رشد آموزش زمین‌شناسی
۶۵
فصلنامهٔ آموزشی، تحلیلی و اطلاع‌رسانی
دورهٔ شانزدهم/ شمارهٔ ۴/ تابستان ۱۳۹۰

سخن سردبیر ۲
زمین‌شناسی و توان معدنی استان ایلام / سیدعلی آقانباتی ۴
یافتن غار اسرارآمیز ... / فرخ برزگر ۱۲
علم ژنتیک/حبیب علیمحمدیان و ۱۴
دریاچه هامون/ مصطفی شهرابی ۱۸
اهمیت گاز رادون/ زهرا هادیان ۲۴
زمین‌لغزش ملچ‌آرام/ بهزاد سعیدی و... ..... ۲۷
کشندها و جزر و مد/ محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر ۳۷
فسیل‌ها و اهمیت و روش حفاظت از آن‌ها/ رضا خوش‌رفتار ۴۰
نقداجمالی کتابهای زمین‌شناسی.../ شهاب قهرمانی ۴۹
صخره های شگفت‌انگیز جهان / علی‌اصغر رحیم‌زاده پوربناب ۵۳
پرسش‌های فرامتنی/ سعید علیزاده بلوچی ۵۶
بلورشناسی و.../ محمدحسن بازوبندی ۵۸
گزارش چهاردهمین همایش/ مریم عابدینی ۶۲

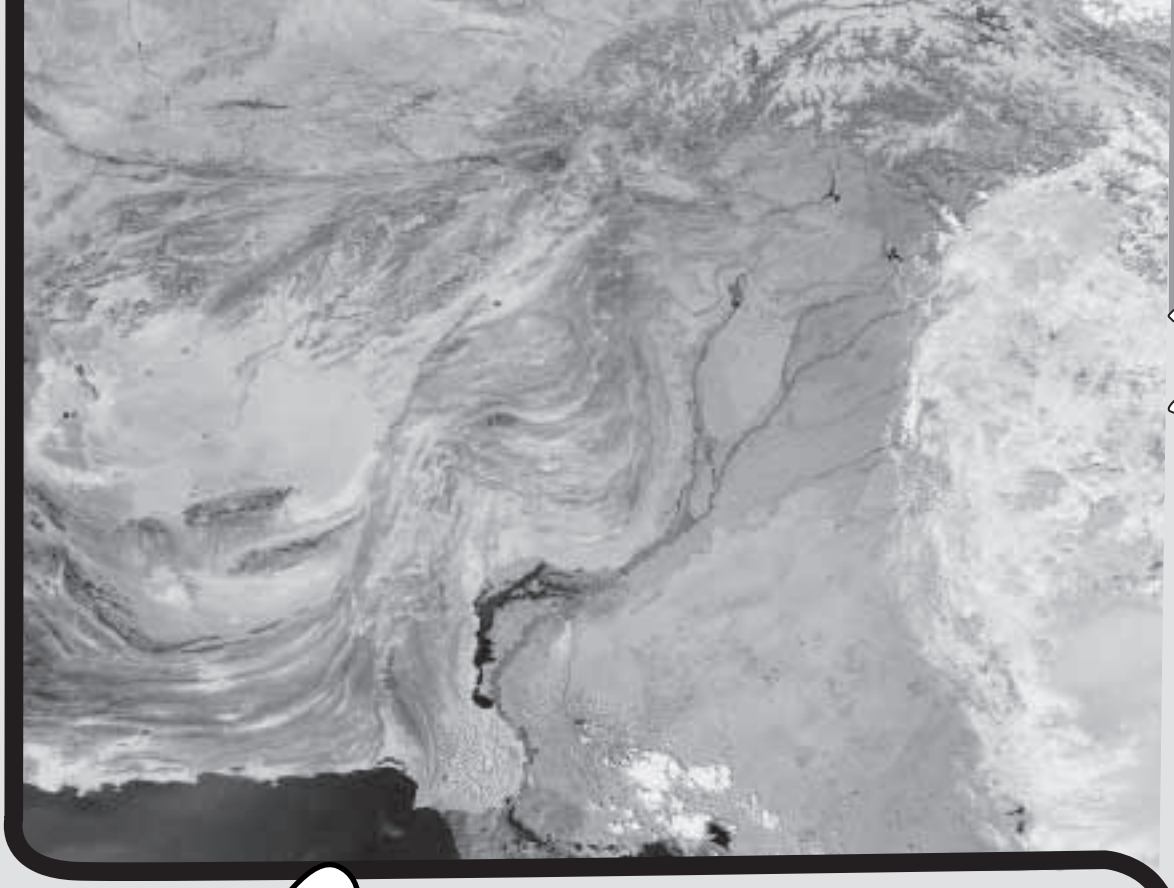
وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش وبرنامه‌ریزی آموزشی
دفتر انتشارات کمک‌آموزشی

• مدیر مسئول:محمد ناصری
• سردبیر: مصطفی شهرابی
• مدیر داخلی: مریم عابدینی
• هیئت تحریریه
(به ترتیب حروف الفبا):
سید علی آقا نباتی،
محمد حسن بازو بندی،
فرخ برزگر، سهیلا بوذری،
مریم پیش بین،جهانبخش دانشیان،
مریم عابدینی، مرتضی مومن‌زاده،
مازیار نظری
• ویراستار: بهروز راستانی
• طراح گرافیک: میترا چرخیان

• نشانی دفتر مجله: تهران - ایرانشهر شمالی - پلاک ۲۶۶، صندوق پستی ۶۵۸۵-۱۵۸۷۵
• تلفن: ۹-۸۸۳۱۱۶۱ (داخلی ۳۷۴) • نمابر: ۸۸۳۱۴۶۷۸ • رایانامه: zaminshenasi@roshd.ir
• وبگاه: www.roshdmag.ir • تلفن پیام‌گیر نشریات رشد: ۸۸۳۰۱۴۸۲
• کدمدیر مسئول: ۱۰۲ • کد دفتر مجله: ۱۱۳ • کد امور مشترکین: ۱۱۴
• نشانی امور مشترکین: تهران-صندوق پستی: ۱۶۵۹۵/۱۱۱
• تلفن: ۷۷۳۳۶۶۵۶ - ۷۷۳۳۶۶۵۵ • شمارگان: ۶۵۰۰ نسخه
• چاپ: شرکت افست (سهامی عام)

• مجله‌ی رشدآموزش زمین‌شناسی، پذیرای مقالات پژوهشی- کاربردی استادان محترم دانشگاه‌ها و دانشکده‌های زمین‌شناسی، زمین‌شناسان ، مدرسان، دبیران گرامی و صاحب‌نظران علوم زمین است. • مقالات ارسالی باید در راستای هدف‌های مجله و مرتبط با ساختار برنامه‌ی آموزش و پدیده‌های زمین‌شناسی ایران و به‌طور مستقیم و غیرمستقیم در جهت رفع نیازهای آموزشی زمین‌شناسی در نظام آموزشی کشور باشد. به مقالاتی که در مورد زمین‌شناسی ایران باشند، اولویت داده می‌شود. • مقالات ارسالی باید با معیارهای تحقیق و پژوهش‌های مطرح‌شده در کتاب‌های درسی وزارت آموزش‌وپرورش هماهنگی داشته باشند (ارجاع دقیق، استفاده از منابع دست اول، رعایت اصول تحقیق و پژوهش و...). • مقالات باید حروف‌چینی شده و یا با خط خوانا روی کاغذ A4 و با فاصله‌ی مناسب بین سطرها و بدون خط‌خوردگی، با رعایت حاشیه‌بندی مناسب نوشته شوند. • حجم مقالات حداکثر ۱۰ صفحه دست‌نویس باشد. • تصویر، عکس، نمودار یا جدول موردنیاز مقاله به آن ضمیمه و جایگاه هر کدام در متن مشخص شود و نوشته‌ها حتماً فارسی باشد. • کلمات حاوی مفاهیم پایه «واژه‌های کلیدی» از متن استخراج و روی صفحه‌ای جداگانه نوشته شوند. • به مقالات ترجمه شده، نسخه‌ای از متن اصلی نیز ضمیمه شود. • مقاله باید دارای چکیده باشد و در آن هدف‌ها و پیام نوشتار در چند سطر تنظیم شود. • معرفی‌نامه‌ی کوتاهی از نویسنده یا مترجم همراه یک قطعه عکس، عناوین و آثار وی پیوست باشد. • آرای مندرج در مقالات، بیانگر نظر مجله نیست و نویسنده مسئول هرگونه پاسخگویی به آن است. • فصلنامه‌ی رشد آموزش زمین‌شناسی در رد یا قبول مقالات، ویرایش علمی و فنی و ادبی، و افزایش یا کاهش حجم آن‌ها مختار است. • مقالات دریافتی بازگردانده نمی‌شوند. • مقالاتی مورد بررسی قرار می‌گیرند که اصل آن‌ها همراه با نسخه‌ی اصل تصویرها و نمودارها تحویل مجله شود. لطفاً از ارسال کپی خودداری فرمائید.

شرح عکس روی جلد: **تصویر سه بعدی حسگر**
تصویر سه بعدی حسگر ASTER ماهواره ترا Terra از بخشی از رشته‌کوه زاگرس در جنوب خاوری شهرستان لار (استان فارس). در این تصویر راستای شمال به موازات لبه بالای جلد و به سوی باختر با پیکان نشان داده شده است. بخش‌های تشکیل‌دهنده یال‌های تاقدیسی‌های موجود لایه‌های سازند آسماری ـ جهرم است. لکه‌های با رنگ تیره توده‌های نمکی (شامل یخچال نمکی Salt Glacier و توده اصلی بالا آمده Salt Plug) است.



سیل پاکستان و پیش‌بینی بلایای طبیعی

با انتشار این شماره حدود یکسالی می‌شود که از رویداد سیل پاکستان می‌گذرد و هنوز سیل‌زدگان و آسیب‌دیدگان از آن در شرایط نامطلوبی به سر می‌برند که دل هر انسانی را به درد می‌آورد. به هر حال فاجعهٔ سیل پاکستان هم رفت در ردیف بلایای طبیعی تاریخی کم‌نظیری مانند سونامی سال ۲۰۰۴، آتش‌فشان‌های سال ۲۰۱۰ ایسلند، و اندونزی و راه دور نرویم، زمین‌لرزه‌های تاریخی خودمان مانند بوئین‌زهرا (۱۳۴۱)، طبس (۱۳۵۷)، رودبار (۱۳۶۹) و بم (۱۳۸۲) که هزاران نفر کشته، میلیونها نفر بی‌خانمان، و میلیاردها دلار خسارات مالی، نتیجه و خروجی آنها بوده است که دیده‌ایم، خوانده‌ایم و شنیده‌ایم. آنها که طرف اصلی این بلایا هستند ـ یعنی بلادیده‌ها ـ همیشه این سؤال به ذهنشان می‌آید و باقی می‌ماند که:

۱. آیا نمی‌توان وقوع این حوادث و بلایا را پیش‌بینی کرد؟

۲. آیا نمی‌توان با آنها مقابله کرد و زیانهای آنها را از بین برد یا به حداقل رساند؟

۳. چه کسی می‌تواند به سؤالهای بالا پاسخ دهد؟

اگر یادتان باشد، سال ۲۰۰۸ از سوی «سازمان ملل» و در رأس آنها «سازمان علمی ـ فرهنگی یونسکو»، با همکاری «اتحادیهٔ بین‌المللی زمین‌شناسان دنیا» (IUGS)، به عنوان «سال سیارهٔ زمین» عنوان شد. ما هم ویژه‌نامه‌ای با مطالبی گوناگون و در ارتباط با موضوع، در آن شماره چاپ کردیم و با ارائهٔ شواهد و مستندهایی از نشریه‌ای که از سوی سازمان‌های مذکور انتشار یافته بود، توانایی‌های علوم زمین را در رابطه با پیش‌گیری

و یا مقابله با بلایای طبیعی بازگو کردیم.

اکنون سه سالی از آغاز فعالیتهای سازمانی با نام «سازمان جهانی سال کرهٔ زمین» (TYPE) گذشته است. به تازگی، خلاصه‌ای از فعالیت‌های این سازمان را در چند صفحه دریافت کرده‌ام که فرازهایی از آن را در رابطه با «سیل»، به عنوان یکی از بلایای طبیعی که همه ساله و در بیشتر نقاط دنیا، به ویژه کشورهای جهان سوم، آسیب‌های فراوانی (بهترین نمونه آن سیل پاکستان) بر جای می‌گذارد، و نقش علوم زمین (زمین‌شناسی و زمین آب‌شناسی) در این زمینه، عیناً باز گو می‌کنم.

«در سراسر دنیا، سیل، مرگ و میر و نابودی اموال را بیشتر از هر حادثهٔ دیگری سبب می‌شود. البته بیشتر مرگ و میرها به دلیل عدم اسکان در مکان‌های مناسب، نبود شیوه‌های تخفیف این خسارات در نواحی سیل‌خیز، و نبود کانال‌های هدایت آب به پایین دستهای رودهاست. در سال ۲۰۰۴، **بانک جهانی** در گزارشی هزینه‌های سوانح طبیعی دههٔ ۱۹۹۰ را ۴۰ میلیارد دلار اعلام کرد. میزان مرگ و میرها در اثر سیل در دهه‌های ۱۹۳۰ و ۱۹۴۰، بالغ بر ۴/۴ میلیون نفر بوده است.»

در انتهای گزارش آمده است، متأسفانه از دانش آب‌شناسی و آب ـ زمین‌شناسی در تصمیمات برنامه‌ریزان استفاده نشده است. در صفحات دیگر گزارش سازمان سال جهانی سیارهٔ زمین هم، به نکته‌های ارزشمندی اشاره شده است. مثلاً در یکی از فرازهای آن نوشته شده است: «دانش زمین‌شناسی می‌تواند زندگی بشر را نجات دهد و از او و اموالش در برابر حوادث طبیعی محافظت کند...»

حال با توجه به نتایج اعلام شده از سوی سازمان مزبور در مورد رابطه با بلایای طبیعی، به جواب سؤال‌های مطرح شده در بالا می‌پردازیم:

سؤال ۱. آیا نمی‌توان وقوع این حوادث و بلایا را پیش‌بینی‌کرد؟

جواب: در مناطق خطرخیز که بررسی‌های اصولی و سیستماتیک در مورد موضوع خطر انجام نشده است و عوامل خطرزا مهار نشده‌اند و نمی‌توان عامل خطرزا را از بین برد، لاجرم تغییر مکان‌های زیستی را به‌کار گرفته‌اند. این روش همان شناخت عامل یا عوامل خطرزا و مقابله با آن‌ها است و لازمهٔ موفقیت در آن، به‌کارگیری بدون چون و چرای علوم زمین در آن ناحیه است که به شناخت عوامل خطرزای ناحیه‌ای منجر می‌شود. حال گرچه زمان دقیق وقوع بلایی مانند زمین‌لرزه یا سیل را نمی‌توان پیش‌بینی کرد، ولی با داشتن شواهد ویژهٔ زمین‌شناختی می‌توان عامل خطرزا را شناخت و علاج واقعه را قبل از وقوع کرد.

۲. آیا نمی‌توان با آنها مقابله کرد و زیان‌های جانی و مالی را به حداقل رساند؟

جواب: قدم اول، شناخت عامل خطر محسوب می‌شود. آشکار است که مقابله با هر خطری راهکار ویژهٔ خودش را دارد. برای مثال، وقتی در منطقه‌ای گسل فعالی شناخته و سازوکار آن مشخص شود، طبیعی است ایجاد هرگونه سازه‌ای چون شهر، شهرک و روستا پیرامون آن، مجاز نیست؛ مگر این که تمهیدات لازم به کار گرفته شود.

۳. چه کسی می‌تواند به سؤالهای بالا پاسخ دهد؟

جواب: علوم زمین و زمین‌شناسان؛ یعنی همان نتیجه‌ای که سازمان جهانی سال سیارهٔ زمین یا TYPE به آن رسیده است. نجات بشر که جمعیتش در سال ۲۰۵۰ به حدود ۹ میلیارد نفر می‌رسد، به عهدهٔ علوم زمین، شاخه‌های وابسته به آن و زمین‌شناسان و تخصص‌های ذی‌ربط است. در این رابطه عین نوشتهٔ سازمان TYPE را نقل می‌کنیم:

«دانش زمین‌شناسی می‌تواند زندگی بشر را نجات دهد و از او و اموالش در برابر حوادث طبیعی محافظت کند. چنین دانشی باید به صورت مستمر، نیاز فزایندهٔ بشر به منابع زیرزمینی را برطرف کند. دانشمندان زمین‌شناسی آماده‌اند که اگر سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیرندگان از آن‌ها بخواهند، در ایجاد جامعه‌ای سالم‌تر، ایمن‌تر و خوشبخت‌تر مشارکت کنند. TYPE در نظر دارد، نسلی جدید از چنین متخصصانی پرورش دهد تا منابع تازه‌ای بیابند و زمین را به صورت مستمر توسعه دهند.»

یادداشت بالا را بعد از سیل پاکستان نوشتم و چند روز بعد از آن واقعه، «روزنامهٔ همشهری» در تاریخ ۳۱ شهریور ۱۳۸۹، از وقوع سیلی در کرمان خبر داد که در فاصلهٔ زمانی ۳۲ دقیقه، ۲۲ میلیارد تومان خسارت به بار آورد. بیشتر خسارات به شهرستان‌های بافت، سیرجان، کهنوج و بردسیر وارد آمده‌اند. حال با توجه به نتایجی که مسئولین سازمان TYPE در مورد توانایی دانش زمین‌شناسی به‌دست آورده‌اند، امیدواریم که دولت‌مردان ما نیز علوم زمین و توانایی‌های دانش‌آموختگان آن‌را باور کنند تا ما هم بتوانیم با سلاحهای علمی به مقابله با حوادث و بلایای طبیعی برویم و منتظر وقوع حوادث ناگوار بعدی نباشیم. یعنی، این مثل که: «به یکی گفتند فلان جا زلزله آمده کمکی کن، گفت فعلاً دستم خالی است، ان‌شاءالله زلزلهٔ بعدی»، در موردمان صادق نشود.

والسلام

زمین‌شناسی و توان معدنی استان ایلام

سید علی آقانباتی
عضو هیئت علمی پژوهشکده‌ی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

کلیدواژه‌ها: توان معدنی، زمین‌شناسی موضوعی، اکتشافات ژئوفیزیکی، ساختارهای زمین‌شناسی، حوضهٔ نفت‌خیز.

موقعیت جغرافیایی

استان ایلام با حدود ۲۲ هزار کیلومتر مربع وسعت در باختر ایران و بین استان‌های کرمانشاه، خوزستان و لرستان قرار دارد. حد باختری استان ایلام، به طول ۴۲۵ کیلومتر، با کشور عراق است. مرکز استان، شهر ایلام، تا تهران حدود ۱۲۹۵ کیلومتر فاصله دارد.

تغییرات توپوگرافی استان ایلام نسبتاً درخور توجه است. نقاط مرتفع و کوهستانی استان نظیر «کبیرکوه» سردسیرند. درحالی‌که در مناطق کم‌ارتفاع غرب و جنوب غرب استان که شامل دشت‌های گرمسیری مهران، دهلران و دشت عباس می‌شود، به لحاظ ارتفاع کم (۳۰۰ متر)، هوا نسبتاً گرم است. ازجمله ویژگی‌های آب و هوایی استان، بادهای خشک و سوزان عربستان است که در تابستان بخش جنوب غربی استان را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد.

پوشش گیاهی استان به شرایط آب‌وهوایی آن بستگی دارد. در ارتفاعات کبیرکوه، به‌لحاظ دریافت نزولات فراوان جوی، مراتع غنی و پوشش گیاهی از نوع معتدله و سردسیر است. ولی در «کوه دینار»، درختچه‌های بلوط و سایر گیاهان از نوع معتدلهٔ گرمسیر هستند.

از نظر جغرافیای انسانی، ایلام از جمله مناطق تاریخی ایران است. مردم عموماً زبان فارسی را می‌دانند ولی متناسب با نژاد، به زبان‌های عربی، کردی و لری صحبت می‌کنند.

صنایع دستی و کشاورزی، باغداری و دامداری از منابع اقتصادی استان هستند، ولی صنایع ماشینی در کمترین حد ممکن فعالیت دارند.

در همهٔ دیدگاه‌ها، به بخش جنوب باختری این ایالت ساختاری (زاگرس)، «کمربند سادهٔ چین‌خورده» یا «کمربند چین‌خورده» و اخیراً «کمربند چین‌خورده-رانده‌شده» نام داده شده است

جایگاه و ویژگی‌های زمین‌شناسی

از نگاه جغرافیایی و به‌ویژه زمین‌شناسی، استان ایلام بخشی از ارتفاعات باختر ایران است که «زاگرس» نام دارد. تفاوت‌های مورفولوژیک، به‌ویژه خاصه‌های زمین‌شناسی متغیر سبب شده‌اند که زاگرس به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین پهنه‌های ساختاری- رسوبی ایران، در همه‌جا ویژگی‌های مشابه نداشته باشد. از همین‌رو، تاکنون برای زاگرس تقسیمات ساختمانی متعددی ارائه شده‌اند. تقسیم‌بندی‌های ارائه‌شده برای زاگرس همانند نیستند. به‌عبارت‌بهتر، در هر تقسیم‌بندی به یکی از عوامل ویژه، توجه خاصی مبذول شده است. ولی در همهٔ دیدگاه‌ها، به بخش جنوب باختری این ایالت ساختاری (زاگرس)، «کمربند سادهٔ چین‌خورده» یا «کمربند چین‌خورده» و اخیراً «کمربند چین‌خورده- رانده‌شده» نام داده شده است.

پایانهٔ شمال باختری کمربند چین‌خورده (سرزمین لرستان)، نسبت‌به سایر مناطق، ویژگی‌های رسوبی و ساختاری متفاوت دارد. به همین لحاظ به نواحی مشرف به مرز عراق، از نگاه زمین‌شناسی «لرستان» نام داده شده است که مرز باختر- شمال باختری آن حد آخرین تاقدیس‌های زاگرس است و با مرز سیاسی ایران- عراق انطباق دارد (راهنمای شمارهٔ ۱).

در استان ایلام، به‌عنوان بخشی از کمربند چین‌خوردهٔ زاگرس، از مجموعهٔ واحدهای تکتونواستراتیگرافیک زاگرس، فقط ردیف‌های «۷ فلات قاره» و کربناتی ژوراسیک- کرتاسه و ردیف‌های هم‌زمان با کوه‌زایی سنوزوئیک را می‌توان دید.

ترادف‌های ژوراسیک- کرتاسه عمدتاً شامل دو گروه سنگی خاص به‌ویژه «بنگستان» هستند که ترکیب کربناته- آهکی دارند و غالباً هستهٔ تاقدیس‌های بلند ناحیه را تشکیل می‌دهند.

بخش پایینی ردیف‌های هم‌زمان با کوه‌زایی سنوزوئیک دریایی و شامل سازند مارنی پایده است که گاهی با بخش‌هایی از ردیف‌های مارنی گورپی همراهی شده است. سنگ آهک‌های سازند آسماری، به‌عنوان سنگ مخزن میدان‌های نفتی ایلام و مهران، سنگ‌های کربناتی ستبر لایه‌ای هستند که گاهی تفکیک آن‌ها از کربنات‌های ائوسن سازند شهبازان دشوار است. از زمان میوسن میانی، با برقراری رژیم‌های تبخیری- آورای هم‌زمان با کوه‌زایی، انباشت واحدهای سنگ‌چینه‌ای گروه فارس آغاز شده است. گروه فارس، به‌عنوان گسترده‌ترین واحد سنگ چینه‌ای استان ایلام، شامل دو سازند گچساران و آغاجاری است. گچساران که سنگ‌پوش میدان‌های نفتی استان را تشکیل می‌دهد، بدون حضور مارن‌های میشان، مستقیماً با انباشته‌های آواری سرخ‌رنگ سازند آغاجاری پوشیده شده است.

سازند کنگلومرایی بختیاری یکی از چهره‌سازترین واحدهای سنگ‌چینه‌ای استان ایلام است که گستره‌های وسیعی را، به‌ویژه بخش محوری ناودیس‌ها را، پوشش می‌دهد و بالاخره باید به سازندهای زمان کواترنری اشاره کرد که از نوع نهشته‌های آبرفتی جوان هستند و با گستردگی زیاد، پوشش رویی دشت‌های استان (مهران، دهلران، دشت عباس) را تشکیل می‌دهند.

از نگاه ساختاری، ارتفاعات مشرف به دشت مهران، آخرین طاقدیس‌های زاگرس چین‌خورده هستند که در حاشیهٔ خاوری فرونشست تکتونیکی بین‌النهرین قرار دارند.

در مورفوتکتونیک استان ایلام، رویدادهای تکتونیکی مهم و متعددی نقش داشته‌اند که از میان آن‌ها فازهای گوناگون آلپ پایانی، به‌ویژه رویداد پاسادنین، بیشترین نقش و اثر را دارند. به‌طوری‌که در اثر پیامد این رویداد، تکوین حوضهٔ رسوبی خاتمه یافته است و انباشته‌های رسوبی در یک راستای شمال‌غرب- جنوب شرق چین خورده و رخنمون یافته‌اند.

تداوم و تأثیر رویدادهای تکتونیکی بر نهشته‌های بعد از کوه‌زایی، به‌خصوص رانده‌شدن نسبی رخنمون‌های سنگی، در امتداد گسله‌های نهان، روی نهشته‌های آبرفتی جوان، نشانگر تداوم نیروهای فشارشی در استان ایلام است. تکان‌های امروزی زمین، به‌صورت زمین‌لرزه، تأییدی بر رفتار فشارشی نیروهای حاکم بر منطقه است. در استان ایلام، عواملی نظیر تجدید فعالیت و جابه‌جایی پوسته در امتداد گسله‌های قدیمی پی‌سنگی و حتی گسل‌های موجود در قشر رسوبی رویی، می‌توانند در لرزه‌خیزی نقش داشته باشند. ولی با توجه به نداشتن گسلش سطحی پویا و به‌ویژه فقدان داده‌های دقیق زمین‌ساختی می‌توان گفت که با وجود تکان‌های زمین، استان ایلام پهنه‌ای کاری و لرزه‌زا نیست.

توان معدنی

استان ایلام بخشی از تهیهٔ ساختاری- رسوبی زاگرس است که

در استان ایلام به‌عنوان بخشی از حوضهٔ نفت‌خیز جنوب کشور، فقط ساخت‌ها و ساختارهای زمین‌شناسی (تاقدیس ها)، شرایط لازم را برای تجمع هیدروکربورهای مهاجر فراهم آورده‌اند. سایر عوامل کانی‌زایی در استان ایلام، نقش و اثر ضعیف دارند و لذا به‌جز میدان‌های نفتی، استان ایلام چندان توان معدنی قابل کار ندارد

به لحاظ ویژگی‌های رسوبی حاکم بر آن، تماماً با سنگ‌های رسوبی به سن‌های گوناگون پوشیده شده است. به گفتهٔ دیگر، در این استان پدیده‌های ماگماتیسم و متامورفیسم و فرایندهای ناشی از آن‌ها که عموماً از عوامل کانی‌زا هستند، وجود ندارند. از همین‌رو، ذخایر معدنی فلزی استان بسیار ناچیز است. ذخایر غیرفلزی استان هم چندان غنی نیست و به انباشته‌هایی از گچ، سنگ، آهک، دولومیت، بیتومین و سنگ ساختمانی محدود است که عموماً به مصرف محلی می‌رسند (راهنمای شمارهٔ ۱).

ذخایر هیدروکربوری (نفت و گاز) استان توسط شرکت نفت استخراج می‌شود که از جمله درامدهای سرانهٔ کشور است. عمده‌ترین کانسارهای غیرفلزی استان عبارت‌اند از:

گچ

خلوص گچ‌های استان بالای ۹۹ درصد است که ذخایر آن تا چند ۱۰ میلیون تن براورد می‌شود. مناطق دهلران، مهران، بولی و آبدانان ازجمله مناطق مستعد و دارای ظرفیت گچ هستند.

سنگ آهک

خلوص آهک‌های استان دارای دامنه‌ای برابر ۹۳ تا ۹۹/۹ درصد است. ظرفیت عظیم آهک در استان ایلام در مناطق هلیلان، ایلام، آبدانان و مهران قابل توجه است.

سلستین

عیار کانسار سلستین در نمونه‌های موجود گاه به ۹۵ درصد و بیشتر می‌رسد. وجود ظرفیت قابل توجه سولفات استرانسیم در قسمت‌های شمال غرب دهلران، لزوم پی‌جویی و اکتشاف در رابطه با این مادهٔ معدنی را ضروری می‌سازد.

بیتومین

با ارزش‌ترین مادهٔ معدنی استان در حال حاضر بیتومین و خلوص این مادهٔ معدنی بیش از ۷۰ درصد است. بیتومین‌های استان ایلام از نوع گیلسونیت است. به دلیل اشتغال‌زایی این مادهٔ معدنی در استان ایلام، توجه به اکتشافات تفصیلی این مادهٔ معدنی بسیار ضروری به‌نظر می‌رسد. انجام عملیات تحقیقاتی روی این مادهٔ معدنی، با توجه به طیف گستردهٔ ئیدروکربن‌ها، ازجمله موارد قابل ذکر است. در حال حاضر هفت معدن فعال بیتومین در استان ایلام وجود دارد و مناطق مستعد برای عملیات اکتشافی این مادهٔ معدنی با روند شمال‌غرب-جنوب‌شرق استان در نزدیکی میدان‌های نفتی واقع هستند.

فسفات

توقف رسوب‌گذاری و نبود چینه‌ای، لزوم پی‌جویی و اکتشاف این مادهٔ معدنی را در استان ضروری ساخته است. وجود نمونه‌های فسفات در قسمت‌های مناسب، مناطق مستعدی را برای عملیات اکتشافی نوید می‌دهد. عیار فسفات در بعضی نمونه‌ها افزون بر ۱۸ درصد گزارش شده است. مناطق مستعد عملیات اکتشافی عبارت‌اند از: دهلران، ایلام و آبدانان.

سنگ نما

وجود سنگ نما در استان ایلام امری بدیهی است. وجود مرمریت‌های مناسب در قسمت شمال شرق ایلام در منطقهٔ «پیازآباد» به رنگ سفید و در قسمت جنوب غرب ایلام به رنگ سیاه، متضمن این امر است که با توجه بیشتر در امر شناسایی این مناطق در آیندهٔ نزدیک، معادن سنگ نمای استان فعال خواهند شد؛ اگرچه در قسمت‌های مرکزی استان نیز وجود ظرفیت‌های مناسب به اثبات رسیده است. سنگ نمای «گدمه» در قسمت غرب شهرستان سرابله، ازجمله مثال‌های بارز این محدوده از استان است.

نمک سنگی و آبی

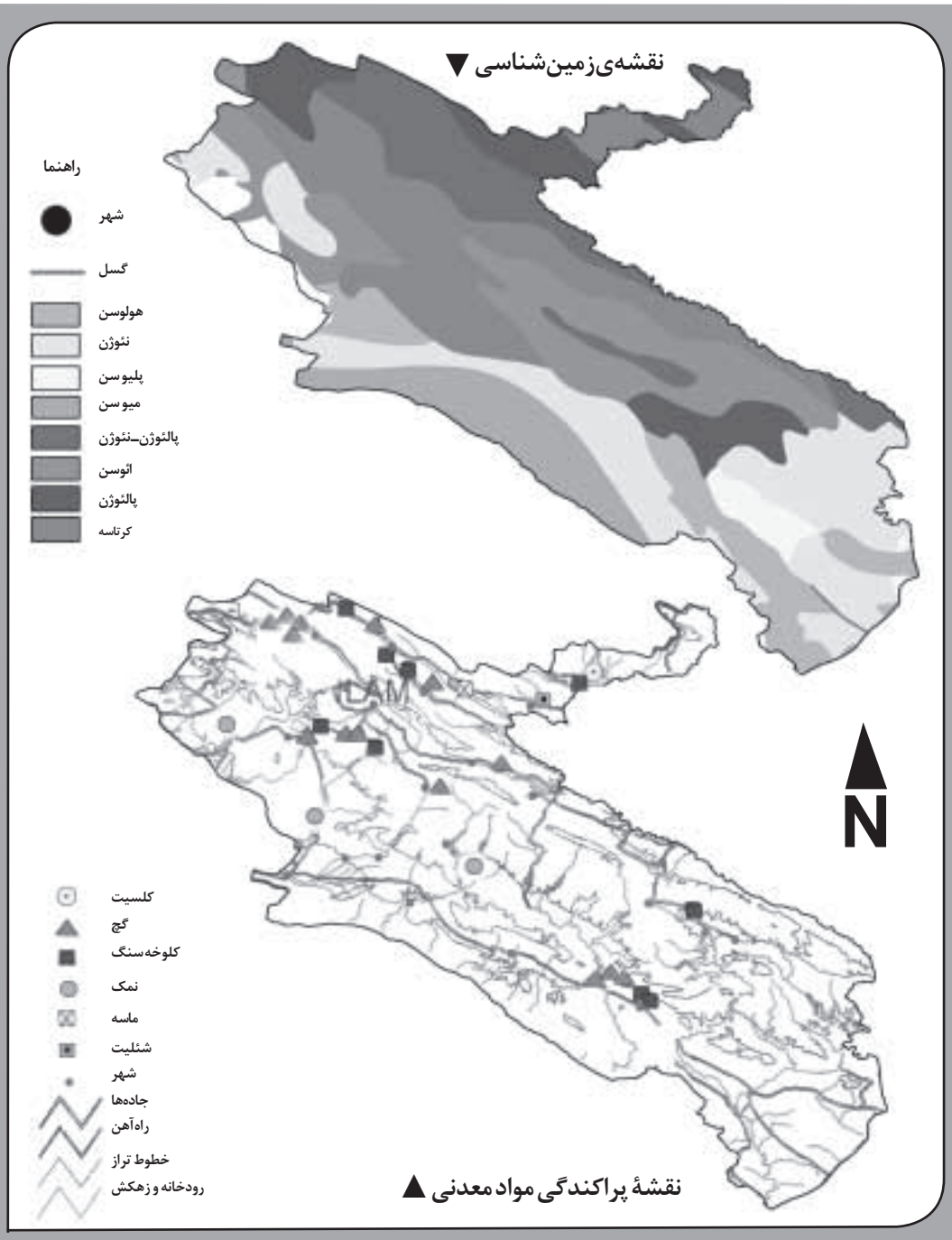
در استان ایلام هر دو نوع نمک (سنگی و آبی) در مناطق متفاوت دیده می‌شود. نمک‌های سنگی در منطقهٔ بلوطستان زرین‌آباد، کنجانجم، آبدانان و دیگر نقاط دیده می‌شوند و نمک آبی در منطقهٔ دشتلک میمک، ماژین و شمال شرق ایوان غرب به‌چشم می‌خورند. بررسی دقیق برای شناسایی ظرفیت‌های نمک، به‌خصوص نمک سنگی، لازم و ضروری به‌نظر می‌رسد.

شیل

ظرفیت عظیم سنگ‌های شیلی در مناطق آبدانان، ایلام و... برای کاربرد آن در زمینهٔ خوراک کارخانهٔ سیمان و آجر، توجه بیشتر به این مادهٔ معدنی را ضروری می‌سازد.

ماسه‌سنگ

ظرفیت عظیم ماسهٔ سنگی متعلق به دو سازند آغاجاری و بخش



راهنمای شمارهٔ ۱

لهبری در ایلام، مهران، دهلران، صالح‌آباد و... وجود دارد.

