسی است. همچنین وی سازنده چندین فیلم مستند درباره آتشفشان‌ها است، از جمله فیلم «وعده دیدار با شیطان» (۱۹۵۹) که موفقیت جهانی به دست آورد.

هوگشت زندگی

کواترنر. پستانداران بزرگ مانند ماستودونت‌ها (A)، گربه‌های دندان شمشیری (B)، و نهنگ‌های آبی رنگ (C) در آغاز مهمترین گروه‌ها را تشکیل می‌دهند. در درازنای یک میلیون سال گذشته یخچال‌ها به تناوب بزرگترین بخش نیمکره شمالی را می‌پوشاند. برخی جانوران کوچ می‌کنند؛ برخی دیگر مانند کرگدن پشمدار (D) خود را با سرما همساز می‌کنند. به دنبال انسان آغازین (E)، که ابزارهای سنگی می‌سازد و به کار می‌گیرد و آتش را پدید می‌آورد، انسان نوین می‌آید.

ترسی‌یر. پستانداران به سرعت تکامل می‌یابند و گونه‌های ویژه‌ای مانند میمون لمور نوع *پلزیادا‌پیس* (A)، که نیای آدم نمایان می‌باشد، *فناکودوس* پنج انگشتی (B) و *تیتانوتر* (C) شاخدار پدید می‌آورند. پرندگان تکامل می‌یابند و از جمله انواع بسیار درشت اندامی که قادر به پرواز نیستند، مانند *دیاتریما* (D) پدید می‌آورند. ماهی‌ها، خزندگان و بی‌مهرگان همسان انواع کنونیشان می‌شوند؛ برای نمونه کوسه مامی ماسه‌زی (E) چندان تغییری نکرده است.

کرتاسه. در خشکی گیاهان گلدار مانند ماگنولیا (A) پدید می‌آیند. در دریا ماهی‌های استخواندار کنونی در کنار خارپوستان دریائی (B) و نرم‌تنان دوکفه‌ای (C) تکامل می‌یابند. در پایان این دوره، دینوسورهای بسیار درشت اندام مانند *استگوسور* (D) و پترودا‌کتیل‌های (E) پرنده بزرگ ناگهان از میان می‌روند. انواع نوینی از پستانداران کوچک مانند *فاسکولوتریوم* (F)، کیسه‌داری شبیه موش حشره‌خوار، تکامل می‌یابند.

ژوراسیک. در محیط‌های دریائی بازوپایان و پا بر سران از نوع *آمونیت‌ها* (A) و بلمنیت‌ها (B) و نیز صدف‌هائی که امروزه از میان رفته‌اند، *گریفه‌ها* (C)، زندگی می‌کنند. همچنین ماهی‌های استخواندار، کوسه ماهی‌ها و دو گروه از خزندگان دریائی: ایکتیوسورها (D) و پلزیوسورها نیز هستند. دینوسورهای بزرگ مانند برونتوسور (E) و پستانداران کوچک در خشکی‌ها زندگی می‌کنند. *آرکئوپتریکس* (F)، نیای پرندگان بال پرواز می‌یابد.

تریاس. به دنبال خزندگان شبه پستانداری مانند *سینودونت* (A) که نیای پستانداران است، جانوران کوچکی مانند *اورنیتوپود* (B) که نیای دینوسورها است پدید می‌آیند. پنجه گرگیان، دم‌اسبیان، و سرخس‌های دانه‌دار کمیاب‌تر می‌شوند و سیکادها، ژنکوها (C) و مخروطداران جایگزین آنها می‌گردند. در دریاها، گروه‌های نوینی از بی‌مهرگان پدید می‌آیند. زنبق‌های دریائی (D) و مرجان‌های آبسنگساز فراوانند.

پرمین. خزندگان شبه پستاندار مانند دیمترودون (A) بر خشکی حکمفرما است. دوزیستیان بزرگ اندک شمارند. در دریا، پا بر سران (B)، نرم‌تنان دوکفه‌ای (C) و ماهی استخواندار آغازین (D) به گسترش خود ادامه می‌دهند؛ مرجان‌ها و خارپوستان دریائی کمیاب‌تر می‌شوند، و بسیاری از کوسه ماهیان از میان می‌روند. جنگلی از سرخس‌های دانه‌دار، خشکی نیمکره جنوبی را می‌پوشاند. شکل‌های نوینی از زندگی گیاهی در شمال شکفته می‌شوند.

کربنیفر. دوزیستیان (A) گروه بزرگ و مهمی را تشکیل می‌دهند؛ آنها در درازنای زمان خزندگان را پدید می‌آورند که نخستین مهره‌دارانی هستند که همواره در خشکی زندگی می‌کنند. مخروطداران و سرخس‌های درختی (B) تکامل می‌یابند، و سنجاقک‌ها (C) و حشرات دیگر پدید می‌آیند. کوسه ماهی‌ها (D) در دریا چیرگی دارند. در آبهای کم‌ژرفا، بازوپایان (E)، مرجان‌ها (F)، پا برسران، اسفنج‌ها و زنبق‌های دریائی فراوانند.

دونین. ماهی‌های زرهدار (A) و ماهی‌های استخواندار فلس‌دار (B) در آبهای شیرین گسترش می‌یابند. دریا محل زندگی کوسه ماهی‌ها و ماهی‌های خاردار است. بازوپایان (C) و نرم‌تنانی که پا بر سران (D) نامیده می‌شوند به تکامل خود ادامه می‌دهند؛ تریلوبیت‌ها کمیاب می‌شوند و کیسه‌تنان از میان می‌روند. در خشکی، به دنبال گیاهان آوندی ساده (E) پنجه گرگیان، دم‌اسبیان و سرخس‌ها پدید می‌آیند. از تکامل ماهی فلس‌دار نخستین دوزیستیان زاده می‌شوند.

سیلورین. در آغاز تجمع گیاهان آوندی بیدانه و سپس بندپایان کژدم مانند بر خشکی چیره می‌شوند. در آبهای شیرین، ماهی‌های کوچک و اریپتروس‌های بزرگ، کژدم آبی، فراوانند. در دریا، بی‌مهرگان بویژه تریلوبیت‌ها (A)، زنبق‌های دریائی (B)، مرجان‌ها (C) اریپتروس‌های شاخپوش (D)، بازوپایان (E) و کیسه‌تنان (F) بسیار فراوانند.

اردوویسین. بی‌مهرگان سخت‌پوست، بویژه تریلوبیت‌ها (A)، بازوپایان (B)، پا بر سران (C) و شکم پایان یا لیسک‌های دریائی (D) گسترده می‌شوند. مرجان‌ها، نرم‌تنان دوکفه‌ای و تجمع شاخه‌ای یا خزه‌ای بریوزوآ پدید می‌آیند. کیسه‌تنان (F,E) که برخی از آنها به تار عنکبوت‌های سخت شده می‌ماند، گسترش می‌یابند. نخستین ماهی‌ها (که تنها از باقی‌مانده فلس‌هایشان شناسائی شده‌اند) در آب شیرین تکامل خود را آغاز می‌کنند.

کامبرین. در آغاز این دوره، شماری از گروه‌های جانوران دارای صدف و پوشش سخت آهکی و شاخی می‌گردند. از جمله اینها تریلوبیت‌ها (B,A)، بازوپایان (D,C)، اسفنج‌ها (E) و سخت‌پوستان هستند. تریلوبیت‌ها، که نامگذاری آنها به دلیل پوشش پشتی سه بخشی آنها است، به گروه بزرگ و گوناگونی از خزندگان آبی و شناگران تکامل می‌یابند که در ۱۰۰ میلیون سال آینده بر دریا چیرگی دارند.

پرکامبرین. در درازنای این دوره که تا آغاز زمان زمین شناختی به پس می‌رود، ترکیبات پیچیده آلی از مواد شیمیایی غیرآلی ساده تکامل می‌یابند. در این دوره پیش از همه، باکتری‌ها (B,A) و جلبک‌ها (C، D) پدید می‌آیند. در پایان این دوره، جانوران نرم‌تن دریائی و آب شیرین مانند کرم‌ها (E,F)، مدوزها و اسفنج‌ها گسترش می‌یابند.

Dessin © The Sunday Times, Geological Museum, Londres

فضا، سرچشمه زندگی

آیا زندگی زمینی از ستاره‌های دنباله‌دار سرچشمه گرفته است؟

نوشتهٔ چاندرا ویکرا ماسینگهه

از سال ۱۹۶۲، دو اخترشناس، پروفسور چاندرا ویکراما سینگهه و سرفردهویل ماهیت غبار بین ستارگان را بررسی میکرده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که سرچشمه‌های زندگی زمینی در ابرهای گاز و غبار فضا بوده است. بدینسان آنها، در تناقض ریشه‌ای با نگره داروینی، برآنند که زندگی از سرچشمه‌ای بیرون از زمین پدید آمده و اکنون نیز همچنان از آن سرچشمه‌ها پدید می‌آید (نگاه کنید به پیام یونسکو، مه ۱۹۸۲). اگرچه پژوهشگران دیگر با عقاید آنان به شدت مخالفند، بنظر میرسد که ارزیابی آغازین داده‌های بدست آمده از بررسی دنباله‌دار هالی، دست کم برخی جنبه‌های نگره آنها را تأیید میکند.

دنباله‌دارها بشیوه‌ای جذانشدنی با سرگذشت زمین پیوند دارند. از همان نخستین روزهای پیدایش زمین به عنوان یک سیاره در حدود ۴۶۰۰ میلیون سال پیش، دنباله‌داران و نیز واریزه‌های آنها بصورت ذرّات ریز غبار، پیوسته به زمین برخورد میکرده‌اند. اکنون آشکار است که مواد فرار دنباله‌دارها، از جمله آب، در پدیداری جو و اقیانوس‌های آغازین زمین سهم چشمگیری داشته‌اند.

با اینهمه، برخورد دنباله‌دارها و رسیدن موادی از آنها به زمین در زمان‌های دور زمین‌شناختی به پایان نرسیده است. برای نمونه در سال ۱۹۰۸ یک دنباله‌دار یا بخشی از یک دنباله‌دار در دره تونگوسکا در سیبری به کره زمین برخورد کرد که در بلندای ۸/۵ کیلومتری در جو منفجر شد و صدها کیلومتر مربع از جنگل‌های تایگا را نابود کرد.

