۶۴
آموزش رشد
زمین‌شناسی

فصلنامه‌ی آموزشی، تحلیلی و اطلاع‌رسانی
دوره‌ی شانزدهم/ شماره‌ی ۳/بهار ۱۳۹۰

سخن سردبیر..... ۲
زمین‌شناسی و توان معدنی استان کهکیلویه و بویراحمد /سید علی آقانباتی..... ۴
نیروی کوریولیس/سعید موسوی نصر..... ۱۳
کانسار مس ایران /فرزانه طیبی..... ۲۲
کمربند وان آلن /علیرضا سپاسدار..... ۲۹
گزارشی از نخستین همایش زمین‌شناسی پزشکی ایران/ آزاده شاکر..... ۳۰
طرح درس انواع حرکت ورقه‌ها/ اکرم فهیم..... ۳۳
گردشگری زمین‌شناسی/ محمد رضا قاسمی..... ۴۱
مشکلات رشته زمین شناسی/ آزاده شاکر..... ۴۶
کهربا/ رضا نداف..... ۵۲
مطالعات پارینه لرزه‌شناسی.../ طاهره مجیدی نیری و..... ۵۸
تازه‌های زمین‌شناسی/ ملیحه قنبری..... ۶۳

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: ۸۸۳۰۱۴۷۸ • رایانامه: zaminshenasi@roshd.ir
• وبگاه: www.roshdmag.ir • تلفن پیام‌گیر نشریات رشد: ۸۸۳۰۱۴۸۲
• کد مدیر مسئول: ۱۰۲ • کد دفتر مجله: ۱۱۳ • کد امور مشترکین: ۱۱۴
• نشانی امور مشترکین: تهران-صندوق پستی: ۱۶۵۹۵/۱۱۱
• تلفن: ۷۷۳۳۶۶۵۶ - ۷۷۳۳۶۶۵۵ • شمارگان: ۷۰۰۰ 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.

تنگ هایقر

تنگ هایقر یک کانیون (دره ژرف و باریک) بسیار دیدنی در جنوب فیروزآباد استان فارس است.
عملکرد زمین ساخت پویا در این بخش از رشته کوه زاگرس تا قدیس‌های زیادی پدید آورده است.
تنگ هایقر یک برش در پهنای دهبین است که نخست عملکرد زمین ساخت آن را پدید آورده و سپس فرسایش آب آن را گسترش داده و ژرف نموده است.
دیواره‌های بلند دره، رودخانه پرآب جاری در کف آن و پژواک صدای پرندگان منطقه‌ای کم‌نظیر پدید آورده که بستری در سازندهای آسماری ـ جهرم شکل گرفته است.
عکس از علیرضا امری کاظمی

سخن سردبیر

مناسبت‌های فراوانی همزمان با انتشار شماره‌ی بهار فصل‌نامه‌مان وجود دارند که یکی از مهم‌ترین آن‌ها روز دوازدهم اردیبهشت‌ماه است که به احترام مقام و شخصیت والای استاد شهید مرتضی مطهری «روز معلم» نام گرفته است.

درباره‌ی مقام و منزلت معلم سخن‌های بسیار گفته شده و تعاریف و تعابیر زیبایی هم وجود دارد که اگر بخواهیم از میان آن‌ها یکی را انتخاب کنیم بدون‌شک فرمایش مولای متقیان امام علی علیه‌السلام است که فرموده‌اند:

«مَن علّمنی حرفاً قد صیّرنی عبداً»

در این جمله‌ی زیبا تواضع و تکریمی که امام نسبت به معلم و مقام معلم نموده‌اند برای همیشه جاودان و بی‌نظیر خواهد بود. ما هم به پیروی از تعالیم آن بزرگوار این روز گرامی را به کلیه‌ی معلمان، آموزگاران و دبیران عزیز تبریک گفته، موفقیت و سربلندی همگان را از درگاه خداوند متعال آرزومندیم.

رهاوردی از یک سفر

GRAND CANYON

شمادوستان حتماً نام عجایب هفت گانه‌ی جهان را شنیده‌اید و احتمالاً ویژگی‌های آن‌ها را در نوشتارها خوانده‌اید. خلاصه‌ی کلام این است که به کمک دانش و تکنیک زمان‌های گذشته، هفت سازه بنا به دلایلی در جاهای متفاوت جهان ساخته شده‌اند که در نوع خود بی‌نظیر یا منحصر به فرد بوده‌اند. این هفت عجیب یا عجایب هفت گانه با نام‌ها و محل‌های جغرافیایی زیر معرفی شده‌اند:

۱. آرامگاه مجلل پادشاه کاری در هالیکارناس؛

۲. اهرام ثلاثه مصر، به‌ویژه هرم **کئوپس**، فرعون مصر؛

۳. مناره‌ی اسکندریه؛

۴. مجسمه‌ی عظیم ردس که پیکر عظیم **آفولون** را نشان می‌داد؛

۵. باغ‌های معلق سمیرامیس در بابل؛

۶. مجسمه‌ی **زاوش المپی** در المپیا که به‌دست **فیدیاس** ساخته شده بود؛

۷. معبد آرتمیس در افسس [فرهنگ معین، ص ۱۱۶۲ و ۱۱۶۳].