فعالیت‌های زمین‌شناسی و اکتشافی انجام شده

الف) بررسی‌های زمین‌شناسی

ویژگی‌های زمین‌شناسی و ساختاری رخنمون‌های سنگی استان ایلام شباهت کامل با سایر نواحی پهنهٔ ساختاری- رسوبی زاگرس دارد. به همین دلیل، همانند سایر مناطق، ایلام از جمله مناطق نفت‌خیز کشور است که بررسی‌های زمین‌شناسی آن، به مقیاس‌های گوناگون، توسط «شرکت ملی نفت ایران» انجام و نتایج آن‌ها منتشر شده و یا به‌صورت اسناد علمی در مرکز اطلاعات آن شرکت نگه‌داری می‌شود. نظر به این‌که بررسی‌های زمین‌شناسی انجام شده توسط شرکت نفت مطابق با الگوهای مطالعاتی پذیرفته شده است و هم‌چنین، با عنایت به خط‌مشی صرفه‌جویی در زمان و هزینه‌ها، «سازمان زمین‌شناسی» از تکرار مطالعه خودداری و به

اطلاعات موجود بسنده کرده است.

بررسی‌های زمین‌شناسی موجود از استان ایلام عبارت‌اند از:

۱. بررسی‌های زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۲۵۰/۰۰۰

با توجه به راهنمای شمارهٔ ۲، استان ایلام به سه چهارگوش ایلام، کوهدشت، دهلران و دزفول پوشیده می‌شود. استاندارد مطالعاتی نقشه‌های مذکور گستره‌های محدود بین یک درجه عرض و ۱/۵ درجهٔ طول جغرافیایی است که هریک از آن‌ها حدود ۱۵ هزار کیلومتر مربع وسعت دارند.

ولی سه نقشهٔ مذکور با استان‌های مجاور (کرمانشاه، لرستان و خوزستان) مشترک است و درضمن، بخشی از آن‌ها در خاک عراق است (راهنمای شمارهٔ ۲). سه نقشهٔ زمین‌شناسی مذکور چاپ و منتشر شده‌اند.

۲. بررسی‌های زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰

به جز دو نقشهٔ ایلام و سومار، سایر نقشه‌های ۱:۱۰۰/۰۰۰، استان توسط شرکت نفت بررسی و به چاپ رسیده‌اند (راهنمای شمارهٔ ۲) و نشانگر نام و موقعیت جغرافیایی نقشه‌های یکصدهزارم استان ایلام هستند. نقشهٔ ایلام به لحاظ داشتن پاره‌ای توانایی‌های معدنی، توسط کارشناسان سازمان زمین‌شناسی مطالعه شده است.

راهنمای شماره‌ی ۲

راهنمای نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵۰/۰۰۰ ▼

چاپ نهایی از شرکت ملی نفت ایران

در دست تهیهٔ سازمان زمین‌شناسی کشور
چاپ شرکت ملی نفت ایران

راهنمای نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰/۰۰۰ ▲

ردیف	عنوان طرح	اعتبار مصوب	محل تأمین اعتبار	سال اجرا	نحوهٔ اجرا	
					امانی	پیمانی
۱	اکتشاف تفضیلی فسفات (تاقدیسهای کبیرکوه و انجیر)	–	ملی	۱۳۷۱		*
۲	مطالعه و پی‌جویی مواد معدنی دولومیت و خاکهای صنعتی	۳۵	ملی	۱۳۷۱		*
۳	طرح پی‌جویی و پتانسیل‌یابی کانسارهای غیرفلزی	۱۸۷	استانی	از ۱۳۷۳ تا ۱۳۷۷	*	
۴	طرح پی‌جویی و اکتشافات مقدماتی سنگ تزئینی در سطح ایلام	۴۰	ملی	۱۳۷۴		*
۵	مطالعهٔ پی‌جویی اکتشافات مقدماتی گوگرد	۴۰	ملی	۱۳۷۳		*
۶	پی‌جویی و اکتشافات منطقه‌ای رزینیت (ذغال بیتومینه)	۱۴۲/۵	ملی	۱۳۷۶		*
۷	اکتشافات مقدماتی بوکسیت محدودهٔ طاقدیس‌های کبیرکوه و انجیر	۱۴۲/۵	ملی	۱۳۷۶		*
۸	مطالعه و پی‌جویی املاح تبخیری در شهرستانهای مهران و دهلران	۳۵	استانی	۱۳۷۷		*
۹	پی‌جویی ناحیه‌ای مواد معدنی در مناطق ظرفیت‌دار استان ایلام	۱۰۵	ملی	۱۳۷۷		*
۱۰	اکتشاف نیمه‌تفضیلی گوگرد مورموری آبدانان	۵۶	ملی	۱۳۷۸	*	
۱۱	اکتشاف منطقه‌ای کانسارهای فلزی	۷۰	استانی	۱۳۷۸		*
۱۲	پی‌جویی سلستیت در مناطق آبدانان، ایلام، دهلران و ایوان در استان ایلام	۱۳۵	درامد هزینه بند(ب)	۱۳۷۹	*	*

جدول ۱. طرحهای اکتشافی موضوعی انجام شده در استان

۳. زمین‌شناسی موضوعی

مطالعات زمین‌شناسی موضوعی زیر، بخشی از فعالیت‌های انجام شده در استان ایلام هستند:

- مطالعهٔ تأمین آب آشامیدنی مجتمع مسکونی مهاجرین جنگی (سازمان زمین‌شناسی، ۱۳۶۱).
- مطالعهٔ زمین‌لغزش، سنگ‌ریزش و علت تخریب منازل مسکونی و روستاهای کلک نفتی، سیاب درویش و ردوری و گران خوشادل (سازمان زمین‌شناسی، ۱۳۶۸).
- مطالعهٔ لغزش و ریزش در جادهٔ ایلام- مهران (سازمان زمین‌شناسی، ۱۳۶۶).

گزارش‌های زیر بیانگر چند مورد کار اکتشافی است که توسط سازمان زمین‌شناسی صورت گرفته‌اند:

- گزارش اکتشافات پی‌جویی مقدماتی مواد اولیهٔ مصالح ساختمانی در استان ایلام (۱۳۶۱).
- گزارش اکتشافات مقدماتی آهک در استان ایلام (۱۳۶۱).

ب) بررسی‌های اکتشافی

۱. اکتشافات موضوعی

خاصه‌های زمین‌شناسی استان ایلام به گونه‌ای است که به‌جز میدان‌های نفتی و ذخایر معدنی غیرفلزی، انباشته‌های معدنی فلزی آن در حد نشانه‌اند و اقتصادی نیستند. از همین‌رو، برخلاف سایر نواحی کشور، استان ایلام مورد بررسی‌های اکتشافی ناحیه‌ای سراسری قرار نگرفته است. با این حال، نقشهٔ یکصدهزارم ایلام، به‌عنوان یک منطقه منحصر به فرد، در سال‌های اخیر توسط سازمان زمین‌شناسی مورد بررسی اکتشافی ناحیه‌ای به روش ژئوشیمیایی قرار گرفته که نتایج آن تدوین و منتشر شده است. ضمناً نقشه‌های ژئوفیزیک هوایی استان به دو مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰ و ۱:۲۵۰/۰۰۰ موجودند (راهنمای شمارهٔ ۳).

ذخایر غیر فلزی استان غالباً در چارچوب طرح‌های اکتشافی موضوعی، عمدتاً توسط ادارهٔ کل معادن و فلزات استان و با مهندسین مشاور طرف قرارداد، مورد اکتشاف قرار گرفته‌اند که چکیدهٔ فعالیت‌های انجام شده در جدول ۱ خلاصه شده است.

۲. اکتشافات ژئوفیزیکی

به‌منظور دست‌یابی به اطلاعات جامع‌تر زمین‌شناسی و زمین‌ساخت منطقه‌ای، و هم‌چنین شناخت پهنه‌های مناسب برای اکتشاف ذخایر معدنی پنهان، سازمان زمین‌شناسی کشور نقشه‌های ژئوفیزیک هوایی سراسری را در مقیاس ۱:۲۵۰/۰۰۰ تهیه کرده است که در حال حاضر از تلفیق آن نتایج، نقشهٔ مغناطیس هوایی ایران به مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰ به چاپ رسیده است و بخش مربوط به

استان ایلام در راهنمای شمارهٔ ۳ دیده می‌شود.

۳. گزارش‌های اکتشافی

- گزارش اکتشافات پی‌جویی و مقدماتی مواد اولیه و مصالح ساختمانی در استان ایلام (سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۶۱).
- گزارش اکتشافات مقدماتی آهک در استان ایلام (سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۶۱).
- طرح مطالعات اکتشاف نیمه‌تفصیلی گوگرد مورموری آبدانان استان ایلام (وزارت معادن و فلزات، ۱۳۷۸).
- گزارش طرح پی‌جویی ناحیه‌ای مواد معدنی در استان ایلام (وزارت معادن و فلزات، ۱۳۷۸).

برنامه‌های زمین‌شناسی و اکتشافی پیش‌بینی شده در برنامهٔ سوم

در برنامهٔ سوم توسعهٔ اقتصادی جمهوری اسلامی ایران، ۲۰ منطقهٔ کانه‌دار ایران، واقع در استان‌های گوناگون، با استفاده از روش‌های نوین اکتشافی، مورد بررسی‌های زمین‌شناسی و اکتشافات ناحیه‌ای قرار گرفت. در انتخاب مناطق اکتشافی مذکور، نکاتی نظیر تمرکز طبیعی مواد معدنی فلزی و غیرفلزی، فعالیت‌های ماگمایی (درونی و بیرونی)، تحولات دینامیکی، فعالیت‌های حرارتی، نوع پوسته، ساخت‌ها و ساختارهای زمین‌شناسی، وجود نشانه‌ها و کانسارهای شناخته‌شدهٔ قدیمی و بالاخره، توجه به عوامل اجتماعی و فراهم‌آوری زمینه‌های فعالیت و اشتغال، از عوامل تعیین‌کننده دانسته شده‌اند.

در استان ایلام به‌عنوان بخشی از حوضهٔ نفت‌خیز جنوب کشور، فقط ساخت‌ها و ساختارهای زمین‌شناسی (تاقدیس‌ها)، شرایط لازم را برای تجمع هیدروکربورهای مهاجر فراهم آورده‌اند. سایر عوامل کانی‌زایی در استان ایلام، نقش و اثر ضعیف دارند و لذا به‌جز میدان‌های نفتی، استان ایلام چندان توان معدنی قابل کار

نقشه‌ی مغناطیس هوایی ◀

تصویر ماهواره‌ی رادارست ▲

راهنمای شمارهٔ ۳

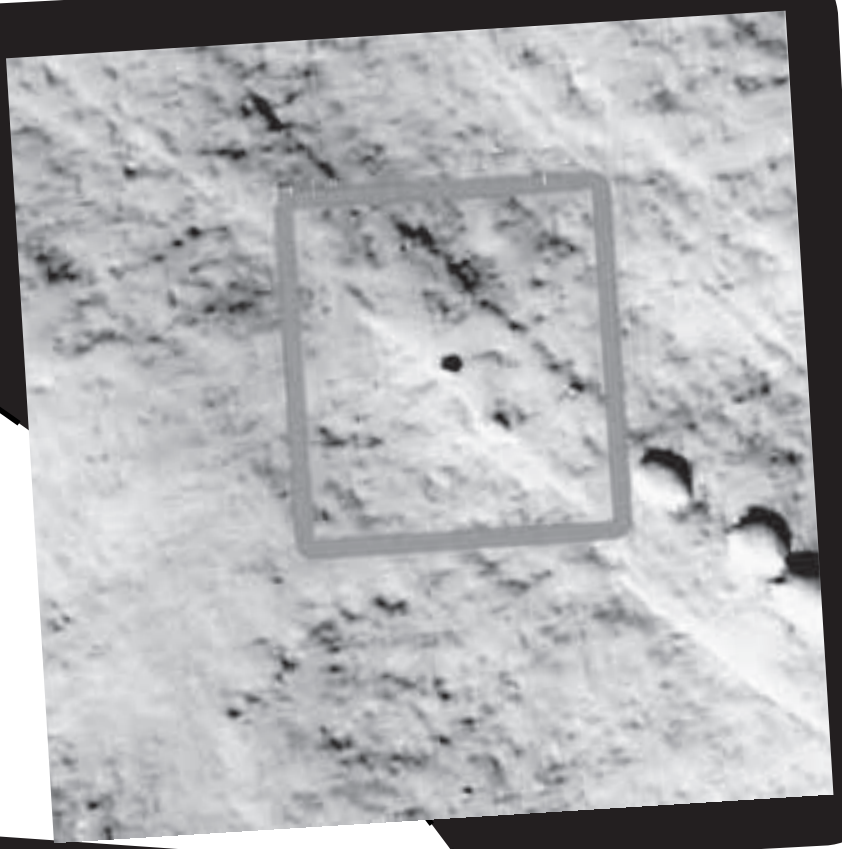
جدول ۲. نام و ویژگی‌های تعدادی از معادن استان ایلام

نام معدن	نام شهرستان	نام ماده معدنی	روش استخراج	ذخیره احتمالی هزار تن	میزان استخراج سالیانه
بابا مراد علیا	ایلام	سنگ گچ	روباز	٦٠٠٠	–
بلوطستان شوهان	–	نمک سنگی	روباز	–	–
بیتومین حاجی بختیار	ایلام	بیتومین	زیرزمینی	۱۰۸	۱۰۰۰
بیتومین شورابه	ایوان	بیتومین	زیرزمینی	٦۱۰۰	۱۰۰۰
بیتومین هر قتگه	ایلام	بیتومین	زیرزمینی	۲۵۰۰۰	۱۵۰۰
پیازآباد	شیروان وجرد اول	بیتومین	زیرزمینی	۹۹۷۰	۱۰۰۰
تونل راه کربلا	ایلام	سنگ گچ	روباز	۹۰۰	۲۰۰۰۰
دشتک میمک	ایلام	نمک آبی	روباز	–	–
سرابله	شیروان وجرد اول	آهک	زیرزمینی	۱۵۰۰۰	۲۵۰۰۰
شمال شرق دهلران	دهلران	سنگ گچ	روباز	۱۳۵۰۰۰	۹۰۰۰۰
فتح ماربره	ایلام	سنگ گچ	روباز	۳۵۰۰۰	۲۵٦۹۰
قلاجه جنوبی	ایلام	سنگ لاشه	روباز	–	–
کمر صاف	ایلام	سنگ‌نما(مرمریت)	روباز	–	کوپ ٤۸۰
کوه سرخ	ایوان	بیتومین	زیرزمینی	۲۱۱۷۵	۱۵۰۰
گچ ماربره	ایلام	سنگ گچ	روباز	٦٦۰۰	۲۰۰۰۰
گدمه	–	سنگ‌نما(مرمریت)	روباز	۱۰۰۰	–
گیلانه	ایوان	بیتومین	زیرزمینی	۲۲۷۳۰	۱۵۰۰
مله پنجاب	ایلام	بیتومین	زیرزمینی	۱۰۲۰۰	۱۰۰۰
هلیلان	شیروان وجرد اول	کلسیت	روباز	–	۱۰۰۰۰
هلیلان (پله کل)	شیروان وجرد اول	شیل	روباز	۹۱۷	۲۵۰۰۰

ندارد. به همین لحاظ و با توجه به اولویت‌های مطالعاتی در سایر مناطق کشور، برنامهٔ زمین‌شناسی و اکتشافی ویژه‌ای برای استان ایلام قابل پیش‌بینی نبوده است. تنها، پیش‌بینی می‌شود که فعالیت‌های اکتشافی استان هم‌چنان در چارچوب اکتشافات موضوعی به‌ویژه برای ذخایر معدنی غیرفلزی، ادامه یابد.

منابع

۱. قربانی، م (۱۳۸۱). دیباچه‌ای بر زمین‌شناسی اقتصادی ایران. پایگاه داده‌های علوم زمین.
۲. نقشه‌ها و گزارش‌های زمین‌شناسی و معدنی استان ایلام.
۳. نقشه‌های ژئوشیمیایی مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰ استان ایلام، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
٤. نقشه‌های زمین‌شناسی شرکت ملی نفت ایران.



غار اسرارآمیز برسطح مریخ

گام به گام با دانش‌آموزان

ترجمه: فرخ برزگر
کارشناس ارشد سنجش از دور

گروهی از دانش‌آموزان دبیرستانی در ایالت کالیفرنیا، در چارچوب یک پروژهٔ پژوهشی متعلق به سازمان «ناسا»[1] در زمینهٔ مطالعهٔ تصاویر برداشته شده توسط سفینهٔ مدار گرد مریخ به نام «اودیسه»[2]، فروچالهٔ اسرارآمیزی را در سطح مریخ کشف کردند. آن‌چه که این گروه ۱۶ نفری از دانش‌آموزان دبیرستان «اورگرین»[3] در شهر «کاتن وود»[4] ایالت کالیفرنیا یافته‌اند، چاله‌ای در سقف یک غار در مریخ است که می‌تواند به عنوان یافته‌ای نوین، اهداف پروازهای فضایی و فرود مریخ‌نشین‌ها را تحت تأثیر قرار دهد.

این دانش‌آموزان، در برنامهٔ دانش‌آموزی بررسی‌های تصاویر مریخ که در مرکز پروازهای فضایی به مریخ در دانشگاه ایالتی آریزونا داشته‌اند، ابتدا به اندیشیدن و بیان پرسش‌های پژوهشگرانه پرداخته‌اند و سپس به یاری نگاره‌هایی که توسط حسگرهای سفینهٔ مریخ گرد برداشته می‌شود، توانسته‌اند برای این پرسش‌های خود پاسخ‌های لازم را بیابند. «چالهٔ مریخی» نویافته شباهت بسیاری به دیگر پدیده‌های دیده شده در سایر بخش‌های کره

مریخ دارد که توسط **گِلن کوشینگ**، دانشمند سازمان زمین‌شناسی آمریکا در نگاره‌های برداشته شده در سال ۲۰۰۷ یافته شده بود. بنا به نظر این دانشمند، چاله‌های مذکور بخش کوچک و فروریخته‌ای از سقف یک غار یا «مجرای گدازه‌ای»[5] است.

چنین انگاشته می‌شود که این غارها در اثر فعالیت‌های آتشفشانی روی داده در سیارهٔ سرخ (مریخ) پدید آمده‌اند.

در این نقاط، گدازه‌ها غارک‌های موجود در سنگهای بالایی خود را از بین برده‌اند و پس از پایان دورهٔ انفجار، تونلها یا مجاری گدازه‌یی را شکل داده‌اند. این مجاری ابتدا توسط سقف‌های استوار و جامد از مواد سرد شدهٔ روباره‌ای پوشیده شده و سپس بخش‌هایی از سقف فروریخته است و در همان محل، این پنجره‌های چاله‌ای شکل به وجود آمده‌اند.

باید این نکته را نیز افزود که پژوهشگران هنوز در مورد نوع مواد و یا نهشته‌هایی که درون این غارها وجود دارند، اطمینان لازم را پیدا نکرده‌اند. آقای **کوشینگ** به دانش‌آموزان پژوهشگر گفته است که این یافته آشکارا پدیده‌ای کاملاً نوین است و آنان توانسته‌اند دومین حفره از این دست را در گسترهٔ موسوم به «پاونیس مونس»[6] بیابند. ارزیابی‌های انجام شده به این نکته رسیده است که چالهٔ مذکور گسترشی برابر ۱۶۰×۱۹۰ متر دارد و کمینهٔ ژرفای آن ۱۱۵ متر است. هم‌اکنون این دانش‌آموزان با تمرکز روی این پروژهٔ پژوهشی، دریافته‌اند که این مجاری بیشتر نزدیک به قلهٔ آتشفشانها، روی یالها و یا در دشت‌های اطراف آنها پدیدار می‌شوند. نگارهٔ موجود، تصویری است که توسط مدار گرد مریخ موسوم به «اودیسه» و به کمک ابزاری (حسگری) به نام «سامانهٔ تصویربرداری انتشار حرارتی»[7] از سطح مریخ برداشته شده است.

فروچاله‌ای که در تصویر دیده می‌شود، با شگفتی دیگری نیز مجزا است و آن لکهٔ گرد و کوچکی است که در بالا و سمت راست چاله دیده می‌شود و دلیلی برای گسترش

چاله در سقف یک غار در مریخ است که می‌تواند به عنوان یافته‌ای نوین، اهداف پروازهای فضایی و فرود مریخ‌نشین‌ها را تحت تأثیر قرار دهد

سامانه‌ای از غارها در زیر سطح مریخ محسوب می‌شود. این نکته می‌تواند در برنامه‌های آیندهٔ سفر و سکونت در مریخ تأثیر بگذارد. زیرا این غارها با چنین سقف‌هایی می‌توانند محل بسیار مناسبی برای سکونت و فعالیتهای انسان در مریخ باشند و به‌سان سپری، از انسان در برابر خطرات گوناگونی که ممکن است در سطح مریخ وجود داشته باشد، محافظت کند؛ خطراتی هم‌چون: برخورد شهاب‌سنگ‌ها، دمای بیش از اندازه، «طوفان شن»[8] و تابش‌های شدید. افزون بر این، ممکن است بتوان شواهدی از وجود زندگی ـ در صورت یافتن شواهد کامل ـ در آنها یافت (همانند آنچه که در غارهای موجود در زیر سطح کرهٔ زمین یافته شده است).

اگرچه اکنون محل فرود مریخ‌نشین‌ها فاصلهٔ زیادی تا محل یافتن این سوراخها (غارها) دارد، ولی این نقاط را می‌توان مقصد بسیار مهمی در پروازهای آیندهٔ انسان به کرهٔ زمین محسوب داشت. بی‌شک دیدار از این غارها سبب آگاهی بسیار در مورد دنیایی کاملاً نوین و جهان پنهان درون غارها می‌شود.

پی‌نوشت

1. NASA
2. Odyssey
3. Evergreen
4. Cottonwood
5. Lava Tube
6. Pavonis Mons
7. Thermal Emission Imaging System
8. dust storm

منبع

Discovery.com

«فیل‌سانان»[1] مخلوقاتی سحرآمیز و آشنا برای همه هستند. این پستان‌داران عظیم‌الجثه، هنوز در تعداد قابل توجه در آسیا و آفریقا زندگی می‌کنند و به‌طور وسیعی توسط انسان اهلی شده‌اند و به‌نظر می‌رسد که عضو ثابت دنیای ما هستند. عملاً هنوز فیل‌های کنونی، آخرین نمایندهٔ یک گروه در حال اضمحلال‌اند و این امکان کاملاً وجود دارد که حتی بدون مداخلهٔ انسان به عنوان عاملی نابودکننده، این جانوران طی چند هزار سال آینده حیاتشان خاموش شود و از بین بروند.

در حال حاضر، تعداد فیل‌ها قابل توجه است و به دو جنس محدود می‌شود و هر جنس نیز یک گونه دارد؛ یکی در آفریقا و دیگری در آسیا. یافتن اطلاعات در مورد اجداد و خویشاوندان وابستهٔ فیل‌ها که به تعداد شگفت‌انگیزی در جهان ساکن شدند و در یک صف‌آرایی گیج‌کننده از جنسها و گونه‌ها در سرتاسر دوران سنوزوئیک ترتیب یافتند، به سختی امکان‌پذیر است. فسیل‌های به دست آمده از فیل‌ها نشان می‌دهد، که آنها در طول دوره‌های متفاوت سنوزوئیک، در تمام قاره‌ها به جز استرالیا و قطب جنوب زندگی می‌کردند. این پستان‌داران، در اواخر سنوزوئیک شروع به انشعاب در مسیرها و مکان‌های گوناگون کردند که بعضی از این روندها تا پلئیستوسن ادامه داشت. فسیل‌های شناخته شدهٔ فیل‌سانان از کشورهای متفاوت دنیا به ترتیب قدمت عبارت‌اند از:

1. *Moeritherium*
2. *Deinotherium*
3. *Palaeomastodon*
4. *Mammut* (American Mastodon)
5. *Gomphotherium*
6. *Stegodon*
7. *Primeelephas*

علم ژنتیک

روشی نوین در دانش دیرین‌شناسی

ژنوم ماموت پشم‌دار و تبارشناسی جدید فیل‌سانان

حبیب علیمحمدیان، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
خدیجه عنصری، عضو هیئت علمی گروه زیست‌شناسی (ژنتیک)، دانشگاه آزاد اسلامی ـ واحد پرند
جعفر صبوری، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

کلیدواژه‌ها: فیل‌سانان، سنوزوئیک، ماموت، ژنوم، توالی‌یابی ژنی، متیوکندری

8. *Mammuthus* (Woolly Mammoth)
9. *Elephas* (Asian elephant)
10. *Loxodonta* (African elephant)

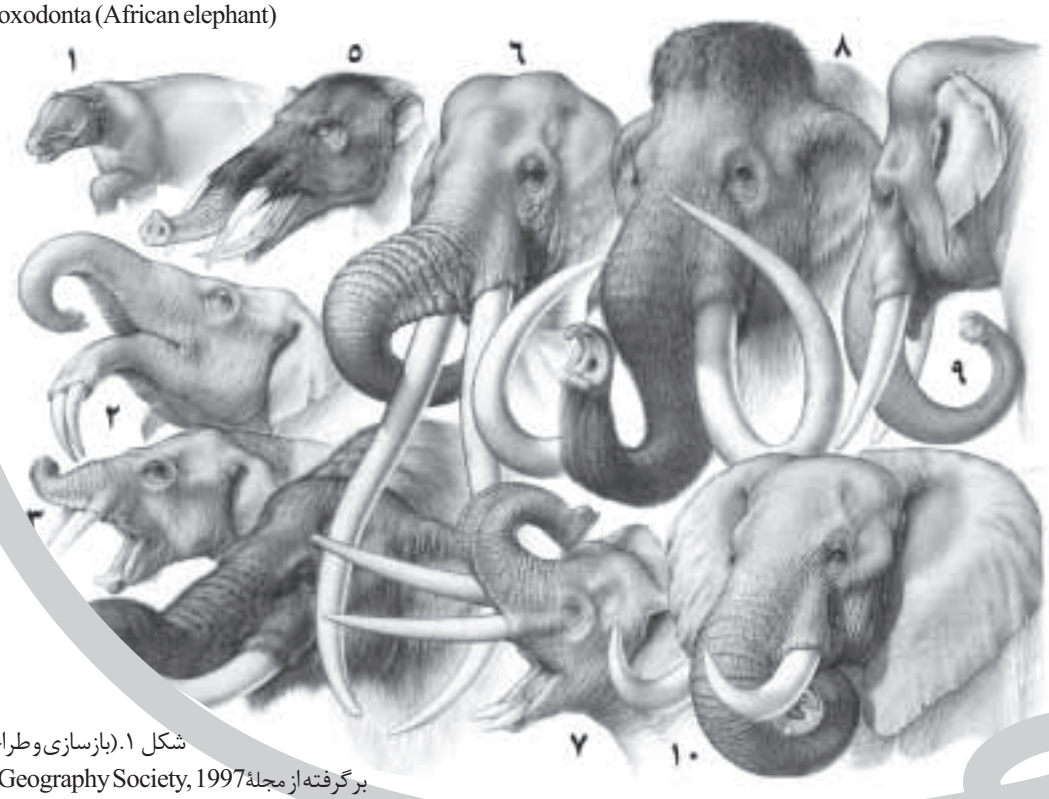
با پیدایش ماموت‌های پشم‌دار در سرزمین‌های یخ‌بستهٔ سیبری، این فرضیه بین دانشمندان زمین‌شناس قوت گرفت که با انجام آزمایش‌های لازم از جمله آزمایش‌های ژنتیک، می‌توان دلیل انقراض این حیوانات عظیم‌الجثه را پیدا کرد و نیز در صورت امکان، تاریخ انشعاب این‌گونه از خانوادهٔ فیل‌سانان را از نیاکان آنها تعیین کرد. مقالهٔ زیر، تازه‌ترین مقالهٔ چاپ شده در مجلهٔ ساینس (Ann Gibbons, 2008) است و نتیجهٔ آخرین اطلاعات به دست آمده از آزمایش‌های ژنتیکی روی ماموت‌های پشم‌دار کشف شده از سیبری را در اختیار علاقه‌مندان قرار می‌دهد.

جمعی از محققان که موی ماموت پشم‌دار کشف شده از سیبری را از طریق خرید اینترنتی تهیه کرده بودند، توانستند ۷۰ درصد ژنوم این جان‌دار ماقبل تاریخ را شناسایی کنند. این برای اولین بار است که تقریباً توالی[۲] ژنوم یک جان‌دار منقرض شده به‌طور کامل شناسایی شده است. با در دست داشتن مقدار بسیار زیادی از DNA، تیم تحقیقاتی قادر به ردیابی تکامل ماموت و جهش‌های نقطه‌ای شدند که ممکن است به سازگاری این حیوان با شرایط یخبندان کمک کرده باشد. دانشمندان امیدوارند که DNAهای قدیمی به آنها کمک کنند که بتوانند گونه‌های خیلی از پیش منقرض‌شدهٔ حیواناتی را که توالی DNA هستهٔ آنها قبلاً به دست آمده است، مورد مطالعه قرار بدهند.

اما تا همین اواخر، ابزاری را که آنها بتوانند اجزای DNA های قدیمی قابل دسترسی را کشف کنند، در دست نداشتند. این ابزار، با توسعهٔ سریع و در مقیاس بزرگ فناوری «توالی‌یابی ژنی»[۳] مثل روشی که نام «۴۵۴» معروف است (pennisi, 2005) و در واقع اجزای بسیار کوچک DNA کار می‌کند، به دست آمد و به دانشمندان در یافتن توالی DNAها کمک بسیاری کرد.

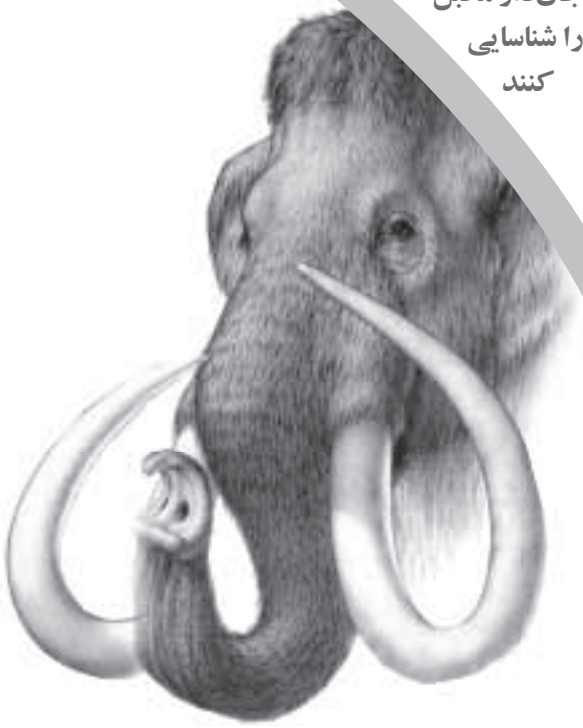
در سال ۲۰۰۵، در دانشگاه ایالتی پنسیلوانیا و در کالج ایالتی، **استفان شوستر**، متخصص ژنتیک و همکارانشان، این ابزار جدید را برای پیدا کردن توالی ژنوم ماموت پشم‌دار، ۱۳ میلیون «جفت باز»[۴] از DNA میتوکندریال موروثی مادرزادی موی ماموت پشم‌دار به کار

1. Moeritherium
2. Deinotherium
3. Palaeomastodon
4. Mammut (American Mastodon)
5. Gomphotherium
6. Stegodon
7. Primeeleohas
8. Mammuthus (Wooly Mammoth)
9. Elephas (Asian elephant)
10. Loxodonta (African elephant)



شکل ۱. (بازسازی و طراحی فیلسانان برگرفته از مجلهٔ National Geography Society, 1997).

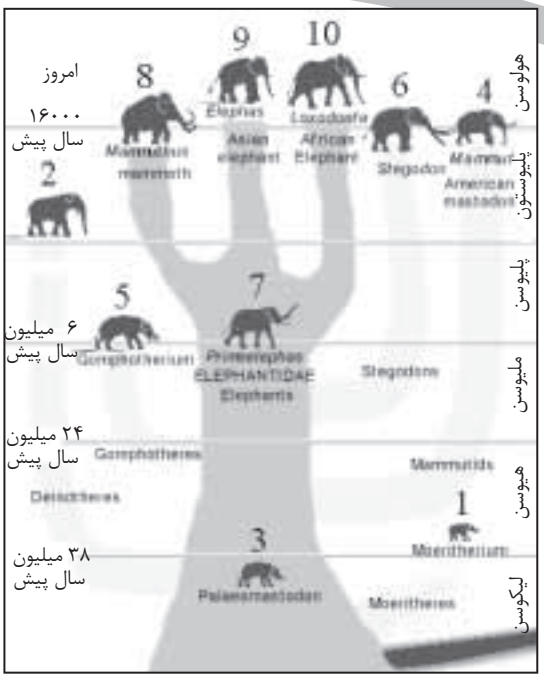
جمعی از محققان که موی ماموت پشم‌دار کشف شده از سیبری را از طریق خرید اینترنتی تهیه کرده بودند، توانستند ۷۰ درصد ژنوم این جان‌دار ماقبل تاریخ را شناسایی کنند



بردند که شامل DNA دارای کدینگ ۱۳ ماموت پشم‌دار با حدود ۲۰ هزار ژن و مقداری DNA هسته‌ای بود. آنها متوجه شدند که ماموت‌های پشم‌دار بسیار شبیه به فیل‌های آفریقایی هستند و نیاکان این ماموتها حدود شش میلیون سال پیش، از فیل‌های آفریقایی جدا شده‌اند (Gibbon, 2005).

تحقیقات اخیر احتمال می‌دادند که دوگونه ماموت پشم‌دار در سیبری زندگی می‌کردند. اما دیرین‌شناسان از آن‌جا که تغییرات مهمی در استخوان های ماموت‌های پشم‌دار که گواه بر جدا بودن این دو گونه باشد، مشاهده نمی‌کردند، به این نظریه با شک و تردید نگاه می‌کردند. از این‌رو استفان شوستر به دنبال ژنوم هسته رفت. او به DNA استخوان ماموت‌های به دست آمده در آزمایشات قبلی دست‌رسی نداشت. از این‌رو تصمیم گرفت موی ماموت پشم‌دار را از طریق اینترنت بخرد. او قبل از خرید، جزئیات پیمان‌نامه را به دقت بررسی کرد و توسط دانشمندان روسی، از واقعی بودن موی ماموت پشم‌دار مورد معامله مطمئن شد و به شکل قانونی و با مجوز رسمی، موی ماموت پشم‌دار را تهیه کرد.

بنابر نظر دانشمندان، مو بهترین منبع DNAهای قدیمی است.



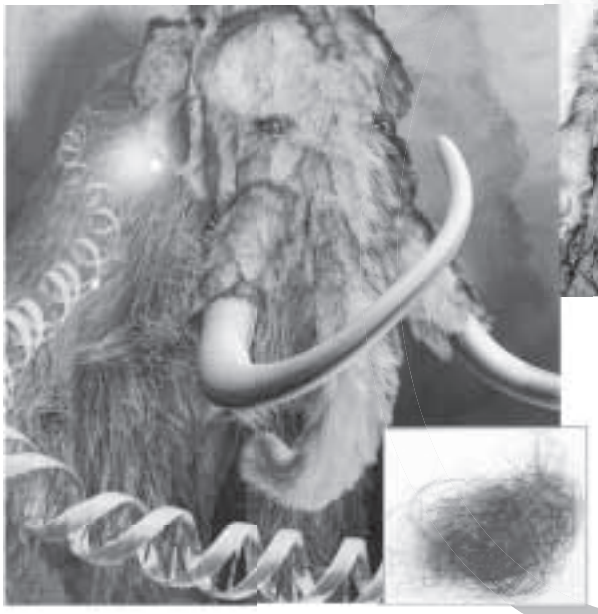
▲شکل ۲.درخت تکاملی فیلسانان

این به دلیل نبود باکتری و قارچ در موست که به‌طور عمومی در استخوان‌های حفره‌دار پیدا می‌شود و آلودگی به‌وجود می‌آورد. برای اطمینان، ابتدا موی ماموت پشم‌دار به‌طور کامل شسته می‌شود تا هرگونه آلاینده از آن پاک شود. سپس DNA آنها استخراج شد و با استفاده از روش ۴۵۴، به‌طور متناوب توالی ۳/۳ میلیون جفت باز از DNA ماموت پشم‌دار را به دست آوردند. اطلاعات به دست آمده ۱۰۰ مرتبه وسیع‌تر از هر اطلاعات به چاپ رسیده در مورد گونه‌های منقرض شده بود و نشان می‌داد، مطالعهٔ DNAهای قدیمی نیز می‌تواند به سطحی از درجهٔ اهمیت آورده شوند که پروژه‌های ژنومی عصر حاضر هستند.