امروزه گرداگرد منظومه خورشیدی بوسیله هاله‌ای کروی که از چند میلیارد دنباله‌دار تشکیل یافته پوشیده شده است که در فاصله‌ای در حدود یک دهم سال نوری پراکنده‌اند (سال نوری فاصله‌ای است که نور در یک سال می‌پماید، یعنی حدود ده هزار میلیارد کیلومتر). گذر ستارگان باعث میشود که بگونه‌ای میانگین در هر سال یک یا دو دنباله‌دار از این هاله به مدارهائی که آنها را به مناطق درونی‌تر منظومه خورشیدی رهنمون میشوند منحرف گردند. موقعیت مداری زمین در درون منظومه بگونه‌ای است که ناگزیر موادی که از این دنباله‌داران افشانده میشود به فراوانی به سیاره ما میرسد. این مواد در بخش بالائی جو زمین به تله می‌افتند و پیوسته به ذخیره مواد فرار زمین می‌افزایند. در درازنای دوره‌های زمان زمین‌شناختی، در آهنگ ریزش این واریزه‌های دنباله‌داران تغییراتی روی داده است. اینک این عقیده بگونه‌ای گسترده پذیرفته شده است که افزایش چشمگیر در این آهنگ میتواند آغاز شدن رویداد جهانی یخبندان (عصر یخچالی) دیگری را، همانند دوره‌هائی که پیش از این در کره زمین روی داده‌اند؛ باعث گردد. یک دنباله‌دار نمونه، مانند هالی چند صد میلیارد تن جرم دارد و برخورد مستقیم چنین جسمی با زمین، پیامدهای زیر و رو کننده‌ای برای سیاره ما به بار خواهد آورد. خوشبختانه، چنین برخوردهائی بسیار بسیار کمیاب است و بطور میانگین هر ۳۰۰ میلیون سال یک بار روی میدهد و این فاصله زمانی تقریباً با فاصله زمانی میان شکفتگی‌های تکاملی پیاپی زندگی زمینی مطابقت دارد. دنباله‌داران کوچکتر پرشمارترند و برخورد آنها با زمین فراوان‌تر روی میدهد.

بسیاری از دانشمندان، بیش و کم، با این دیدگاه‌ها همرایند. آنچه که کمتر پذیرفته شده است، نگره‌ای است که بوسیله اخترشناس انگلیسی سرفرد هویل ومن داده شده است مبنی بر اینکه دنباله‌داران عامل وارد کردن ملکول‌های آلی، که به پیدایش زندگی بر روی سیاره ما یاری رسانده است، نیز بوده‌اند. افزون بر این، عقیده ما بر آن بوده است که حتی امروزه نیز زمین به دریافت ساختارهای زنده، مانند باکتری‌ها و ویروس‌ها، از فضا ادامه میدهد.

از سال ۱۹۷۵، ما گواه‌هائی گردآوری کرده‌ایم که نظرمان را مبنی بر وجود دانه‌های غبار آلی، از جمله پلیمرهای آلی (زنجیره‌های بزرگ ملکول‌های آلی با پایه کربنی) در مقیاس گسترده فضائی تأیید میکند. این دانه‌های غبار ابرهای گازی را که در میان ستارگان وجود دارد انباشته میکنند و باعث پدیداری لکه‌ها و خطوط تیره‌ای که در میان هاله نورانی راه شیری قابل تشخیص است میگردند. در سال ۱۹۸۱، ما از جمع‌بندی بررسی‌های آزمایشگاهی، محاسبات ریاضی و مشاهدات اخترشناسی به این نتیجه رسیدیم که ماهیت غبار فضائی صرفاً آلی نیست بلکه بگونه‌ای مشخص از ویژگی زیست‌شناختی[1] برخوردار است.

در رشته‌ای از نوشتارها، دلایل خود را برای تأیید این نگره که سرچشمه زندگی زمینی در دنباله‌داران است و اینکه ادامه ریزش مواد دنباله‌داران در زمین با فرگشت زندگی در پیوند است، ارائه کرده‌ایم. از آنجا که ورود دنباله‌داران از بخش بیرونی منظومه خورشیدی گاه و بیگاه روی میدهد، انتظار نمیرود که ورود مواد دنباله‌داران به زمین نیز یکنواخت و دارای نظم زمانی باشد، و بدینسان اثر آن بر فرگشت زندگی نیز گاه و بیگاهی خواهد بود. بررسی فسیل‌ها نیز، که فرگشت زندگی زمینی را نشانه میزنند این ویژگی گاه و بیگاهی را آشکارا نشان میدهد.

نمونه نمایان این موضوع از میان رفتن دینوسورها در ۶۵ میلیون سال پیش است. دانشمندان بسیاری در سال‌های اخیر این عقیده را اظهار میکنند که این رویداد بوسیله دنباله‌داری که زمین را در هاله‌ای از ذرّات ریز پوشاند ایجاد شده است. این ذرّات مانند مه غلیظی دهه‌های پیاپی آسمان را تیره ساخت و باعث پژمردن پلانکتون‌ها و گیاهان و در نتیجه از میان رفتن همه موجودات درشت اندامی که از گیاهان تغذیه میکردند، شد.

سرفرد هویل ومن برآنیم که چنین علّت صرفاً فیزیکی نامحتمل است زیرا از میان رفتن دینوسورها با از میان رفتن بخش بزرگی از انواع گیاهان، جانوران و سازواره‌های میکروسکپی و نیز با پدیداری چندین نوع جدید از شکل‌های زیستی همزمان بوده است. ما این رویداد از میان رفتن و پدیداری موجودات زنده را در ۶۵ میلیون سال پیش با یک توفان تکوینی قابل توضیح میدانیم که از ورود فوج جدیدی از دنباله‌داران بسیار بزرگ به مناطق درونی منظومه شمسی پدید آمد.

نخستین آثار آشکار ملکول‌های آلی ــ اسید سیانیدریک (HCN) و استونیتریل (CH_3CN) از بررسی دنباله‌دار کوهوتک در سال‌های ۱۹۷۳ و ۱۹۷۴ به دست آمد. اما نگره‌های مربوط به دنباله‌داران در ماه مارس ۱۹۸۶ مورد بررسی و آزمایش بسیار دقیق‌تر قرار گرفتند، هنگامی که در نقطه اوج مراقبت جهانی هالی، ماهواره فضائی اروپا، **جیوتو**، تا فاصله چندصدکیلومتری هستهٔ دنباله هالی نزدیک شد (نگاه کنید به پیام یونسکو، مارس ۱۹۸۶).

بجز ابزارهای آزمایش‌های علمی، **جیوتو** به یک ◀

---

۱ ــ صفت «آلی» اغلب بمعنی عام «زنده» به کار میرود، به مفهومی که یک گیاه، یک درخت و یک انسان را میتوان موجود «زنده» شمرد؛ شیمیدان‌ها آنرا در معنای محدودتری برای توصیف ترکیباتی که شامل پیوند کربن و هیدروژن هستند به کار میبرند. همه موجودات زنده دارای کربن و هیدروژن هستند و از اینرو آلی میباشند، امّا همه اجسامی که دارای کربن و هیدروژن باشند موجود زنده نیستند. صفت «زیست‌شناختی» بمعنی «هر آنچه که با زندگی یا موجودات زنده پیوند دارد» میباشد.

در بامداد روز ۳۰ ژوئن ۱۹۰۸ یک انفجار عظیم هوائی با انرژی‌ای همسنگ ۱۰ تا ۱۵ مگاتن تی‌ان‌تی حدود ۲۰۰۰ کیلومترمربع از جنگل‌های کاج (سمت راست) رادرنزدیکی رودخانه تونگوسکا در سیبری مرکزی نابود کرد. این انفجار به برخورد یک دنباله‌دار یا قطعه‌ای از یک دنباله‌دار با زمین نسبت داده شده است. چنین جسمی میتوانسته است در جو زمین از هم پاشیده شده و گویی آتشین و یک موج نیرومند انفجار پدید آورد امّا دهانه برخورد در سطح زمین ایجاد نکند.

◀ دوربین تلویزیونی برای فرستادن عکس‌های رنگی از هستهٔ دنباله‌دار به زمین مجهز بود. در اوایل مارس، ماهواره فضائی شوروی، **وگا ۲** مأموریت مشابهی را با موفقیّت انجام داده بود. عکس‌هائی که **وگا ۲** از فاصله چندین هزار کیلومتری هستهٔ دنباله‌دار گرفته بود، نشان میداد که بر پایهٔ نشانه‌هائی که در عکس دیده میشد ممکن است که هسته دست کم از دو بخش جداگانه تشکیل شده باشد. اگر یک اشکال تأسف‌آور که تنها چند ثانیه پیش از لحظه رسیدن **جیوتو** به نزدیک‌ترین فاصله خود با هستهٔ دنباله‌دار در سیستم ارتباطی آن پیش آمد، روی نمیداد شاید **جیوتو** میتوانست پاسخی قطعی برای این پرسش بیابد. بدینسان، بهترین عکس‌هائی که به دست آمد هسته را در حالیکه پوشش استوانه‌ای شکلی از غبارهای تیره آنرا پوشانده است نشان میدهد.

از نخستین ارزیابی‌های داده‌های فرستاده شده بوسیله ماهواره‌های مختلف از دنباله‌دار هالی چه باید آموخت؟

نگره آلی ما درباره دنباله‌داران پیش‌بینی میکند که هستهٔ دنباله‌داران باید یک لایه سطحی بسیار متخلخل سرند مانند از ذرّات پلیمری داشته باشند. تبخیر مواد هسته در مقیاس گسترده تنها میتواند از جاهائی در سطح روی دهد که در آن این لایه سطحی سائیده یا شکسته شده باشد. نتیجه آنکه هستهٔ دنباله‌داران باید سطحی بسیار سیاه و یا بازتابنده داشته باشند، ویژگی‌ای که ما تنها چند هفته پیش از انجام مأموریت **جیوتو** پیش‌بینی کردیم.

در عکس‌های **جیوتو** در چند جا از میان «روزنه»هائی در هالهٔ غبار، هسته دیده میشد و سطح آن بگونه شگفت‌انگیزی سیاه بود ــ پژوهشگران **جیوتو** آنرا چنین توصیف کردند: «سیاه‌تر از سیاهترین زغال». در واقع، این یک پیروزی برای مدل آلی بود.

پیروزی‌های بیشتری به دنبال آمد. دستگاه بررسی کننده ضربه ذرّات در **جیوتو** مجهز به ابزاری بود که میتوانست سازنده‌های شیمیائی ذرات غبار دنباله‌دار را با اندازه‌گیری پراکنش جرمی اتم‌های درون آن تعیین نماید. ج. کیسل که پژوهشگر اصلی این آزمایش است در ۱۷ مارس گزارش داد که بررسی یک درصد کل داده‌های ثبت شده نشان داده است که غبار از عنصرهای کربن، اکسیژن، ازت و هیدروژن و مقادیر بسیار کمتری از عناصر شیمیائی دیگر ساخته شده است. این داده‌ها میتواند دو توضیح منطقی به دنبال داشته باشد. وجود این اتم‌ها میتواند بصورت یخ‌های فرّار آب، اکسید دوکربن و آمونیاک به همراه هیدروکربورهای ساده مانند متان باشد یا اینکه میتوانند بصورت پلیمرهای آلی بسیار پایدار پدیدار شده باشند. از آنجا که، در آزمایش‌های دیگر، دمای این ذرّات ۱۲۵ درجه سانتیگراد، یعنی بالاتر از نقطه جوش یخ‌ها و هیدروکربورهای ساده، اندازه‌گیری شده است، نتیجه میشود که ذرّات دنباله‌دارها تنها میتوانستند از پلیمرهای آلی ساخته شده باشند.

تجربه‌های **وگا ۲** و **جیوتو** نشان دادند که اتم‌های هیدروژن، بنیان‌های هیدروکسیل و ملکول‌های آب نیز به فراوانی از دنباله‌دار آزاد شده بود. بهر رو، مقادیر این مواد با مقدار آبی که همراه یاخته های زنده است (۶۰ درصد حجمی چنین یاخته‌هائی از آب تشکیل شده است) ناسازگاری نداشت. یادآوری این موضوع اهمیت دارد که هیچگونه گواهی مبنی بر وجود هاله‌ای از ذرات یخی در پیرامون هسته بدست نیامد. این هاله در نگره «گلوله برفی کثیف» درباره دنباله‌دارها که نخستین بار توسط اخترشناس آمریکائی فرد ویپل ارائه شد و پذیرش گسترده‌ای یافت، پیش‌بینی شده بود.

تنها دو هفته پس از دیدار **جیوتو** با هالی، دو اخترشناس، دایال ویکراما سینگهه و دیوید آلن با استفاده از تلسکوپ ۱۵۴ اینچی انگلیسی ــ استرالیائی در سایدینگ اسپرینگز، نیوساوث ویلز، رصد با اهمیتی از دنباله‌دار در منطقه مادون قرمز طیف به عمل آوردند. آنها سیگنال‌هائی را کشف کردند که شدت قابل ملاحظه‌ای داشتند و از غبار آلی گرم شده در طول موج‌های از ۲ تا ۴ میکرون انتشار می‌یافتند. ساختارهای بنیادی ملکول‌های آلی که دارای پیوند میان اتم‌های کربن و هیدروژن (پیوندهای CH) هستندپرتوهای با طول موج نزدیک به ۳/۴ میکرون را جذب و پخش میکنند. بطور کلی برای هر مجموعه ملکول‌های آلی مانند باکتری، این باند جذب بسیار پهن است و نمایه بسیار مشخصی به خود میگیرد. چشمگیرترین واقعیتی که آشکار شد این بود که نمایه این انتشار از دنباله‌دار هالی دقیقاً با رفتار یک باکتری خشک شده که در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد مطابقت داشت.

اگر چه هنوز برای ارزیابی کامل مشاهدات اخیر بر روی دنباله‌دار هالی زود است. امّا هم اکنون نیز آشکار است که چند نتیجه‌گیری نسبتاً قابل ملاحظه انجام شده است. دنباله‌دار، آشکارا آن گلوله برفی کثیف غیرآلی که بسیاری از اخترشناسان پیش از این می‌انگاشتند نیست، بلکه آلی است. در میان توده عظیم ماده آلی با حدود ۸ کیلومتر درازا و ۴ کیلومتر پهنا، مقدار زیادی ملکول‌های آب و مقادیر اندکی از مواد دیگر نیز به تله افتاده‌اند. خواه این موضوع خوشایند باشد یا نه، ماده آلی دنباله‌دار عمدتاً بصورت ذرّاتی است که ویژگی‌های جذب، اندازه و جرم ویژه آنها با پیش‌بینی‌های مدل باکتری یکسان است.

جدیدترین دستاوردها، اگر به احتیاط آمیزترین شیوه هم تفسیر شوند، دست کم نشان میدهند که دنباله‌داران میتوانسته‌اند مواد خام یعنی قطعات ساختمان آلی را که از آن، زندگی بر روی زمین پدید آمد تأمین کرده باشند. امّا واقع‌بینانه‌تر، به عقیده من، این است که داده‌ها به شیوه‌ای قاطع نشان میدهند که زندگی به شکل باکتری‌ها و ویروس‌ها در دنباله‌دارها وجود داشته و بوسیله آنها به زمین آورده شده است. ■

نالین چاندرا ویکراماسینگهه استاد ریاضیات کاربردی و اخترشناسی در کالج دانشگاه کاردیف در ویلز، و مدیر مؤسسه بررسی‌های بنیادی سری‌لانکا است. پروفسور ویکراماسینگهه که اصلاً سری‌لانکائی است در سال ۱۹۶۲، هنگامی که در دانشگاه کمبریج بود جایزه پاول در شعر انگلیسی را دریافت کرد. دیدگاه‌های او درباره سرچشمه‌های فضائی زندگی زمینی به تفصیل در دو کتاب، *مسافران فضا: آورندگان زندگی* و *فضا سرچشمه تکامل* توصیف شده است. او این کتاب‌ها را با سرفردهویل نوشته است.

دست آدمی

نوشتهٔ استفن بویدن و ملکوم هدلی

در تاریخ سیاره ما، گونهٔ انسان دیر، بسیار دیر، پدید آمد؛ امّا در همین زمان کوتاهی که بر روی زمین بوده است دست آدمی تغییرات ژرفی در هوا، آب و خاک، در دیگر موجودات زنده و در همه نظامی که بخش‌های گوناگون آن در پیوند تنگاتنگ با یکدیگر بر همکنش دارند و محیط زندگی او را می‌سازند، پدید آورده است، و همه این‌ها در آخرین لحظه زمان زمین شناختی روی داده است.

تاریخ رابطه تغییر یابنده آدمی را با محیطش ــ بر حسب اثرات جامعه انسانی بر محیط طبیعی و نیز بر حسب شرایط زندگی انسان ــ میتوان، با پذیرفتن خطر ساده کردن بیش از اندازه مسئله، به چهار دوره بومشناختی مشخص که با یکدیگر پوشش دارند بخشبندی کرد: دوره آغازین، دوره کشاورزی آغازین، دوره شهرنشینی آغازین و سرانجام، دوره صنعتی نوین.

در طی دوره **آغازین** ــ که آنرا گاهی دوره پیش از اهلی کردن گیاهان و جانوران یا دوره شکارورزی و گردآوری خوراک می‌نامند ــ احتمالاً گروه‌های انسانی از نظر گستره و ماهیت بر همکنش با محیطی که خود بخشی از آن بودند فرق بسیار اندکی با دیگر پستانداران گوشتگیاهخوار داشتند. به عنوان شکارورز ــ خوراکجو، آنان جای طبیعی خود را در چرخه خوراک داشتند و انرژی خود را، به صورت شیمیائی، از مواد خوراکی با منشاء جانوری یا گیاهی میگرفتند. آنان به نوبه خود طعمه شکارچیان دیگر میشدند و بقایای آنها از راه فرایند تجزیه به خاک برمیگشت. اندازه انرژی به کار رفته بوسیله یک گروه انسانی آغازین در بوم طبیعی خود باید بیش و کم همسنگ ارزش انرژی مواد خوراکی مصرف شده به وسیله افراد گروه بوده باشد. به گفته دیگر، شیوه‌ای که نیاکان ما خود را با محیطشان تطبیق میدادند بسیار همسان راهی بود که گونه‌های دیگر جانوران در پیش میگرفتند.

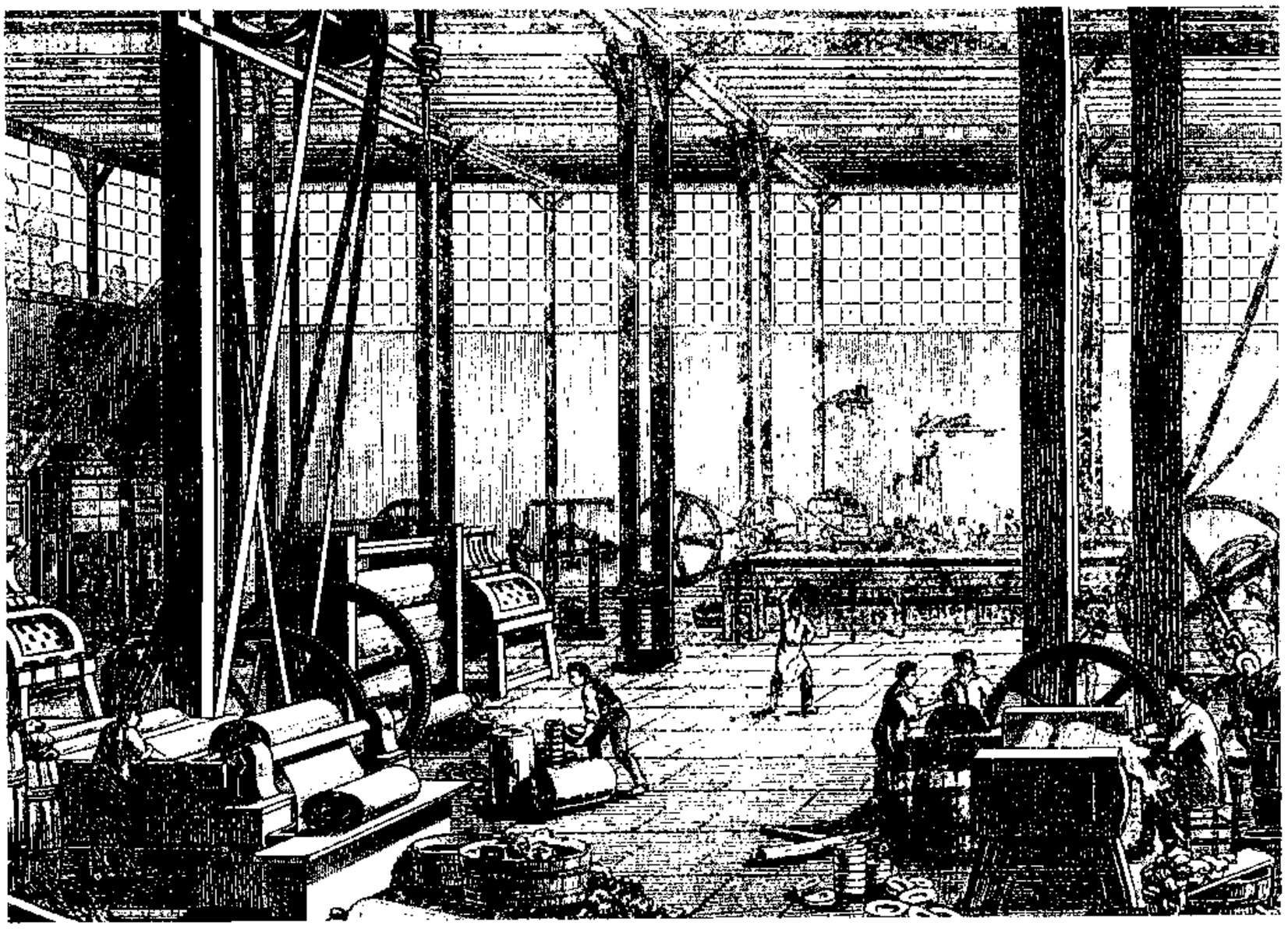
آنگاه، احتمالاً حدود نیم میلیون سال پیش، در سرزمین‌های آتشفشانی دره‌های کافتی آفریقای خاوری، آدمی به استفاده آگاهانه و منظم از آتش، هم برای حفاظت از خود و هم به عنوان وسیله‌ای برای بدست آوردن و پختن خوراک، آغاز نمود. آتش برای بیرون راندن شکار از میان بوته‌زارها و دشاندن جانوران به علفزارهای تازه روئیده در زمین‌های پاک شده با آتش مورد استفاده قرار می‌گرفت.