وقتی که دانشمندان توالی DNA هسته را به دست آوردند، نتیجهٔ آزمایش آنها گزارشهای قبلی تاریخ جدایی نیاکان ماموت‌های پشم‌دار را از فیل‌های آفریقایی و هم‌چنین، وجود دوگونه ماموت پشم‌دار در سیبری را تأیید کرد. میتوکندری DNA مورد بسیار خوبی برای توالی‌یابی کل ژنوم است. از نظر تبارشناسی تکاملی و فرضیه هم‌زیستی درونی میتوکندری اندامکی است که فقط به موجودات هوازی که پروکاریوت‌ها هستند، به درون سلول‌های یوکاریوت‌های بی‌هوازی وارد می‌شود و شرایط را برای ادامهٔ زندگی این موجودات در شرایط وجود اکسیژن فراهم می‌آورد. میتوکندری دارای DNA مخصوص به خود، و تنها تعداد بسیار کمی از پروتئین‌های خود وابسته به ژنوم هسته‌ای است. با توجه به فرضیهٔ هم‌زیستی درونی، میتوکندری با ورود خود به درون موجودات پیشرفته‌تر، امکان بقای

▶ شکل ۳.شکار ماموت پشم‌دار توسط ببرهای خنجردندان (نقاشی از مریم اَسوَدی)

▼ شکل ۴.تصویر ماموت پشم‌دار و موی اصلی یافت‌شده از سیبری



این موجودات را فراهم کرده است.

با پیدایش اغلب توالی‌های ژنوم هسته، این تیم تحقیقاتی قادر شد که تاریخ جدایی این دو گونهٔ ماموت پشم‌دار را تا بیش از ۱/۵ میلیون سال پیش محاسبه کند. هم‌چنین نتیجهٔ آزمایشات DNA نشان داد که ماموت‌ها دارای تفاوت ژنتیکی بسیار کمتری نسبت به «نخستیان»[5] بوده‌اند. شاید همین امر باعث شده است که ماموت‌ها مستعد انقراض شوند. این تیم تحقیقاتی هم‌چنین جهش ژنتیکی جدیدی را مشخص کرد که تا به حال فقط در ناحیه‌ای از ژنوم در ماموت‌های پشم‌دار پیدا شده است. این ناحیه در دیگر پستانداران و هم‌چنین فایلها به شدت محافظت می‌شود. این دانشمندان عقیده دارند، این جهش ژنتیکی به ماموت‌های پشم‌دار کمک کرده است تا بتوانند با شرایط بسیار سخت محیطی و آب‌وهوایی سازگار شوند. سازگاری مذکور شاید با انجام کدگذاری پروتئین‌های مهم برای متابولیسم، هضم غذاهای مختلف و یا مبارزه علیه بیماریهای انجام پذیرفته است.

محققان هم‌چنین به دنبال پیدا کردن ویروسی هستند که داخل ژنوم رسوخ پیدا کرده است. این تیم تحقیقاتی معتقدند که چنین جهش‌های ژنتیکی ممکن است به این پرسش پاسخ دهد که چه نوع سازگاری و یا بیماری، انقراض ماموت‌های پشم‌دار را در ۱۲ هزار سال قبل، وقتی که هوا در سیبری گرم‌تر شد، تسریع کرد. شناخت این‌گونه جهش‌های ژنتیکی، در حال حاضر هدف اصلی تحقیقات جدید است. بسیاری از دانشمندان در مورد این اطلاعات جدید عقیده دارند که این اطلاعات نشان می‌دهند که ما هنوز هم می‌توانیم عمیق‌تر در این راستا به تحقیق ادامه دهیم.

پی‌نوشت

1. Probosiceans
2. Sequence
3. DNASequencing
4. base pairs
5. Primates

Genetic meterial:

مادهٔ وراثتی: نوکلئوتیدهایی که در جایگاه ۲ پریم، قند ریبوز اکسیژن خود را از دست داده‌اند و دارای گروه H هستند.

Sequencing:

پیدا کردن توالی ژنی ـ توالی‌یابی ژنی

Base pair:

جفت‌با ز

mtDNA: Mitochondrial DNA

DNA حلقوی مربوط به میتوکندری سلول. در واقع دو نوع DNA در سلول وجود دارد: DNA هسته که همان ژنوم اصلی سلول است و mtDNA که DNA حلقوی مربوط به میتوکندری سلولی است.

Primate:

پریماتها (نخستیان)

منابع

- **Gibbons, Ann; 2008:** Scientists Untangle Wooly Mammoth Genome. Science New Daily News, 19 November. http://news.sciencemag.org/sciencenow/2008/11/19-02.html
- **Pennisi, Elizabeth; 2005:** Cut-Rate Genomes on the Horizon? Science Weekly News, 5 August, Vol. 309 no. 5736 p.862, http://www.sciencemag.org/content/309/5736/862.1.summary
- **Gibbone Ann, 2005:** New Methods Yield Mammoth Samples, Science Weekly News, 23 December, Vol. 310 no. 5756 p. 1889, http://www.sciencemag.org/content/310/5756/1889.1.full

دریاچهٔ هامون

مصطفی شهرابی

دریاچهٔ هامون (هامون صابری و هیرمند) گسترهٔ آبگیر بسیار وسیعی دارد که بخش اعظم آن در خاک افغانستان قرار دارد.

کلیدواژه‌ها: هامون یوزک، گسله میناب، دریاچه فصلی، پهنه باتلاقی، فوق اشباع از نمک فرورفتگی گسله‌ها.

درامد

مجموعهٔ آب‌ها و باتلاق‌ها یا دریاچه‌های فصلی که در شمال باختری، باختر و جنوب باختری شهرستان زابل قرار گرفته‌اند و تحت عناوین متفاوتی مانند هامون صابری، هامون هیرمند، دریاچهٔ سیستان و هامون یوزک (در خاک افغانستان) نامیده شده‌اند، در این نوشتار با عنوان دریاچهٔ هامون مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

بخشی از این دریاچه (هامون صابری شمالی) در خاک افغانستان واقع شده که سطحی در حدود نیمی از هامون مزبور را شامل می‌شود و بقیهٔ آن در خاک ایران قرار دارد. به اکثر نقاط این دریاچه می‌توان از شهرستان زابل و از طریق راه‌های جیپ‌رو متعدد دست یافت.

رودها و آبراهه‌های زیادی در این دریاچه‌ها و باتلاق‌های اطراف آن تخلیه می‌شوند که از آن میان، «رودخانهٔ هیرمند» بالاترین رقم بده آبی را داراست و به هامون صابری (شاخه شمالی) می‌ریزد. افزون بر این، رودهای چندی مانند فراه‌رود، رودخانهٔ شوراب، هاروت‌رود و غیره نیز به این دریاچه می‌ریزند.

دریاچه یا مجموعه دریاچه‌های هامون، در فرونشستی کم‌عمق در نزدیکی مرز ایران و افغانستان تشکیل شده‌اند که از دیدگاه زمین‌شناسی ساختمانی به‌نام «بلوک هیلمند» معروف است و حد خاوری آن در افغانستان و حد باختری آن در ایران زمین، گسلهٔ اصلی هریرود است.

پیرامون دریاچه را تپه ماهورهای کم‌ارتفاع پهنهٔ هیلمند فراگرفته‌اند که همگی آنها از نهشته‌های جوان زمان کواترنری هستند. ولی در فواصل دورتر، به‌ویژه باختر گسلهٔ هریرود، کوه‌های بلندتری وجود دارند که بعضی از آنها در حوزهٔ آبگیر این دریاچه قرار می‌گیرند. عملکرد گسلهٔ هریرود به‌طور یقین در تکوین این فرونشست (بلوک هیلمند) نقش اساسی داشته است. سطح زیرپوشش آبی هامون صابری حدود ۹۹۰ و دریاچهٔ هامون یا هامون هیرمند حدود ۵۴۰ کیلومترمربع است که با در نظر گرفتن باتلاق‌ها و کفه‌های گلی و دغ‌ها، حدود دو برابر مجموع مساحتهای فوق می‌شود.

موقعیت جغرافیایی هامون صابری و هامون هیرمند

دریاچهٔ هامون صابری (جنوبی) در فاصلهٔ حدود ۲۷ کیلومتری شمال باختری و هامون هیرمند حدود ۴۵ کیلومتری (بین دو دریاچه) جنوب باختری شهرستان زابل قرار دارند. دریاچهٔ هامون صابری حدود ۴۷۵ و هامون هیرمند ۴۷۰ متر از سطح دریاچه‌های آزاد (خلیج‌فارس) ارتفاع دارند. اطراف دریاچه‌ها را تپه‌ماهوری کم‌ارتفاع فراگرفته‌اند که بلندترین نقطهٔ آن حدود ۷۶۵ متر ارتفاع دارد. بین بلندترین و پست‌ترین نقاط در حوزهٔ هامون، حدود ۳۰۰ متر اختلاف ارتفاع وجود دارد که گویای مرفولوژی ویژهٔ آن است. گفتنی است در فواصل دورتر (باختر گسله هریرود) رشته کوه‌هایی وجود دارند که ارتفاع آنها به بیش از ۱۵۰۰ متر نیز می‌رسند، ولی تعداد کمی از آنها در محدوده حوزه آبگیر این دریاچه‌ها قرار می‌گیرند.

بیشینهٔ درازای دریاچهٔ هامون صابری (شمالی و جنوبی) حدود ۵۵ کیلومتر، میانگین پهنای آن حدود ۱۸ کیلومتر و مساحت آن حدود ۱۰۰۰ کیلومترمربع است. درازای هامون هیرمند شمالی ۱۵ کیلومتر و پهنای آن نیز ۱۵ کیلومتر، بیشینهٔ درازای هامون هیرمند جنوبی حدود ۴۲ کیلومتر با پهنای میانگین ۷/۵ کیلومتر، مجموعاً مساحتی بیش از ۱۵۰۰ کیلومترمربع را تشکیل داده‌اند. رودها و آبراهه‌های فراوانی در حوزهٔ آبگیر این دریاچه‌ها وجود دارند که بیشتر آنها فصلی هستند، ولی رودهای دائمی زیادی نیز این حوزه را تغذیه می‌کنند که در میان آنها، رود هیرمند بده آبی بیشتری نسبت به سایرین دارد. وقتی این رودها و آبراهه‌ها در فصول نسبتاً پربارش آب بیشتری وارد دریاچه‌ها می‌کنند، سطح زیرپوشش دریاچه‌ها مجموعاً به ۳۰۰۰ کیلومترمربع نیز می‌رسد.

بیشینهٔ ژرفای این دریاچه‌ها حدود ۱۱ متر است. یکی از ویژگی‌های آنها این است که در فصول خشک و در زمان بادهای ۱۲۰ روزه [Fisher, 1968] و تبخیر حاصل از آن، این دریاچه‌ها به سه دریاچهٔ مجزا تقسیم می‌شوند که از نظر مساحت، با یکدیگر کمی تفاوت دارند؛ ولی در هر حال مساحت آنها روی هم به ۱۱۶۵ کیلومترمربع می‌رسد [Krinsely, 1970]. از مساحت مزبور، حدود ۶۷۰ کیلومترمربع آن در فصول گرم سال در اثر تبخیر به‌صورت باتلاق درمی‌آید که به شکل نواری با پهناهای متفاوت، دورتادور دریاچه باقی می‌ماند و ژرفای بسیار کمی دارد. موقعیت جغرافیایی مجموعه دریاچه‌ها و باتلاق‌های مربوط به آن به‌شرح زیر است:

۱. دریاچهٔ هامون صابری

طول خاوری ۶۱° ۹'-۶۱° ۳۰'

عرض شمالی ۳۱° ۷'-۳۱° ۳۶'

۲. دریاچهٔ هامون هیرمند

طول خاوری ′۱۹، °۶۱-′۵۷، °۶۰

عرض شمالی ′۲، °۳۱-′۳۰، °۳۰

آب و هوای گرم و خشک کویری در این منطقه سبب شده است که میزان بارندگی هیچ‌گاه از حدود ۱۳۰۰ میلی‌متر تجاوز نکند. در حالی‌که کمترین میزان آن حدود ۵۰ میلی‌متر در زابل اندازه‌گیری و گزارش شده است.

گسترهٔ آبگیر

دریاچهٔ هامون (هامون صابری و هیرمند) گسترهٔ آبگیر بسیار وسیعی دارد که بخش اعظم آن در خاک افغانستان قرار دارد. گرچه سرچشمهٔ رودهای اصلی و بزرگی چون رود هیرمند که تغذیه کنندهٔ اصلی دریاچه‌های هامون است، از کوه‌های هندوکش افغانستان سرچشمه می‌گیرد، ولی بسیاری از رودها و آبراهه‌های حوزهٔ آبگیر این دریاچه‌ها، از خاک ایران، یعنی کوه‌های خاور شوسف و خونیک نیز سرچشمه می‌گیرند که از میان آنها می‌توان به رود حسین‌آباد و رود شور اشاره کرد که به ترتیب به هامونهای صابری و هیرمند می‌پیوندند. سطح کل حوزهٔ آبگیر این دریاچه‌ها بیش از ۳۵۰ هزار کیلومترمربع است که بیشتر آن در خاک افغانستان است و بنا به نوشتهٔ کرینسلی[1] (۱۹۷۰) از این مساحت فقط ۲۶ درصد آن در خاک ایران قرار می‌گیرد.

بیشتر رودهای این حوزهٔ آبگیر از کوه‌های هندوکش سرچشمه می‌گیرند که بلندترین چکاد آن ۵۳۰۰ متر بلندی دارد. رودهای عمده‌ای که به هامون صابری می‌ریزند، عبارت‌اند از: فراه‌رود، رود هاروت، رود چاه‌رستم، رود حسین‌آباد و شاخهٔ جنوبی ـ شمالی منشعب‌شده از رود هیرمند که به نام‌هایی چون رودخانهٔ رومادی و رودخانهٔ نوراب نیز خوانده می‌شوند. به این رودها مقدار زیادی آبراهه‌های فرعی نیز می‌پیوندند. به دریاچهٔ هامون هیرمند نیز رودها و آبراهه‌هایی وارد می‌شوند که مهم‌ترین آنها شاخهٔ خاوری ـ باختری رود هیرمند، رودخانهٔ شور، شاخه‌ای از رودخانهٔ حسین‌آباد، رود ترشاب و رودخانهٔ شیلا (شیل) است.

سطح هامون هیرمند و باتلاق‌های اطراف آن، حدود ۱۸۰۰ کیلومترمربع و سطح دریاچهٔ هامون صابری و باتلاقهای پیرامون آن حدود ۲۵۰۰ کیلومترمربع است که متناسب با فصول سال، سطح زیر پوشش آبی دریاچه کم و زیاد می‌شود. به این معنی که در فصول پربارش که بده آبی رودها و آبراهه‌ها زیادتر هستند، سطح بیشتری زیر پوشش آب قرار می‌گیرد و در فصول خشک سال (به‌ویژه در قسمتهای ایرانی حوزهٔ آبگیر و دشت فراه یا هیلمند) که بده آبی رودهای این قسمت بسیار کم یا قطع می‌شود، سطح آبی بسیار کم می‌شود.

ریخت‌شناسی

دریاچهٔ هامون (صابری و هیرمند) در یک فرونشست کم‌ژرفا در دشت وسیعی به‌وجود آمده که کم‌وبیش هموار است. این فرورفتگی بین گسله‌های اصلی هریرود در باختر (مرز باختری) و گسلهٔ چمن در افغانستان تشکیل شده که دانسته‌های ما در مورد بخش افغانستان این پهنه بسیار کم است.

آن‌چه براساس دانسته‌های موجود از بخش ایرانی می‌دانیم، این است که گسلهٔ هریرود که یک گسلهٔ چپگرد است، روند شمالی ـ جنوبی دارد و ادامهٔ آن از طرف شمال در ترکمنستان و به سمت جنوب از باختر دشت زابل می‌گذرد و به زاهدان می‌رسد. طول این گسل را در بخش ایرانی آن حدود ۸۲۵ کیلومتر می‌دانند [نبوی، ۱۳۵۵]. رخنمونهای سنگی سخت‌شده در بخش باختری گسله در کوه‌های نهبندان، بندان و خونیک بسیار زیاد و متنوع هستند، ولی آن‌چه که در ارتباط با رخنمونهای پیرامون دریاچه مطرح است، برونزدهای گسترده‌ای از سازندهای زمان نئوژن، به‌ویژه کواترنری است که وسعت آنها به چندین صد کیلومترمربع نیز می‌رسد.

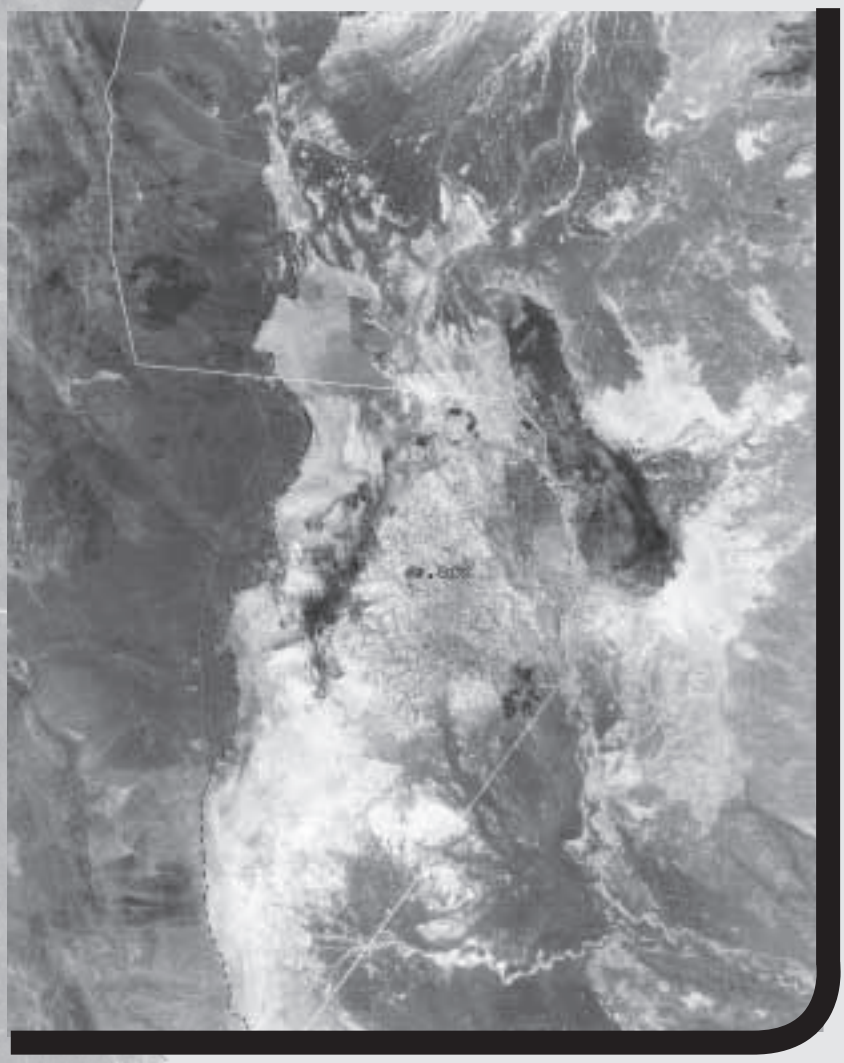
این رخنمون‌ها بیشتر نهشته‌های زمان کواترنری و به‌صورت پادگانه‌ای هستند که سخت نشده‌اند و به گونهٔ تخت و چین‌نخورده، پیرامون دریاچه و در فواصل دورتر نیز قرار گرفته‌اند. از دیدگاه ریخت‌شناسی دریاچه‌ها از سه قسمت به‌شرح زیر تشکیل شده‌اند.

- دریاچه‌های دائمی
- دریاچه‌های فصلی
- کفه‌های گلی و باتلاق‌ها

دریاچه‌های دائم بیشترین سطح را با ژرفای بیشینه‌ای حدود ۱۱ متر تشکیل داده‌اند.

دریاچه‌های فصلی به‌صورت نوار نسبتاً باریکی پیرامون دریاچه‌های دائم (به‌ویژه در هامون هیرمند) وجود دارند که متناسب با فصول سال گسترهٔ آن افزوده و کم می‌شود.

باتلاق‌ها و پهنه‌های گلی که بیشتر در حاشیهٔ خاور و جنوب خاوری دریاچه‌ها توسعه دارند، از دیدگاه ریخت‌شناسی، به استناد حاشیهٔ باریکی از سازندهایی که در خاور گسلهٔ هریرود (گسلهٔ زاهدان در نقشه‌های زمین‌شناسی) قرار دارند و از جنس سنگهای سخت شده هستند، به سمت خاور در گسترهٔ بسیار وسیعی، زیر حاکمیت ریخت‌های آرام پادگانه‌ای (آبرفتی،



دریاچه‌ای، سیلابی و غیره) قرار دارند. این یکنواختی ریخت‌ها در بعضی نقاط و به‌وسیلهٔ پشته‌های کم‌ارتفاع تلماسه‌ای که حاصل بادرفت‌ها هستند، برهم خورده و ریختارهای پشته‌ای کوتاهی را که حداکثر ۷۰-۸۰ متر بلندتر از سطح دریاچه‌ها هستند، به‌وجود آمده‌اند.

در باختر دریاچه‌ها، این یکنواختی ریختاری گاهی به‌وسیلهٔ تپه‌های کم ارتفاع جداگانه‌ای از سنگهای آتشفشانی جوان از جنس بازالت دگرریخت می‌شود که با فواصلی متغیر نسبت به دریاچه‌ها قرار دارند. یکی از این تپه‌ها در فاصلهٔ حدود ۷ تا ۸ کیلومتری باختر دریاچهٔ هامون هیرمند قرار دارد و تعدادی از آنها نیز در باختر هامون صابری واقع شده‌اند. گفتنی است که در مقیاسی بزرگتر و با توجه به این‌که عامل یا یکی از عوامل اصلی ایجاد این پهنه (هیلمند یا فراه)، گسلهٔ اصلی هریرود است، لذا با وجود دوری نسبی آن از دریاچه‌ها، باید از آن به عنوان چهرهٔ برجستهٔ مرفوتکتونیکی منطقه یاد کرد که با حرکات خود سبب فروافتادن این پهنه شده و در به‌وجود آمدن دریاچهٔ هامون نقش اصلی و اساسی داشته است.

زمین‌شناسی دریاچهٔ هامون

۱. مقدمه

دریاچه یا دریاچه‌های هامون در منتهی‌الیه مرز خاوری ایران در پهن‌دشتی به نام پهنهٔ فراه یا هیلمند قرار گرفته‌اند که پیرامون آنها، به‌ویژه به سمت خاور تا فواصل بسیار زیادی، رخنمون‌های سنگهای سخت شده وجود ندارد و رودهای اصلی تغذیه‌کنندهٔ دریاچه‌ها، یعنی رودفراه (هیرمند) و رود هاروت که از کوه‌های هندوکش سرچشمه می‌گیرند، مسافت زیادی از مسیر خود را از این پهن‌دشت می‌گذرند. بنابراین، به‌جز کوه‌های باختر گسلهٔ هریرود و حاشیهٔ باریکی در خاور (بلافصل با گسله) آن‌چه که در فاصلهٔ کمتری نسبت به کوههای هندوکش به دریاچه‌ها قرار گرفته‌اند، سنگها و سازندهای کهن‌تر از زمان نئوژن پسین (پلیوسن) پیرامون دریاچه وجود ندارد. به همین دلیل، زمین‌شناسی اطراف دریاچه‌ها ساده و محدود به چند سازند از زمان مزبور (پلیوسن) تا زمان حاضر است (نگاه کنید به نقشهٔ زمین‌شناسی) که در زیر به اختصار به شرح جزئیات آن می‌پردازیم.

۲. سازندهای زمان پلیوسن

درمحدوده‌ای که برای نقشهٔ زمین‌شناسی پیرامون دریاچه در نظر گرفته شده است، مجموعه‌ای از سازندهای زمان پلیوسن و کواترنری وجود دارد که به شرح زیرند:

- **روانه‌های بازالتی:** برونزدهای این سنگ‌ها به‌صورت رخنمون‌های مجزا از هم و بیشتر در باختر دریاچهٔ هامون صابری دیده می‌شود. یکی از این رخنمونها نیز در ۷ تا ۸ کیلومتری باختر دریاچهٔ هامون هیرمند وجود دارد. جنس این سنگ‌ها از بازالت است که ترکیب سنگ‌شناسی آن عبارت است از: کلینوپیروکسن، اولیوین و گاهی نیز نفلین آنالیسم‌های سدیک و فلدسپات‌های پتلسیک.
- **کنگلومرای پلیوسن:** رخنمون‌های این

سازند نیز بیشتر در سمت باختر دریاچهٔ هامون و در دامنهٔ کوه‌پایه‌ها دیده می‌شود. کنگلومرایی نیمه سخت و نارس می‌باشد که جورشدگی و گردشدگی قلوه‌های آن ضعیف است و به‌صورت افقی یا با شیب کم، روی نهشته‌های کهن‌تر قرار گرفته است. این کنگلومرا «چندآمیزه‌ای»[۲] و کم‌سیمانی شده است و بر روی آن به‌طور موضعی، باقی‌مانده‌هایی از سنگ‌رشته‌های به جامانده از جریان آندزیت ـ بازالتی نیز به‌صورت پوششی وجود دارد. ضخامت این کنگلومرا که به رنگ خرمایی است، حدود ۵۰ متر و در بلوک‌های کج‌شده و در مجاورت گسله‌ها به ۱۰۰ متر نیز می‌رسد. در بعضی نقاط، این واحد به‌طور تدریجی و به‌صورت بین انگشتی به لیتولوژی ماسه سنگ دانه درشت و گراولی تبدیل شده که روی نقشه‌ها با علامت Pl^{s} به نمایش درآمده است.

● **پادگانه‌های آبرفتی ـ دریاچه‌ای نئوژن ـ کواترنری:** پادگانه‌های آبرفتی ـ دریاچه‌ای زمان نئوژن ـ کواترنری پیرامون دریاچه‌های هامون بیشترین گستره را زیر پوشش دارند. این پادگانه‌ها در دو افق جداگانه قرار دارند و به‌نظر می‌رسد تشکیل آنها مربوط به زمان پلیوستوسن پیشین (Wurm) است که در حوزهٔ زابل بر جای گذاشته شده‌اند. از نظر لیتولوژی، پادگانه‌های کهن‌تر (NQ^{g}) از جنس نهشته‌های آبرفتی دانه‌ریز تا درشت و رسوبات دریاچه‌ای ریزدانه با لایه‌بندی‌های نازک هستند که گاهی به‌صورت متناوب و زمانی به‌صورت میان‌لایه‌هایی در مجاورت یکدیگر قرار دارند. این پادگانه‌ها تخت و هموارند و حتی در حد کج‌شدگی‌های موضعی نیز چین‌خوردگی ندارند.

پادگانه‌های جوان‌تر (NQ^{cs}) که در افق پایین‌تری از اولی قرار گرفته‌اند، تقریباً در تمام نقاط پیرامون دریاچه‌ها، سازند بلافصل و در تماس با آب را تشکیل داده‌اند. به‌همین دلیل در بعضی نقاط زیر پوشش آب دریاچه (در فصول پرآبی) و یا در زمانهای خشک زیر پوشش باتلاق‌ها و کفه‌های گلی قرار می‌گیرند. از نظر لیتولوژی نیز با کمی اختلاف نسبت به پادگانه‌های کهن‌تر، تقریباً شبیه آنها هستند. ضمن اینکه میزان مصالح دانه ریز، یعنی نهشته‌های دریاچه‌ای، در این پادگانه‌ها نسبت به لایه‌های آبرفتی آن بیشتر است.

● **پادگانه‌های آبرفتی کهن:** رخنمون پادگانه‌های آبرفتی کهن (Q^{t}) پیرامون دریاچه کم و به چند برونزاد در قسمت خاوری دریاچه‌ها محدود است که نسبت به پادگانه‌های قبلی، اهمیت چندانی ندارد. این پادگانه‌ها از جنس کنگلومرای نیمه‌سخت تا کم سخت شده و چند آمیزه‌ای هستند که جورشدگی و گردشدگی قلوه‌ها در آن ضعیف و در واقع نارس است. پادگانه‌های آبرفتی جوان (Q^{t2}) در دامنهٔ کوه‌پایه‌های بخش باختری دریاچه‌ها و دور از آنها قرار گرفته‌اند که معمولاً از جنس قلوه‌سنگ، ریگ، شن، ماسه، سیلت و رس هستند و در مخروط‌افکنه‌ها تشکیل شده‌اند. این نهشته‌ها سخت نشده‌اند و در ارتباط مستقیم با دریاچه‌ها نیز نیستند. گفتنی است که در بعضی گزارش‌ها، پادگانه‌های کهن (Q^{t1}) را قدیمی‌ترین پادگانه‌ها یاد کرده‌اند، ولی در این‌جا نظر به نوع پادگانه‌های موجود در محدوده، این ترتیب نسبی در نظر گرفته شده است.

● **سایر نهشته‌های زمان کواترنری:** از دیگر نهشته‌های زمان کواترنر، می‌توان رسوب‌های باتلاقی و دریاچه‌ای در حال تشکیل در دریاچه‌ها، ماسه بادی و آبرفت‌های خیلی جوان را نام برد که هر کدام برحسب موقعیت خود در بخشی از گسترهٔ پیرامون دریاچه‌ها در تماس با آن هستند و در زمین‌شناسی این منطقه سهمی دارند.

۳. ساختار تکتونیکی ناحیه و خاستگاه

همان‌گونه که گذشت، دریاچهٔ هامون (مجموعه دریاچه‌های هامون صابری، هامون یوزک و هامون هیرمند) در پهنه‌ای بسیار وسیع قرار گرفته‌اند که حوزهٔ آبگیر آن دارای وسعتی در حدود ۳۵۰ هزار کیلومترمربع است. حد باختری این حوزه که به نام حوزهٔ آبگیر سیستان معروف است، کوه‌های باختری و بلافصل گسلهٔ هریرود (گسله زاهدان) و حد خاوری آن پهن‌دشت وسیع فراه یا هیلمند است. این پهن‌دشت گسله خاست که در شکل‌گیری آن، گسله‌های «هریرود» در ایران و «چمن» در افغانستان نقش اساسی دارند، محل تشکیل دریاچه یا دریاچه‌های هامون است که در زمان پلیوستوسن گسترش بیشتری داشته است. زیرا آبهای وارده به این حوزه در آن زمان بر اثر ذوب یخچال‌های کوه‌های هندوکش به مراتب بیشتر بوده است.

گسلهٔ هریرود که اثر مهم آن در ناحیهٔ ترکمنستان و کوه‌های اورال خیلی مشخص است، سبب به‌وجود آمدن رودخانهٔ هریرود در مرز ایران و افغانستان و رودخانهٔ «تجن» در مرز ایران و ترکمنستان شده است.

گسترش جغرافیایی سنگ‌های ژوراسیک و کرتاسه ایران و افغانستان در دو طرف گسله به‌گونه‌ای است که می‌توان حرکت چپ‌گردی زمین‌های دو طرف آن‌را پذیرفت [نبوی، ۱۳۵۵].این گسله‌دارای‌روند شمالی ـ جنوبی است و ادامهٔ آن در خاک ایران (در جنوب) در طول ۸۲۵ کیلومتر دیده می‌شود که در منطقهٔ زاهدان و جنوب آن، به‌نام «گسلهٔ زاهدان» خوانده شده است. در سمت خاوری این گسله، بلوک فراه یا هیلمند (در افغانستان) قرار دارد که به‌صورت دشتی کم‌وبیش هموار می‌باشد و رخنمون‌های سنگی در آن بسیار کم است. به این دلیل نمی‌توان مقایسهٔ مناسبی در مورد سنگ‌های دو کشور و پیامدهای گسله انجام داد، ولی آشکار است که عملکرد این گسله و گسلهٔ چمن یا گسله‌های دیگر در خاک افغانستان که دانسته‌های چندانی از آنها در دست نیست، سبب به‌وجود آمدن این دشت شده و نقاط پست آن، مانند فرونشست‌های دریاچه‌های هامون، پایانه و محل تجمع آبهای کوه‌های هندوکش و رودها و آبراهه‌های سرچشمه گرفته از خاک ایران شده است.

ترکیب شیمیایی آب دریاچه‌های هامون(حوزهٔسیستان)

موقعیت جغرافیایی منطقهٔ زابل که دریاچه‌های هامون در آن قرار گرفته‌اند، به گونه‌ای است که کمتر مورد توجه بررسیهای زمین‌شناسی ویژه (مانند زمین‌شناسی دریایی یا دریاچه‌شناسی) قرار گرفته‌اند، به همین دلیل دانسته‌های پایه‌ای چندانی از آن در دست نیست. **لوفلروین**[3] (۱۹۵۰) در بررسیهای خود سه نمونه از آب دریاچه‌های هامون را تجزیه کرد که نتایج آن بدین شرح است:

۱.ساحل جنوبی

عنصر	mg/l	mval	aqu%
Cl^-	۵۲۹	۱۴.۹	۳۹.۸۷
SO_4^{--}	۴۷۵	۹.۹	۲۶.۴۶
CO_3^{--}	? ۳۷۸ (err)	۱۲.۶	۳۳.۶۷
Ca^{++}	۳۵	۱.۸	۴.۷۲
Mg^{++}	۱۳۴	۱۱.۰	۲۹.۴۱
Na^+	۵۳۴	۲۳.۲	۶۲.۱۲
K^+	۵۵	۱.۴	۳.۷۶

۲.حوضچهٔسنگی

عنصر	mg/l	mval	aqu%
Cl^-	۳۴۰	۹.۶	۴۱.۲۴
SO_4^{--}	۲۹۵	۶.۱	۲۶.۴۱
CO_3^{--}	۲۲۵	۷.۵	۳۲.۳۵
Ca^{++}	۲۴	۱.۲	۵.۹
Mg^{++}	۹۳	۷.۶	۳۲.۹۱
Na^+	۲۳۲	۱۰.۱	۴۳.۴۴
K^+	۱۶۶	۴.۳	۱۸.۳۶

۳.رود شور

عنصر	mg/l	mval	aqu%
Cl^-	۱۰۸۹۸	۳۰۷.۳	۶۱.۳
SO_4^{--}	۵۲۱۳	۱۰۸.۷	۲۱.۱
CO_3^{--}	? (err)	۸۲.۲	۱۶.۲
Ca^{++}	۶۱۶	۳۰.۸	۶.۵
Mg^{++}	۱۴۷۶	۱۲۱.۴	۲.۴
Na^+	۷۹۲۵	۳۴۴.۶	۶۹.۶
K^+	۵۷	۱.۴	۰.۲۵

پی‌نوشت

1. Krinsley
2. Polymictic
3. Loffler Wien

منابع

۱. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور. نقشه‌های زمین‌شناسی برگه‌های زابل و دریاچهٔ هامون، مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰. ۱۳٦٤.

۲. شهرابی، م (۱۳۷۳). دریاها و دریاچه‌های ایران. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور. طرح کتاب.

۳. نبوی، م ـ ح (۱۳۵۵). دیباچه‌ای بر زمین‌شناسی ایران.