این رویدادی بسیار با اهمیت بود که اثرات بومشناختی چشمگیری داشت. موارد آتشسوزی در جنگل‌ها و علفزارها بیشتر میشد و به پدید آمدن تغییرات مهمی در پوشش گیاهی برخی از مناطق روی زمین می‌انجامید. ناگهان، جامعه‌های انسانی آغاز به استفاده از مقادیری از انرژی کردند که بگونه‌ای قابل ملاحظه بیشتر از پیش بود، زیرا اینک به جریان انرژی «کالبدی» (انرژی که برای سوخت و ساز، کاربدنی و رشد در بدن انسان جریان می‌یابد) انرژی «برون کالبدی» (انرژی‌هائی که در سازواره‌های زنده جریان ندارد مانند انرژی بدست آمده از سوخت‌ها) نیز افزوده میشد.

بدینسان، کاربرد آتش تغییری کیفی در رابطه میان گونه انسان و محیطش پدید آورد. پیامدهای بومشناختی تنها به اثرات ویرانگرانه خود آتش محدود میشد، و فرآورده‌های شیمیائی سوزاندن چوب (عمدتاً گاز کربنیک) به آسانی در کل سیستم محیطی جذب میشد و اثرات آن بسیار جزئی بود. با اینهمه، کاربرد آتش یکی از نخستین نمونه‌های آشکار توان آدمی در تأثیر گذاشتن بر محیط است. آدمی بصورت نیروی بومشناختی مهمی در آمده بود و دیگر شیوه‌ای که گروه‌های انسانی برای انطباق با محیط محلی خود به کار می‌بستند همسان جانوران دیگر نبود.

افزون بر آتش، احتمالاً مهمترین اثر بومشناختی آدمی بر محیط در دوره آغازین، پراکنده شدن خود ◀

نقاشی بر روی سنگ که از حدود ۲۰۰۰ سال پیش از میلاد باقی مانده و در منطقه روساپه در زیمبابوه پیدا شده است. شیوه زندگی که در این نقاشی نمایش داده شده است زندگی شکارچیان عصر سنگ پسین است. بوشمن‌ها شبیه این نقاشی‌ها را هنوز در سده نوزدهم میکشیده‌اند، اما برخی از نمونه‌های باقیمانده ممکن است کار مردمان بانتو در جنوب باشد.



این کنده‌کاری که بوسیله نقاش سویسی آلویس فلمان (۱۸۹۲ ــ ۱۸۵۵) انجام شده، مردانی را در حال کار در یک کارخانه نمونه سده نوزدهمی نشان میدهد، دوره‌ای که انقلاب صنعتی در اروپا نیرو میگرفت.

◀ انسان‌ها بود. بنظر میرسد که آدمی تا حدود یک میلیون سال پیش در بخش‌های گوناگون جلگه بزرگ بی‌درخت آفریقا زندگی می‌کرده است و آنگاه زیستگاه‌های گوناگونی را ــ استپ‌های خشک، چمنزارهای بلند (در اتیوپی) و چمنزارهای جنگلی ــ آزموده است. به دنبال این گردش‌های آغازین، آدمی در جاهای دوردست‌تر دارای محیط آب و هوائی و بومشناختی گوناگون در هر پنج قاره جهان نیز مستقر شد.

دوره کشاورزی آغازین ــ در برخی مناطق جهان، حدود ۱۲۰۰۰ سال پیش آغاز شد. با اهلی کردن جانوران و گیاهان، برای نخستین بار در تاریخ زمین، یک موجود زنده بگونه‌ای آگاهانه فرایندهای زیستشناختی را به سود اهداف خود به خدمت گرفت.

با گسترش اهلی کردن و پیشرفت فنون کشاورزی تأثیر جامعه انسانی بر محیط افزایش چشمگیری می‌یافت. سیمای زمین به دست آدمی تغییر می‌یافت تا بدانجا که در نیمکره شمالی جنگل در مناطق گسترده‌ای از میان رفت تا برخی جاها زمین‌های کشاورزی و در جاهای دیگری رستنی‌های تنک‌تر جایگزین آن شود. در برخی موارد فعالیت‌های کشاورزی انسان باعث فرسایش شدید شد. برای نمونه، در فیجی خاوری، که آدمی ۳۰۰۰ سال پیش وارد آن شد، در یک دوره ۱۵۰ ساله، از ۱۹۰۰ تا ۱۷۵۰ سال پیش، دست کم ۵۰ سانتیمتر از خاک از میان رفته است.

از جمله پیامدهای مهم گسترش کشاورزی، پیدایش فرآورده‌های خوراکی تک محصولی بود که بسیاری از مردم برای تغذیه تقریباً بطور کامل به آن وابسته شدند. این شیوه، آشکارا دارای برخی مزایای عملی بود، امّا خطرات جدی نیز دربرداشت، زیرا اگر بهر دلیل تولید آن فرآورده تک محصولی به شکست می‌انجامید آنگاه قحطی و گرسنگی گریز ناپذیرمیشد.

پیامد دیگری از دستکاری آدمی در فرایندهای زیست نهادی ارزش یادآوری دارد. پرورش انتخابی جانوران و کشت انتخابی گیاهان بمنظور دستیابی به کیفیّت‌های مطلوب در تولید خوراک باعث پدیدآمدن رشته‌ای از شکل‌های زندگی گشت که بدون آن هرگز به وجود نمی‌آمدند.

آتش، البته، در این دومین دوره بومشناختی نیز همچنان به کار گرفته میشد و نقش مهمی را در ساختن افزارهای فلزی بازی کرد. با اختراع وسایلی مانند اسیاب آبی، اسیاب بادی و کشتی‌های بادبانی دریانوردی، انرژی برون کالبدی برای انجام کارهای گوناگون به کار گرفته شد. با اینهمه، اثر بومشناختی این ماشین‌ها، در مقایسه با آنچه که زمانی دیرتر روی داد، نسبتاً اندک بود و عمدتاً به نقشی که کشتی‌ها در حرکت‌های مهاجرتی گونه‌های انسانی داشتند، گسترش جغرافیائی فنون و توزیع دوباره برخی گونه‌های جانوری و گیاهی محدود میشد.

گروه‌های انسانی بسیار کمتر از دوره آغازین کوچگری میکردند، اگر چه مدتی که آنان در یک محل میماندند تا اندازه‌ای به نوع کشت و کاری که به آن اشتغال داشتند بستگی پیدا میکرد. این شیوه نوین زندگی پیامدهای مهمی برای رابطه میان جمعیت‌های انسانی و میکرب‌ها، انگل‌ها و دیگر عوامل بیماریزا داشت. برای نمونه، در برخی مناطق، مالاریا و شیستوسومیاسیس ــ بصورت عوامل اصلی بیماری و مرگ درآمدند و کاهش مرگ و میر را که در نتیجه عوامل حفاظتی شیوهٔ نوین زندگی در برابر برخی خطرات زندگی دوره آغازین حاصل میشد تا حدی بی‌اثر میکردند.

علیرغم همه تغییراتی که کشاورزی پدید آورد، دوره کشاورزی آغازین و دوره آغازین دو ویژگی مشترک بومشناختی بسیار مهم داشتند که جوامع جدید فاقد آنند. نخست آنکه نرخ کاربرد انرژی برون کالبدی (عمدتاً آتش) از نرخ افزایش جمعیّت مردم پیروی میکرد و دوم آنکه فعالیت‌های آدمی بگونه مؤثری در چرخه طبیعی زیست ــ زمین ــ شیمیائی زیستکره مانند چرخه کربن، ازت و فسفر مداخله نمی‌نمود.

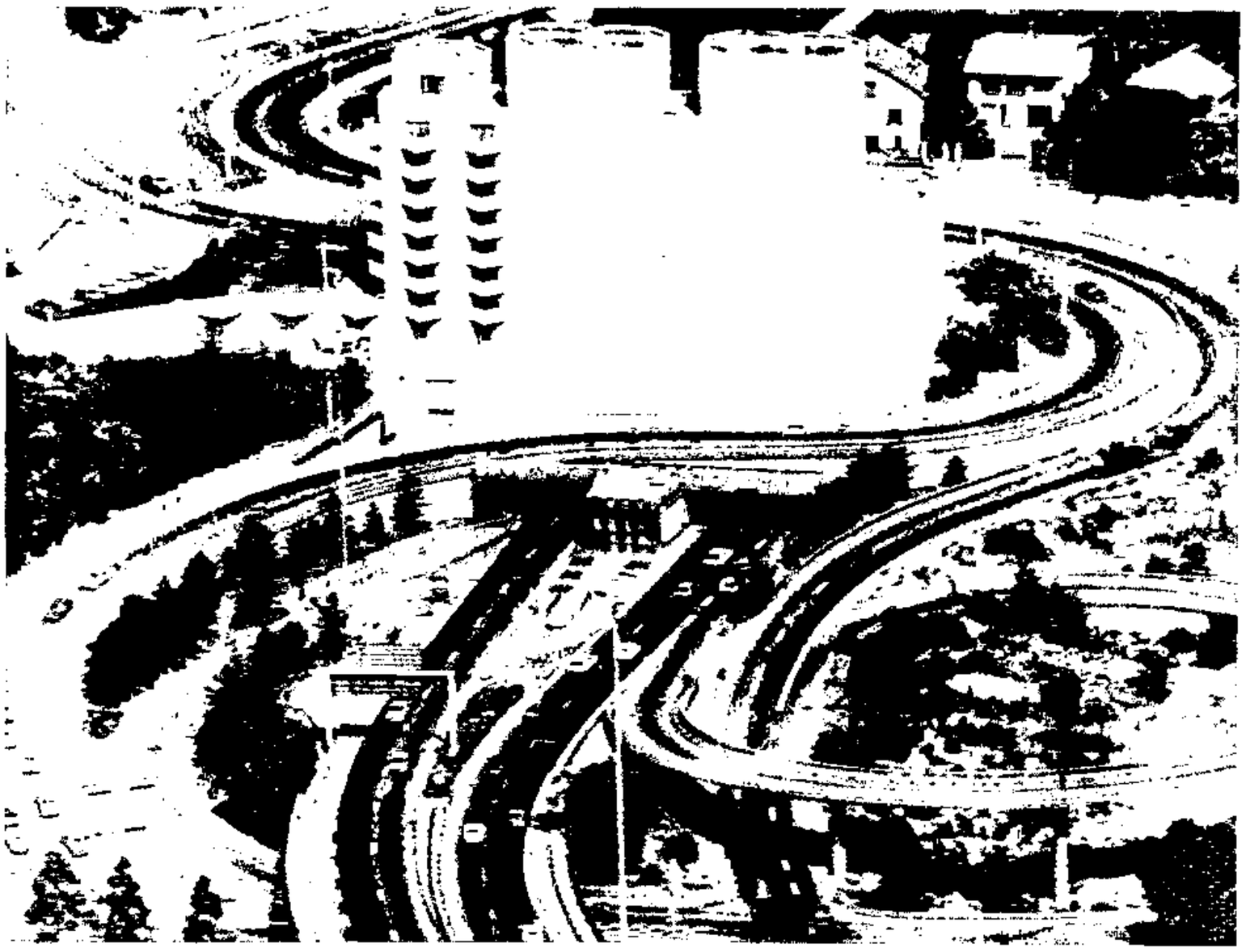
دوره شهرنشینی آغازین ــ حدود ۵۰۰۰ سال پیش با پیدایش نخستین شهرها در بین‌النهرین، و کوتاه زمانی پس از آن، در چین و هند، آغاز شد. این شهرهای آغازین طلیعه سومین دوره بومشناختی جامعه انسانی بودند. این دوره بوسیله رشته‌ای از تغییرات بنیادی نشانه خورده‌اند که سازمان جامعه انسانی و شیوه زندگی اعضای آنرا تحت تأثیر قرار داده است. برخی از این تغییرات دوام یافته و جزء سیمای بسیاری از شهرهای جهان نوین شده‌اند.

آشکارترین تغییرات عبارت بودند از افزایش بسیار زیاد شمار مردمی که در یک محل گردهم زندگی میکردند و اینکه اکثریت ساکنین آن مستقیماً در فعالیت‌های تأمین خوراک مانند کشاورزی، ماهیگیری و شکار درگیر نبودند. زندگی جمعیّت شهری بوسیله مازاد مواد خوراکی تأمین میشد که توسط کشاورزانی که در فراسوی دیوارهای شهر زندگی و کار میکردند تهیه میشد. چون بسیاری از جمعیت‌های شهری برای تغذیه به یک ماده مخصوص خوراکی مانند برنج، ذرّت، یکی از غلات یا سیب زمینی متکی شدند، دامنه انواع خوراکی‌های مصرف شده بوسیله افراد محدود گشت. شیوع بیماری‌های ویژه کمبود ویتامین مانند راشیتیسم، اسکوربوت، بری‌بری و پلاگرا در بخش‌های گوناگون جهان افزایش یافت. خطر پیشامد قحطی بطور پیوسته و مکرّر تهدید میکرد زیرا جمعیت‌های شهری دامنه گسترده‌ای در انتخاب منابع خوراکی در اختیار نداشتند تا در صورت نبود یکی از مواد از ماده دیگری برای تغذیه استفاده کنند.

افزایش تراکم جمعیت اثر نمایانی بر ارتباط میان اجتماعات انسانی و موجودات انگلی یا بیماریزا داشت. بیماری‌های همه جاگیر یکی از واقعیت‌های عمده زندگی شد. بیم و خطر تیفوس، وبا، حصبه، طاعون، آبله، مالاریا، اسهال کودکان و بسیاری بیماری‌های واگیردار دیگر همواره وجود داشت و از علل عمده مرگ و میر بشمار میرفت.

یکی از مهمترین پیشرفت‌های زیستی ــ اجتماعی که بهمراه شهرنشینی آغازین پدید آمد تخصصی شدن کارها بود. درجه‌ای از تخصصی شدن در دوره کشاورزی آغازین و حتی در اجتماعات شکارورز ــ خوراکجو نیز وجود داشت، امّا، در این دوره‌ها گذشته از تقسیم کار بر پایه جنسیّت، بیشتر مردم همه فن حریف بودند. در دوره شهرنشینی آغازین بود که تخصصی شدن کارها به معنی واقعی واژه پدید آمد.

بخشی از اهمیت بومشناختی این پیشرفت در این واقعیت نهفته است که، برای نخستین بار در تاریخ



تقاطع بزرگراه‌ها در ویل فرانش، در نزدیکی شهر لیون فرانسه: نمونه‌ای از بناهای ویژه جامعه صنعتی نوین و تشنه انرژی.

Photo Bossu © Sygma, Paris

انسان، گروه‌های گوناگون در درون یک جامعه دارای وضع زندگی متفاوتی شدند. تخصصی شدن کارها، به نوبه خود به تقویت گرایش جامعه‌های انسانی به برقراری سلسله مراتب رهنمون شد. در حالیکه سلسله مراتب در آغاز بطور نسبی خودجوش، گذرا و وابسته به ماهیت کار در حال انجام بود، ساختار سلسله مراتبی جامعه مستحکم‌تر، فراگیرتر و همیشگی‌تر شد. و عامل تعیین کننده در آن نه موافقت عمومی برپایه قابلیت و شخصیّت بلکه وابستگی خانوادگی بود.

همچنین شهرنشینی دریافت کاملاً جدیدی از مالکیت پدید آورد. در دوره آغازین، هر فرد تنها «مالک» دارائی‌هائی بود که خود ساخته بود و این‌ها محدود به چیزهائی میشد که میتوانست به آسانی در جابجائی از یک زیستگاه به زیستگاهی دیگر با خود ببرد. در دوره کشاورزی آغازین، جانوران، فرآورده‌های کشت و دانه‌های خوراکی انبار شده موضوع مالکیت شدند، اما دست کم در مراحل آغازین، این مالکیت معمولاً به شکل مالکیت اشتراکی بود. در شهرهای آغازین، مالکیت فردی و خانوادگی اهمیت بسیار یافت و این اهمیت در بسیاری بخش‌های جهان تا به امروز باقی مانده است.

همانند دوره‌های پیشین، چرخه‌های طبیعی زیست ــ زمین ــ شیمیائی هنوز دست نخورده بود، و نرخ کاربرد انرژی در جامعه، هنوز پیرو تغییرات اندازه جمعیت بود. زیستکره بطور کلی و بزرگترین بخش محیط طبیعی که جمعیت‌های انسانی به آن تعلق داشتند، علیرغم برخی تغییرات کوتاه مدت، هنوز اساساً در یک حالت پایداری پویا قرار داشت. وجود شهرها، البته، بمعنی پایانی بر جامعه‌های کشاورزی که از نظر مواد خوراکی خود بسنده بودند نبود. در واقع، این نوع جامعه‌ها امروزه نیز در برخی مناطق جهان به زندگی خود ادامه میدهند.

تا نزدیک به پایان این دوره، شهرهائی که بیش از ۱۰۰۰۰۰ نفر جمعیت داشته باشند بسیار کمیاب بودند. یک استثناء مهم شهر رم بود که در پیرامون زمان عیسی مسیح حدود یک میلیون نفر جمعیت داشت. بهررو، اگر چه تا زمان‌های بسیار اخیر شهرها تنها درصدکوچکی از کل جمعیت انسانی را در خود جا داده بودند، اثرات بومشناختی آنها بسیار زیاد بوده و تناسبی با شمار مردمی که در آنها میزیسته‌اند نداشته است.

دوره صنعتی نوین یا **دوره تکنولوژی** با آنچه که انقلاب صنعتی خوانده شده است آغاز شد. این حدود ۱۵۰ تا ۲۰۰ سال پیش در اروپا وآمریکای شمالی آغاز شد و هنوز در بسیاری از بخشهای جهان در حال روی دادن است. اگر چه تنها هفت یا هشت نسل پیش آغاز شد، این دوره دارای چنان پیامدها و عملکردهای مهمی در کره زمین بوده که تناسبی با طول دوره نداشته است. ویژگیهای بومشناختی این دوره قابل مقایسه با هیچ یک از دوره‌های گذشته تاریخ بشر نیست. این را وضعیت کنونی جمعیت، انرژی و چرخه‌های زیست ــ زمین ــ شیمیائی بگونه‌ای تکان‌دهنده نمایان میسازد.