4. Hernz Loffler Wien (1950). Study of Inner Lake Waters of Iran.

5. Krinsley, D. B. (1970). A Geomorphological and Paleoclim atologycal Study of the Playa of Iran. Geol. Surv. U.S. Dept. int Washington D.C. 2 Vol. P. 486.

گاز رادون و پیش‌بینی زمین‌لرزه

زهرا هادیان
کارشناس ارشد جغرافیا، دبیر ناحیه‌ی دو شهرری

مقدمه

در مواردی، قبل از وقوع زمین‌لرزه، غلظت رادون در هوا و آب‌های زیرزمینی افزایش می‌یابد. این به دلیل تجمع انرژی در سنگ‌ها، ایجاد شکستگی‌ها و در نتیجه خروج گاز رادون رخ می‌دهد [Shapiro, 1980; wakita, etal, 1985].

در بررسی ارتباط تغییرات گاز رادون با وقوع زمین‌لرزه‌ها به منظور پیش‌بینی آن‌ها، تغییرات زمانی این گاز را در ۲۵ محل در ژاپن اندازه گرفته‌اند که نمودار ۱ تغییرات آن را در سال‌های ۱۹۸۲ و ۱۹۸۳ میلادی نشان می‌دهد. تغییرات رادون علاوه بر وقوع زلزله، متأثر از شرایط جوی، جزر و مد و پمپاژ آب‌های زیرزمینی نیز بوده است.

دانشمندان «انستیتو تکنولوژی کالیفرنیا» هم میزان گاز رادون را در ۱۲ حلقه چاه در جنوب کالیفرنیا بررسی و مطالعه کرده‌اند. براساس مطالعات آن‌ها، قبل از وقوع زمین لرزه‌های ۱۵ اکتبر ۱۹۷۹ در «امپریال ولی»، اول ژانویهٔ ۱۹۷۹ میلادی در «مالیبو» و ۲۹ ژوئن ۱۹۷۹ میلادی در «بیرلیک»، غلظت رادون افزایش یافته است [Rahe, 1996].

چی‌یو کینگ و همکارانش نیز بین غلظت رادون در هوا و آب در شرایط وقوع زمین‌لرزه ارتباط‌هایی دیده‌اند.

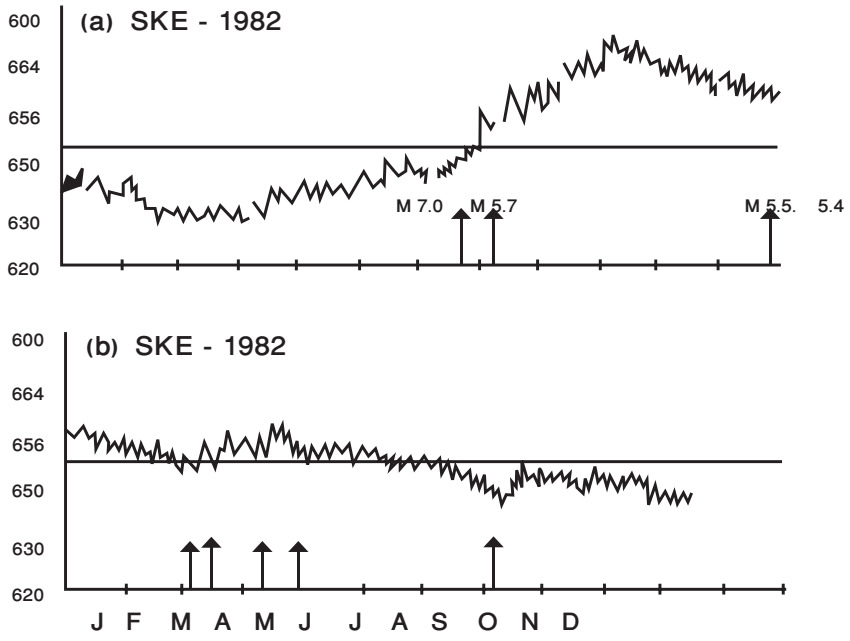
غلظت گاز رادون در خاک‌های پوشانندهٔ گسل‌ها و شکستگی‌های موجود در سنگ‌ها معمولاً بیشتر است. با توجه به این‌که گسل‌ها و شکستگی‌ها در سنگ‌های سخت غالباً محل انباشته‌شدن آب‌های زیرزمینی است، از اندازه‌گیری رادون برای اکتشاف آب‌های زیرزمینی استفاده شده است. از اندازه‌گیری غلظت گاز رادون در اکتشاف اورانیوم نیز استفاده می‌شود.

کلیدواژه‌ها: گاز رادون، اورانیوم، بی‌هنجاری‌های ژئوشیمیایی، زمین‌لرزه بم، پس‌لرزه

بررسی تغییرات زمانی غلظت گاز رادون محلول

جست‌وجو برای یافتن روش‌های قابل اطمینان پیش‌بینی کوتاه‌مدت زمین‌لرزه، از مباحث مهم زلزله‌شناسی و ژئوفیزیک است. از سال ۱۹۶۰، هم‌زمان با پیشرفت دستگاه‌های اندازه‌گیری، روش‌های ژئوشیمیایی در مقایسه با سایر روش‌های مورد استفاده در مطالعات پیش‌نشانگری، اطلاعات با ارزش و کیفیت بالایی را فراهم کردند. براساس شواهد موجود، بین فروریختن و روان‌شدن سیالات (جریان مایعات) و ارتباط آن با فرایندهای گسلش، بی‌هنجاری‌های ژئوشیمیایی ناشی از فعالیت‌های لرزه‌ای دور از انتظار نیست [Hickman, etal, 1995].

از نخستین تجربیات در ارتباط با هم‌خوانی بین بی‌هنجاری‌های گاز رادون و رخداد زمین‌لرزه، می‌توان به تغییرات غلظت گاز رادون در آب‌های



غلظت گاز رادون (شمارش در دقیقه)

نمودار ۱. تغییرات گاز رادون در منطقهٔ توکایی و شبه‌جزیره ایزو در ژاپن، طی سال‌های ۱۹۸۲ و ۱۹۸۳ (اعداد مقابل پیکان‌ها بزرگی زمین‌لرزه‌های حادث شده را نشان می‌دهند [Wakita, yonakamura & y.sano, 1985].

معدنی حوزهٔ تاشکند، قبل از زمین لرزهٔ مخرب سال ۱۹۶۶ اشاره کرد. رادون اندازه‌گیری شده در درون خاک و آب‌های زیرزمینی، تغییرات پیش‌نشانگری زیادی را در چند کیلومتری رومرکز زمین‌لرزه نشان می‌دهد [King, etal, 1993; Igarashi, etal, 1995].

افزایش تنش در زون‌های شکستگی پیش از زمین‌لرزه، تغییرات بارزی را در گرادیان‌های فشار و دما ایجاد می‌کند که نهایتاً باعث افزایش جریان سیالات و انتقال گازها از اعماق زیاد به سطح زمین می‌شوند [Fleischer, 1997].

با استفاده از تغییرات زمانی گاز رادون می‌توان به تحرکات پوستهٔ زمین طی وقوع زمین‌لرزه پی برد.

بی‌هنجاری‌های مشاهده شده در میزان غلظت گاز رادون، تنها شامل تأثیر فرایند رخداد زمین‌لرزه نیست، بلکه عوامل دیگری همانند پارامترهای جوی نیز باعث این بی‌هنجاری‌ها می‌شوند. از این‌رو، در مطالعات پیش‌نشانگری گاز رادون، همهٔ تلاش‌ها بر این استوار است که به نحوی بی‌هنجاری‌هایی که مختص زمین‌لرزه هستند، شناسایی و مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند. با ظهور تکنیک‌های جدید، به‌ویژه سیستم‌های هوشمند، همانند شبکه‌های عصبی، درک بهتری از تأثیر سایر عوامل بر تغییرات گاز رادون پدیدار شد. شبکه‌های عصبی توانایی شناسایی ارتباط مجهول خطی و یا غیرخطی بین پارامترهای جوی و میزان غلظت گاز رادون را فراهم می‌کنند. به عبارت دیگر، با کمک این شبکه، تأثیر پارامترهای جوی مؤثر بر میزان غلظت گاز رادون شناسایی می‌شود [نگارستانی، ۱۳۸۱].

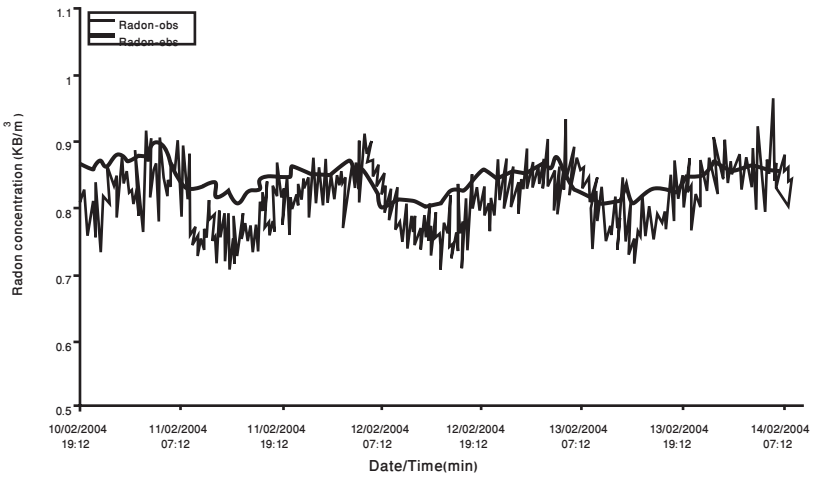
تغییرات زمانی غلظت گاز رادون و پس‌لرزه‌های زمین لرزهٔ بم

نمودار ۲ عملکرد «شبکهٔ عصبی آدالاین» را برای داده‌های رادون، اندازه‌گیری شده در بم از تاریخ ۲۰۰۴/۲/۱۰ تا ۲۰۰۴/۲/۱۴ نشان می‌دهد. خط توپر مقدار غلظت گاز رادون تخمین زده شده توسط شبکه، و خط نازک مقدار واقعی غلظت گاز رادون را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که شبکه به‌خوبی توانسته است، روند کلی تغییرات غلظت گاز رادون اندازه‌گیری شده را دنبال کند.

با توجه به بررسی‌های به عمل آمده از تغییرات غلظت گاز رادون قبل از رخداد زمین‌لرزه‌های اصلی به نظر می‌رسد الگوی

تغییرات غلظت گاز رادون هنگام رخداد پس‌لرزه‌ها، با تغییرات آن قبل از رخداد زمین‌لرزهٔ اصلی متفاوت است. دلیل این امر را می‌توان تفاوت ویژگی‌های محیط لرزه‌ای قبل و بعد از زمین‌لرزهٔ اصلی دانست. قبل از وقوع زمین‌لرزهٔ اصلی، تنش در حال تجمع در محیط لرزه‌ای است. با افزایش تنش در منطقه، ریزشکستگی‌ها در سنگ‌ها بیشتر و گسیختگی‌های جدیدی در محیط لرزه‌ای پدیدار می‌شوند. افزایش ریزشکستگی‌ها باعث افزایش خلل و فرج و خروج گازهای محبوس در داخل سنگ‌ها، از جمله گاز رادون می‌شود.

تغییرات در میزان غلظت گاز رادون معمولاً از چند روز قبل از وقوع زمین‌لرزهٔ اصلی قابل مشاهده است. لیکن پس از وقوع زمین‌لرزهٔ اصلی، محیط کاملاً گسیخته و دگرگون شده است. از این‌رو، به نظر می‌رسد که با آزاد شدن تنش باقی‌مانده در محیط و وقوع پس‌لرزه‌ها، الگوی حاکم بر تغییرات غلظت گاز رادون نیز تغییر می‌کند. در این حالت، بی‌هنجاری در میزان غلظت گاز رادون را می‌توان در اثر ترکیبی از تغییرات ناشی از زمین‌لرزهٔ اصلی و وقوع پس‌لرزه‌های زیاد با فواصل زمانی کم دانست که امکان جداسازی بی‌هنجاری‌های ناگهانی برای هر پس‌لرزه، همانند زمین‌لرزه، را فراهم نمی‌کند [نگارستانی، ۱۳۸۱].



افزایش دوران قبل از زلزله (از حدود یک هفته قبل)
نمودار ۲. تغییرات غلظت گاز رادون اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده توسط شبکهٔ آدالاین در بازه زمانی ۲۰۰۴/۲/۱۰ تا ۲۰۰۴/۲/۱۴ در بم [نگارستانی، ۱۳۸۱)
راهنما:
خط توپر مقدار غلظت گاز رادون تخمین زده شده توسط شبکه
خط نازک مقدار واقعی غلظت گاز رادون

منابع

۱. نگارستانی، ع (۱۳۸۱). تجزیه و تحلیل هوشمندانهٔ زمین‌لرزه از طریق تشخیص تغییرات انتشارات گاز رادون و عوامل محیطی تأثیرگذار (دما، فشار، بارندگی و...). پایان‌نامهٔ دکترا. دانشگاه صنعتی امیرکبیر. تهران.

Taghavinia, N., Vasaghi, M., Za- .2
mani (2004). Mid-in frared Radiation as a short-Term Earthquake precursor. P o. box 11365-1916, Tehran, iran. .2004

3. Fleischer, R. L. (1997). Radon and earthquake prediction: Radon measurements by Etched track detectors, In: Durrani, S.A., and Ilic, R., Eds., Applications in Radiation protection, Earth sciences and the environment, world scientific, singaprore, 285-299.

4. Igarashi. G and wakita. H. (1999), Ground water radon anomalies associated with earthquake. Tectonophysics volum 18., Issues 2-4, 20 August, Pages 237-254.

5. Hickman, S. Sibson, R., and Bruhn, R. (1995). Introduction to special section: mechanical involvement of fluids in faulting, J. Geophys. Res., 100, 12831-1284.

6. Wakita. H, nakamura. y and sano. y, (1985) "Ground water radon Variation reflection change in regional stress filds, in practical approaches to earthquake predication and watning" ed. By: C. Kissilinger and T. Rikitake, Reidel pub. Co, Dordrecth.

7. Igarashi, G., Seaki, s., Takahata, N., Sumikawa, K., Tasaka, S., Sasaki, M., and sano, Y. (1995). Ground water radon anomaly before the kobe earthquake in Japan, science, 269, 60-61.

8. King, C. Y., Zhang, W., and king, B. S. (1993). Radion anomalies on thtee kinds, of faults in California, pure appl. Geophys, 141, 111-124.

9. Shapiro. M. H, (1980) "Comparison of radon monitoring techniques, the effects of the moelatic strains on subsurface radon, and the development of a computer - operated radon monitoring net work for earthquake predication" U.S. Geological survey open Filed report, 80-896.

10. Rahe P. H. (1994), "Engineering Geology, An environmental approach" 2nd ed, prentice Hall, new jerky.

زمین‌لغزش ملچ‌آرام
و هشدارهای آموزشی

بهزاد سعیدی رضوی، ادارهٔ کل استاندارد و تحقیقات صنعتی خراسان رضوی
مریم عابدینی، دبیر زمین‌شناسی آموزش و پرورش تهران، منطقهٔ ۵
حمیدرضا امیری‌مقدم، دبیر آموزش و پرورش گلستان، رامیان
سولماز افسری کهنه‌شهری، دانشجوی دکترا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

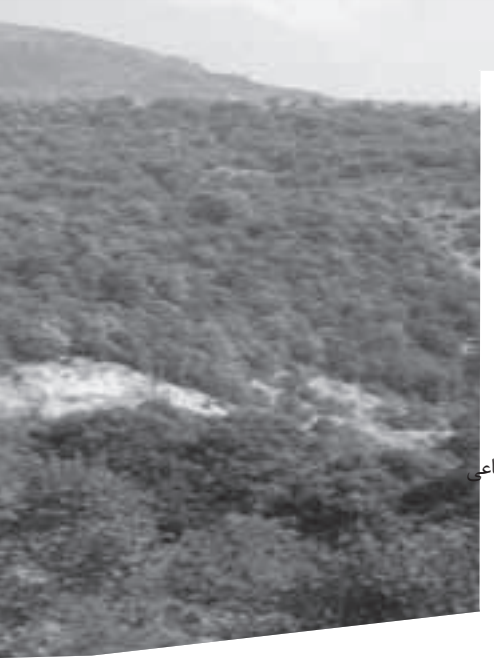
چکیده

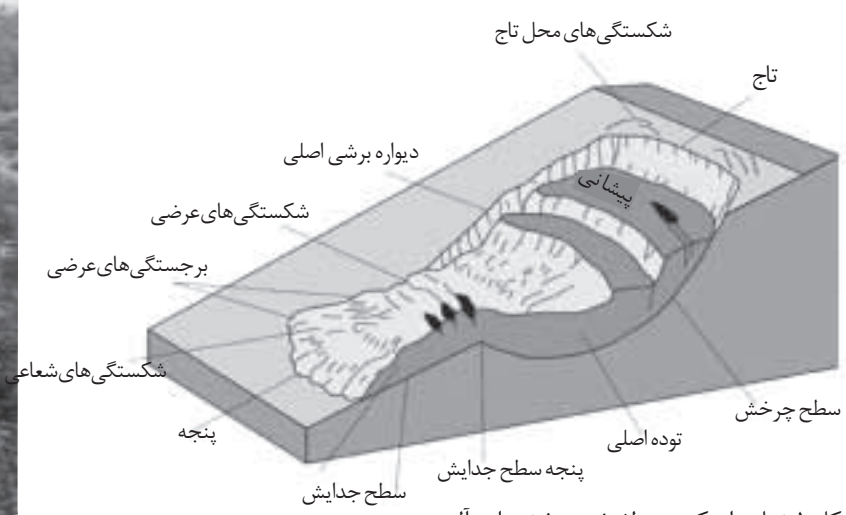
«زمین‌لغزش» یا «رانش زمین» که به حرکت توده‌ای مواد روی شیب دامنه گفته می‌شود، از جمله پدیده‌های طبیعی است که برخی از عملکردهای انسانی در کنار عوامل طبیعی باعث ایجاد و وقوع زمین‌لغزش می‌شود. نمونه‌ای از آن، زمین‌لغزشی است که در روستای «ملچ‌آرام» از توابع شهرستان رامیان رخ داد و عوامل طبیعی و ویژگی‌های جغرافیایی منطقه (بارندگی فراوان، توپوگرافی و لیتولوژی) در کنار عوامل انسانی (نظیر احداث جاده و خاک‌برداری از پاشنهٔ شیب، از بین بردن پوشش گیاهی و...) به‌وقوع زمین‌لغزشی عظیم و ایجاد خسارات مالی و جانی و تخریب جنگل منطقه انجامید. با این‌همه، زمین‌لغزش‌ها تا حدود زیادی قابل پیش‌بینی‌اند و با به‌کارگیری نرم‌افزارهای خاص و عکسهای هوایی، می‌توان مناطق با خطر بالا را شناسایی و به میزان زیادی از خسارت جانی و مالی احتمالی جلوگیری کرد. آشنایی با نشانه‌های وقوع زمین‌لغزش قریب‌الوقوع و آگاهی از راهکارهای در امان ماندن از خطرات این پدیده نیز به میزان زیادی در کاهش خسارات جانی و مالی مؤثر است.

کلیدواژه‌ها: زمین‌لغزش، بلایای طبیعی، لغزش، ریزش، جریان، روانه گلی.

مقدمه

در تعریف عمومی به حرکت مواد روی شیب، «زمین‌لغزش»[1] یا «رانش زمین» گفته می‌شود (شکل ۱). ایران به دلیل توپوگرافی عمدتاً کوهستانی و شیب‌دار، داشتن پهنه‌های گسلی فراوان و ویژگی‌های خاص جغرافیایی و آب و هوایی خود، ظرفیت بالایی برای وقوع زمین‌لغزش دارد. به‌طوری‌که هر سال گزارش‌های فراوانی از وقوع این پدیده اعلام می‌شود. آمارها نشان‌دهندهٔ خسارات جانی و مالی فراوانی هستند. خسارات ناشی از زمین‌لغزش تنها به جمعیت‌های انسانی محدود نمی‌شود و آثار جبران‌ناپذیری روی طبیعت گیاهی، جانوری و شرایط جغرافیایی می‌گذارد. از این‌رو، زمین‌لغزش یا Landslide به همراه آتشفشان، سیل، زلزله، بهمن، طوفان، سونامی و... در زمرهٔ «بلایای طبیعی»[2] قرار می‌گیرد و لذا توجه به آن و داشتن اطلاعات پایه و کارامد برای کاهش خطرات و اجتناب از پی‌آمدهای سنگین آن، لازم به‌نظر می‌رسد.





شکل ۱. نمایی از یک زمین‌لغزش چرخشی ایده‌آل
www.geology.com/usgs/Landslides

زمین‌لغزش چیست؟

زمین‌لغزش به حرکت ناگهانی یا آرام و یکنواخت تودهٔ خاک و سنگ روی شیب دامنه گفته می‌شود. این پدیدهٔ زمین‌شناسی، گسترهٔ وسیعی از حرکات، نظیر ریزش قطعات و بلوکه‌های سنگی، تخریب عمیق شیب‌ها، و جریان‌های کم‌عمق واریزه را شامل می‌شود و در نواحی خشکی دور از ساحل، مناطق ساحلی و حتی محیط‌های آبی آشفته (توربیدایت) نیز رخ می‌دهد. نیروی جاذبهٔ زمین[۳] انرژی لازم برای حرکت واریزه‌ها را به سمت پایین شیب فراهم می‌آورد. گرچه اثر نیروی جاذبه عامل محرک اولیه برای وقوع زمین‌لغزش است، اما عوامل همراه دیگری که باعث ناپایداری شیب می‌شوند نیز، در ایجاد این پدیده نقش دارند. معمولاً عوامل پیش‌شرط، باعث تقویت شرایط تخریب‌کنندهٔ شیب می‌شوند، درحالی‌که زمین‌لغزش حقیقی غالباً برای ریزش و آزادسازی به یک عامل برانگیزنده نیاز دارد.

آب به‌عنوان یکی از نیروهای اثرگذار بر این پدیده، به نیروی ثقل کمک و کار آن را آسان می‌کند. فضای خالی بین ذرات رسوبات نرم معمولاً از هوا و آب پر شده است. وجود آب بین‌دانه‌ای و نیروی کشش سطحی باعث انسجام خاک می‌شود. اما زمانی که تمام این فضاها از آب پر شود، کشش سطحی از بین می‌رود و تودهٔ خاک مستعد حرکت به پایین شیب می‌شود. از طرف دیگر، حضور آب باعث افزایش وزن خاک موجود روی شیب نیز می‌شود که باز هم به عملکرد نیروی جاذبه کمک می‌کند. اشباع شدن خاک و پر شدن تمامی فضاهای خالی و خلل و فرج‌ها، درون تودهٔ خاک یا سنگ فشار به‌وجود می‌آورد که این فشار سبب دور شدن دانه‌های مجزا و یا حتی واحدهای بزرگ سنگی از یکدیگر می‌شود. درنتیجه، اصطکاک داخلی یا مقاومت مواد در برابر حرکت کاهش می‌یابد و باز هم تودهٔ خاک مستعد حرکت می‌شود.

عامل دیگری که در زمان وقوع می‌تواند اثرگذار باشد، هوای محبوس زیر تودهٔ واریزه است. معمولاً این هوا زیر توده‌ای که در حال حرکت به سمت پایین شیب است، به دام می‌افتد و مانند یک بالش هوا، از اصطکاک سطحی بین واریزه‌ها و زمین می‌کاهد و باعث حرکت سریع تودهٔ مواد می‌شود. بنابراین آشکار است که هر عاملی که بتواند مقاومت درونی مواد را در برابر حرکت از بین ببرد، به حرکت توده‌ای مواد روی دامنه کمک می‌کند.

عوامل ایجاد زمین‌لغزش

زمین‌لغزش هنگامی رخ می‌دهد که شرایط پایایی شیب از حالت پایدار به ناپایدار تغییر می‌یابد. تغییرات پایداری توسط عوامل زیادی که به تنهایی یا با هم عمل می‌کنند، به‌وجود می‌آیند. دلایل طبیعی ایجادکنندهٔ زمین‌لغزش عبارت‌اند از:

- بالا آمدن آب‌های زیرزمینی (نیروی آب) به‌عنوان عامل فشار برای ناپایدار کردن شیب.
- کمبود یا فقدان ساختار و شبکه‌بندی عمودی گیاهی، مواد غذایی خاک، و ساختار خاک.
- فرسایش پاشنهٔ شیب توسط رودخانه یا امواج اقیانوسی.
- تضعیف شیب از طریق ذوب برف، ذوب یخچال‌ها یا باران‌های شدید.
- زمین‌لرزه‌هایی که بار اضافه به شیب وارد می‌کنند.
- زمین‌لرزه‌های میعانی ناپایدارکنندهٔ شیب‌ها.
- فوران‌های آتشفشانی.

زمین‌لغزش‌ها با فعالیت‌های انسانی نیز تشدید می‌شوند. عوامل انسانی شامل قطع درختان جنگلی، فعالیت‌های کشاورزی و

فعالیت‌های معدنی، شیب‌های ضعیف و شکننده را ناپایدار می‌کنند. بعضی عوامل سبب این ناپایداری عبارت‌اند از:

- لرزش‌های ناشی از عملکرد ماشین‌آلات یا رفت‌وآمد وسایل‌نقلیه.
- انفجارها و ایجاد لرزش‌های مصنوعی.
- خاک‌برداری‌هایی که شکل شیب را تغییر می‌دهند یا آن‌هایی که بار جدیدی به شیب موجود وارد می‌سازند و یا در فعالیت‌های معدنی و جاده‌سازی‌های غیر اصولی، بی‌توجهی به نوع سنگ‌شناسی و وضعیت لایه‌بندی نسبت شیب توپوگرافی.
- حذف پوشش گیاهی با ریشهٔ عمیق که در خاک‌های کم‌عمق، خرده‌سنگ‌های رویی را به سنگ مادر متصل نگه می‌دارد.
- ساخت و سازها، فعالیت‌های کشاورزی و یا جنگل‌داری (قطع درختان) که مقدار آب نفوذی خاک را تغییر می‌دهد.
- ساخت سد در حاشیه‌های ناپایدار.

انواع زمین‌لغزش

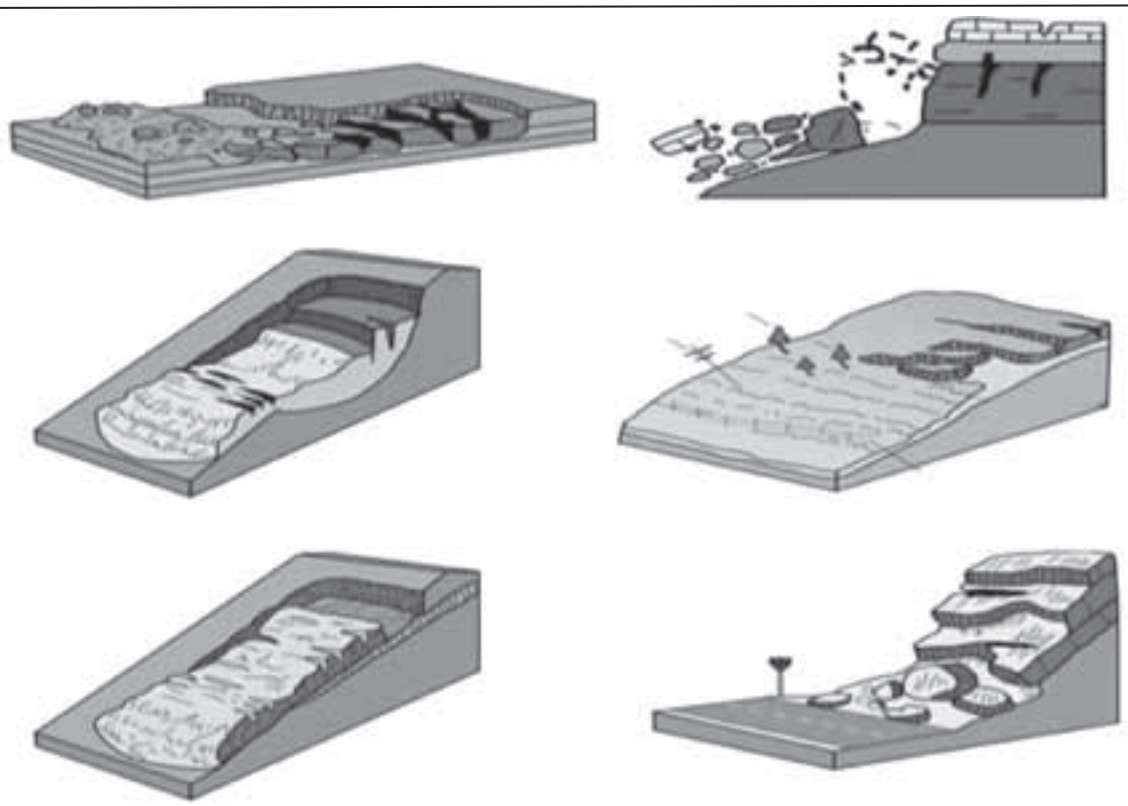
برای توضیح دلایل و اثرات متفاوت در تخریب شیب، زمین‌شناسان زمین‌لغزش‌ها را با توجه به نوع حرکت و اندازهٔ مواد متشکله به این شرح تقسیم‌بندی می‌کنند:

www.idahogeology.org/Draw one pag.asp? Dag iD =۸۳

- **لغزش**[۴]: عبارت از حرکت بلوکه‌هایی از مواد روی صفحهٔ برشی است که به «لغزش چرخشی»[۵] که در امتداد یک سطح مقعر حرکت می‌کند و «لغزش انتقالی»[۶] که حرکت به موازات سطح زمین انجام می‌گیرد، تقسیم می‌شود.
- **ریزش**[۷]: عبارت است از رها شدن ناگهانی سنگ‌ها یا خاک‌ها که آزادانه در هوا و با سطح تماس کمی با سطوح دیگر، به زمین برخورد می‌کنند. «برگشتی»[۸] مشابه ریزش است با این تفاوت که حرکت اولیه شامل یک چرخش رو به جلوی تودهٔ مواد است.
- **جریان**[۹]: عبارت است از حرکت تودهٔ مواد به‌صورت سیال غلیظ به سمت پایین دامنه. مواد دامنه که از آب اشباع شده‌اند، به‌صورت «جریان واریزه»[۱۰] یا «جریان گل»[۱۱] به حرکت درمی‌آیند. نتیجهٔ اشباع شدن سنگ و خاک از آب می‌تواند از جا کندن درختان، تخریب خانه‌ها و ماشین‌ها، مسدود شدن پل‌ها و نتیجهٔ آن طغیان و سیل در طول مسیر عبور آن باشد.
- **جریان واریزه**: اما فرایند تشکیل آن کاملاً متفاوت است. جریان‌های گل- واریزه در مناطق دارای ارتفاع زیاد، تخریب‌های شدیدی در ساختمان‌ها و حتی زیر بنایشان ایجاد می‌کنند و زندگی انسان‌ها را غالباً به خطر می‌اندازند. آغاز یک جریان گل- واریزه ممکن است درنتیجهٔ عوامل وابسته به شیب باشد که عموماً وقتی با عمق کم رخ می‌دهد، می‌تواند بستر یک رود را مسدود کند. زمانی که عمل آبگیری توده قطع شود، «اثر دومینو» به‌وجود می‌آید که در آن، رشد چشم‌گیری در حجم و مقدار تودهٔ جریان یافته به‌وجود می‌آید و ممکن است واریزه‌ها از کانال مسیر رود بالا بزنند. چگالی مخلوط جامد- مایع می‌تواند به بیش از ۲ تن در متر مکعب و سرعت حرکت مخلوط به بالاتر از ۱۴ متر در ثانیه برسد. معمولاً نتیجهٔ چنین فرایندهایی نه‌تنها تجمع واریزه‌ها (از چندین متر مکعب تا صدها متر مکعب) روی جاده و انسداد آن است، بلکه در برخی موارد جاده، پل یا خط آهن که روی این کانال رودخانه قرار دارد را کاملاً از بین می‌برد و حذف می‌کند.

الف. لغزش تودهٔ بزرگی از مواد روی جاده

ب. جدایش جانبی که با گسستگی در جاده قابل مشاهده است



شکل ۲. نقشه‌های پیش‌بینی زمین‌لغزش
(www.idahogeology.org/Drawonepag.asp)

پ. جریان واریزه در جنگل

ت. جریان واریزه درنتیجهٔ وقوع سیل

● **روانهٔ گلی**[۱۲]: نوع نسبتاً سریعی از حرکت ثقلی مواد و عبارت از جریانی از خرده‌سنگ‌ها و گل همراه با مقدار زیادی آب است. روانه‌های گلی، خاص نواحی کوهستانی نیمه‌خشک هستند و به دلیل دارا بودن آب زیاد و ذرات ریز فراوان، در امتداد شیارها و دره‌ها جریان می‌یابند. اما عمدتاً سنگین و شدید هستند. به هنگام رگبارهای شدید و ذوب سریع برف‌های کوهستانی، سیلاب‌های ناگهانی ایجاد می‌شوند و چون پوشش گیاهی برای نگه‌داری مواد سطحی کم است، مقدار زیادی خاک و رگولیت شسته و به داخل کانال‌های رودخانه‌ای وارد می‌شود این امر جریان زبانه‌ای ایجاد می‌کند. روانه‌های گلی پر حجم و شدید قادرند سنگ‌ها، درختان و حتی خانه‌ها را به آسانی جابه‌جا کنند. روانه‌های گلی هم‌چنین روی دامنه‌های برخی از آتشفشان‌ها فراوان‌اند که در این صورت به آن‌ها «لاهار»[۱۳] می‌گویند. لاهار هنگامی حاصل می‌شود که لایه‌های بسیار ناپایدار خاکستر و قطعات ریز سنگ‌ها(ی آتشفشانی) از آب اشباع شوند و به سمت پایین دامنهٔ آتشفشان حرکت کنند.

ث. جریان گل و ترک‌های گلی ایجاد شده پس از خشک شدن

چ. جریان گل و خودروهای به‌دام افتاده در آن

● **روانه‌های خاکی**[۱۴]: برخلاف روانه‌های گلی، روانه‌های خاکی در نواحی مرطوب متداول‌اند. وقتی آب رگولیت‌های غنی از رس دامنه‌های پرشیب را اشباع می‌کند، مواد موجود در دامنه‌ها شروع به حرکت می‌کنند و پس از طی مسافتی کوتاه، آثار و زخم‌هایی روی دامنه از خود به‌جای می‌گذارند. برحسب میزان شیب دامنه و یکنواختی ترکیب مواد، سرعت روانه‌های خاکی از چند میلی‌متر در ساعت تا چندین متر در دقیقه متغیر است. چون روانه‌های خاکی کاملاً غلیظ هستند، لذا نسبت به روانه‌های گلی حرکت کندتری دارند.

● **خزش**[۱۵]: حرکت تقریباً غیرقابل مشاهدهٔ مواد به سمت پایین شیب است. «جدایش‌های جانبی»[۱۶] هنگامی رخ می‌دهند که آبگونه شدن مواد سطحی باعث شود که سنگ‌های سطحی یا خاک‌ها به سمت قسمت کم‌شیب حرکت کنند.

چ.خزش در دامنهٔ تپه

ح. خمیدگی تنهٔ درختان درنتیجهٔ خزش

نقشه‌های پیش‌بینی زمین‌لغزش

آنالیز خطر زمین‌لغزش و نقشه‌برداری، می‌تواند اطلاعات مفیدی برای کاهش تلفات فاجعه‌آمیز فراهم آورد و نیز راهنمایی برای یافتن زمین‌های پایدار مورد استفاده در برنامه‌ریزی‌ها و طراحی‌ها باشد. آنالیزها را برای شناسایی عوامل اثرگذار بر زمین‌لغزش، تخمین میزان ارتباط عوامل تخریب شیب، ایجاد ارتباط بین عوامل مذکور و زمین‌لغزش، و پیش‌بینی خطر زمین‌لغزش در آینده براساس این ارتباط، به‌کار می‌گیرند. عواملی را که برای آنالیز خطر زمین‌لغزش مورد استفاده قرار می‌گیرند می‌توان در گروه‌های ژئومورفولوژی، زمین‌شناسی و هیدرولوژی دسته‌بندی کرد. از آن جا که عوامل زیادی برای نقشه‌برداری خطر زمین‌لغزش در نظر گرفته می‌شوند، نرم‌افزار GIS ابزار مناسبی برای این کار است؛ چرا که توانایی دریافت، ذخیره‌سازی، تغییر، نمایش و آنالیز حجم بالایی از داده‌های فاصله‌ای را دارد.