در حالیکه مردم در دوره‌های کشاورزی آغازین و شهرنشینی آغازین از برخی از علل مرگ و میر که ویژه دوره آغازین بود در امان بودند، خود این دوره‌ها علل جدیدی برای مرگ و میر مانند سوء تغذیه و بیماری‌های همه‌جاگیر به همراه داشتند. در دوره صنعتی نوین، شناخت بسیار بهبود یافته از نیازهای خوراکی گونه انسان، شیوه‌های جدید در بهداشت همگانی و پزشکی از جمله انقلاب داروئی، به تغییر چشمگیری در پویش جمعیّت انجامیده است. در نتیجه، اینک جمعیت انسان با آهنگ یک بار در هر سی و پنج تا چهل سال دوبرابر میشود، در حالیکه در دوره‌های کشاورزی آغازین و شهرنشینی آغازین، این نرخ، یک بار در هر ۱۵۰۰ سال بوده است.

یکی دیگر از ویژگی‌های برجسته دوره صنعتی نوین، که بسیاری از ویژگی‌های دیگر نیز وابسته به آنست به کارگرفتن ماشین‌ها و فرایندهای ساخت میباشد که از انرژی برون کالبدی نیرو می‌گیرند. منابع اصلی این انرژی سوخت‌های فسیلی بوده است که با زغالسنگ آغاز شده امّا امروزه فرآورده‌های نفتی و گاز طبیعی از اهمیت بیشتری برخوردارند. در برخی جاها، نیروی برقابی سهم چشمگیری دارد و نیروی هسته‌ای به سرعت در پیشرفت است. در کشورهای بسیار صنعتی شده مانند ایالات متحده، اینک مقدار سرانه نیروی به کار رفته سی بار بیشتر از زمان پیش از گذار صنعتی است.

بدینسان، برخلاف وضعیتی که در دوره‌های پیشین وجود داشت، آهنگ افزایش کاربرد انرژی در دوره صنعتی نوین دیگر با نرخ افزایش جمعیت تطبیق نمیکند، و نسبت انرژی برون کالبدی که جامعه به کار میبرد بگونه‌ای پیوسته افزایش می‌یابد. بطور کلی، مقدار انرژی بکاررفته در جامعه انسانی با سرعتی دو برابر نرخ افزایش جمعیت افزایش می‌یابد.

دیگر در بسیاری از مناطق، چرخه‌های طبیعی زیست ــ زمین ــ شیمیائی، دست نخورده نیست. اختلال در چرخه‌های کربن و فسفر، برای نمونه، ممکن است در آینده به مسائل بسیار وخیم بومشناختی بیانجامد. در مورد چرخه ازت، مقدار زیادی مواد زائد ازت‌دار اجتماعات انسانی که در دوره‌های پیشین به خاک برمیگشت، اکنون به رودخانه‌ها و اقیانوس‌ها ریخته میشود، و نیز فرایندهای صنعتی مقادیر قابل توجهی اکسید ازت در هوا تخلیه میکنند.

تغییر کیفی بسیار مهمی که روی داده، فرایند سنتز بوده است که بدین شیوه به مقادیر بسیار زیاد، هزاران ترکیب نوین شیمیائی ساخته میشود که بسیاری از آنها اثرات نیرومندی در نظام زیستی بر جای میگذارند. مقادیر هنگفتی از این مواد شیمیائی ترکیبی به اقیانوس‌ها، خاک، جو و نیز به درون سازواره‌های زنده راه می‌یابند.

پیچیدگی و پیش‌بینی ناپذیر بودن، دو ویژگی دیگر دوره کنونی زندگی آدمی است. تکنولوژی نوین و رشته بهم وابسته اقتصاد کشورها مسائلی را که در زمینه کاربرد زمین و مدیریت منابع می‌آفرینند بسیار پیچیده‌تر از آنست که حتی یک نسل پیش‌می‌بود. برای نمونه، اکنون ماشین‌هائی در دسترس میباشد که میتوان مناطق بسیار گسترده جنگلی را در مدت بسیار کوتاه پاک کرد. به یاری شیوه‌های مدرن ارتباطات، تصمیمی که امروز در یک مرکز مالی یک منطقه معتدل گرفته میشود، میتواند در مدت یک هفته به فرو افتادن درختان یک جنگل در منطقه گرمسیری که در فاصله ۱۰۰۰۰ کیلومتری قرار دارد و رویش آن صدسال طول کشیده است بیانجامد.

اگر برخی پیش‌بینی‌هائی که درباره افزایش میزان انرژی مصرف شده در آینده به عمل آمده و پذیرش

بقیه در صفحه ۳۹

۱۹۸۶: سال بین‌المللی صلح ـ ۷

بیش از ۴۰۰ نماینده از ۱۱۵ سازمان بین‌المللی غیر دولتی و ۷۱ سازمان ملی از ۳۶ کشور در کنفرانس بین‌المللی صلح که از بیستم تا بیست و چهارم ژانویه ۱۹۸۶ در ژنو برگزار شد حضور بهم رسانیدند. این اجلاس که تحت سرپرستی دفتر سازمانهای غیردولتی و با منزلتی مشورتی در نزد شورای اقتصادی و اجتماعی سازمان ملل تشکیل شد نظر خود را به مسائلی چون خلع سلاح، توسعه، پیشرفتهای اجتماعی، عدالت، حقوق بشر برآوردن نیازهای اساسی بشریت و آماده نمودن جوامع برای زندگی در صلح معطوف نمود. بیانیه نهائی کار کنفرانس با تحسین حضار بتصویب رسید.

ما تمامی انسانهای کره خاک را به اتحاد برای طلب جمعی صلح فرامی‌خوانیم. ما بر این باوریم که در این ۱۵ سالی که به پایان قرن بیستم باقی مانده است همه انسانها موظف و مکلّفند که تمام نیروهای خود را در یک تلاش جمعی و سازمان یافته به گونه‌ای وحدت بخشند که قرن بیست و یکم بر روی جهانی از صلح آغوش گشاید.

نیازی نیست که به یک‌یک مواردی که صلح را تهدید می‌کنند اشاره شود. روند یک فاجعه هسته‌ای همچنان ادامه دارد.

از آنجا که زمین و اقیانوسها دیگر تاب تحمل سنگینی سلاحها را ندارند برای انباشت آنها فضا را به انفجار کشیده‌اند. صد انسان هر روز قربانی سلاحهای غیر هسته‌ای میشوند؛ گرسنگی هر روز هزاران قربانی میگیرد. میلیونها انسان از نیازهای ابتدائی و حقوق انسانی و اساسی خود محرومند. همچنین هزاران نفر از انسان‌ها هنوز تحت فشار سلطه و استثمار قامت‌هائی خمیده دارند. تبعیض نژادی همچنان ادامه دارد، بی‌ملاحظهٔ هیچ‌گونه عدالتی انسانها قتل عام و ملت‌ها به استضعاف کشیده میشوند.

بنابراین شما را به تلاشی عام برای بنیاد نهادن جهانی از صلح فرا می‌خوانیم، امّا نه جهانی که در آن حفظ جنگ نباشد و انسانها تنها حیاتی داشته باشند، بلکه جهانی که در آن عدالت غالب و گرامی باشد و کرامت انسانی مورد احترام.

ما باز هم تکرار می‌کنیم که دور رقابت تسلیحاتی عظیم‌ترین خطر صلح و حیات است. فراخوان ما در این خصوص توجهی فوری و شاخص را نشان میدهد.

درحالیکه در تلاشی جمعی برای خلع سلاح متعهّد می‌شویم از شما دعوت می‌نمائیم که همکاری و یاری خود را نسبت به تلاشهائی که توقف فوری آزمایش‌های اتمی، تنظیم توافق‌نامه‌ای درمورد منع کامل این آزمایش‌ها، جلوگیری از نظامی شدن فضا، حذف سلاحهای شیمیائی و سایه سلاحهای مخرّب، و همچنین کاهش زرّادخانه‌ای کلاسیک را مدنظر قرار داده‌اند، دریغ ننمائید. ما تصور می‌کنیم که از حالا تا پایان این قرن امکان به جریان انداختن برنامه‌ای سیستماتیک و عملی برای حذف سلاحهای هسته‌ای وجود دارد.

ما چنین می‌اندیشیم که صلح به گونه تفکیک‌ناپذیری به توسعه و پیشرفت اجتماعی وابسته است و در واقع اساس آنرا عدالت تشکیل میدهد. محرومیت و نابرابریها تهدیدهائی برای صلح بشمار میروند. بنابراین ما درخواست می‌کنیم که برای استقرار یک نظم جدید اقتصادی که تضمین کننده روابط عادلانه اقتصادی در سطح بین‌المللی باشد بایستی به توسعه‌ای استراتژیک اندیشیده شود.

... از طرف دیگر ما خواهان حفظ احترامی صادقانه به حقوق انسانها نسبت به تعیین سرنوشت خود، حقوق خودگردانی و توسعه استقلال، عدم مداخله در امور داخلی، شرایط امنیتی و نیز پیشرفتهای اجتماعی می‌باشیم.

ما متذکر میگردیم که رعایت حقوق و آزادی انسانها یکی از عناصر اساسی صلح است. تضییع این حقوق نیز یکی از عوامل اصلی بحرانهای مسلحانه است. به میزانی که فرد از این حقوق در جامعه برخوردار میشود ثبات جامعه تضمین میگردد و هرچند که حقوق انسانها محترم شمرده می‌شود به همان میزان روابط بین‌المللی متعادل میگردد. ما به نقش بنیادی صلح برای اقناع نیازهای اساسی بشریت نظیر تغذیه، مسکن، بهداشت آموزش، حرفه و محیط زیست آگاهی داریم. با ابراز تحسین نسبت به اقدامات جدیدی که در اطراف و اکناف جهان برای پاسخگوئی به نیازهای فوری غذائی میشود، خواهان آن هستیم که به تلاشهای سازمان یافته و هم‌آهنگی برای جلوگیری از تلفات ناشی از گرسنگی مبادرت شود و سیاستهای درازمدتی در مقیاس کلی و بین‌المللی در جهت تغذیه همگانی اتخاذ گردد.

برای کاهش قابل ملاحظه هزینه‌های نظامی به منظور تصحیح عدم تعادل فعلی در کاربرد منابع ما خواستار اقدامات هماهنگ و منسجم می‌باشیم. ما بر این واقعیت اذعان داریم که هر توپ ساخته شده، هر ناوگان جنگی، و هر موشک رها شده نهایتاً پروازی است بسوی گرسنگانِ بی‌غذا و بسوی برهنگان که از سرما در رنجند.

با آگاهی از اهمیت آماده شدن جوامع برای زندگی صلح‌آمیز ما به یک جهت‌گیری جدید آموزشی ـ علمی ـ فرهنگی، مذهبی و ارتباطی در راستائی که با استقرار صلح سازگار باشد ارج می‌نهیم و آنرا تحسین می‌نمائیم.

از منابع موجود در زمینه‌های یاد شده می‌توان به شکل سازنده‌تری برای صلح بهره‌برداری نمود. ما عمیقاً آرزو می‌کنیم که تماسها در چارچوب مرزهای ملی ارتقاء یابد و برای پی‌افکندن اعتماد اقدامی مبتکرانه به عمل آید.

ملت‌ها بایستی بطور جمعی درپی صلح باشند. وصول به آینده‌ای مشترک و صلحی بنا شده بر اصل امنیت عمومی بدون غلبه بر بحران مشترکی که گریبانگیرمان شده است غیر ممکن می‌باشد. ازاین‌رو همگان را به شرکت در همکاری فزاینده بین‌المللی که طریق تام آنرا سازمان ملل تشکیل میدهد فرا می‌خوانیم. ما بر عظمت مشکلات آگاهیم امّا اطمینان داریم که اشتیاق انسانها به برقراری صلح غلبه بر مشکلات را ممکن می‌سازد. ما خوش‌بینیم و مملو از امید زیرا «جمع ما» برای صلح است.

در همین فضای خوش‌بینانه پیمان خود را با صلح تجدید نموده و همه شما ساکنین کره ارض را به اتحاد برای سرافرازی در این پیکار فرامی‌خوانیم.

پیام یونسکو ماهانه منتشر می‌شود

نقل مطالب و تصاویر پیام به شرط ذکر نام نویسنده، نام و تاریخ مجله آزاد است، مگر آنکه مطلب یا عکسی با عبارت «نقل ممنوع» از این قاعده مستثنی شده باشد.
از نشریاتی که از مطالب یا عکس‌های پیام یونسکو استفاده می‌کنند خواهشمند است سه نسخه از آن نشریه را به دفتر مجله ارسال دارند.

مقالاتی که نام نویسنده دارند مبین عقیدهٔ مؤلف هستند و لزوماً عقیده یونسکو یا مسئولین پیام را منعکس نمی‌نمایند، همچنین مرزهای مشخص شده در نقشه‌ها، نظر رسمی یونسکو یا سازمان ملل نمی‌باشد.

تصاویر، شرح تصاویر و عناوین مجله توسط کارکنان پیام تهیه می‌گردد.

کلیه مکاتبات باید خطاب به سردبیر در پاریس صورت پذیرد.

مدیران مسؤل ماهنامه در زبانهای مختلف:

انگلیسی: روی مالکن و کارولین لارنس (پاریس) ـ فرانسه: آلن‌لوک‌وندا الخازن (پاریس) ـ اسپانیایی: فرانسیسکو فرناندز سانتوس (پاریس) ـ روسی: نیکلای کوزنتسف (پاریس) ـ عربی: عبدالرشید الصادق محمودی (پاریس) ـ برپل: فردریک پاتر (پاریس) ـ آلمانی: ورنر مرکلی (برن) ـ ژاپنی: سی‌یی‌شیروکوجیما (توکیو) ـ ایتالیایی: ماریو گویدونی (رم) ـ هندی: رام‌بابوشاما (دهلی) ـ تامیل: م. محمد مصطفی (مدرس) ـ عبری: الکساندر برویدو (تل‌آویو) ـ هلندی: پل‌مورن (آنورس) ـ پرتغالی: بندیکتوسیلوا (ریودوژانیرو) ـ ترکی: مفرا ایلگازر (استانبول) ـ اردو: حکیم محمد سعید (کراچی) ـ کاتالان: خوان‌کاره‌راس‌ای‌مارتی (بارسلون) ـ مالزیایی: عزیزه حمزه (کوالالامپور) ـ کره‌ای: پیک سیونگ جیل (سئول) ـ سواحیلی: دومینوروتایبسیبوا (دارالسلام) ـ کروآت ـ صربی، مقدونی، صرب ـ کروآتی و اسلوانی: بوزیدار برکویچ (بلگراد) ـ چینی: شن‌گوفن (پکن) ـ بلغاری: گوران گوتف (صوفیه) ـ یونانی: نیکلاس پاپاگیورگیو (آتن) ـ سیلانی: س.ج. سوماناتسکرا باندا (کولومبو) ـ فنلاندی: مارجاتااوکسانن (هلسینکی) ـ سوئدی: لیناسونزن (استکهلم) ـ یاسک: گوروتزلاراناگا (سان‌سباستیان) ـ تای: ساویتری سوواتساتهیت (بانکوک).

شرایط آبونمان

علاقه‌مندانی که مایلند در زمرهٔ مشترکین «پیام یونسکو» قرار گیرند با مراجعه به کلیه شعب بانک ملی در سراسر کشور می‌توانند مبلغ اشتراک سالانه را به حساب جاری شماره ۲۹۲۳۶ نزد بانک ملی ایران شعبه دانشگاه تهران واریز نموده و رسید آنرا با ذکر نام و آدرس خود به دفتر مجله پیام در تهران ارسال دارند.

تکشماره	۲۰۰ ریال
اشتراک سالانه داخلی	۲۵۰۰ ریال
کشورهای همجوار	۳۰۰۰ ریال
کشورهای اروپایی و هند	۳۵۰۰ ریال
کشورهای قاره امریکا و خاور دور	۴۰۰۰ ریال

چاپ: شرکت افست (چاپخانه ۱۷ شهریور)

دست آدمی (بقیه از صفحه ۳۷)

گسترده‌ای هم یافته است درست از آب درآید، تا سال ۲۰۵۰ مقدار انرژی به کار رفته توسط آدمی برابر انرژی‌ای خواهد بود که همه گیاهان و جانوران دیگر با هم مصرف میکنند. لازم نیست که انسان حتماً متخصص باشد تا دریابد که این گونه رشد در کاربرد انرژی، و افزایش درکاربرد منابع که لازمه آنست و بیرون ریختن مواد زائد نمیتواند برای همیشه ادامه داشته باشد.

در این باره که هنوز تا چه زمانی زیستکره خواهد توانست باردم افزونی را که جامعه انسانی بر آن تحمیل میکند برتابد، عقاید گوناگونی وجود دارد. برخی برآنند که آدمی از چیره شدن بر فرایندهای شتابگیرنده‌ای که زیستکره، و از اینرو، تمدن را به فرو ریزش تهدید میکنند ناتوان است و عقیده دارند که سیستم بطور کامل فرو خواهد ریخت، و به از میان رفتن نوع انسان خواهد انجامید. عده‌ای دیگر خوشبین‌ترند و بر این باورند که آدمی، به یاری هوش سرشارش، پیش از آنکه خیلی دیر شده باشد، موفق خواهد شد که به یک تعادل نوین بومشناختی دست یابد.

استفن بویدن، استرالیائی و کارشناس مرکز بررسی‌های منابع و محیط در دانشگاه ملی استرالیا در کانبرا ونیز سرپرست بررسی پژوهشی فراگیر درباره بومشناسی هنگ‌کنگ است که در چهارچوب برنامه انسان و زیستکره (MAB) یونسکو اجرا میشود. به موضوع این مقاله با ژرفای بیشتری در کتابی که در اواخر امسال (۱۹۸۶) منتشر خواهد شد پرداخته شده است.

ملکم هدلی عضو بخش علوم بومشناختی یونسکو است. او یک جانور شناس و مسئول هماهنگی فعالیت‌ها در مناطق مرطوب گرمسیری در درون برنامه انسان و زیستکره (MAB) یونسکو میباشد.

در آینده نزدیک توسط کمیسیون ملی یونسکو در ایران منتشر خواهد شد:

راهنمای تهیهٔ نقشه‌های زمین شناختی مهندسی (ژئو تکنیکی)

تهیه شده به وسیلهٔ انجمن بین‌المللی زمین‌شناسی مهندسی

ترجمهٔ ابوالحسن رده

این کتاب راهنما که به وسیلهٔ کمیسیون نقشه‌های زمین شناختی مهندسی انجمن بین‌المللی زمین‌شناسی مهندسی برای یونسکو تهیه شده است دیدگاه‌های یک کمیسیون بین‌المللی کارشناسان این رشته را بطور فشرده بیان کرده و از تلفیق تجربیّات کشورهای مختلفی که تهیهٔ نقشه‌های زمین شناختی مهندسی در آنها در سطح پیشرفته‌ای انجام میشود، اصول تهیهٔ این نقشه‌ها را ارائه میکند.

کتاب دارای چهار فصل اساسی است. مهمترین عناوین مطالب سه فصل نخست عبارتند از: تعریف و طبقه‌بندی نقشه‌های زمین شناختی مهندسی؛ اصول طبقه‌بندی مهندسی سنگ و خاک؛ شیوه‌های ارزیابی زمین شناختی مهندسی،وضعیت هیدروژئولوژی، ژئومورفولوژی و پدیده‌های ژئو دینامیکی؛ روش‌های گردآوری و تفسیر داده‌ها؛ شیوه‌های ویژهٔ تهیهٔ نقشه‌های زمین شناختی مهندسی؛ روش‌های نمایشی داده‌ها برروی نقشه‌های زمین شناختی مهندسی؛ و الگوی گزارش توضیحی نقشه. فصل چهارم به ارائه نمونه‌های واقعی از انواع نقشه‌های زمین شناختی مهندسی اختصاص داده شده است. این نمونه‌ها از میان نقشه‌های منتشر شده برگزیده شده و همراه توضیح و راهنما چاپ شده است.