تکنیک‌های سنجش از دور نیز برای ارزیابی خطر زمین‌لغزش و آنالیز شان بسیار کاربردی‌اند. عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای قبل و بعد از زمین‌لغزش، برای مشخص کردن ویژگی‌ها و اختصاصات یک زمین‌لغزش نظیر گستردگی و نوع آن و تعیین عواملی مثل شیب و لیتولوژی که به پیش‌بینی رویدادهای بعدی کمک می‌کنند، مورد استفاده قرار می‌گیرند. عکس‌های هوایی قبل و بعد از زمین‌لغزش، هم‌چنین به تشخیص این‌که یک زمین‌لغزش بعد از وقوع چگونه

تغییر می‌یابد و چه عواملی آن را به‌راه انداخته است، کمک می‌کنند. به‌علاوه فرایند بازیابی و بهبود منطقه را نیز نشان می‌دهند.

به کمک عکس‌های ماهواره‌ای، نرم‌افزار GIS و مطالعات روی زمین، می‌توان نقشه‌هایی تهیه کرد که وقوع یک زمین‌لغزش را در آینده نشان دهند. چنین نقشه‌هایی باید موقعیت رویدادهای قبلی را هم به‌خوبی موقعیت رویدادهای احتمالی آینده نشان دهند. درحقیقت، برای پیش‌بینی زمین‌لغزش‌ها مهم‌ترین فرض این است که وقوع آن‌ها با عوامل مشخص زمین‌شناسی تعیین می‌شود و زمین‌لغزش‌هایی که در آینده رخ می‌دهند، تحت همان شرایط که زمین‌لغزش‌های گذشته اتفاق افتاده‌اند، رخ خواهند داد. بنابراین لازم است که بین شرایط ژئومورفولوژیکی که زمین‌لغزش قبلاً در آن رخ داده است و شرایط پیش‌بینی‌شده برای آینده ارتباطی برقرار شود (شکل۲).

بلایای طبیعی نمونهٔ غم‌انگیزی از تعامل زندگی انسان‌ها با محیط است. پیش‌گویی‌های اولیه و اعلام خطر کردن برای کاهش خرابی‌های احتمالی و خسارات جانی، ضروری و لازم است. از آن‌جا که زمین‌لغزش به‌طور فراوان رخ می‌دهد و یکی از مخرب‌ترین نیروهای روی زمین است، بنابراین داشتن درک درستی از چگونگی وقوع آن و این‌که چه‌طور می‌توان مانع از رخ‌دادن آن شد و از اثرات ناشی از آن اجتناب کرد، بسیار اهمیت دارد. مدیریت و توسعهٔ زمین‌های پایدار کلیدی ضروری برای کاهش اثرات منفی ایجاد شده توسط زمین‌لغزش است.

زمین‌لغزه‌های ماقبل تاریخ

زمین‌لغزش‌ها از گذشته و در دوران‌های متفاوت زمین‌شناسی تاکنون وجود داشته‌اند که می‌توان شواهد و آثار آن‌ها را روی زمین شناسایی کرد. زمین‌لغزشی که کوه‌های «هارت»[۱۷] را به موقعیت کنونی‌شان حرکت داد، بزرگ‌ترین زمین‌لغزشی است که تاکنون روی زمین کشف شده است. از ۴۸ میلیون سال پیش به بعد که این زمین‌لغزش رخ داد، فرسایش بیشتر قسمت‌های آن را از بین برده است. نمونهٔ دیگر آن زمین‌لغزش «فلمز»[۱۸] با وسعت ۱۳ هزار کیلومتر مربع در سوئیس است که حدود ۱۰ هزار سال پیش و در دورهٔ پس از یخچالی پلیستوسن- هولوسن رخ داده است. این زمین‌لغزش دورترین زمین‌لغزشی است که تاکنون از کوه‌های آلپ گزارش شده است. زمین‌لغزشی در حدود ۲۰۰ سال قبل از میلاد مسیح که دریاچهٔ «وایکارموآنا»[۱۹] را در ایسلند شمالی به‌وجود آورد نیز باعث ریزش

شکل ۳. تصویر فعالیت زمین‌لغزش و تخریب پوشش جنگلی در ملچ آرام
(تصویر الف) نمای دور و (تصویر ب) نمای نزدیک از تخریب جنگل

الف

ب

جدول ۱. نقش گیاهان و پوشش گیاهی در زمین‌لغزش (A ناپایدارکننده و B پایدارکننده)

نقش	عمل روی خاک	عامل	تأثیر
B	افزایش مقاومتی	ریشهٔ گیاهان	مکانیکی
B	مهارسازی خاک		
B	کاهش قابلیت فرسایش		
A-B	ممکن است اثر منفی یا مثبت داشته باشد	وزن گیاهان	
A	وارد کردن نیروی دینامیکی به شیب توسط اثر برگ گیاهان	باد	
A A	افزایش نفوذپذیری افزایش زبری خاک جذب رطوبت و ایجاد ترک کششی	ریشهٔ گیاهان	هیدرولوژیکی
B B	کاهش فشار آب منفذی در اثر جذب رطوبت خاک کاهش میزان نفوذ آب توسط جذب نزولات جوی	شاخه و برگ گیاهان	

بلوکه‌های بزرگ سنگ و مسدود شدن رودخانهٔ وایکارموآنا شد و یک مخزن طبیعی با عمق ۲۸۴ متر ایجاد کرد www.en.wikipedia.org/wiki/landslide.

بررسی یک زمین‌لغزش در ایران

همان‌طور که گفته شد، ایران به‌دلیل شرایط جغرافیایی و آب و هوایی خاص و داشتن کوهستان‌های فراوان، مستعد وقوع زمین‌لغزش است و سالانه گزارش‌های فراوانی از این بلای طبیعی اعلام می‌شود که در آن‌ها حتی خبر از ناپدید شدن یک روستا با تمام سکنه به‌چشم می‌خورد. نمونه‌ای از این‌گونه زمین‌لغزش‌های مخرب که با خسارات جانی و مالی فراوان همراه بوده، زمین‌لغزش سال ۱۳۷۱ در روستای «ملج آرام» از توابع شهرستان رامیان در استان گلستان است. روستای ملج آرام در عرض جغرافیایی ۵۱´ و ۳۶° عرض شمالی و طول ۱۵´ و ۵۵° طول شرقی، در ۷۵ کیلومتری شمال شرق شاهرود واقع است. تنها دسترسی به آن از طریق جاده‌ای فرعی است که از ۵۵ کیلومتری محور شاهرود- آزادشهر جدا می‌شود. هم‌چنین، به‌وسیلهٔ جادهٔ آسفالته‌ای به‌طول ۳۵ کیلومتر، با شهر رامیان در استان گلستان ارتباط دارد.

این زمین‌لغزش با طول ۶۳۰ و عرض ۲۰۰ متر، در اولین فعالیت خود سبب از بین رفتن ۳۰ خانه به‌همراه ساکنانش شد. به‌علاوه حدود ۱۵۰۰ اصله درخت جنگلی را نابود کرد و خساراتی به جاده رساند. ۱۵ سال بعد در سال ۱۳۸۶ نیز دوباره فعال شد و این‌بار تنها پوشش جنگلی منطقه را تخریب کرد. بررسی‌های زمین‌شناسی و مطالعات ژئوتکنیک انجام گرفته در منطقه مشخص کرده است که این زمین‌لغزش هنوز حرکت نهایی خود را انجام نداده است و احتمال وقوع زمین‌لغزش با شدت بیشتر وجود دارد. این امر بررسی و مطالعهٔ دقیق منطقه را برای تعیین عوامل ایجادکننده به‌منظور جلوگیری از خسارات احتمالی آینده ضروری می‌سازد.

دلایل وقوع این لغزش را در این منطقه می‌توان به دو عامل مستعدکننده و تحریک‌کننده تقسیم کرد:

۱. عوامل مستعدکننده

- **خصوصیات چینه‌شناسی**: وجود شیل در منطقه و قدرت جذب بسیار بالا زمین‌لغزشی که کوه‌های «هارت» را به موقعیت کنونی‌شان حرکت داد، و هم‌چنین، نفوذناپذیری آن، سبب سنگین شدن خاک منطقه شده و امکان وقوع لغزش را افزایش داده است.
- **خصوصیات ساختاری**: در این منطقه شیب لایه‌بندی و شیب توپوگرافی هم‌جهت هستند و شیب توپوگرافی از شیب لایه‌بندی کمتر است. هم‌چنین، جهت شیب یکی از دسته درزه‌ها با جهت شیب لایه‌بندی تقریباً در یک جهت قرار دارد که خود به‌صورت مضاعف شرایط وقوع زمین‌لغزش را فراهم می‌آورد.
- **وجود ذغال‌سنگ**: به دلیل این‌که منطقه حاوی ذغال‌سنگ

است، عملاً هیدروکربورهای موجود باعث لغزنده‌شدن سطوح می‌شوند.

۲. عوامل تحریک‌کننده

● فعالیت‌های انسانی

✓ **احداث جادهٔ معدن**: در اثر احداث معدن برای شیب‌های قسمت بالادست جاده، باربرداری پاشنه و برای شیب‌های پایین‌دست جاده، بارگذاری روی شیب انجام گرفته که هر دو مورد باعث تحریک زمین‌لغزه شده است.

✓ **از بین بردن پوشش گیاهی**: اثر گیاهان بر پایداری شیب‌ها را به دو گروه اثر مکانیکی و هیدرولوژیکی می‌توان تقسیم کرد و به‌صورت جدول ۱ نمایش داد. ریشهٔ درختان در منطقهٔ مورد مطالعه در پهنه هوازده نفوذ کرده و روی سنگ پی بخش شده است. گسترش ریشه‌ها به‌طور متوسط حدود شش متر است. با توجه به فاصلهٔ متوسط درختان از یکدیگر (حدود ۶/۶ متر) می‌توان گفت که ریشهٔ درختان مجاور در یکدیگر نفوذ کرده و خاک سطحی منطقه را به‌طور یکپارچه مسلح کرده است. این مورد فقط برای لغزش‌های سطحی مؤثر است و در لغزش‌هایی که عمق آن‌ها بیشتر از عمق نفوذ ریشه است، تأثیری ندارد. در چنین مواردی، مسئلهٔ وزن گیاه پیش می‌آید که در شیب‌های کم، نقش تثبیت‌کننده و در شیب‌های زیاد، نقش تحریک‌کننده دارند. از بین بردن پوشش گیاهی منطقه توسط انسان‌ها باعث از بین رفتن نقش پایدارکنندهٔ گیاهان شده است.

● **بارش شدید باران**: طبق آمار «ایستگاه باران‌سنجی قره‌چای» رامیان، طی اسفند ۱۳۷۰ و فروردین ۱۳۷۱، مقدار ریزش باران به ۳۳۶ میلی‌متر رسید و تنها طی سه روز قبل از لغزش، بارندگی ۶۴ میلی‌متر بود. این امر سبب سنگین شدن خاک در اثر جذب آب باران شد. هم‌چنین، بارش افزایش فشار آب منفذی شده و کاهش چسبندگی در خاک را درپی داشت.

● **عدم زه‌کشی مناسب آب‌های سطحی**: آب‌های سطحی منطقه و آب خروجی از چشمهٔ بالادست ($Q=36m^3/day$)، به علت نبود زهکشی مناسب وارد ترک‌های کششی بالادست زمین‌لغزه می‌شوند و فشار جانبی خاک را افزایش می‌دهند.

سازوکار زمین‌لغزش ملچ آرام: زمین‌لغزش مورد بحث دارای سازوکار چرخشی- انتقالی است که طی مراحل متفاوت شکل گرفته است. با توجه به «ضریب اطمینان»های به‌دست آمده روی توپوگرافی قبل از لغزش و این‌که ضریب اطمینان زمین‌لغزهٔ بزرگ‌تر، کمتر از زمین‌لغزه‌های کوچک‌تر است، نتیجه می‌شود که زمین‌لغزه از نوع پیش‌رونده است.

وضعیت کنونی لغزش: اکنون پس از گذشت ۱۸ سال از لغزش و متروک‌شدن روستای ملچ آرام، لغزشی در این جا اتفاق نیفتاده، ولی در بالادست این محل، مشرف به جادهٔ منتهی به معدن ملچ آرام، لغزش بزرگی اتفاق افتاده است که دست‌کمی از لغزش ۱۳۷۱ ندارد. البته خوش‌بختانه تلفات و خساراتی بجز از بین رفتن جنگل و جاده نداشته است. در بررسی این لغزش نیز از احداث جاده، فعالیت معدنکاری و نفوذ ذهاب معدن به‌عنوان عوامل تحریک‌کننده یاد شده است.

همان‌طور که بیان شد، زمین‌لغزش حرکت نهایی خود را انجام نداده است و امکان تسریع فعالیت آن وجود دارد. برخی از عواملی که احتمالاً در تشدید فعالیت لغزش می‌توانند مؤثر باشند عبارت‌اند از:

- آب‌های حاصل از بارندگی و آب‌های مربوط به چشمهٔ بالادست؛
- از بین رفتن پوشش گیاهی؛
- فعالیت لرزه‌ای گسله‌های اطراف زمین‌لغزه و لرزه‌های حاصل از انفجارات در معادن ذغال‌سنگ.

راه‌های پیشنهادی برای پایدارسازی

- دور کردن آب‌های جاری و نزولات جوی از تودهٔ لغزش با ایجاد زهکشی در جهت شیب توپوگرافی؛
- منحرف کردن آب‌های خروجی از دهانهٔ چشمه‌های منطقه؛
- کاهش شیب توده با خاک‌برداری از خط‌الرأس توده؛
- کاشتن گیاهان دارای ریشهٔ زیاد، گسترده و عمیق برای ممانعت از ایجاد لغزش‌های سطحی.

هشدارهای آموزشی

۱. قبل از زمین‌لغزش

الف) بهتر است که قبل از وقوع، از خود در برابر اثرات آن حفاظت کنیم. توجه به این نکات قبل از حادثه می‌تواند خسارات و تلفات را به میزان چشم‌گیری کاهش دهد:

● از ساخت‌وساز در شیب‌های تند، نزدیک لبهٔ کوه‌ها، نزدیک به آبراهه‌های زهکشی شده یا دره‌های طبیعی فرسایش یافته اجتناب کنید

● یک براورد زمین‌شناسی از میزان خطر انجام دهید و اگر در خطر یک زمین‌لغزش قرار دارید، با نمایندگی بیمه تماس بگیرید (تا حد

امکان دارایی‌های خود را بیمه کنید).

● با مقامات محلی، بخش مطالعات زمین‌شناسی کشور یا سازمان منابع طبیعی و یا دانشکده‌های زمین‌شناسی در تماس باشید. رانش زمین در مکان‌هایی رخ می‌دهند که قبلاً هم روی داده‌اند. بنابراین مکان‌های خطرناک قابل شناسایی هستند. اطلاعاتی در مورد رانش زمین در منطقهٔ خود و مناطق آسیب‌پذیر از رانش زمین به‌دست آورید.

● خطراتی را که ساختمان‌ها توسط آن‌ها تهدید می‌شوند، کاهش دهید:

❍ از لوله‌های انعطاف‌پذیر برای لوله‌کشی استفاده کنید تا در زمین‌لغزش از نشت گاز و آب جلوگیری شود. چرا که لوله‌های انعطاف‌پذیر، در برابر شکستگی‌ها مقاوم‌ترند.

❍ زمین شیب‌دار را با پوشش گیاهی بپوشانید و دیوارهای نگه‌دارنده بسازید.

❍ در مناطق دارای جریان گل، کانال‌ها یا دیواره‌های منتقل‌کننده احداث کنید و جریان را از ساختمان‌ها دور سازید. به‌خاطر داشته باشید، اگر دیوار یا کانالی برای تغییر مسیر جریان ساخته‌اید که به دارایی‌های همسایه‌تان می‌رسد، هرگونه خسارت ایجاد شده در آن متوجه شما خواهد بود.

ب) نشانه‌های خطر زمین‌لغزش را بشناسید:

● تغییراتی در نما و چشم‌اندازها به‌وجود می‌آید. برای مثال، مسیر زهکشی آب‌های ناشی از بارندگی تغییر می‌یابد. یا در اثر حرکات زمین‌لغزش‌های کوچک، جریان‌ها و کج‌شدگی فزایندهٔ درخت‌ها رخ می‌دهد.

● درها و پنجره‌ها سفت می‌شوند یا گیر می‌کنند.

● ترک‌های جدیدی در گچکاری‌ها، کاشی‌ها، آجرها یا شالوده و فونداسیون بنا به‌وجود می‌آید.

● دیواره‌های خارجی پیاده‌روها یا پله‌ها شروع به فاصله‌گرفتن از ساختمان می‌کنند.

● گسترش آرام و پهن شدن ترک‌ها روی زمین یا روی سنگ‌فرش‌های خیابان یا مسیرهای رانندگی دیده می‌شود.

● برجستگی‌ها و بالاآمدگی‌هایی در قاعدهٔ شیب نمایان می‌شوند.

● آب سطح زمین را در مکان‌های جدیدی می‌شکافد.

● حصارها، دیوارهای نگه‌دارنده، تیرهای چراغ‌برق یا درختان کج می‌شوند یا حرکت می‌کنند.

● صداهای خفیف از حرکت جسمی سنگین، در زمان نزدیک‌شدن وقوع زمین‌لغزش افزایش می‌یابند.

● زمین در یک جهت به سمت پایین شیب‌دار می‌شود و ممکن است زیر پای شما شروع به جدایش و حرکت کند.

● صداهای غیرمعمول نظیر شکستن درخت و یا افتادن تخته‌سنگ‌ها که با هم برخورد می‌کنند، می‌تواند شاخصی از حرکت واریزه‌ها باشد.

● سنگ‌فرش‌های فروریخته، گل، ریزش سنگ‌ها و دیگر مشخصه‌های یک جریان واریزه می‌تواند در حین رانندگی شما روی جاده یا خیابان دیده شود (مخصوصاً، خاکریزهای در امتداد طول جاده آمادهٔ ریزش و زمین‌لغزش‌اند).

۲. در حین زمین‌لغزش

هنگامی که زمین‌لغزش یا جریان واریزه در حال وقوع است، چه باید کرد؟

● گوش به زنگ و بیدار باشید. بیشترین تلفات جریان واریزه زمانی است که مردم در خواب هستند. به اخبار رادیو و تلویزیون یا اخبار محلی که دربارهٔ بارش‌های شدید هشدار می‌دهند، گوش دهید. از زمان بارش‌های شدید کوتاه، مخصوصاً بعد از یک دورهٔ بارش طولانی و هوای مرطوب، آگاه باشید؛ چرا که این بارش‌های ناگهانی شدیداً خطرناک‌اند.

● اگر شما در منطقهٔ مستعد زمین‌لغزش یا جریان واریزه هستید و ترک کردن محل برایتان امن‌تر است، حتماً این کار را انجام دهید. به خاطر داشته باشید که رانندگی در طوفان شدید و بارندگی به شدت خطرناک است. اگر در خانه ماندید، به طبقهٔ دوم بروید. دور ماندن از مسیر حرکت رانش زمین یا جریان واریزه امن‌تر است.

● به هرگونه صدای غیرعادی که نشان‌دهندهٔ شکستن درختان یا برخورد قلوه‌سنگ‌ها به هم باشد، توجه داشته باشید. یک چکه! از گِل‌های جریان یافته یا واریزه‌های ریزش‌کننده، ممکن است از یک رانش زمین بزرگ‌تر باشد. واریزه‌های متحرک ممکن است به سرعت جریان پیدا کنند و گاهی نیز بدون هیچ‌گونه هشداری رخ دهند.

● مخصوصاً هنگام رانندگی گوش به‌زنگ باشید. خاکریزهای حاشیهٔ جاده به‌شدت آمادگی ریزش دارند. جاده را برای آسفالت فرو ریخته، گل و سنگ‌های ریخته و دیگر مشخصه‌های جریان واریزه را وارسی کنید.

● اگر در نزدیکی یک کانال یا مسیل هستید، به هرگونه تغییر ناگهانی در افزایش یا کاهش جریان آب یا شفاف و گل‌آلودشدن آن توجه داشته باشید. چنین تغییراتی می‌توانند نشان‌دهندهٔ فعالیت زمین‌لغزش در بالادست باشند. بنابراین آماده حرکت باشید و تأخیر

نکنید. خودتان را در امان نگه دارید.

اگر احتمال می‌دهید یک زمین‌لغزش قریب‌الوقوع رخ خواهد داد:

● با آتش‌نشانی منطقه، پلیس یا سازمان‌های عام‌المنفعه تماس بگیرید. مقامات محلی بهترین افراد برای تشخیص ظرفیت خطر هستند.

● همسایگان خود را باخبر کنید. همسایگانتان ممکن است از خطرات احتمالی آگاه نباشند. آن‌ها را در مورد تهدید احتمالی و این‌که چه‌طور از خود محافظت کنند، راهنمایی کنید. به همسایگانی که برای ترک محل به مساعدت نیاز دارند، یاری برسانید.

● منطقه را تخلیه کنید. بهترین راه برای حفاظت خود این است که از مسیر رانش زمین یا جریان واریزه دور شوید.

۳. بعد از اتمام زمین‌لغزش

● از منطقهٔ وقوع لغزش دور بمانید. خطر وقوع زمین‌لغزش‌های بعدی وجود دارد.

● برای آگاهی از آخرین اخبار ضروری، به رادیو و تلویزیون محلی گوش دهید.

● متوجه سیل باشید، چرا که معمولاً پس از زمین‌لغزش یا جریان واریزه، احتمال وقوع آن وجود دارد. سیل‌ها گاهی به‌دنبال زمین‌لغزش و جریان واریزه جاری می‌شوند، زیرا احتمال دارد هر دوی آن‌ها را یک عامل به‌وجود آورده باشد.

● به مجروحان یا افراد به دام افتاده در زمین‌لغزش رسیدگی کنید، بدون این‌که مستقیماً به منطقهٔ لغزش وارد شوید. گروه نجات را به منطقه راهنمایی کنید.

● به همسایگانی که به کمک نیاز دارند، کودکان، افراد سالخورده یا آن‌هایی که ناتوانی جسمی دارند، کمک کنید. سالخوردگان و افراد دچار ناتوانی‌های جسمی ممکن است به کمک و مساعدت‌های بیشتری نیاز داشته باشند. خانواده‌های بزرگ یا افرادی که از دیگران مراقبت می‌کنند نیز به کمک‌های اضافه نیاز دارند.

● جاده‌ها، خطوط مواصلاتی و خطوط راه‌آهن را بررسی کنید و شکستگی‌ها یا تخریب‌های احتمالی در آن‌ها را گزارش کنید.

● فونداسیون خانه‌ها، دودکش‌ها و زمین‌های اطراف را از نظر میزان تخریب وارسی کنید. تعیین میزان تخریب فونداسیون‌ها، دودکش‌ها، یا زمین‌های اطراف می‌تواند به شما برای ارزیابی امنیت منطقه کمک کند.

● به دنبال راهنمایی‌های یک متخصص ژئوتکنیک برای ارزیابی خطرات زمین‌لغزش و یا تکنیک‌های اصلاحی برای کاهش آن‌ها باشید. وی توانایی آن را دارد که شما را به بهترین مسیر ممکن برای اجتناب از خطرات و یا کاهش آن‌ها راهنمایی کند.

راهکارهای کاهش خسارت

● از طریق آموزش، یاد بگیرید که چگونه زمین‌لغزش‌های موجود و مناطق مستعد خطر را شناسایی کنید.

● از ساخت و ساز در لبهٔ شیب‌ها بپرهیزید.

● بسیاری از زمین‌لغزش‌ها پس از بارندگی‌های شدید رخ می‌دهند. بنابراین اگر در منطقهٔ مستعد زمین‌لغزش هستید، گوش‌به‌زنگ باران باشید.

● در حین سفر، به پل‌ها و حاشیهٔ کوه‌ها توجه داشته باشید. هرگز در طوفان رانندگی نکنید و از کنار مسیرهای طغیان نگذرید.

● توجه داشته باشید که بعضی از زمین‌لغزش‌ها بعد از آتش‌سوزی‌های طولانی‌مدت جنگل رخ می‌دهند. چرا که زمین به دلیل از بین رفتن پوشش گیاهی مستعد، دچار ریزش شده است.

پی‌نوشت

1. Landslide
2. Natural Hazard
3. Gravity
4. Slide
5. Rotational slide
6. Translational slide
7. Rockfall
8. Topple
9. Flow
10. Debris flow
11. Domino effect
12. Mud flow
13. Lahar
14. Earth flows
15. Creep
16. Lateral spread
17. Heart
18. Flims
19. Waikaremoana

منابع

۱. مور، ف. (۱۳۶۸). زمین‌شناسی فیزیکی. انتشارات دانشگاه شیراز.

۲. امیری‌مقدم، ح و سعیدی، ب (۱۳۷۲). گزارش بررسی زمین‌لغزش ملچ‌آرام برای ارائه به فرمانداری گنبد کاووس.

۳. حسینی، ع. (۱۳۷۵). بررسی زمین‌لغزش ملچ‌آرام در شهرستان رامیان. چهارمین کنفرانس دانشجویی عمران دانشگاه علم و صنعت.

٤. امیری‌مقدم، ح. (۱۳۸٦). «اثرات زیست‌محیطی معدنکاری در منطقهٔ معدنی النگ». دانشگاه صنعتی شاهرود. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد.

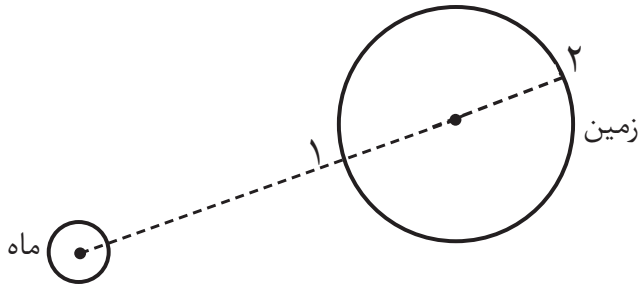
5. www.usgs.gov.com
6. www.en.wikipedia.org
7. www.fema.gov/hazard/landslide/index.shtm

کشندها و جزر و مد

محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر
کارشناس گروه فیزیک دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی

واژهٔ «کشند»[1] اشاره به جابه‌جایی نسبی ماده در یک جسم بر اثر نیروی گرانشی اجسام دیگر دارد که در این‌جا آن جسم، زمین است که به‌طور عمده در میدان گرانشی ماه قرار گرفته است. به زبان ساده، می‌توان دلیل اصلی کشند را جاذبهٔ گرانشی وارد از ماه بر مواد روی زمین دانست.

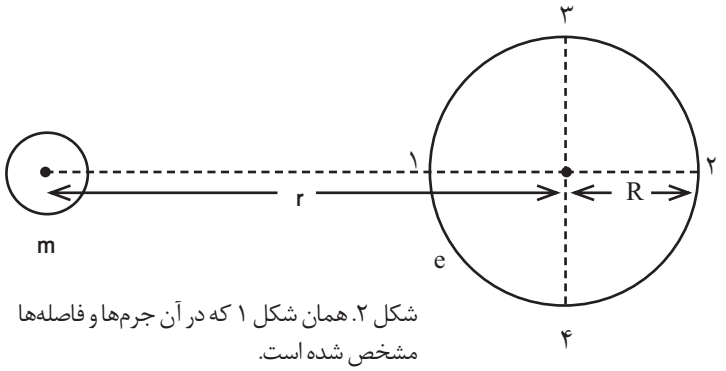
همان‌طور که می‌دانیم نیروی گرانشی با فاصله تغییر می‌کند و بنابراین، اگر شکل ۱ را در نظر بگیرید، درخواهید یافت که نیروی گرانشی وارد بر نقطهٔ ۱ بیشتر از نیروی گرانشی وارد بر نقطهٔ ۲ است، زیرا در فاصلهٔ کمتری از ماه قرار گرفته است. درواقع، مرکز ماه نسبت به آن طرفی از زمین که مقابل آن قرار گرفته است، چهار هزار مایل و نسبت به طرف دیگر آن هشت هزار مایل فاصله دارد. چنین تفاوتی در فاصله، به تفاوت در جاذبهٔ گرانشی وارد بر این دو نقطه و ایجاد جزر و مد می‌انجامد.



شکل ۱. شکل فرضی فاصلهٔ ماه و زمین

البته، ماه هم دریا و هم خشکی را جذب می‌کند، ولی به دلیل تفاوت ماهیت آب و خشکی است که جزر و مد جلوه‌گر می‌شود، و نیروی گرانشی ماه با کشیدن آب به موازات خطی که زمین را به ماه وصل می‌کند، شکل توزیع آب را تغییر می‌دهد. به عبارت دیگر، جزر و مد را می‌توان اثر نیروهای کشندی روی آبهای زمین دانست و می‌توان آن را «کشند دریایی» نیز نامید.

اکنون می‌خواهیم به بیان ریاضی، برای کسانی که اطلاعات ریاضی بیشتری دارند، همین موضوع را توضیح دهیم. شکل ۲، دو جسم کروی را یکی به نام m (به نشانهٔ ماه: moon) و دیگری به نام e (به نشانهٔ زمین: earth) نشان می‌دهد. فاصلهٔ بین دو مرکز آنها را r و شعاع جسم e را (که کشند را برای آن بررسی می‌کنیم) R می‌نامیم.



شکل ۲. همان شکل ۱ که در آن جرم‌ها و فاصله‌ها مشخص شده است.

متوسط نیروی وارد از طرف جسم m بر جسم e برابر با مقدار نیروی وارد از مرکز m به مرکز آن است که از قانون گرانش چنین به‌دست می‌آید:

$$F_\circ = GM_mM_e / r^2 \qquad (1)$$

که در آن، M_m جرم ماه، M_e جرم زمین، و G ثابت جهانی گرانش است. آن‌گاه نیروی وارد بر جسم e (زمین) در نقطهٔ ۱ چنین می‌شود:

$$F_1 = \frac{GM_mM_e}{(r-R)^2} = \frac{GM_mM_e}{r^2(1-\frac{R}{r})^2} = F_\circ(1-\frac{R}{r})^{-2} \qquad (2)$$

با توجه به این‌که $r \gg R$ است، می‌توانیم از بسطی ریاضی موسوم به «بسط ε» (اپسیلون) استفاده کنیم. اگر ε عدد کوچکی باشد، با استفاده از این بسط داریم: $(1\pm\varepsilon)^n \approx 1\pm n\varepsilon$. در رابطهٔ بالا R/r همان ε است و درنتیجه داریم:

$$F_1 \approx F_\circ(1+\frac{2R}{r}) = F_\circ + \frac{2F_\circ R}{r} \qquad (3)$$

ملاحظه می‌شود، نیروی وارد بر جسم e در نقطهٔ ۱ به اندازهٔ $2F_\circ R / r$ با متوسط نیروی وارد بر این جسم اختلاف دارد؛ این نیرو در راستای شعاع و رو به سمت خارج است.

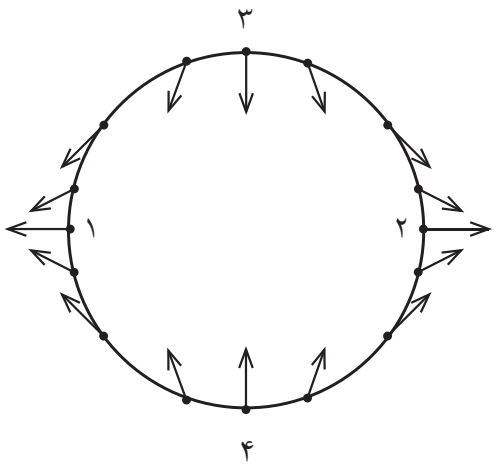
حال اگر نیروی وارد بر نقطهٔ ۲ را بررسی کنیم، درست به همان ترتیب خواهیم داشت:

$$F_2 = \frac{GM_mM_e}{(r+R)^2} = \frac{GM_mM_e}{r^2(1+\frac{R}{r})^2} = F_\circ(1+\frac{R}{r})^{-2} \qquad (4)$$

توجه کنید که چون $r \gg R$ است، باز می‌توانیم با اختیار $R / r = \varepsilon$، از بسط $(1\pm\varepsilon)^n \approx 1\pm n\varepsilon$ استفاده کنیم و از آن‌جا چنین به‌دست می‌آوریم:

$$F_2 \approx F_\circ(1-\frac{2R}{r}) = F_\circ - \frac{2F_\circ R}{r} \qquad (5)$$

بنابراین در نقطهٔ ۲ نیز نیرو به اندازهٔ $2F_\circ R / r$ با متوسط نیروی وارد بر جسم اختلاف دارد. *تفاوت نیروی گرانشی ماه در مکان‌های متفاوت زمین، با نیروی گرانشی متوسط وارد بر زمین، همان نیروی مولد کشند است.* در نقاطی غیر از ۱ و ۲ نیز کشند داریم که البته شدت کشند در آن نقاط کمتر است، زیرا برای این نقاط نیروی وارد بر e به دو مؤلفه تجزیه می‌شود. از همین‌روست که می‌گوییم در نقاط ۱ و ۲ بلندترین مد را داریم. نیروی مولد کشند برای نقاط متفاوت زمین در شکل ۳ رسم شده است.



شکل ۳. نیروی مولد کشند برای نقاط متفاوت زمین

توجه کنید که اگر زمین نمی‌چرخید، آن‌گاه نقاط ۱ و ۲ همواره دارای بیشترین مد بودند. ولی چرخش زمین به این معناست که یک منطقهٔ ساحلی در طول یک روز از دو محل بیشترین مد می‌گذرد. بنابراین دو بازه برای بیشترین مد وجود دارد. حرکت ماه به دور زمین در همان جهت حرکت وضعی زمین است و معمولاً بین دو بیشترین مد، حدود ۱۲ ساعت و ۲۳ دقیقه طول می‌کشد.

البته عوامل دیگری نیز وجود دارند که موضوع را پیچیده‌تر می‌کنند. یکی از آن‌ها اصطکاک آب ساحل است. این اصطکاک، پاسخ آب به کشیده شدنش توسط ماه را به تأخیر می‌اندازد. بنابراین ممکن است نقطهٔ بیشترین مد در یک شهر بندری، یک یا چند ساعت پس از زمانی رخ دهد که ماه در بالاترین نقطهٔ خود در آسمان قرار دارد. مثلاً نقطهٔ بیشترین مد در «کانال انگلیس»[۲] (مسیری آبی

به طول ۳۵km که جنوب انگلستان را از شمال فرانسه جدا می‌کند)، همواره چند ساعت به‌تأخیر می‌افتد.

عامل دیگری که باعث پیچیدگی موضوع می‌شود، نیروی گرانشی وارد از خورشید است. البته تأثیر خورشید تقریباً نصف تأثیر ماه است، زیرا گرچه خورشید بسیار بزرگ‌تر از ماه است، ولی در فاصلهٔ بسیار دورتری از زمین قرار دارد (فاصلهٔ خورشید از زمین حدود ۳۹۳ بار بیشتر از فاصلهٔ ماه از زمین است). اما در هر حال این تأثیر وجود دارد. خورشید نیز حدوداً هر ۱۲ ساعت یک مد ایجاد می‌کند. درنتیجه، دامنهٔ جزر و مدها (دامنهٔ کشند) متناوباً تغییر می‌کند. وقتی زمین، ماه و خورشید در یک امتداد باشند، دامنهٔ بیشترین کشند بیشینه است. این اتفاق معمولاً در حین هلال ماه نو و شب بدر رخ می‌دهد و مجموع اثرهای کشندی آن‌ها باعث ایجاد جزر و مدهای بزرگ‌تری موسوم به «مهکشند»[3] می‌شود. وقتی جهت زمین با خورشید و ماه زاویهٔ 90° بسازد، مجموع این اثرها باعث ایجاد کوچک‌ترین جزر و مدها موسوم به «کهکشند»[4] می‌شود.