این کتاب برای دانشجویان و کارشناسان زمین شناسی مهندسی، معدن و ژئو تکنیک سودمند خواهد بود.

www.KetabFarsi.com

برای تهیه انتشارات یونسکو می‌توانید با مؤسسات ذیل تماس حاصل فرمایید

ALGERIE. ENAMEP, 20, rue de la Liberté, Alger.
REP.FED.D'ALLEMAGNE. Mr. Herbert Baum Deutscher, Unesko-Kurier Vertrieb, Besaltstrasse 57 5300 BONN 3.
ARGENTINE. Libreria El Correo de la Unesco EDILYR S.R.L., Tucumán 1685, 1050 Buenos Aires.
AUTRICHE. Gerold and Co., Graben 31, A-1011 Wien.
BELGIQUE. Jean de Lannoy, 202, avenue du Roi, 1060 Bruxelles, CCP 000-0070823-13; N.V. Handelmaatschappij Keesing, Keesinglaan 2-18,21000 Deurne-Antwerpen.
BENIN. Librairie nationale, B.P. 294, Porto Novo; Ets Koudjo G. Joseph, B.P. 1530, Cotonou.
BRESIL. Fundaçao Getúlio Vargas, Editora-Divisao de Vendas, Caixa Postal 9.052-ZC-02, Praia de Botafogo, 188 Rio de Janiero RJ.
BULGARIE. Hemus, Kantora Literatura, bd Rousky 6, Sofia. Librairie de L'Unesco, Palais populaire de la culture, 1000 Sofia.
BURKINA FASO. Lib. Attie, B.P.64, Ouagadougou — Librairie Catholique « Jeunesse d'Afrique », Ouagadougou.
CAMEROUN. Librairie des Editions Clé, B.P. 1501, Yaoundé; Librairie St-Paul, B.P. 763, Yaoundé; Commission nationale de la République-Unie du Cameroun pour l'Unesco, B.P. 1600, Yaoundé; Librairie « Aux Messageries », avenue de la Liberté, B.P. 5921, Douala; Librairie « Aux Frères Réunis », B.P. 5346, Douala; Buma Kor and Co., Bilingual Bookshop, Mvog-ada, B.P. 727, Yaoundé; Centre de diffusion du livre camerounais, B.P. 338, Douala.
CANADA. Editions Renouf Limitée, 2182, rue Ste-Catherine Ouest, Montréal, Que H3H IM7; Renouf Publishing Co. Ltd., 61 Sparks Street, Ottawa, Ontario K1P 5A6.
CHINE. China National Publications Import and Export Corporation, P.O.Box 88, Beijing.
COMORES. Librairie Masiwa 4, rue Ahmed Djoumoi, B.P. 124, Moroni.
CONGO. Librairie Maison de la presse, B.P. 2150, Brazzaville; Commission nationale congolaise pour l'Unesco, B.P. 493, Brazzaville.
REP. DE COREE. Korean National Commission for Unesco, P.O.Box central 64, Séoul.
COTE D'IVOIRE. Librairie des Presses Unesco, Commission nationale ivoirienne pour l'Unesco, B.P. 2871, Abidjan.
CUBA. Ediciones Cubanas O'Reilly N° 407, La Habana.
DANEMARK. Munksgaard Export, OG Tidsskriftservice, 35 Norre Sogade, DK-1970 Kobenhavn K.
EGYPTE. National Centre for Unesco Publications, N° 1, Talaat Harb Street, Tahrir Square, Le Caire.
ESPAGNE. MUNDI-PRENSA Libros S.A., Castelló 37, Madrid 1; Ediciones LIBER, Apartado 17, Magdalena 8, Ondárroa (Viscaya); DONAIRE, Aptdo de Correos 341, La Coruña; Librería Al-Andalus, Roldana, 1 y 3, Sevilla 4; Libreria CASTELLS, Ronda Universidad 13, Barcelona 7.
ETATS-UNIS. Unipub, 1180 Avenue of the Americas, New York, N.Y. 10036.
FINLANDE. Akateeminen Kirjakauppa, Keskuskatu 1, 00100 Helsinki, Suomalainen Kirjakauppa Oy, Koivuvaraan Kuja 2, 01640 Vantaa 64.
FRANCE. Librairie Unesco, 7, place de Fontenoy, 75700 Paris; et grandes librairies universitaires.
GABON. Librairie Sogalivre, à Libreville, Franceville; Librairie Hachette, B.P. 3923, Libreville.
GRECE. Librairie H. Kauffmann, 28, rue du Stade, Athènes; Librairie Eleftheroudakis, Nikkis 4, Athènes; John Mihalopoulos and Son, 75, Hermou Street, P.O.Box 73, Thessalonique; Commission nationale hellénique pour l'Unesco, 3 rue Akadimias, Athènes.
GUINEE. Commission nationale guinéenne pour l'Unesco, B.P. 964, Conakry.
HAITI. Librairie A la Caravelle, 26 rue Roux, B.P.111, Port-au-Prince.
HONGRIE. Kultura-Buchimport-Abt., P.O.Box 149-H-1389, Budapest 62.
REP. ISLAMIQUE D'IRAN. Commission nationale iranienne pour l'Unesco, 1188 Enghlab Av., Rostam Give Building, Zip Code 13158, P.O.Box 11365-4498, Teheran.
IRLANDE. The Educational Co. of Ir. Ltd., Ballymount Road Walkinstown, Dublin 12, Tycooly International Publ. Ltd., 6 Crofton Terrace, Dun Laoghaire Co., Dublin.
ISRAEL. A.B.C. Bookstore Ltd., P.O.Box 1283, 71 Allenby Road, Tel Aviv 61000.
ITALIE. Licosa (Libreria Commissionaria Sansoni, S.p.A.), via Lamarmora, 45, Casella Postale 552, 50121 Florence.
JAPON. Eastern Book Service, Inc., 37-3 Hongo 3-chome Bunkyo-Ku, Tokyo 113.
LIBAN. Librairie Antoine, A. Naufal et frères, B.P. 656, Beyrouth.
LUXEMBOURG. Librairie Paul Bruck, 22, Grande-Rue, Luxembourg, Service du Courrier de l'Unesco, 202, avenue du Roi, 1060 Bruxelles — CCP 26430-46.
MADAGASCAR. Toutes les publications : Commission nationale de la Rép. dém. de Madagascar pour l'Unesco, B.P. 331, Antananarivo.
MALI. Librairie populaire du Mali, B.P. 28, Bamako.
MAROC. Librairie « Aux belles images », 282, avenue Mohammed-V, Rabat; Librairie des Ecoles, 12, avenue Hassan II, Casablanca; Commission nationale marocaine pour l'Unesco, 19, rue Oqba, B.P. 420, Rabat Agdal.
MAURICE. Nalanda Co. Ltd., 30 Bourbon Street, Port-Louis.
MAURITANIE. Gralicoma, 1, rue du Souk X, avenue Kennedy, Nouakchott.
MEXIQUE. Libreria El Correo de la Unesco, Actipán 66, Colonia del Valle, Mexico 12 DF.
MONACO. British Library, 30, bd. des Moulins, Monte-Carlo.
MOZAMBIQUE. Instituto Nacional do Livro e do Disco (INLD), Avenida 24 de Julho, 1921 r/c e 1° andar, Maputo.
NIGER. Librairie Mauclert, B.P. 868, Niamey.
NORVEGE. Johan Grundt Tanum, P.O.B. 1177 Sentrum, Oslo 1; Narvesen A/S Subscription and Trade Book Service 3, P.O.B. 6125 Etterstad, Oslo 6, Universitets Bokhandelen, Universitetssentret, Postboks 307 Blindern, Oslo 3.
NOUVELLE-CALEDONIE. Reprex SARL, B.P. 1572, Nouméa.
PAYS-BAS. Keesing Boeken B.V., Joan Muyskenweg, 22, Postbus 1118, 1000 B C Amsterdam.
POLOGNE. ORPAN-Import, Palac Kultury, 00-901 Varsovie; Ars-Polona-Ruch, Krakowski-Przedmiescie N° 7, 00-068, Varsovie.
PORTUGAL. Dias & Andrade Ltda, Livraria Portugal, rua do Carmo, 70, Lisbonne.
ROUMANIE. ARTEXIM, Export/Import, Piata Scienteii n° 1, P.O.Box 33-16, /0005 Bucarest.
ROYAUME-UNI. H M Stationery Office, P.O.Box 276, London S.W.8 5 DT; Third World Publications, 151 Stratford Road, Birmingham B 11 IRD
SENEGAL. Librairie Clairafrique, B.P. 2005 Dakar; Librairie des Quatre-Vents, 91, rue Blanchot-avenue Georges Pompidou, B.P. 1820, Dakar.
SUEDE. Svenska FN-Forbundet, Skolgrand 2, Box 150-50, S-10465 Stockholm; Wennergren-Williams AB Box 30004-S-104 25 Stockholm; Esselte Tidskriftscentrale Gamla Brogatan 26 Box 62, 101 20 Stockholm.
SUISSE. Europa Verlag, 5, Ramistrasse, Zurich, CH 8024; Librairie Payot, 6, rue Grenus, 1211 Genève 11, C.C.P. 12.236. Librairie Payot aussi à Lausanne, Bâle, Berne, Vevey, Montreux, Neuchâtel et Zurich.
REP. ARABE SYRIENNE. Librairie Sayegh, Immeuble Diab, rue du Parlement, B.P. 704, Damas.
TCHAD. Librairie Abssounout, 24 av. Charles de Gaulle, B.P. 388, N'Djamena.
TCHECOSLOVAQUIE. S.N.T.L., Spalena 51, Prague 1; Artia Ve Smekach 30, P.O. Box 790, III-27 Prague 1. Pour la Slovaquie seulement : Alfa Verlag Publishers, Hurbanovo nam. 6, 893 31 Bratislava.
TOGO. Librairie Evangélique, B.P. 378, Lomé; Librairie du Bon Pasteur, B.P. 1164, Lomé; Librairie universitaire, B.P.3481, Lomé.
TRINITE-ET-TOBAGO. Commission nationale pour l'Unesco, 18, Alexandra Street, St.Clair, Trinidad, W.I.
TUNISIE. Société tunisienne de diffusion, 5, avenue de Carthage, Tunis; Société chérifienne de distribution et de presse, Sochepress, angle rues de Dinant & St-Saëns, B.P. 683, Casablanca 05.
TURQUIE. Haset Kitapevi A.S. Istiklâl Caddesi, N° 469, Posta Kutusu 219, Beyoglu, Istambul.
U.R.S.S. v/o Mejhdunarodnaya kniga, Ul. Dimitrova 39, Moscou 113095.
URUGUAY. Edilyr Uruguaya, S.A. Maldonado, 10992, Montevideo.
YOUGOSLAVIE. Mladost, Ilica 30/11, Zagreb; Cankarjeva Zalozba, Zopitarjeva 2, Ljubljana; Nolit, Terazije 13/VIII, 11000 Belgrade.
ZAIRE. La librairie, Institut national d'études politiques, B.P. 2307, Kinshasa; Commission nationale de la Rép. du Zaire pour l'Unesco, Ministère de l'éducation nationale B.P. 32, Kinshasa.

زمین در آتش

رودهای مشتعل گدازه که در فوران سال ۱۹۸۴
از آتشفشان مائونالوآ در جزیره هاوائی سرازیر می‌شود

(مقاله صفحه ۲۷ را بخوانید)