حالت‌های خاصی نیز وجود دارند که نمونهٔ بارز آن‌ها جزر و مدهای خلیج فاندی در «نواسکوتیا»[5] است که دامنهٔ کشند در عرض چند ساعت به ۱۵ متر می‌رسد. این دامنهٔ عظیم جزر و مد ناشی از «پدیدهٔ تشدید» است. اثرهای کشندی تمایل دارند نوسان‌هایی نیز ایجاد کنند. اما چون دورهٔ تناوب این نوسان‌ها با دورهٔ مدها تطابق ندارد، خود را بروز نمی‌دهند. در خلیج فاندی دورهٔ این نوسان‌ها تقریباً ۱۳/۳ ساعت است که به زمان ۱۲/۴ ساعت فاصله بین مدهای این خلیج نزدیک است. گزارش‌ها حاکی از آن‌اند که تغییرات کشندی در خلیج فاندی به تدریج افزایش یافته‌اند، چرا که دورهٔ شدید این خلیج به‌تدریج به دورهٔ تغییرات کشندی نزدیک شده است. امکان دارد این انتقال ناشی از تغییر شکل خلیج بر اثر افزایش ارتفاع سطح دریا بوده باشد.

در مصبّ رودخانه‌ها، آب تا مدتی پس از مد همچنان به طرف «بالارود»[6] و تا مدتی پس از جزر همچنان به طرف «پایین‌رود»[7] جاری می‌شود. جریان اگر به طرف خشکی یا مصب‌رود باشد، فراکشندی و اگر برعکس در جهت دور شدن از خشکی یا مصب‌رود باشد، فروکشندی نامیده می‌شود. سرعت جریان‌های کشندی از محلی به محل دیگر متغیر است. در فواصلی از مصب بعضی رودخانه‌ها- مثل «رود کلرادو»- که با کشند مواجه می‌شوند، موجی به ارتفاع بیش از ۳ متر، تقریباً مثل دیواری از آب به طرف رودخانه حرکت می‌کند. به این پدیده «اُشترک» (خیزاب) می‌گویند.

ماه هم دریا و هم خشکی را جذب می‌کند، ولی به دلیل تفاوت ماهیت آب و خشکی است که جزر و مد جلوه‌گر می‌شود. نیروی گرانشی ماه با کشیدن آب به موازات خطی که زمین را به ماه وصل می‌کند، شکل توزیع آب را تغییر می‌دهد

همان‌طور که پیشتر گفته شد، اثرات کشندی فقط شامل آب دریاها نمی‌شود. کشندهای وارد بر تودهٔ جامد زمین، موجب تغییر شکل دوره‌ای آن می‌شوند و تغییراتی را در شتاب گرانی (ثقل) در نقاط معینی از زمین پدید می‌آورند. این تغییرات موضعیِ شتاب‌گرانی ممکن است به چند ۱۰ سانتی‌متر بر مجذور ثانیه برسد. چنین کشندهایی آهنگ چرخش زمین را تقریباً به اندازهٔ یک ثانیه در هر صد هزار سال کاهش می‌دهند و موجب افزایش فاصلهٔ ماه از زمین می‌شوند. کشندهایی که زمین در ماه ایجاد می‌کند، موجب شده‌اند که همواره روی ثابتی از ماه به طرف زمین باشد.

کشندهای جوی نیز به‌صورت تغییرات نوسانی کوچک در فشار جو در هر نقطه، با دامنه‌ای از مرتبهٔ ۰/۰۳ میلی‌بار، بروز می‌کنند.

پی‌نوشت

1. tide
2. English Channel
3. spring tides
4. neap tides
5. Nova Scaotia
6. up stream
7. down stream

منابع

1. The Flying Circus of Physics, Jearl Walker, 2007, 2nd Edition, John Wiley & Sons.

(این اثر توسط محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر ترجمه شده و هم‌اکنون به‌نا م**نمایش هیجان‌انگیز فیزیک**، به چاپ رسیده است.)

۲. دانش‌نامهٔ فیزیک. دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه (زنجان). بنیاد دانش‌نامه‌نگاری ایران. چاپ اول. ۱۳۸۷.

۳. خوش‌بین خوش‌نظر، محمدرضا. پاسخ به پرسش‌های مبانی فیزیک و پرسش‌های برانگیزانندهٔ دیگر. انتشارات صفار. ۱۳۸۵.

فسیل‌ها
اهمیت و روش‌های حفاظت از آن‌ها

رضا خوش‌رفتار
استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه زنجان

چکیده

شواهد مربوط به تاریخ حیات، در سنگ‌ها و رسوب‌های اطراف و زیر پاهای ما نهفته است که بخش مهمی از آن‌ها را شواهد دیرینه‌شناسی تشکیل می‌دهند. فسیل‌های گیاهی و جانوری، نشانه‌هایی بی‌همتا، بسیار حساس و شکننده از شرایط جغرافیایی و زمین‌شناسی گذشته هستند. مکان‌های دارای فسیل، به‌خاطر فرسایش عادی و فعالیت‌های انسانی، مانند ساخت‌وساز، معدنکاری و جاده‌سازی، در معرض نابودی قرار دارند و در صورت تخریب و یا نابودی، قابل احیا نخواهند بود. حفاظت از میراث مشترک دیرینه‌شناسی، وظیفهٔ تمامی افراد جامعه است، تا علاوه بر متخصصان، نسل‌های آینده و عموم مردم هم بتوانند از این منابع طبیعی با ارزش بهره‌برداری کنند. علم جدیدی که به شناسایی، حفاظت و مدیریت مکان‌های مهم از دیدگاه علوم زمین می‌پردازد، «ژئوکنسرویشن» نامیده می‌شود. در این مقاله تعدادی از روش‌های حفاظت و نگه‌داری فسیل‌ها، مانند وضع قوانین، تغییر کاربری اراضی و استفاده از موانع فیزیکی معرفی شده‌اند.

کلیدواژها: فسیل، ژئوکنسرویشن، روشهای حفاظت، میراث مشترک.

مقدمه

تمام اشکال موجود در سطح زمین (لندفرم‌ها[1])، سنگ‌ها، کانی‌ها و فسیل‌ها[2]، آرشیوی از تاریخ حیات سیارهٔ ما و نشانه‌هایی از گذر زمان زمین‌شناسی هستند که تغییرات چندین میلیون سال گذشته را نشان می‌دهند. این نشانه‌ها به ما کمک می‌کنند تا تنوع گیاهی و جانوری دوره‌های زمین‌شناسی گذشته را شناسایی کنیم. از این‌رو، مکان‌های[3] زمین‌شناسی و پیکرشناسی زمین (جایگاه‌های زمین‌شناسی[4])، فسیل‌ها و کانی‌ها، مانند ابزارها و وسایلی هستند که در حفاری‌های باستان‌شناسی ممکن است پیدا شوند. بنابراین، از ارزش بسیار بالایی برخوردارند و در گروه میراث تجدیدناپذیر کرهٔ زمین قرار می‌گیرند [Working group on the geological heritage, 2003]. اگرچه ممکن است این مکان‌ها در یک کشور پیدا شوند، اما در واقع سوای مرزهای سیاسی، متعلق به بشریت هستند و باید با روش‌های مناسب مورد حمایت و حفاظت قرار گیرند.

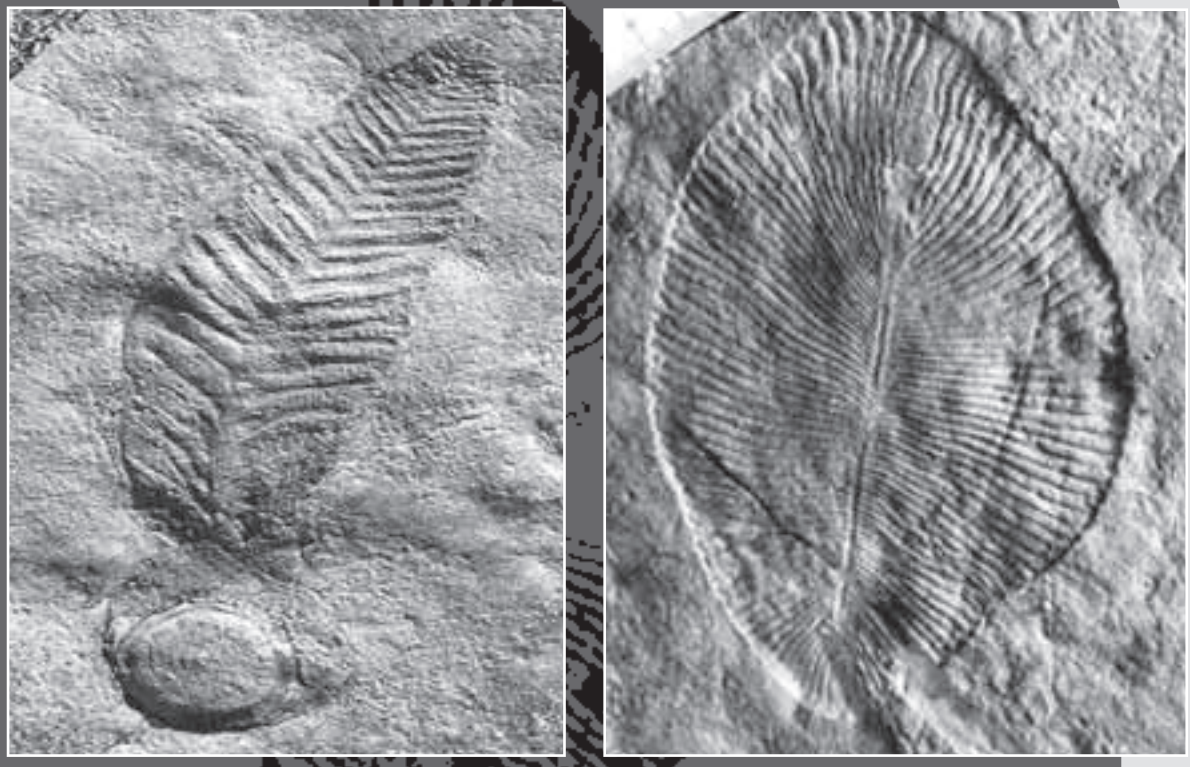
در گذشته، کلمهٔ «فسیل» برای هر چیزی که از حفر زمین به‌دست می‌آمد، به‌کار می‌رفت. بر این اساس نهشته‌های معدنی و ابزارها و وسایل به‌دست آمده از حفاری‌های باستان‌شناسی هم فسیل

تلقی می‌شدند. از اوایل قرن بیستم، این اصطلاح به‌طور گسترده برای بازمانده‌هایی از وجود حیات دوره‌های پیشین به‌کار برده شد. قسمت عمده‌ای از فسیل‌ها، بازمانده‌ها یا نشانه‌هایی از حیوانات و گیاهان قدیمی هستند که در سنگ‌ها حفظ شده‌اند [Scottish Natural Heritage, 2008]. علاوه بر این، فسیل‌ها شامل استخوان‌ها، دندان‌ها، بافت‌های چوبی و بخش‌های سست و نرمی هستند که در محیط‌های خاصی حفظ شده‌اند [Gray, 2004]. انواع فسیل‌ها را می‌توان به سه گروه شاخص، غیرشاخص و رخساره تقسیم‌بندی کرد [تهرانی و آزادی، ۱۳۷۴]. با این حال، به‌طور کلی دو نوع فسیل وجود دارد:

الف) فسیل‌های اندامی که کل یا قسمتی از اندام یک گیاه یا حیوان را نشان می‌دهند. مواد سازنده، مانند پوسته، استخوان و چوب ممکن است به همان شکل حفظ شود و یا ممکن است در فرایند «فسیلی‌شدن»[۵] از لحاظ فیزیکی و شیمیایی تغییراتی در آن پدید آید و به مادهٔ دیگری تبدیل شود (شکل ۱).

ب) فسیل‌های نشانه که نشان‌دهندهٔ فعالیت موجودات زنده هستند. این سنگواره‌ها شامل ردپای[۶] حیواناتی مانند دایناسور، شیارهای به‌جا مانده از حرکت کرم‌ها و سایر حیوانات و حتی سنگوارهٔ فضولات آن‌هاست [Scottish Natural Heritage, 2008].

فسیل‌ها، در محیط‌های طبیعی و به‌طور خاصی در موزه‌های عمومی، تخصصی و مجموعه‌های شخصی نگه‌داری می‌شوند [MacFadyen, 2008]. شناسایی، معرفی و مشاهدهٔ این مناطق علاوه بر اهمیتی که برای متخصصان علوم زمین دارد، برای مردم نیز سرگرم‌کننده و شادی‌بخش است و به عنوان بخشی از فعالیت‌های گردشگری علوم زمین[۷]، مورد توجه قرار دارد. در عین حال، ممکن است این فعالیت‌ها، برای مکان‌های دارای فسیل، خساراتی را هم به همراه داشته باشد. در کشور ما، بعضی از کارشناسان حفاظت از پدیده‌های زمین‌شناختی معتقدند، تا زمانی که قوانین لازم برای حفاظت از مکان‌ها تدوین نشده است، نباید آن‌ها را به عموم مردم معرفی کرد [امری کاظمی، ۱۳۸۸]. لذا با توجه به اهمیت مکان‌های دارای فسیل، در این مقاله، تعدادی از روش‌های حفاظت از آن‌ها معرفی شده است. علم جدیدی که به بررسی روش‌های حفاظت این مکان‌ها می‌پردازد، ژئوکنسرویشن[۸] (حفاظت از بخش غیر زندهٔ طبیعت) نامیده می‌شود. ژئوکنسرویشن، شاخهٔ جدیدی از علوم بشری است که به شناسایی، حفاظت و مدیریت مکان‌های مهم از دیدگاه علوم زمین می‌پردازد.



تصویر ۱. دو نمونه از فسیل‌های کشف شده در استرالیا مربوط به دورهٔ ادیاکاران

منبع: **1. en.wikipedia.org/wiki/Edicacaran-103k**

2.http://www.palaeos.com/Proterozoic/Neoproterozoic/Ediacaran/Ediacaran.2.htm

اهمیت فسیل‌ها

۱. اهمیت اقتصادی

در بسیاری از کشورها از جمله کانادا، انگلستان، ایتالیا و مراکش، جمع‌آوری و فروش فسیل به عنوان شغل مورد توجه است و طرف‌داران زیادی دارد. در صورتی که فسیل‌ها، نادر، سالم و معروف باشند، از ارزش تجاری بالایی برخوردار خواهند بود [Gray, 2004] و در فروشگاه‌هایی که اصطلاحاً «فروشگاه سنگ»[۹] نامیده می‌شوند، به علاقه‌مندان عرضه می‌شوند [UNESCO, 2008] (شکل ۲).

در ایالت «کلرادو» آمریکا، معادنی وجود دارند که فسیل‌های آن‌ها به صورت تجاری بهره‌برداری می‌شوند [Geoscience Newsletter, 2008]. برای مثال، فسیل یک «تیرانازروس»[۱۰] توسط شرکتی تجاری در اراضی «داکوتای جنوبی» (آمریکا) جمع‌آوری و نهایتاً در حراج شهر نیویورک به قیمت ۸/۳۶ میلیون دلار آمریکا فروخته شد. این بازار تجاری فسیل افراد زیادی را برای گذراندن تعطیلات تابستانی و آخر هفته به ایالات متحده می‌کشاند تا دایناسورهای چند میلیون دلاری را پیدا کنند.

موزه‌ای در «اشتوتگارت»[۱۱] آلمان، برای فسیل اولین خزندهٔ دنیا که در معدن «ایست کیرکتون»[۱۲] اسکاتلند پیدا شده بود، مبلغ ۱۸۰ هزار پوند پیشنهاد کرد. هر مترمکعب از لایه‌های آهکی در ساحل خلیج کوچک «دونی‌فورد»[۱۳]، سامرست[۱۴] انگلستان، ۸۲۵ پوند ارزش دارد و حدود ۶۵ درصد آن توسط افراد غیرمسئول برداشت شده است. مجموعه‌های معروف موزهٔ دیرینه‌شناسی مسکو نیز بازار تجاری آمریکا و اروپا را به‌خود جلب کرده است. بازار فسیل فقط جنبهٔ علمی ندارد. فسیل‌هایی که به اصطلاح «فسیل‌های تزئینی»[۱۵] نامیده می‌شوند، براساس ظاهر هنری که دارند، در بازار عمومی به فروش می‌رسند.

فسیل‌هایی که در کهربا قرار دارند، آمونیت‌های رنگین‌کمانی و تریلوبیت‌های کوچک بیضی شکل که در گردنبندها، سنجاق کراوات و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرند، نمونه‌هایی از این قبیل هستند. در واقع، ارزش اکثر فسیل‌ها بیشتر براساس ظاهر هنری و کمیابی آن‌ها ارزیابی می‌شود تا ارزش علمی. برای پاسخ به نیازهای در حال افزایش مردم، فروشگاه‌های فسیل و کانی‌ها در حال افزایش هستند [Gray, 2004].

در اسکاتلند، فسیل‌های معمولی ماهیان را می‌توان به قیمت کمتر از ۵۰ پوند تهیه کرد (شکل ۳). اما فسیل‌ها ماهیان کمیاب، دوزیستان و خزندگان، با توجه به شرایط، هزاران پوند قیمت دارند [Scottish Natural Heritage, 2008]. در مراکش، در یک تکه سنگ بزرگ به وزن ۱۰۰۰ پوند، فسیل ۱۳ «تریلوبیت»[۱۶] در کنار یکدیگر پیدا شد که به قیمت پنج هزار دلار آمریکا فروخته شد (شکل ۳).

تقاضا برای سنگ‌های تزئینی فسیل‌دار نیز گسترش یافته است. در برزیل، از فسیل‌های گیاهی مربوط به دورهٔ کرتاسه در کارهای ساختمانی مانند کف‌سازی ساختمان‌ها و تزئین دیوارها استفاده می‌شود [www.globalgeopark.org].

الف

ب

تصویر ۲. الف) یک فروشگاه عرضهٔ فسیل در کشور مراکش _ (منبع: www.sandiefamily.com/page3.htm).
ب) سایت اینترنتی فروش فسیل _ (منبع: Fossilsdirect.co.uk).

الف

ب

تصویر ۳. نمونه‌هایی از فسیلهای با ارزش تجاری.
الف) یک تخته سنگ دارای فسیل تریلوبیت در مراکش _ (منبع: Pinsker, 2005)
ب) فسیل ماهی در سواحل اسکاتلند _ (منبع: MacFadyen, 2008)

۲. اهمیت علمی و گردشگری

فسیل‌ها، بخشی از میراث زمین هستند که شواهدی از تکامل و تحول حیات کرهٔ زمین را به همراه دارند [MacFady-an, 2008]. چارلز داروین[۱۷] (۱۸۸۹-۱۸۰۹)، از فسیل‌ها برای بررسی تحولات مداوم‌گونه‌ها استفاده کرد. فسیل‌ها در همبستگی چینه‌نگاری ارزش اقتصادی زیادی دارند و بنابراین در مقیاس جهانی، در بهره‌برداری از کانی‌های معدنی و نفت نقش مؤثری ایفا می‌کنند. در این زمینه، تعدادی از میکروفسیل‌ها، مانند «فرامینی‌فرا»[۱۸]، «استراکود»[۱۹]، «پولن»[۲۰] و «اسپورها»[۲۱] دارای ارزش ویژه‌ای هستند [Gray, 2004]. فسیل‌ها برای آموزش در تمام سطوح، از مدارس ابتدایی تا دانشگاه‌ها، مورد استفاده قرار می‌گیرند. در مدارس، دانشگاه‌ها و موزه‌ها، از فسیل‌ها برای بررسی روند تحولات زیستی، تعیین سن و هم‌بستگی بین مکان‌ها، تفسیر محیط‌های جغرافیایی و دیرینهٔ آن‌ها استفاده می‌شود [Scottish Natural Heritage, 2008].

بسیاری از مردم از جست‌وجوی فسیل‌ها لذت می‌برند [ببیر و هیگینز، ۱۳۸۱]. در مقیاس بین‌المللی، طی چند دههٔ اخیر، گردشگری میراث زمین‌شناختی و فسیل موفقیت قابل توجهی کسب کرده است [Corporate, 2003]. یکی از جاذبه‌های اصلی گردشگاه جهانی علوم زمین[۲۲] «آراریپه»[۲۳] در برزیل، وجود فسیل‌های گیاهی و جانوری دورهٔ کرتاسه است که به استادان، پژوهشگران، دانشجویان و گردشگران امکان می‌دهد، برای مطالعه و بررسی نهشته‌های دارای فسیل، به حفاری کنترل شده بپردازند [www.globalgeopark.org]. نهشته‌های دارای فسیل ماهیان مربوط به دورهٔ کرتاسهٔ پیشین در این گردشگاه علوم زمین شهرت جهانی دارد [Lima and etal, 2008]. هم‌چنین، وجود بیش از ۱۵۵۰ فسیل «آمونیت»[۲۴] در یک دیوارهٔ آهکی ۳۲۰ متر مربعی، یکی از جالب‌ترین جاذبه‌های گردشگاه علوم زمین «هات پروانس»[۲۵] در کشور فرانسه است [Zouros, 2004].

از جنبه‌های مهم دیگر فسیل‌ها که کمتر مورد توجه قرار گرفته، اهمیت آن‌ها در اسطوره‌شناسی علوم زمین و استفاده از آن‌ها در زمینهٔ درمان بیماری‌هاست. در فرهنگ عامیانه، داستان‌ها، افسانه‌ها و اسطوره‌ها هم از فسیل‌ها صحبت شده است. در «آلبرتا»[۲۶] کانادا گفته می‌شود که استخوان‌های بزرگ دایناسورها توسط «غول‌ها»[۲۷] یا «پدر بزرگ عظیم‌الجثهٔ بوفالوها» به این مکان آورده شده است. فسیل‌های آمونیت، زمانی به‌صورت مار حلقوی یا شاخ‌های یک خدای باستان مصری بود [Gray, 2004]. در بعضی از مناطق روستایی غرب ایران، فسیل گونه‌هایی از آمونیت را «چنگ‌پری» می‌نامند و نگه‌داری آن‌ها را در منزل، مایهٔ خیر و برکت می‌دانند.

طی قرن‌ها، از بازماندهٔ فسیل جانوران مهره‌دار و بی‌مهره به عنوان دارویی برای درمان بیماری‌ها و یا تسکین دردها استفاده می‌شد. معروف‌ترین این فسیل‌ها، آمونیت‌ها و تریلوبیت‌ها

مکان‌های دارای فسیل، به‌خاطر فرسایش عادی و فعالیت‌های انسانی، مانند ساخت‌وساز، معدنکاری و جاده‌سازی، در معرض نابودی قرار دارند و در صورت تخریب و یا نابودی، قابل احیا نخواهند بود

هستند. از انواع فسیل‌ها برای درمان بیماری‌هایی مانند دیفتری، عفونت‌های چشمی و بیماری‌های کلیه استفاده می‌شد. در حال حاضر، در طب سنتی چین، فسیل بازوپایان را پودر می‌کنند و سپس به صورت محلول درمی‌آورند و از آن در درمان بسیاری از بیماری‌ها، مانند رماتیسم و بیماری‌های پوستی استفاده می‌کنند [van der Geer and Dermitzakis, 2008].

روش‌های حفاظت از فسیل‌ها

در مکان‌هایی که فسیل‌ها پیدا می‌شوند، ممکن است به دلایل متفاوت متأثر از هوازدگی، در شرایط طبیعی (مانند فسیل‌های حاشیه رود پیکتون[۲۸] در تاسمانی[۲۹] استرالیا)، بر اثر شست‌وشوی رواناب‌ها و سیلاب‌ها (مانند فسیل‌های دایناسور در مرز چین با روسیه)، طی فعالیت معدنکاری (مانند معدن مردان نمکی در زنجان ایران) و ایجاد راه‌ها (مانند فسیل ردپای دایناسور در عملیات راه‌سازی در کوه‌های ژورا[۳۰] سویس) در سطح زمین رخنمون پیدا کنند. پیدا شدن فسیل، حتی آن‌هایی که ارزش زیادی دارند، به معنی آن نیست که حتماً مورد حمایت و حفاظت قرار گیرند. بلکه با توجه به اهمیتی که این فسیل‌ها برای مردم محلی و مسئولان جامعه دارند، به شکل‌های متفاوتی با این مسئله برخورد می‌شود. با توجه به این‌که فسیل‌ها از جنبه‌های متفاوت علمی، آموزشی، اقتصادی و گردشگری حائز اهمیت هستند، لذا در تعدادی از کشورها، جمع‌اوری و محافظت شده‌اند.

به‌طور کلی، روش‌های حفاظت از فسیل‌ها را می‌توان به دو گروه روش‌های حفاظت درجا و روش‌های حفاظت پس از انتقال تقسیم کرد. در گذشته عموماً فسیل‌ها را از محلی که پیدا شده‌اند به موزه‌ها انتقال داده‌اند. در بعضی از کشورها مانند ایران هم، در ویترین سازمان‌های مسئول، مانند «سازمان زمین‌شناسی کشور» و یا «سازمان محیط زیست»، نگه‌داری می‌شوند. در ایران، اکتشاف، استخراج و حفظ فسیل‌های مهره‌داران، وظیفهٔ قانونی سازمان حفاظت محیط‌زیست کشور است [پورابریشمی و همکاران، ۱۳۸۷]. با توجه به اهمیتی که وجود فسیل‌ها در جذب گردشگران و در نتیجه، در تغییر شرایط اقتصادی ـ اجتماعی مناطق دارد، لذا به‌جز روش حفاظتی فوق، از روش‌های دیگری هم استفاده می‌شود که تعدادی از روش‌های حفاظت درجا در این مقاله معرفی شده‌اند.

۱. وضع قوانین و دستورالعمل‌های حفاظتی

ممکن است مکان‌هایی که دارای فسیل هستند، مساحت محدودی داشته باشند و ارزش علمی آن‌ها به‌خاطر کندوکاو کنترل نشده و جمع‌آوری توسط علاقه‌مندان به داشتن کلکسیون فسیل‌ها، تخریب شوند [Sharples,2002]. بنابراین، یکی از قدیمی‌ترین راه‌های حفاظت درجا برای فسیل‌ها، تحت حمایت قرار دادن این مناطق توسط سازمان‌های حفاظتی بین‌المللی و ملی است. در برخی موارد ممکن

از جنبه‌های مهم دیگر فسیل‌ها که کمتر مورد توجه قرار گرفته، اهمیت آن‌ها در اسطوره‌شناسی علوم زمین و استفاده از آن‌ها در زمینهٔ درمان بیماری‌هاست

است در فضای باز هم موزه ایجاد شود (شکل ۴). درجهٔ اهمیت و منحصر به فرد بودن فسیل، یکی از معیارهای اصلی در انتخاب سایت در سطح بین‌المللی و ملی است. بین سازمان‌ها و برنامه‌های بین‌المللی که مکان‌های دارای فسیل را تحت پوشش قرار می‌دهند، می‌توان از «پیمان میراث جهانی»[۳۱] یونسکو و «برنامهٔ گردشگاه علوم زمین» یونسکو نام برد. غارهای «ناراکورته»[۳۲] استرالیا، دارای انواع فسیل‌های پستان‌داران پلئیستوستن است که در فهرست میراث جهانی یونسکو قرار گرفته است [Corporate Ascent, 2003].

وجود فسیل‌های گیاهی و جانوری دورهٔ کرتاسه در گردشگاه جهانی علوم زمین آراریپه برزیل (www.globalgeopark.org)، وجود بیش از ۱۵۵۰ فسیل آمونیت در یک دیوارهٔ آهکی ۳۲۰ مترمربعی، در گردشگاه علوم زمین «هات پرووانس» در کشور فرانسه (Zouros, 2004) و فسیل‌های دایناسور در گردشگاه جهانی علوم زمین «زایگونگ»[۳۳] چین، از دلایل عمدهٔ قرارگرفتن این مناطق در زمرهٔ گردشگاه‌های علوم زمین است (شکل ۵).

بهترین نمونه‌ای که از ایران می‌توان نام برد، منطقهٔ فسیلی مراغه در شمال غرب کشور است که در سال ۱۳۸۴، قسمتی از آن توسط «شورای عالی حفاظت محیط‌زیست»، به نام اثر طبیعی و ملی به ثبت رسید [پورابریشمی و همکاران، ۱۳۸۷].

در حاشیهٔ رود «پیکتون» در تاسمانی استرالیا، به دلیل

هوازدگی طبیعی سنگ آهک، فسیل‌های مربوط به دورهٔ «اردوویسین»[۳۴] که در یک خمیرهٔ سنگ آهکی قرار دارند، به طرز جالب توجهی در سطوح شیب‌دار رخنمون دارند. فسیل‌های این مکان بسیار حساس و شکننده هستند و حفظ این مکان به جلوگیری از کندوکاو زمین توسط انسان، اجتناب از نمونه‌برداری زیاد، و جلوگیری از لگدمال شدن و خردشدن آن‌ها نیاز دارد. برای جلوگیری از تخریب ناشی از جمع‌آوری فسیل‌ها برای کلکسیون یا راه رفتن روی آن‌ها، در حال حاضر دسترسی به این مکان برای عموم مردم، غیرممکن شده است [Sharples, 2002]. در سال ۲۰۰۸ در اسکاتلند، برای استفادهٔ مسئولانه از میراث فسیلی برای اهداف علمی، آموزشی و تفریحی، فسیل‌ها شناسنامه‌دار شدند [MacFadyen, 2008].

۲. ایجاد دیواره، نرده و سدهای انحرافی

اگرچه ممکن است بعضی از مکان‌های دارای فسیل در محدودهٔ گردشگاه‌های علوم زمین قرار گرفته باشند و توسط قانون محافظت شوند، اما با توجه به اهمیت آن‌ها، پرچین‌ها و دیواره‌های فلزی، چوبی و سنگی هم دور آن‌ها ساخته می‌شوند تا انسان‌ها و حیوانات به‌راحتی نتوانند با این مکان‌ها تماس داشته باشند (شکل ۶). در مواردی ممکن است عوامل طبیعی مانند آب‌های جاری، فرسایش و سقوط واریزه‌ها و زمین لغزش، مکان موردنظر را تهدید کند.

در منطقهٔ مرزی چین با روسیه، در پارک ملی علوم زمین «جیان»[۳۵]، حداقل ۱۰۰ اسکلت دایناسور مدفون است که هر ساله در تابستان، با افزایش میزان بارندگی، بالاآمدن سطح آب و فرسایش شدید، بخش‌هایی از دامنهٔ کوه شسته می‌شود و می‌توان فسیل دایناسورها را مشاهده کرد. در گذشته تعداد زیادی فسیل دایناسور در منطقه شسته شده است. با توجه به اهمیت حفظ جایگاه‌های زمین‌شناسی، چینی‌ها با ساخت یک سد خاکی به طول ۱۴۵۰ متر، فسیل دایناسورها را از خطر فرسایش توسط سیلاب‌ها حفظ کرده‌اند [www.globalgeopark,org].

۴

۵

تصویر ۴. فسیل نوعی دایناسور در گردشگاه جهانی علوم زمین زایگونگ، چین (منبع: http://www.zdm.cn/en/dinosaur/park.asp?lm2=81)

تصویر ۵. موزهٔ عصر ماهیان در فضای باز فسیل ماهیان دورهٔ دونین، استرالیا (منبع: Joyce, 2006)

الف

ب

تصویر ۶. دو نمونه از نحوهٔ حفاظت درختانی که طی فعالیت‌های آتشفشانی فسیل شده‌اند.
الف) پارک ملی یلواستون آمریکا _ (منبع: Gray, 2005)
ب) گردشگاه جهانی علوم زمین لسوس یونان _ (منبع: www.lesvosemusum.gr)

۳. تغییر کاربری منطقهٔ فسیلی

در بعضی موارد ممکن است، آشفتگی‌ها و تغییرات مصنوعی، مانند کندوکاوهایی که توسط انسان صورت می‌گیرند، به رخنمون و ظاهرشدن بهتر فسیل‌ها بینجامد، اما در صورت ادامهٔ کندوکاو، ارزش مکان موردنظر تهدید شود [sharples, 2002]. جاده‌سازی در کوه‌های ژورای سوئیس نمونه‌ای از این موارد است. اخیراً در کشور سویس، به‌خاطر بهره‌برداری از معدن سنگ آهک، ساخت جاده‌ای در منطقه‌ای نزدیک مرز فرانسه در دستور کار قرار گرفت. در حین ایجاد ترانشه، ردپاهای مهمی از دایناسورها در کوه‌های ژورا پیدا شد. به‌خاطر ارزش زیاد این آثار، دولت سوئیس معادن سنگ آهک را به پارک ملی تبدیل کرد [Ahluwalia, 2006].

اما همیشه پیداشدن فسیل‌های باارزش به معنی تغییر کاربری اراضی نیست. نمونهٔ بسیار معروف آن در ایران، معدن نمک چهرآباد (مردان نمکی) در استان زنجان است که هنوز به عنوان معدن نمک مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مکان، طی عملیات معدنکاری، تاکنون هشت مرد نمکی که قدیمی‌ترین آن‌ها مربوط به حدود ۲۷۰۰ سال پیش است، پیدا شده. با این‌حال، این معدن هنوز به عنوان معدن نمک مورد استفاده قرار می‌گیرد [خوش‌رفتار، ۱۳۸۷].

۴. ساخت اتاقک‌ها

در صورتی که مساحت مکان‌های دارای فسیل کم باشد و این مکان‌ها از لحاظ حفاظتی، آموزشی و گردشگری مهم باشند، با ساخت اتاقک‌های سرپوشیدهٔ شیشه‌ای از آن‌ها محافظت می‌کنند (شکل ۷). ممکن است با توجه به اهمیت این مکان‌ها، ممکن است لمس فسیل‌ها مجاز نباشد و صرفاً آن‌ها را از پشت اتاقک شیشه‌ای بتوان مشاهده کرد. به عبارت

الف

ب

تصویر ۷. حفاظت از مکان‌های دیرینه‌شناسی با ساخت اتاقک‌ها و حفاظ‌های شیشه‌ای و پلاستیکی.
الف) یک مکان دیرینه‌شناسی، ردپای دایناسور در گردشگاه علوم زمین ترا ویتا آلمان _ (منبع: Mc Keever and Zouros, 2005)
ب) یک مکان دیرینه‌شناسی مهم در فرانسه _ (منبع: Gonggrijp, 2005)

دیگر، این اتاقک را می‌توان موزهٔ یک جایگاه زمین‌شناسی نامید [Gonggrijp, 2000].

۵. استخراج و در معرض عموم قراردادن سنگواره‌ها

با توجه به این‌که پیدا کردن فسیل‌ها برای گردشگران و پژوهشگران در سطوح متفاوت مشکل است و به امکاناتی نیاز دارد که علاوه بر فراهم نبودن آن‌ها برای تمام افراد، ممکن است فسیل‌ها در زمان استخراج صدمه ببینند و یا نابود شوند، تعدادی از فسیل‌های اکتشاف و استخراج شده، داخل جعبه‌های روباز در معرض دید مستقیم افراد قرار می‌گیرند (شکل ۸). علاوه بر موارد فوق، می‌توان امکاناتی را در اختیار گردشگران قرار داد تا به کاوش و استخراج فسیل‌ها بپردازند و آن‌هایی که پیدا کرده‌اند، به نام خودشان در یک مجموعه و یا موزه ثبت و نگه‌داری شود.

تصویر ۸. گردشگران در یکی از مراکز جمع آوری دارای فسیل در کشور آفریقای جنوبی. (منبع: Smit, 2003)

نتیجه

مطالعهٔ فسیل‌های گیاهی و جانوری در حیطهٔ علم زمین‌شناسی (چینه ـ فسیل‌شناسی) و زیست‌شناسی تکاملی است. فسیل‌ها، بازمانده‌ها یا نشانه‌هایی از گیاهان و جانورانی هستند که روزگاری در قید حیات بوده‌اند. فسیل‌ها ممکن است بقایای یک مهره‌دار عظیم‌الجثه، یا تمام یا بخشی از اسکلت یک حیوان و یا گیاهان میکروسکوپی باشد. مطالعهٔ آن‌ها به ما امکان می‌دهد، محیط‌های دیرینه را درک کنیم و به بررسی روند تحولات حیات روی کرهٔ زمین بپردازیم. این مکان‌ها، ممکن است به دو دلیل، عملکرد پدیده‌های طبیعی (مانند هوازدگی و فرسایش) و یا فعالیت‌های انسانی (مانند ترانشهٔ جاده‌ها و تونل‌های حفاری شدهٔ معادن)، در معرض دید قرار بگیرند. علاوه بر انواع فعالیت‌های ساختمانی که این سایت‌ها را در معرض خطر قرار می‌دهند، علاقه‌مندی مؤسسات آموزشی برای انجام تحقیقات، برگزاری مسافرت‌های میدانی و جمع‌آوری تفریحی فسیل‌ها نیز از مواردی هستند که وجود آن‌ها را تهدید می‌کند.

تاکنون، شناخت و درک جنبه‌های متفاوت فسیل‌ها، مانند اهمیت علمی، زیست‌محیطی، آموزشی، تفریحی، فرهنگی و تجاری، توجه بیشتر به آن‌ها را در سطح ملی و بین‌المللی به دنبال داشته است. لذا با توجه به درجهٔ اهمیت، میزان خطر و شرایط محلی، باید به روش‌های متفاوتی محافظت شوند تا علاوه بر نسل‌های حاضر، آیندگان هم از ارزش‌های متعدد این منابع بهره‌برداری کنند. این فسیل‌ها بخش جدایی‌ناپذیر «میراث طبیعی»[۳۶] به‌شمار می‌آیند و باید به بهترین شکل ممکن آنان را حفاظت کرد.

تشکر و قدردانی: از جناب آقای دکتر **اکبر زمانی**، عضو هیئت علمی گروه جغرافیای دانشگاه زنجان، به‌خاطر مطالعهٔ این مقاله و راهنمایی‌هایشان، سپاس‌گزاری می‌نمایم.

روش‌های حفاظت از فسیل‌ها را می‌توان به دو گروه روش‌های حفاظت درجا و روش‌های حفاظت پس از انتقال تقسیم کرد. در گذشته عموماً فسیل‌ها را از محلی که پیدا شده‌اند به موزه‌ها انتقال داده‌اند

پی نوشت

1. Land forms
2. Fossils
3. Sites
4. Geosites
5. Fossilization
6. Trace
7. Geotourism
8. Geoconservation
9. Rock - shope
10. Tyrrannosaurus rex (Sue)
11. Stuttgart
12. East Kirkton
13. Doniford Bay
14. Somerset
15. Décor Fossils
16. Trilobites
17. Charles Darwin
18. Framinifera
19. Ostracods
20. Pollen
21. Spor
22. Geopark
23. Araripe
24. Ammonite
25. Réserve Géologique de Haute-Provence
26. Alberta
27. Giants
28. Picton
29. Tasmania
30. Jura
31. The World Heritage Gonvention
32. Naracoorte
33. Zigong
34. Ordovician
35. Jiayin
36. Natural Heritage

منابع

۱. امری کاظمی، علیرضا (۱۳۸۸). تجزیه و تحلیل توان‌های ملی برای ایجاد ژئوپارک‌های جدید و توسعهٔ ژئوتوریسم در ایران. سخن‌رانی در نشست مشترک کمیسیون ملی یونسکو در ایران و ژئوپارک جهانی قشم. ۱۳۸۸/۱/۱۹ تا ۱۳۸۸/۱/۲۱. جزیرهٔ قشم. ایران.

۲. بییر، آن. آر و هیگینز، کاترین (۱۳۸۱). برنامه‌ریزی محیطی برای توسعهٔ زمین. ترجمهٔ سیدحسن بحرینی و کیوان کریمی. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ اول. بهار ۱۳۸۱.

۳. پورابریشمی، زین‌العابدین، کوکبی‌نژاد، امیرحسین؛ زارع، غلامرضا؛ دبیری، امید (۱۳۸۷). مطالعه و اکتشاف سنگواره‌های مهره‌داران واحد سنگ چینه‌ای مراغه. فصل‌نامهٔ علمی ـ پژوهشی علوم زمین. بهار ۱۳۸۷. سال هفدهم. شمارهٔ ٦٧.

٤. تهرانی، خسرو و آزادی، مجتبی (١٣٧٤). فسیل‌شناسی بی‌مهرگان (ماکرو فسیل‌ها). ترجمه و تألیف، ناشر مؤسسهٔ فرهنگی عابدزاده. چاپ اول. تهران. اردیبهشت ١٣٧٤.

۵. خوش‌رفتار، رضا (۱۳۷۸). ژئوسایت مردان نمکی. معدن نمک چهرآباد زنجان. اولین همایش زمین گردشگری (ژئوتوریسم) ایران. سازمان زمین‌شناسی کشور. تهران. ۲۲ آبان‌ماه ۱۳۸۷.

6. Ahluwalia, Arun, D, (2006) Indian heritage, geodiversity: geosites and geopaks, Current Science, vol. 91, no. 10.

7. Corpprate Acent (2003) Business Plan on fossil and geological heritage tourism in South Australia, Prepared by Corporate Ascent.

8. en. wikipedia.org/wiki/Ediacaran-103k

9. Fossilsdirect.co.uk

10. Geer, Alexandra van der., Dermitzakis, Michael (2008) Fossil medicines from "snake eggs" to "Saint's bones"; an overview, Calicut Medical Journal 2008; 6(1).

11. Gonggrijp, Gerand (2000) The early years of progeo. Progeo News, No. 3. 2000.

12. Gray, Murray (2004) Geodiversity: valuing and conserving a biotic nature, John Wiley & sons, Ltd.

13. Gray, Murray (2005) Geodiversity and Geoconservation: What, Why, and How?, The George Wright Forum, Volume 22, Number 3.

14. Geoscinences newsletter (2008) number 12. geoscince research institute.

15. Joyce. E.B., (2006) Geological heritage of Australia: selecting the best for geosites and world heritage, and telling the story for geotourism and geooark, AESC2006, Melbourne, Australia.

16. Lima, Ricardo J. C., Freire, Paulo T. C, Macedo Zélia, S., Sasaki, José M., Saraiva A. F. Antônio (2008) Fossilization in Geopark Araripe studied through X-ray diffraction, scanning microscopy and thermogravimetric analysis.

17. MacFadyen, Colin (2008) The Scottish Fossil Code, Progeo News, NO. 3. 2008.

18. Mc Keever, Patrik J. and Zouros, Nickolas (2005) Geoparks: Celebrating Earth heritage, sustaining local communities, Episodes, Vol. 28, no. 4.

19. Pinsker, Lisa M. (2005) Passion for Paleo: Amateur Fossil Collectors, Geotiems, February 2005.
www.geotimes.org/feb05/feature_paleopassin.html

20.ScottishNaturalHeritage,(2008)ScottishFossilCoed.,pp82.

21.Sharples,C.(2002)Conceptsandprincipalsofgeoconservation. TasmanianParks&WildlifeServiceWebsite,Version3.

22. Smit, Jacob Johannes (2003) Geotourism in South Africa: Problems and prospects, Mini-Dissertation, Magister Scientiae in Environmental Management in the faculty of science at the Rand Afrikaans University.

23. UNESCOm (2008) Guideline and criteria of national geoparks seeking UNESCOS assistance to join the global geoparks network. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

24. Working group on the geological heritage (2003) Draft recommendation No.1 on conservation of the geological heritage and areas of special geological intersest in Europe, 2nd metting, 15 September 2003, Strasbourg.

25. www.zdm.cn/en/dinosaur/park.asp?lm2=81

26. www.globalgeopark.org(2007) China builds 1.5 km dam to protect dinosaur site, 2007-10-31.

27. www.sandiefamily.com/page3.htm

28. www.lesvosemusum.gr

29.www.palaeos.com/Proterozoic/Neoproterozoic/Ediacaran/Ediacaran.2.htm

30. Zouros, N (2004) The European geoparks networks, Geological heritage protection and local development, Episodes, vol. 27, no. 3.

نقد اجمالی کتابهای زمین‌شناسی دورهٔ متوسطه و پیش دانشگاهی

شهاب قهرمانی
مدرس دانشگاه و مرکز تربیت‌معلم شهید مفتح

درآمد

بهبود مستمر برنامه‌های درسی با توجه به دانش و فناوری جدید، ضرورتها و مقتضیات زمان در مقیاس کشوری، منطقه‌ای و جهانی، با استفاده از نظرات افراد مطلع و آگاه از مسائل آموزش و پرورش و تعلیم و تربیت اسلامی، از اهم وظایف و تکالیف قانونی و ستادی بخش پژوهش و تألیف در نظام آموزش و پرورش کشور است. امروزه با پیشرفت فناوری ارتباطات، ازجمله حضور دریای اطلاعاتی مجازی یا اینترنت در کنار و بطن زندگی آموزشی دانش‌آموزان و اولیای آنان، و از طرف دیگر، پیچیدگی زندگی امروزی، نیاز به دانش‌ها و مهارت‌های متفاوتی برای تربیت شهروند مطلوب احساس می‌شود. از آن‌جا که همهٔ این عوامل در جامعه در حال تغییر و تحول دائمی هستند، کتاب‌های درسی هم که یکی از منابع اصلی آموزشی به‌شمار می‌روند، باید با این دگرگونی‌ها سازگار و هم‌خوان شوند. در این بین، مدارس، معلمان و رسانهٔ آموزشی و به‌خصوص کتاب‌های درسی آنان، نقش تعیین‌کننده‌ای در این امر دارند. به‌طور کلی، ضرورت تغییر در یک برنامه یا یک کتاب درسی، از ارزیابی فاصله بین وضع موجود و وضع مطلوب، یا به‌عبارت دیگر، مشکلات و موانع موجود و افق‌ها و چشم‌اندازهای مورد انتظار، نشئت می‌گیرد. پژوهش و تحقیق در خصوص کتاب‌های درسی مورد نظر، یکی از بهترین راه‌های تبیین و ترسیم وضع موجود، و شناخت موانع و مشکلات است تا بتوان به تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی هوشمندانه دست یافت.

کلیدواژه‌ها: بهبود مستمر، دانش و فناوری، دگرگونی‌های سازگار، کتاب درسی، اطلاعاتی مجازی، بطن زندگی آموزشی.

روش و ابزار تحقیق

روش اساسی در این تحقیق، روش پیمایشی و تحلیلی- آماری است که با استفاده از پرسش‌نامه، به‌صورت میدانی و با استفاده از جامعهٔ آماری تصادفی اجرا شد. البته به علت این‌که تحقیق حاضر از ماهیت نظری برخوردار است، از روش توصیفی- تحلیلی نیز استفاده شد. پس از جمع‌آوری اطلاعات و نظرات، و طبقه‌بندی و تجزیه و تحلیل آماری آن‌ها، نتیجه‌گیری نهایی تبیین شده است. در این تحقیق، از پرسش‌نامه‌ای حاوی سه سؤال استفاده شد که در زیر نمایش داده شده است:

جامعهٔ آماری

در این تحقیق، جامعهٔ آماری به‌طور تصادفی در دو گروه متفاوت انتخاب شدند. گروه اول را سرگروه‌های زمین‌شناسی مناطق مختلف یکی از استان‌های کشور تشکیل دادند که در سال تحصیلی ۸۹-۱۳۸۸ کتاب‌های مورد پژوهش را تدریس می‌کردند. گروه دوم شامل دبیران زمین‌شناسی یکی از نواحی شهر تهران بود که در سال تحصیلی جاری نیز شاغل به تدریس بودند. در مجموع، ۳۲ نفر از همکاران پرسش‌نامه‌ها را تکمیل کردند و در مورد محتوای کتاب‌های علوم زمین پیش‌دانشگاهی و زمین‌شناسی سال سوم آموزش متوسطه نظر دادند.

تحلیل آماری یافته‌ها

الف) کتاب زمین‌شناسی سال سوم آموزش متوسطه

سؤال ۱. آیا از محتوای کتاب موجود راضی هستید؟

۵/۵ درصد دبیران این درس پاسخ بله را انتخاب کردند و از محتوای کتاب زمین‌شناسی سال سوم آموزش متوسطه کاملاً رضایت داشتند. ۶۱/۱ درصد پاسخ‌دهندگان اعلام کردند که تا حدودی از محتوای کتاب رضایت دارند. ۳۳/۴ درصد باقی‌مانده نیز از محتوای کتاب رضایت نداشتند که در سؤالات بعدی علت آن تبیین خواهد شد.

سؤال ۲. به نظر شما جای چه مطالبی در کتاب خالی است؟

در پاسخ به این سؤال، ۱۶/۶ درصد از همکاران شرکت‌کننده پاسخی ندادند که شاید نشان‌دهندهٔ رضایتمندی آنان از وضع موجود باشد. اما بالاترین تقاضا به میزان ۱۶/۶ درصد، مربوط بود به موضوع پدیده‌های زمین‌شناسی ایران و استان‌ها، و مبانی و اصول زمین‌شناسی. از آن‌جا که این کتاب اولین کتاب تخصصی زمین‌شناسی در دورهٔ متوسطه است، دبیران این درس خواستار توضیح و تفسیر بیشتر زمین‌شناسی ایران به همراه تصاویر جذاب و جدید شدند که توجه خاص مؤلفین محترم کتاب را می‌طلبد.

در مرتبهٔ بعدی و به میزان ۱۲/۵ درصد، پاسخ‌دهندگان خواستار توجه بیشتر به زمین‌شناسی کاربردی و تبیین مصادیق آن در زندگی روزمرهٔ دانش‌آموزان شدند؛ تا بدین وسیله، هم مطالب کتاب از حالت انتزاعی و کلیشه‌ای خارج شود و هم دانش‌آموزان به اهمیت و کاربرد این علم در زندگی پی‌ببرند. به این ترتیب، روش یاددهی- یادگیری به سمت «پژوهش‌محوری» سوق می‌یابد و لزوم برگزاری بازدیدهای علمی، به‌منظور مطالعه و بررسی مصداق‌های کاربرد زمین‌شناسی در زندگی، به‌روشنی آشکار می‌شود. هم‌چنین، ۱۲/۵ درصد دبیران از حجم زیاد، تنوع مطالب و کمبود ساعت تدریس گلایه کردند.

پاسخ‌دهندگان خواستار توجه بیشتر به زمین‌شناسی کاربردی و تبیین مصادیق آن در زندگی روزمرهٔ دانش‌آموزان شدند؛ تا بدین وسیله، هم مطالب کتاب از حالت انتزاعی و کلیشه‌ای خارج شود و هم دانش‌آموزان به اهمیت و کاربرد این علم در زندگی پی‌ببرند

در مرتبهٔ سوم و به میزان ۷/۱ درصد از دبیران به سه موضوع اشاره داشتند:

۱. لزوم توجه به موضوع مطالعات و اکتشاف نفت و هیدرولوژی آب‌های زیرزمینی.

۲. لزوم جابه‌جایی و اصلاح ترتیب فصل‌های کتاب.

۳. طرح مسئلهٔ تکتونیک صفحه‌ای.

سؤال ۳. به نظر شما، چه مطلب یا مطالبی در کتاب اضافی یا غیرضروری است؟

در پاسخ به این سؤال، ۵/۵ درصد از همکاران شرکت‌کننده مطلبی ننوشتند و سؤال مورد تحلیل را بدون پاسخ گذاشتند. بیشترین تقاضا به میزان ۴۴/۵ درصد درخصوص تلفیق چهار فصل اول کتاب بود. درواقع دبیران این درس از گستردگی و پرحجم‌بودن این قسمت از کتاب رضایت نداشتند. ۲۷/۹ درصد پاسخ‌دهندگان فصل مربوط به آب و هوا را غیرضروری یا نسبت به سایر فصل‌ها و موضوعات کتاب، کم‌اهمیت‌تر دانستند. ۱۱/۱ درصد از شرکت‌کنندگان

در این تحقیق، از گستردگی، پرحجم بودن و تخصصی بودن بخش کانی‌شناسی ناراضی بودند. هم‌چنین، ۵/۵ درصد نیز از ارائهٔ مطالب خیلی تخصصی مثل «سری واکنشی بوون» گله داشتند.

بنابراین می‌توان گفت: بسیاری از دبیران از گستردگی مطالب بخش اول کتاب و نیز نحوهٔ ارائهٔ مطالب تخصصی در آن، چندان راضی نیستند که این موضوع توجه برنامه‌ریزان و گروه مؤلفان را می‌طلبد.

ب) کتاب علوم زمین پیش‌دانشگاهی

سؤال ۱. آیا از محتوای کتاب موجود راضی هستید؟

۲۴/۱ درصد دبیران زمین‌شناسی شرکت‌کننده در این نظرخواهی، با انتخاب پاسخ «بله» از محتوای کتاب موجود اظهار رضایت کردند که درصدی پایین و نگران‌کننده است. ۷۱/۴ درصد تا حدودی از محتوای کتاب رضایت دارند که درصد بالایی است و در سؤالات بعدی علت آن تبیین خواهد شد. ۷/۲ درصد باقی‌مانده نیز از وضع موجود و محتوای فعلی کتاب رضایت ندارند.

کتاب زمین‌شناسی سال سوم رشتهٔ تجربی از نظر دبیران این درس که میانگین سابقهٔ خدمتی آنان ۹/۱۷ سال بود، از کمترین میزان رضایتمندی به میزان ۵/۵ درصد برخوردار است و ۵/۹۴ درصد آنان یا رضایت ندارند و یا تاحدودی رضایت دارند

سؤال ۲. به نظر شما جای چه مطالبی در این کتاب خالی است؟

در پاسخ به این سؤال، ۲۰ درصد از همکاران شرکت‌کننده مطلبی ننوشتند و سؤال را بدون پاسخ گذاشتند. موضوع زمین‌شناسی ایران و استان‌ها، به میزان ۳۰ درصد بالاترین درخواست را به خود اختصاص داد. زمین‌شناسی کاربردی و اقتصادی با ۲۵ درصد در رتبهٔ بعدی بود. ۲۰ درصد شرکت‌کنندگان هم، سنگینی مطالب کتاب، کمبود زمان تدریس و نداشتن ضریب در آزمون کنکور را به‌عنوان مشکلات تدریس کتاب ذکر کردند. هر کدام از موارد زیر با فراوانی یک، نظر پنج درصد پاسخ‌دهندگان را شامل می‌شود:

- درخصوص نجوم و آموزش آن مطالبی ارائه گردد.
- در مورد فسیل‌شناسی، متناسب با دورهٔ پیش‌دانشگاهی، مطالبی آورده شود.

از تحلیل کلی این سؤال نیز استنباط می‌شود که بیشترین تقاضای دبیران، درج مطالبی در مورد زمین‌شناسی ایران و زمین‌شناسی کاربردی و اقتصادی است که پرداختن به این موضوع را ضروری می‌سازد.

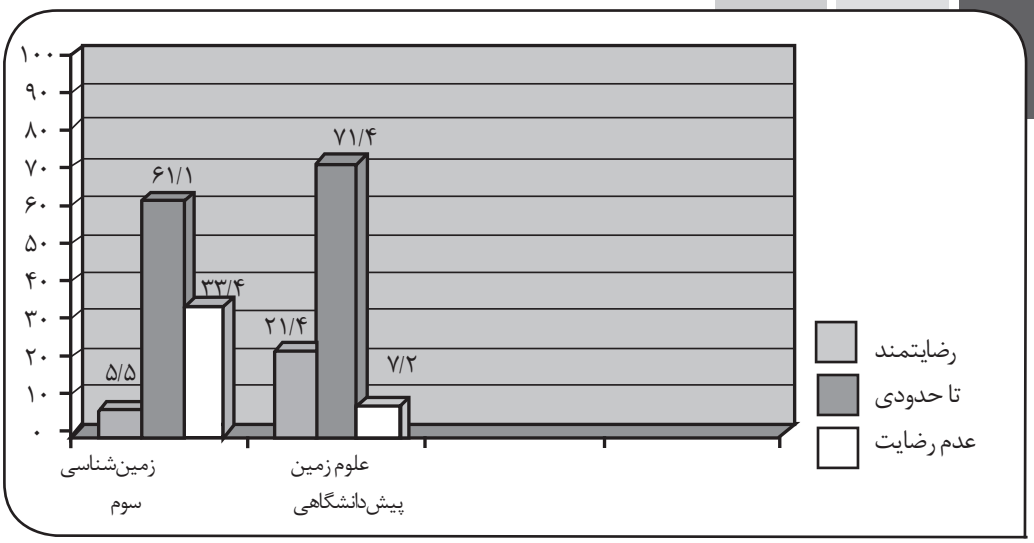
سؤال ۳. به نظر شما چه مطلب یا مطالبی در کتاب اضافی یا غیرضروری است؟

در پاسخ به این سؤال، ۲۵ درصد از همکاران شرکت‌کننده مطلبی ننوشتند و سؤال را بدون پاسخ گذاشتند. ۴۰ درصد دبیران خواستار تلفیق فصل‌های اول، نهم و دهم شدند که هر سه مربوط به موقعیت زمین در فضا هستند. ۲۵ درصد از دبیران، ارائهٔ مطالبی هم‌چون ژئوفیزیک، مغناطیس و وارونگی را در این حد بالای تخصصی در کتاب غیرضروری دانستند. به اعتقاد ایشان، این مطالب نسبت به سایر مسائل زمین‌شناسی در این دورهٔ تحصیلی، از اولویت کمتری برخوردارند. پنج درصد نیز مطالب تخصصی مربوط به چینه‌شناسی را غیرضروری دانستند.

تفسیر نتایج

در این تحقیق مشخص شد، کتاب زمین‌شناسی سال سوم رشتهٔ تجربی از نظر دبیران این درس که میانگین تجارب حرفه‌ای آنان ۱۷/۹ سال بود، از کمترین میزان رضایتمندی به میزان ۵/۵ درصد برخوردار است و ۹۴/۵ درصد آنان یا رضایت ندارند و یا تاحدودی رضایت دارند. این امر لزوم بازنگری و تحلیل محتوای کتاب مذکور توسط مراجع ذی‌صلاح و مؤلفان محترم را نشان می‌دهد. ۷۷/۶ درصد دبیران نیز از کتاب علوم زمین پیش‌دانشگاهی یا رضایت ندارند و یا تا حدودی رضایت دارند (نمودار ۱).

روش یاددهی- یادگیری به سمت «پژوهش‌محوری» سوق می‌یابد و لزوم برگزاری بازدیدهای علمی، به‌منظور مطالعه و بررسی مصداق‌های کاربرد زمین‌شناسی در زندگی، به‌روشنی آشکار می‌شود



نمودار ۱. میزان رضایتمندی از کتاب‌های زمین‌شناسی دورهٔ متوسطه و پیش‌دانشگاهی

منطقهٔ خدمتی: ---------- **آخرین مدرک تحصیلی: لیسانس ☐ فوق‌لیسانس و بالاتر ☐**

سابقهٔ خدمت: ------ **سال** **سابقهٔ سرگروهی:** ------ **سال**

۱. آیا از محتوای کتاب موجود راضی هستید؟

بله ☐ تا حدودی ☐ خیر ☐

۲. به نظر شما جای چه مطلبی در این کتاب خالی است؟

۳. به نظر شما چه مطلب یا مطالبی در کتاب اضافی یا غیر ضروری است؟

جهان

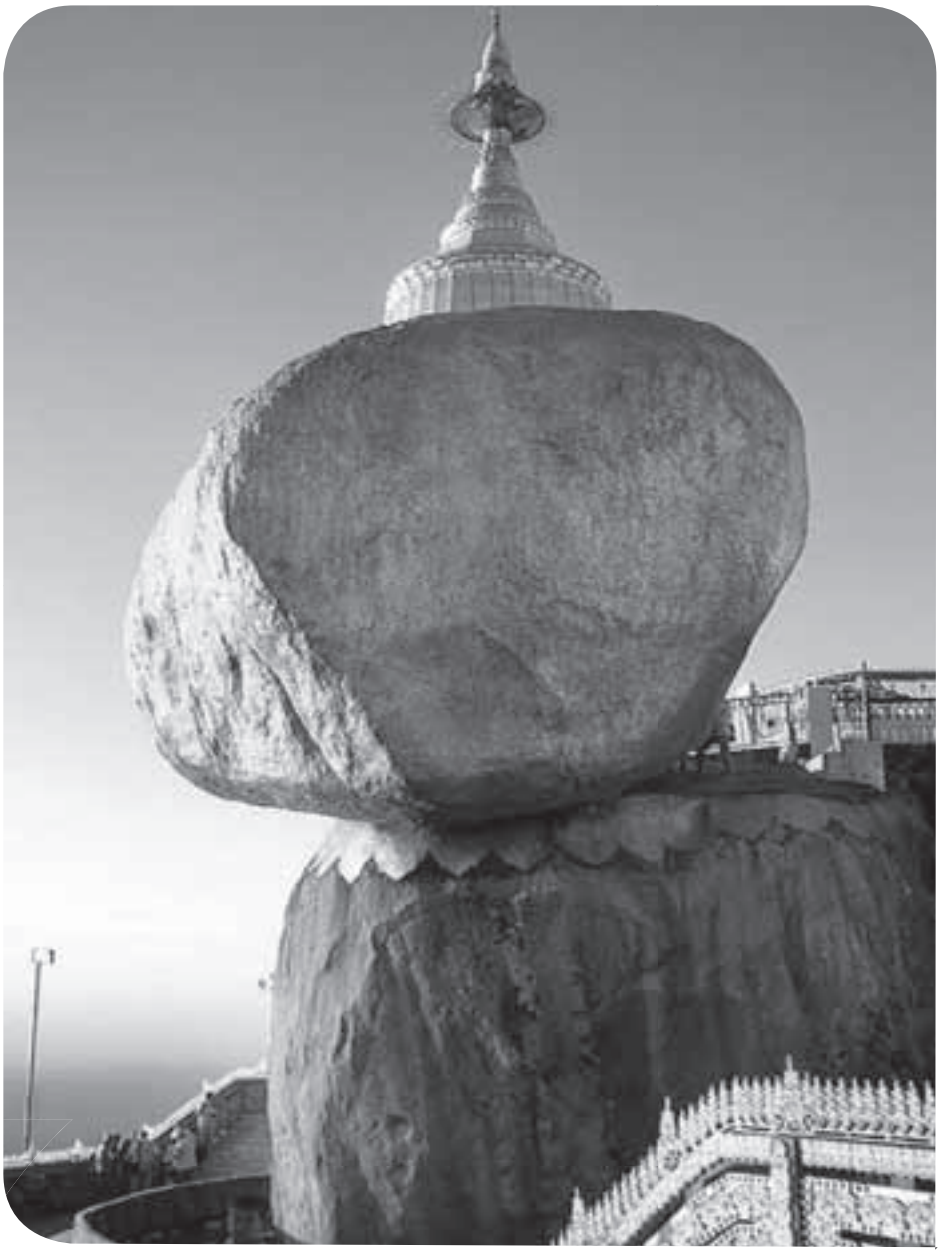
صخره‌های شگفت‌انگیز

ترجمه:علی‌اصغر رحیم‌زاده پوربناب
دانشگاه پیام‌نور مرکز بناب

کلیدواژه‌ها: صخره طلایی، زیارتگاه، طاق ظریف، درخت سنگی، صخره قارچ، موج، صخره آبریز، صخره سیب، قله‌ها، صخره پرسه.

۱. صخرهٔ طلایی

«بتکدهٔ کیاایکتیو» که به صخرهٔ طلایی هم مشهور است، یک محوطهٔ زیارتی بودایی است که در ایالت «مون» در برمه قرار دارد. این زیارتگاه کوچک در بالای صخرهٔ طلایی قرار دارد و تخته سنگی از جنس گرانیت است که توسط مریدانش با برگ‌هایی از طلا پوشانده شده است. خود صخره بنا به شرایطش در جای بلندی قرار گرفته که به نظر می‌رسد جاذبهٔ زمین را تحت تأثیر قرار داده و در نتیجه توانسته است، در کنار لبهٔ چرخشی تپه قرار گیرد.



۲. طاق ظریف

طاق ظریف یک طاق مشهور جهانی است که در پارک ملی طاق‌ها در «یوتا» (ایالات متحده آمریکا) قرار گرفته است. این طاق یک طاق تنها و مرموز است که به نماد ایالات متحده آمریکا تبدیل شده است.

۳. درخت سنگی

این درخت سنگی که از طریق باد و ماسه از سنگ تراشیده شده است، بالای منطقهٔ «آلتیپلانوری» بولیوی قرار دارد و یکی از مناظر خیلی زیبای جهان را پدید آورده است.

۴. صخرهٔ قارچ

این صخرهٔ قارچ در مصر، یکی از مشهورترین صخره‌های قارچی جهان است. صخره‌های قارچی از برجسته‌ترین نمونه‌های حاصل از فرایندهای فرسایش و هوازدگی هستند که معمولاً در مناطق بیابانی یافت می‌شوند. آن‌ها در طول چندین هزار سال شکل می‌گیرند.

۵. موج

این بافت ماسه سنگی شگفت‌انگیز و زیبا «موج» نامیده شده است که در «باتلاق کویوتی باتس» آریزونا واقع شده است. برای رسیدن به این بافت (موج) باید ۴/۵ کیلومتر پیاده‌روی کرد. موج آریزونا چشم‌اندازی از یک سنگ فرش بدون دنباله است که برای رسیدن به قلهٔ ۱۰۷ متری آن باید ۹/۷ کیلومتر پیاده رفت.

۶. صخرهٔ آیرز

صخرهٔ ماسه سنگی آیرز (استرالیا) که به «اولور» هم معروف است، ۱۴۲/۱ پا از سطح بیابان‌های اطراف بلندتر است. این صخره که بامحیط پیرامونش ۹ کیلومتر وسعت دارد، تمام اجسام اطرافش را کوتاه نشان می‌دهد. صخرهٔ آریز یکی از بزرگ‌ترین تندیس‌ها در جهان است و از طلوع تا غروب آفتاب، سایه‌های رنگی عجیب و غریبی از قرمز گرفته تا قهوه‌ای با نورهای متفاوت به خود می‌گیرد. این صخره برای بومیان منطقه و کسانی که به «آنانقو» معروف هستند، مقدس است.

۷. صخرهٔ سیب جدا شده

«صخرهٔ سیب جدا شده»، صخرهٔ جالبی در جزیرهٔ جنوبی نیوزیلند است و همان‌طور که نامش توصیف می‌کند، به نظر می‌رسد سیبی است که از وسط دو تکه شده است. این صخره در نزدیکی «ماراهو» در پارک ملی هابل در منطقهٔ «تاسمن» واقع شده و یک مرکز گردشگری خیلی مشهور است.

۸. قله‌ها

این بافت‌های زیبای قله‌مانند در «پارک ملی نامبرگ» در غرب استرالیا قرار دارند. جنس آن‌ها از سنگ آهک و ساختار آن‌ها از شن‌های تصفیه شده است. باران لایه‌های پایینی را با آهکی که از لایه‌های بالایی شسته، سیمانی کرده است.

۹. صخرهٔ پرسه

این بافت صخره‌ای یکی از بزرگ‌ترین طاق‌های طبیعی در جهان است. صخرهٔ سوراخ شدهٔ «پرسه» (کانادا) دو طاق داشت که اطاق بیرونی در ۱۷ ژوئن سال ۱۸۴۵ فروریخت. برخلاف انتظار، با از بین رفتن یکی از اطاق‌ها، صخره پرسه هنوز هم پابرجاست و به عنوان یکی از هفت عجایب با ارزش کانادا به‌شمار می‌رود. این صخره نامش را از صخرهٔ بلندی به ارتفاع ۱۵ متر می‌گیرد که در نزدیک انتهای رو به دریای آن قرار دارد.

منبع

www.oddee.com

پرسش

پرسش‌های فرامتنی

سعید علیزاده بلوچی
معلم زمین‌شناسی ناحیهٔ ۲ رشت

یکی از مشکلات دبیران در مدارس پیدا کردن سؤالات مناسب فرامتنی (استنباطی) جهت ارزشیابی دانش آموزان است. در اینجا، نمونه ای را برای استفاده همکاران می آوریم.

۱. اگر یک قطعه **ماسه‌سنگ** و یک قطعه **سنگ آهک** حدود ۱۵ کیلومتر همراه با آب حرکت کنند، کدام یک زودتر گردشدگی پیدا می‌کند؟ توضیح دهید.
۲. دو علت فراوانی **کوارتز** در طبیعت را بنویسید.
۳. چرا کانی **میکا** در اثر تماس مکرر دست به کانی‌های دیگر زودتر خرد می‌شود؟
۴. از لحاظ ترکیب شیمیایی، چه شباهت و تفاوتی بین **سنگ آهک** و **دولومیت** وجود دارد؟
۵. براساس نظریهٔ باون، **ترکیب فلدسپات** از عمق به سطح زمین چه تغییری می‌کند؟
۶. از بین دو سنگ **گابرو** و **شیل**، کدام‌یک به‌عنوان سنگ تزئینی مناسب‌تر است؟ توضیح دهید.
۷. از بین دو سنگ **ماسه‌سنگ** و **گرانیت**، کدام‌یک می‌تواند منبع ذخیرهٔ نفتی مناسبی باشد؟ توضیح دهید.
۸. از بین دو کانی **ژیپس** و **هالیت**، کدام‌یک زودتر در آب دریا ته‌نشین می‌شود؟ توضیح دهید.
۹. از بین دو سنگ رسوبی **ماسه سنگ** و **سیلت‌سنگ**، کدام‌یک در فرایند دیاژنز مرحلهٔ سیمانی شدن را ندارد؟ توضیح دهید.
۱۰. رسوب **کربنات کلسیم** در آب‌های با عمق کمتر از ۱۰۰ متر سریع‌تر صورت می‌گیرد یا در عمق بیش از ۱۰۰۰ متر؟ توضیح دهید.
۱۱. یک شباهت و یک تفاوت بین **چرت آلی** و **گل سفید** را بنویسید.
۱۲. یک شباهت و یک تفاوت بین **کوکینا** و **گل سفید** را بنویسید.
۱۳. اندازهٔ دانه‌ها در **دگرگونی دفنی** و **دگرگونی حرکتی–حرارتی** چه تغییری می‌کند؟
۱۴. رشد بلور **کوارتز** در **کوارتز آرنیت** دیده می‌شود یا در کوارتزیت؟ توضیح دهید.
۱۵. **ولاستونیت** چه شباهت و تفاوتی با **اوژیت** دارد؟

پاسخ نامه

۱. سنگ آهک چون حاوی کلسیت است و کلسیت سختی کمتری نسبت به کانی کوارتز در ماسه‌سنگ دارد، زودتر گردشدگی پیدا می‌کند.
۲. **دلیل اول**: عناصر تشکیل‌دهندهٔ آن، سیلیس و اکسیژن، فراوانی زیادی دارند.
دلیل دوم: پایداری این کانی در محیط بالاست.
۳. زیرا میکا دارای پیوند ضعیف و سطح شکست ورقه‌ای (یک‌جهتی) است و در اثر تماس مداوم دست، نسبت به کانی‌های دیگر زودتر خرد می‌شود.
۴. **شباهت**: هر دو جزو سنگ‌های کربناته هستند. **تفاوت**: سنگ آهک کربنات کلسیم است و دولومیت، کربنات مضاعف کلسیم و منیزیم.
۵. فلدسپات کلسیم‌دار ← سدیم‌دار ← پتاسیم‌دار
۶. گابرو؛ به خاطر مقاومت زیادتر، زیبایی و دوام طولانی.
۷. ماسه‌سنگ؛ به خاطر وجود تخلخل و فضای مناسب.
۸. ژیپس؛ وقتی میزان شوری از سه برابر حد طبیعی بگذرد، ژیپس ته‌نشین می‌شود. ولی برای هالیت، شوری باید به ۱۰ برابر حد طبیعی برسد.
۹. سیلت‌سنگ. به علت دانه ریز بودن فضای میان ذرات، آب به‌راحتی نمی‌تواند از آن‌ها بگذرد و مادهٔ سیمانی را به داخل فضا برساند.
۱۰. در آب‌های کم‌عمق؛ مثلاً کمتر از ۱۰۰ متر. زیرا کاهش فشار آب، CO_2 را بیشتر به هوا می‌فرستد.
۱۱. **شباهت**: هر دو منشأ آلی دارند.
تفاوت: گل سفید پوستهٔ آهکی روزنه‌داران است، ولی چرت‌آلی سیلیسی از شعاعیان و دیاتومه‌هاست.
۱۲. شباهت: هر دو جزو سنگ‌های آهکی با منشأ آلی هستند.
تفاوت: کوکینا، سنگ آهک سست و پرحفره است و از قطعات صدف تشکیل شده است. ولی گل سفید، سنگ آهک ظریف از پوستهٔ جان‌داران ذره‌بینی مثل روزنه‌داران است.
۱۳. در دگرگونی دفنی، کانی‌های دانه ریز با هم یکی و درشت می‌شوند که به آن تبلور دوباره می‌گویند، اما در دگرگونی حرکتی- حرارتی، بر اثر نیروی وارده، سنگ‌ها خرد و به انواع دانه‌ریز تبدیل می‌شوند.
۱۴. در کوارتزیت، زیرا در گروه سنگ‌های دگرگونی قرار دارد و طی این فرایند، کانی‌ها بدون آن‌که تغییر ترکیب دهند، رشد می‌کنند.
۱۵. **شباهت**: ولاستونیت مانند اوژیت، نوعی پیروکسن است.
تفاوت: اوژیت منشأ آذرین دارد، ولی ولاستونیت در اثر دگرگونی مجاورتی ایجاد می‌شود.

بلورشناسی و سیستم‌های تبلور

محمدحسن بازوبندی
مجتمع آموزش عالی پیامبر اعظم (ص)

مقدمه

واژۀ «بلور»[1] از ریشۀ یونانی گرفته شده و از دو کلمۀ «Krous» (سرد) و «Stellesual» (سخت شدن) تشکیل شده که مجموعاً به معنی سخت‌شدن در اثر سرماست.

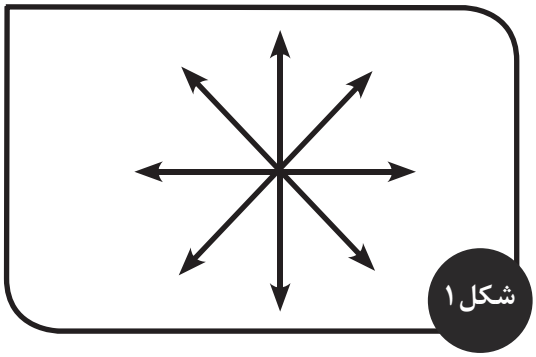
به شاخه‌ای از علوم‌تجربی که به مطالعۀ نحوۀ تشکیل، شکل ظاهری، ساختمان داخلی، خصوصیات فیزیکی و رشد بلورها می‌پردازد، «علم بلورشناسی» (کریستالوگرافی) می‌گویند. بلورشناسی در رشته‌های متفاوت علوم تجربی، مانند زمین‌شناسی، شیمی، فیزیک و برخی از رشته‌های فنی و مهندسی، مانند مهندسی مواد، مورد بررسی و مطالعه قرار می‌گیرد. البته زاویۀ دید و نوع نگاه رشته‌های گوناگون به علم بلورشناسی متفاوت است. در این مقاله به بررسی بلورشناسی از دیدگاه زمین‌شناسی می‌پردازیم. به‌طور کلی، بلورشناسی به دو زیرشاخۀ «بلورشناسی هندسی» و «بلورشناسی نوری» تقسیم می‌شود. در بلورشناسی هندسی بیشتر به شکل ظاهری، ساختمان داخلی و فرایند رشد بلورها توجه می‌شود. اما در بلورشناسی نوری، با توجه به خواص فیزیکی نور و عکس‌العمل بلورها و کانی‌های متفاوت در هنگام تابش پرتوهای نورانی به مقطع نازک آن‌ها، به مطالعه، بررسی و شناسایی بلورها و کانی‌ها می‌پردازند.

بلورشناسی نوری معمولاً با استفاده از میکروسکوپ‌های پلاریزان و الکترونی و امکانات آزمایشگاهی نسبتاً کامل روی مقاطع نازک و صیقلی انجام می‌شود. بنابراین، مطالعۀ کانی‌ها و بلورها به این روش نیازمند یک سلسله امکانات آزمایشگاهی است. اما بلورشناسی هندسی، با استفاده از شکل ظاهری (سطوح، یال‌ها و زوایای تشکیل‌دهندۀ بلور) انجام می‌شود. پس مطالعه به این روش در محیط‌های متفاوت، از جمله گردش علمی صحرایی، آزمایشگاه و حتی کلاس درس و با امکانات اندک میسر است. از این‌رو در این فرصت اشاره‌ای مختصر به مفاهیم بلورشناسی هندسی می‌کنیم.

کلیدواژه‌ها: بلور، کریستالوگرافی، بلورشناسی نور، بلورشناسی هندسی، موتیف، ایزوتروپی، آنیزوتروپی.

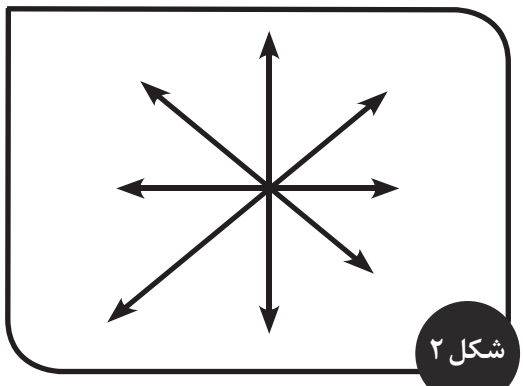
موتیف[2]: به سطوح خارجی، یال‌ها و گوشه‌های بلور اصطلاحاً «اجزای بلور» یا «موتیف» می‌گویند.

خاصیت ایزوتروپی[3]: اگر خواص فیزیکی (مانند انتقال حرارت و...) مواد، بلورها و کانی‌ها در تمام جهات یکسان باشد، آن مواد دارای خاصیت ایزوتروپی هستند و به آن‌ها مواد «ایزوتروپ» می‌گویند. در اجسام ایزوتروپ تمامی بردارها با هم مساوی هستند.



شکل ۱

خاصیت آنیزوتروپی[4]: اگر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مواد، بلورها و کانی‌ها در همۀ جهات یکسان نباشد، آن مواد دارای خاصیت «آنیزوتروپی» هستند و به آن‌ها مواد غیرایزوتروپ (آنیزوتروپ) می‌گویند. اغلب مواد متبلور، آنیزوتروپ هستند. در اجسام آنیزوتروپ بردارها با هم برابر نیستند.



شکل ۲

اجسام متبلور دارای ساختمان منظمی هستند که در آن، مولکول‌ها با نظم و ترتیب خاصی و با فواصل معین و ثابت در سه جهت فضایی (x، y و z) چیده شده‌اند

تبلور[5]

اتم‌ها و مولکول‌های تشکیل‌دهندهٔ مایعات و گازها، معمولاً به‌طور نامنظم در فضای ماده پراکنده و در حال حرکت‌اند. در حالی‌که در جامدات متبلور، اتم‌ها و مولکول‌های تشکیل‌دهنده دارای جهت‌یافتگی ذره‌ای و آرایش مولکولی خاصی هستند. در اصطلاح علمی، به جهت‌یافتگی ذره‌ای و آرایش مولکولی و تثبیت نظم در فضای ماده، «تبلور» گفته می‌شود. تبلور ماده معمولاً هنگام تبدیل یک حالت فیزیکی به حالت فیزیکی دیگر صورت می‌گیرد. انواع حالت‌های تبلور عبارت‌اند از:

۱. تبلور در هنگام تغییر حالت مایع به جامد

این نوع تبلور به دو صورت دیده می‌شود:

الف) انجماد مواد مذاب: در این حالت از تبلور، اگر سرعت سرد شدن زیاد باشد، مولکول‌ها در هر موقعیتی که باشند متراکم و بی‌حرکت می‌شوند و ماده منجمد می‌گردد. در این صورت، جسم ایزوتوپ بدون داشتن نظم ذره‌ای پدید می‌آید. اما اگر سرعت سرد شدن کم و مواد مذاب به کندی و به‌طور بطئی سرد شود، مولکول‌ها با توجه به نیروی جاذبهٔ خود و اطاعت از شبکهٔ تبلور، کنار هم چیده می‌شوند و شبکهٔ تبلور را به‌وجود می‌آورند. سپس با اتصال مولکول‌های منزوی، معلق و جدای از هم به یکدیگر، بر حجم شبکهٔ تبلور افزوده و بلورهای درشت‌تری حاصل می‌شود. به این افزایش حجم اصطلاحاً «رشد بلور» می‌گویند.

ب) تبلور مواد محلول: این حالت از تبلور در محلول‌های فوق اشباع دیده می‌شود. در چنین شرایطی، بلورهای بسیار کوچک (قطر آن‌ها کمتر از یک میکرون) است و متحرک شکل می‌گیرند. این بلورها که به صورت پولک‌های دوبعدی یا سه بعدی ظاهر می‌شوند، به تدریج رشد می‌کنند و سرانجام به بلوری درشت تبدیل می‌شوند.

۲. تبلور هنگام تغییر حالت بخار به جامد[6]

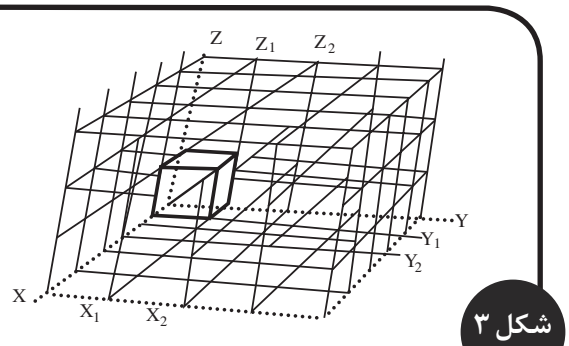
در این حالت بخار مواد مستقیماً به بلورهای جامد تبدیل می‌شوند. از مثال‌های طبیعی این نوع تبلور می‌توان به قشرهای بلور یخ که به صورت شاخ و برگ گیاهان روی شیشهٔ پنجرهٔ اتاق‌ها در سرمای زمستان تشکیل می‌شود. اشاره کرد. از مثال‌های زمین‌شناسی آن نیز می‌توان از تشکیل گوگرد در قلهٔ آتشفشان تفتان نام برد.

۳. تبلور یک جسم جامد بی‌شکل

این حالت از تبلور که تبدیل جامد به جامد است، نوعی «تبلور مجدد» محسوب می‌شود[7]. در این‌جا رشد بلورها به خرج بلوری کوچک‌تر و تحت تأثیر فشار و حرارت و در مدت زمانی طولانی صورت می‌گیرد؛ مانند تشکیل بلورهای درشت «کلسیت» از سنگ‌های آهکی دانه ریز.

شبکهٔ تبلور

اجسام متبلور دارای ساختمان منظمی هستند که در آن، مولکول‌ها با نظم و ترتیب خاصی و با فواصل معین و ثابت در سه جهت فضایی (x، y و z) چیده شده‌اند. در شکل زیر اگر اتم O در مبدأ فرض شود، مقدار Oa_1 را به عنوان پارامتر شبکه در جهت Ox و با نماد a نمایش می‌دهند و روی محورهای y و z به ترتیب مقادیر Ob_1 و Oc_1 با نمادهای b و c به عنوان سایر پارامترهای شبکه شناخته‌می‌شوند.



شکل ۳

مقدار پارامترهای a، b وc، بسته به نوع بلور برابر و یا نامساوی است. بنابراین، شبکه تبلور عبارت است از: استقرار اتم‌ها در نقاط تقاطع خطوط فرضی که این خطوط به موازات سه جهت فضایی ox، oy و oz رسم شده باشند.

قوانین اصلی بلورشناسی

هنگام مطالعهٔ بلورها چند اصل مهم وجود دارند که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از:

۱. اصل ثابت بودن زوایای دو سطحی

ساختمان شبکه‌ای بلورها متأثر از ترکیب شیمیایی آنهاست. لذا در بلورهای یک مادهٔ شیمیایی معین، موقعیت سطوح شبکه‌ای ثابت و مخصوص به همان ماده است. یعنی در بلورهای یک مادهٔ شیمیایی معین، زاویهٔ بین هر دو سطح خارجی بلور در تمام بلورهای آن ماده ثابت است.

۲. اصل تقارن

اجسام متبلور که دارای یک سیستم تبلور هستند، تقارن دارند. البته نوع و میزان تقارن به سیستم تبلور آن بستگی دارد. تقارن یکی از خصوصیات اصلی بلورها و عبارت است از: تکرار اجزای شبیه و نظیر در یک بلور، هنگام دوران بلور حول عناصر تقارن. به اجزای متقارن و نقاط هندسی که نسبت به آن‌ها، تکرار، انطباق یا جانشینی اجزا صورت می‌گیرد، عناصر تقارن می‌گویند؛ مانند:

الف) مرکز تقارن (C): مرکز تقارن نقطه‌ای است در مرکز بلور که اگر از گوشه، یال و یا سطح خارجی خطی به مرکز وصل کنیم و به همان اندازه ادامه دهیم، گوشهٔ یال و یا سطح خارجی مذکور تکرار شود. به عبارت دیگر، مرکز تقارن نقطه‌ای است که هر یک از اجزای بلور را در طرف دیگر خود و به فاصلهٔ ۱۸۰ درجه منعکس می‌سازد. به بیان ریاضی می‌توان گفت: هر نقطه به مختصات x، y و z توسط مرکز تقارن به نقاط x-، y- و z- تبدیل می‌شود. مرکز تقارن را با نماد (C) نمایش می‌دهند.

ب) سطح تقارن (P): سطح تقارن سطحی است که مانند آینه عمل می‌کند. یعنی اجزای یک طرف آن دقیقاً در طرف دیگر و با فاصلهٔ مساوی تکرار می‌شود. به بیان دیگر، سطحی مشابه یک بخش از بلور را که می‌توان در طرف دیگر آن مشاهده کرد، سطح تقارن نامیده می‌شود. سطح تقارن را با حرف (P) نشان می‌دهند.

پ) محور تقارن (A): محور تقارن خطی است فرضی که اگر حول آن، بلور را دوران دهیم، در هر دوران ۳۶۰ درجه‌ای، هر یک از اجزای بلور به تعداد ۲ یا ۳ یا ۴ و یا ۶ بار تکرار می‌شود. بنابراین، محور تقارن باعث تکرار اجزای نظیر به فواصل زاویه‌ای ۱۸۰ یا ۱۲۰ یا ۹۰ و یا ۶۰ درجه می‌شود. با توجه به تعداد دفعاتی که موتیف‌های مشابه در هر دوران ۳۶۰ درجه‌ای تکرار می‌شوند، اصطلاح «درجهٔ محور» تعریف می‌شود. درجهٔ محور با حرف n نمایش و با استفاده از فرمول $n = \frac{۳۶۰}{a}$ که در آن a مقدار زاویه‌ای است که طی آن اجزای نظیر تکرار می‌شوند.

در محور درجهٔ ۲، اجزای نظیر در یک دوران ۳۶۰ درجه‌ای فقط دو بار رؤیت می‌شوند و در محورهای درجهٔ ۳، ۴ و ۶، در یک دوران ۳۶۰ درجه‌ای اجزای نظیر را به ترتیب ۳، ۴ و ۶ بار می‌توان دید.

محور درجهٔ دو $(A_۲) \rightarrow n = \frac{۳۶۰}{۱۸۰} = ۲$

محور درجهٔ سه $(A_۳) \rightarrow n = \frac{۳۶۰}{۱۲۰} = ۳$

محور درجهٔ چهار $(A_۴) \rightarrow n = \frac{۳۶۰}{۹۰} = ۴$

محور درجهٔ شش $(A_۶) \rightarrow n = \frac{۳۶۰}{۶۰} = ۶$

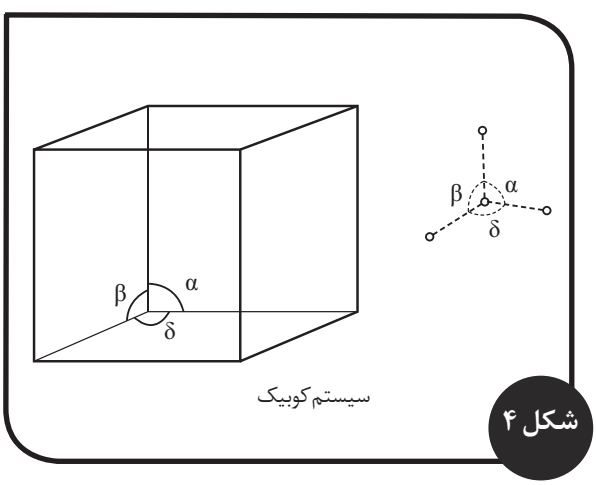
سیستم‌های تبلور

به‌طور کلی بلورها در هفت سیستم تبلور تقسیم‌بندی می‌شوند، به‌طوری‌که هر سیستم تبلور در مقدار زاویهٔ بین محورهای اصلی و اندازهٔ هر محور در شکل اولیه، با سیستم‌های دیگر متفاوت است. بنابراین می‌توان گفت سیستم تبلور بلورها تابع شکل اولیهٔ شبکهٔ تبلور است. به عبارت دیگر، واحد ابتدایی شبکهٔ تبلور به علت اختلاف پارامتری a، b و c و زوایای بین آن‌ها (α، β و γ)، و در سیستم‌های هفت‌گانهٔ زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱. سیستم کوبیک: در این سیستم تبلور که مکعبی نیز خوانده می‌شود، پارامترهای a، b و c با هم برابرند و زوایای بین آن‌ها نیز با هم برابر و ۹۰ درجه هستند؛ مانند سیستم تبلور کانی‌های گالن، پیریت، فلوئوریت و هالیت.

$$a = b = c$$

$$\alpha = \beta = \gamma = ۹۰^\circ$$



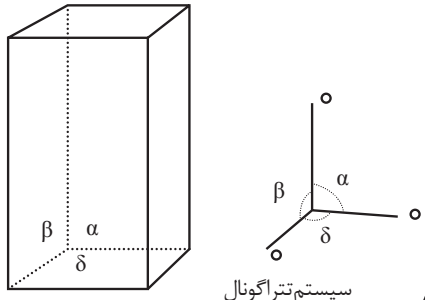
سیستم کوبیک

شکل ۴

۲. سیستم تتراگونال: این سیستم از نظر زوایای بین سطوح مانند سیستم کوبیک است؛ یعنی زوایای بین سطوح برابر و ۹۰ درجه هستند. اما تفاوت آن با سیستم کوبیک در این است که یکی از پارامترهای a، b و c با دوتای دیگر متفاوت است. کانی‌های کالکوپیریت، کاستیریت و شیلیت دارای سیستم تتراگونال هستند.

$a = b \neq c$

$\alpha = \beta = \gamma = ۹۰^\circ$



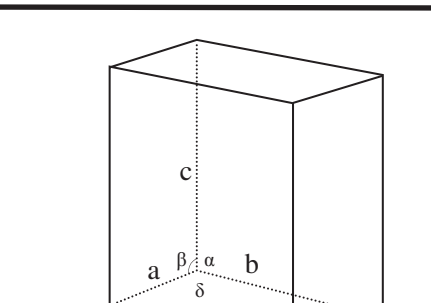
سیستم تتراگونال

شکل ۵

۳. سیستم ارتورومبیک[۱۰]: در این سیستم تبلور نیز مانند سیستم‌های کوبیک و تتراگونال، زوایای بین پارامترها برابر و ۹۰° درجه هستند و تفاوتش با آن‌ها در این است که اندازهٔ سه پارامتر a، b و c متفاوت است. شکل ظاهری این سیستم مانند قوطی کبریت است و در کانی‌های الیوین، توپاز و همی مورفیت می‌توان آن را مشاهده کرد.

$a \neq b \neq c$

$\alpha = \beta = \gamma = ۹۰^\circ$



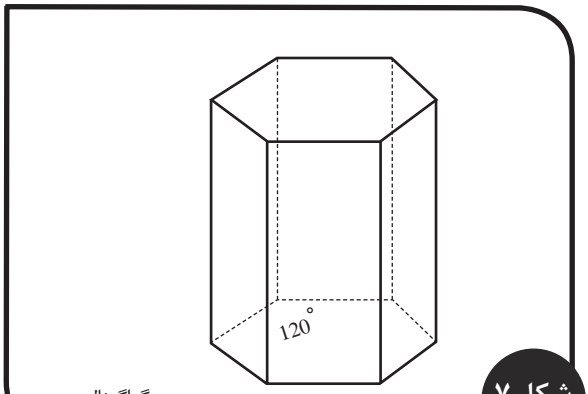
ارتور مبیک

شکل ۶

۴. سیستم هگزاگونال[۱۱]: در این سیستم پارامترهای a و b با هم برابر و زاویهٔ بین آن‌ها ۱۲۰ درجه است. اما پارامتر سوم (c) با دو پارامتر دیگر (a و b) متفاوت است. این سیستم به شکل منشور شش گوش متبلور می‌شود؛ مانند سیستم تبلور کانی‌های کوارتز، نفلین و ورتزیت.

$a = b \neq c$

$\alpha = \beta = ۹۰^\circ$ و $\gamma = ۱۲۰^\circ$



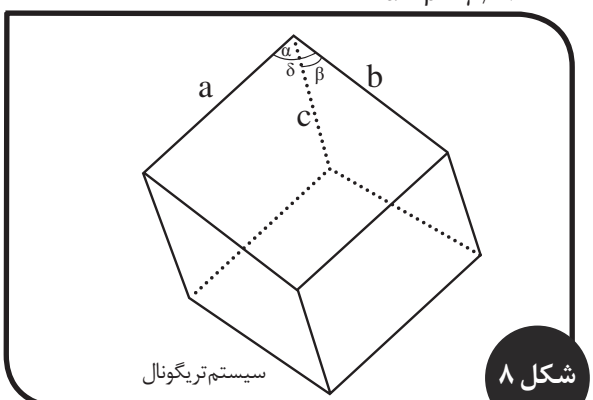
سیستم هگزاگونال

شکل ۷

۵. سیستم تریگونال[۱۲]: در این سیستم که با نام «رومبوئدریک» نیز خوانده می‌شود، مانند سیستم کوبیک، پارامترهای a، b و c زوایای α، β و γ با هم برابرند. تفاوت آن با سیستم کوبیک این است که در سیستم کوبیک زوایا برابر و ۹۰ درجه هستند، اما در این سیستم زوایا برابر هستند ولی ۹۰ درجه نیستند. کانی‌های کراندوم، دولومیت و دیوپتاز در این سیستم متبلور می‌شوند.

$a = b = c$

$\alpha = \beta = \gamma \neq ۹۰^\circ$



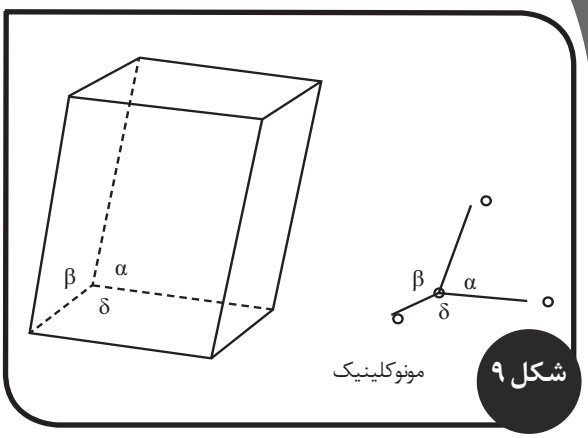
سیستم تریگونال

شکل ۸

۶. سیستم مونوکلینیک[۱۳]: در این سیستم هر سه پارامتر a، b و c با هم نامساوی هستند و از سه زاویهٔ بین آن‌ها، دو زاویه قائمه و زاویهٔ سوم بزرگتر از ۹۰° درجه است؛ مانند سیستم تبلور کانی‌های ژیپس، اوژیت و بیوتیت.

$a \neq b \neq c$

$\alpha = \gamma = ۹۰^\circ$ و $\beta > ۹۰^\circ$



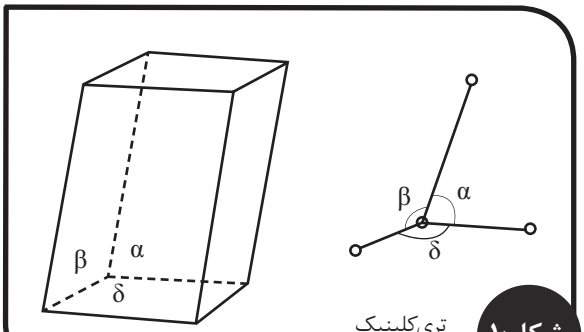
مونوکلینیک

شکل ۹

۷. سیستم تری‌کلینیک[۱۴]: در این سیستم تبلور هر سه پارامتر a، b و c با هم نامساوی و زوایای بین آن‌ها نیز متفاوت هستند؛ مانند سیستم تبلور کانی‌های ولاستونیت، پکتولیت و کائولینیت

$$a \neq b \neq c$$

$$\alpha \neq \beta \neq \gamma$$



تری‌کلینیک

شکل ۱۰

پی‌نوشت

1. Crystal
2. Motif
3. Isotropie
4. Anisotropie
5. Crystallization
6. Sublimation
7. Recrystallization
8. Cubic
9. Tetragonal
10. Orthorhombic
11. Hexagonal
12. Trigonal
13. Monoclinic
14. Triclinic

منابع

۱. معین وزیری، حسین؛ عزیزی، حسین و الهی مهر، حسینعلی. بلورشناسی هندسی و خواص نوری بلورها. انتشارات دانشگاه کردستان. ۱۳۸۵.
۲. حسینی، ابراهیم. بلورها و کانی‌ها. انتشارات آییژ. ۱۳۸٤.

همراه با انجمن زمین‌شناسی ایران

گزارش چهاردهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران

مریم عابدینی
دبیر منطقهٔ ۵ تهران

مقدمه

هر ساله «انجمن زمین‌شناسی ایران» به منظور بزرگداشت فعالیت زمین‌شناسان برجستهٔ کشور و هم‌چنین ارائهٔ جدیدترین و آخرین دستاوردهای این گروه، یک گردهمایی برگزار می‌کند. امسال این انجمن به همراه جوان‌ترین گروه زمین‌شناسی، یعنی گروه دانشگاه ارومیه، در روزهای ۲۵ تا ۲۷ شهریورماه ۱۳۸۹ چهاردهمین گردهمایی علوم زمین را برگزار کرد.

محورهای موضوعی همایش عبارت بودند از: زمین‌شناسی نفت؛ زمین‌شناسی اقتصادی؛ آب‌شناسی؛ ژئوشیمی؛ ژئوفیزیک؛ زمین گردشگری؛ زمین‌شناسی مهندسی؛ چینه و فسیل‌شناسی؛ رسوب‌شناسی و سنگ‌شناسی رسوبی؛ زمین‌شناسی دریاچهٔ ارومیه؛ زمین‌شناسی زیست‌محیطی و پزشکی؛ زمین‌شناسی ساختمانی؛ دورسنجی و سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی و سایر علوم وابسته.

افتتاحیه

پس از تلاوت آیاتی از کلام‌الله مجید و پخش سرود جمهوری اسلامی، **رامین نیک‌پور**، دبیر اجرایی همایش از نحوهٔ جمع‌آوری، داوری و گزینش نهایی مقالات و این‌که حدود ۳۰۰۰ ایمیل را در این مدت پاسخ‌گو بودند (که قابل تأمل است) گزارش مبسوطی

ارائه کردند. از ۱۰۰۰ مقالهٔ رسیده به دبیرخانهٔ همایش، پس از داوری تعدادی برای سخن‌رانی و برخی برای ارائه به‌صورت پوستر انتخاب شدند که پوستر آن‌ها طبق برنامهٔ زمان‌بندی، بعد از مراسم در سالن‌های گوناگون دانشگاه به نمایش درآمدند.

قابل ذکر است که در این همایش مهمانانی از کشورهای همسایه مانند ترکیه، عراق و افغانستان حضور داشتند. در کنار همایش، «نمایشگاه دستاوردهای علوم زمین» نیز برگزار شد که جا دارد از فعالیت «سازمان محیط‌زیست» که برای اولین بار در این برنامه حضور داشت، تقدیر کرد.

اختتامیه

بعدازظهر ۲۶ شهریورماه، مراسم اختتامیهٔ همایش در سالن شهید **چمران** «دانشگاه ارومیه» در جمع شرکت‌کنندگان برگزار شد. **صمد علیپور**، دبیر علمی همایش، با تشکر از شرکت‌کنندگان و دست‌اندرکاران برگزاری همایش، نتایج داوری‌ها را اعلام کردند:

کتاب‌های برگزیده

- اطلس ژئوتوریسم، نویسنده: **علیرضا امری کاظمی،**
- کنودونت، نویسنده: دکتر **علیرضا عاشوری.**

دفتر انتشارات کمک آموزشی

با مجله‌های رشد آشنا شوید

مجله‌هاي رشد توسط دفتر انتشارات كمك‌آموزشي سازمان پژوهش و برنامه‌ريزي آموزشي وابسته به وزارت آموزش و پرورش تهيه و منتشر مي‌شوند:

مجله‌های دانش‌آموزی

(به صورت ماهنامه و ۸ شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند) :

- رشد کودک (برای دانش‌آموزان آمادگی و پایه‌ی اول دوره‌ی دبستان)
- رشد نوآموز (برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دوره‌ی دبستان)
- رشد دانش‌آموز (برای دانش‌آموزان پایه‌های چهارم و پنجم دوره‌ی دبستان)
- رشد نوجوان (برای دانش‌آموزان دوره‌ی راهنمایی تحصیلی)
- رشد جوان (برای دانش‌آموزان دوره‌ی متوسطه‌وپیش‌دانشگاهی)

مجله‌های بزرگسال عمومی

(به صورت ماهنامه و ۸ شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند):

◆ رشد آموزش ابتدایي ◆ رشد آموزش راهنمایي تحصیلي ◆ رشد تکنولوژي آموزشي ◆ رشد مدرسه فردا ◆ رشد مدیریت مدرسه ◆ رشد معلم

مجله‌های بزرگسال و دانش‌آموزی اختصاصی

(به صورت فصلنامه و ۴ شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند):

◆ رشد برهان راهنمایی (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره‌ی راهنمایی تحصیلی) ◆ رشد برهان متوسطه (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره‌ی متوسطه) ◆ رشد آموزش قرآن ◆ رشد آموزش معارف اسلامی ◆ رشد آموزش زبان و ادب فارسی ◆ رشد آموزش هنر ◆ رشد مشاور مدرسه ◆ رشد آموزش تربیت‌بدنی ◆ رشد آموزش علوم اجتماعی ◆ رشد آموزش تاریخ ◆ رشد آموزش جغرافیا ◆ رشد آموزش زبان ◆ رشد آموزش ریاضی ◆ رشد آموزش فیزیک ◆ رشد آموزش شیمی ◆ رشد آموزش زیست‌شناسی ◆ رشد آموزش زمین‌شناسی ◆ رشد آموزش فنی‌وحرفه‌ای ◆ رشد آموزش پیش دبستانی

مجله‌های رشد عمومی و اختصاصی برای آموزگاران، معلمان، مدیران و کارکنان اجرایی مدارس، دانش‌جویان مراکز تربیت‌معلم و رشته‌های دبیری دانشگاه‌ها و کارشناسان تعلیم و تربیت تهیه و منتشر می‌شوند.

◆ **نشانی:** تهران، خیابان ایرانشهر شمالی،ساختمان شماره‌ی۴ آموزش‌وپرورش ، پلاک ۲۶۶، دفتر انتشارات کمک‌آموزشی.

◆ **تلفن و نمابر:** ۸۸۳۰۱۴۷۸ ـ ۰۲۱

کتاب‌های قابل تقدیر

- اطلس پارک ارومیه، نویسنده: **صمد علیپور**
- رسوبات تخریبی کواترنر، نویسنده: **پریسا غلامی‌زاده**

در بخش عکس نیز نتایج به این شرح بود:

- نفر اول: نویسنده: **سیامک محمودی سیوند**
- نفر دوم: نویسنده: **محمد فدائیان**
- نفر سوم: نویسنده: **مریم فولادوند**

در پایان، نویسنده: **آرش برجسته** به عنوان دانشجوی تلاشگر معرفی شدند.

سخن‌ران پایانی همایش، **علیرضا عاشوری**، ریاست محترم دانشگاه مشهد ضمن عذرخواهی و تشکر از کسانی که با دشواری‌های موجود در این همایش شرکت کرده بودند، اعلام کردند سال آینده همایش در نیمهٔ اول شهریور و در یکی از سه شهر همدان، شیراز و شاهرود برگزار می‌شود. هم‌چنین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران از همایش «سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور» جدا و همایش سازمان مانند سابق در بهمن‌ماه برگزار می‌شود.

نمایشگاه دستاوردهای زمین شناسی

برگ اشتراک مجله‌های رشد

شرایط:

۱. پرداخت مبلغ ۷۰/۰۰۰ ریال به ازای یک دوره یک ساله مجله‌ی درخواستی، به صورت علی‌الحساب به حساب شماره‌ی ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت شعبه ی سه راه آزمایش (سرخه‌حصار) کد ۳۹۵ در وجه شرکت افست.

۲. ارسال اصل فیش بانکی به همراه برگ تکمیل شده‌ی اشتراک باپست‌سفارشی. (کپی‌فیش‌را نزدخودنگه دارید.)

◆ **نام مجله های‌درخواستی:**

.....

.....

.....

◆ **نام و نام‌خانوادگی:** .....

◆ **تاریخ تولد:** .....

◆ **میزان تحصیلات:** .....

◆ **تلفن:** .....

◆ **نشانی کامل پستی:**

استان: ..... **شهرستان:** .....

خیابان: .....

پلاک: ..... **شماره‌ی پستی:** .....

◆ در صورتی که قبلاً مشترک مجله بوده‌اید، شماره‌ی اشتراک خود را بنویسید:

کداشتراک: .....

امضا:

- **صندوق پستی مرکزبررسی‌آثار:** ۱۵۸۷۵/۶۵۶۷
- **صندوق پستی امورمشترکین:** ۱۶۵۹۵/۱۱۱
- **وبگاه:** www.roshdmag.ir
- **امور مشترکین:** ۷۷۳۳۶۶۵۶ ـ ۷۷۳۳۵۱۱۰ ـ ۰۲۱
- **پیام‌گیر مجله های رشد:** ۸۸۳۰۱۴۸۲ ـ ۰۲۱

یادآوری:

◆ هزینه‌ی برگشت مجله در صورت خوانا و کامل نبودن نشانی و عدم حضور گیرنده، برعهده‌ی مشترک است.

◆ مبنای شروع اشتراک مجله از زمان دریافت برگ اشتراک خواهد بود.