آشکار است که ساخت هر کدام از این هفت گانه‌ها، شرح و داستان مفصلی دارد که در جای خود بسیار جالب و حیرت‌انگیز است. به همین علت هم نام عجایب را بر آن‌ها نهاده‌اند. امادوستان، احتمال می‌دهم که شما نام «عجایب هفت گانه‌ی طبیعی جهان»[۱] و یا به عبارتی، نام بعضی از آن‌ها (مانند اورست و گراند کانیون) را با عنوان «عجایب طبیعی» نشنیده باشید.

از ظاهر قضیه چنین پیداست که وقتی دانشمندان علوم زمین (به‌ویژه شاخه‌ی زمین ریخت‌شناسی)، با انبوهی از پدیده‌های بی‌نظیر زمین‌شناسی در نقاط گوناگون جهان برخورد کردند که تشکیل هر کدام از آن‌ها در طبیعت میلیون‌ها سال طول کشیده است و در زیبایی بی‌نظیرند، از خود پرسیدند: «آیا می‌توان در مقابل عجایب هفت گانه‌ی جهان دست ساخت بشر، عجایب هفت گانه‌ی دیگر را که ساخت طبیعت و زیر فرمان آفریدگار عالم هستی است، مطرح کرد؟» و این شد که پس از رایزنی‌هایی که بین دانش آموختگان این رشته صورت گرفت، از میان میلیون‌ها پدیده‌ی واقعاً بی‌نظیر زمین‌شناسی این کره‌ی خاکی، عجایب هفت گانه‌ای را با نام‌ها و نشانه‌های زیر برگزیدند و به جهانیان معرفی کردند:

۱. دره‌ی گراند کانیون در آریزونای آمریکا[۲]؛

۲. نوریا شفق شمالی[۳] (در افسانه‌های قدیم به الهه‌ی بامداد گفته می‌شد)؛

۳. بندر ریودوژانیرو در برزیل[۴]؛

۴. آتش‌فشان سال ۱۹۴۳ پریکوتین مکزیکو[۵]؛

۵. ریف‌های بزرگ‌سدی در استرالیا[۶]؛

۶. کوه‌های اورست در نپال[۷]؛

۷. آبشار ویکتوریا در زیمباوه[۸].

هر یک از هفت مورد بالا دارای شرح و ویژگی‌های بسیار جالبی هستند که در فرصت‌ها و مناسبت‌های دیگر به توصیف آن‌ها خواهیم پرداخت.

در کتاب‌های درسی علوم زمین، بسته به نوع رشته‌ی تخصصی آن، از الگوهایی نام برده و استفاده می‌شود که با عنوان «الگوی نمونه» مطرح می‌شوند؛ مانند «برش الگو»[۹] در چینه‌شناسی. بعد از آن اگر این الگو در جای دیگری با ویژگی‌های مشابه مورد بررسی قرار گیرد، از آن به عنوان «مرجع»[۱۰] یاد می‌شود. در کتاب‌های درسی[۱۱] زمین ریخت‌شناسی، الگوهای متعددی در رابطه با مورفولوژی طبیعت وجود دارد که اگر اغراق نباشد، در رأس آن‌ها و در رابطه با اثر و عملکرد فرسایش در سنگ‌های سخت فرساو ایجاد دره‌های U شکل با ژرفای زیاد، دره‌ی بزرگ صحرای آریزونای آمریکا، یعنی «گراند کانیون»[۱۲] است که به‌واقع، دادن صفت «عجایب هفت گانه‌ی طبیعی دنیا» به آن، کم‌ترین وصفی است که از آن می‌توان کرد.

فرصتی دست داد تا از این پدیده‌ی زیبای بی‌نظیر دیدن کنم. در یک کلام، جز زیبایی و عظمت در کار پروردگار عالم، چیز دیگری ندیدم و در یک آن یادبیتی از ترجیع‌بند معروف **هاتف اصفهانی** افتادم که:

چشم‌دل باز کن که جان‌بینی
آن چه نادیدنی است آن‌بینی

که من دیدم. در بام هموار این پدیده‌ی ریختاری که محل تماشای آن زیرپای گردشگران است، هزاران گردشگر غرق در شگفتی و مشغول عکس‌برداری بودند. آن‌ها زمین‌شناس نبودند یا دست‌کم، کمترین اطلاعات زمین‌شناسی را داشتند. شاید تجسم شگفت‌زدگی زمین‌شناسی که من باشم برایتان جالب باشد.

در صحرای آریزونا، فرسایشی که در اثر عملکرد رودخانه‌ی «کلرادو» و شاخه‌های فرعی آن از حدود شش میلیون سال پیش روی داده است، دره‌های متعددی با ژرفای زیاد در گستره‌ای به وسعت چندین کیلومتر مربع ایجاد شده‌اند. رخنمون‌هایی از سازندهای متفاوت با قدمت پرکامبرین پیشین تا پرمین، به گونه‌ای افقی روی هم انباشته شده‌اند و با همبری‌های غالباً تدریجی دیده می‌شوند. سن کهن‌ترین این نهشته‌ها را بیش از ۱۲۰۰ میلیون سال (پرکامبرین پیشین) برآورد کرده‌اند.

جوان‌ترین آن‌ها نیز که بام هموار سازندها را تشکیل داده، سازندی به نام «KaibabFormation» است که از جنس سنگ آهک بالایه‌بندی‌های ضخیم، توده‌ای است و سن آن را ۲۵۰ میلیون سال (پرمین) تعیین کرده‌اند.

رودخانه‌ی کلرادو با آن عظمتش، به‌صورت آب‌باریکه‌ای در قعر این مجموعه که ستبرایی بیش از ۴۰۰۰ متر دارد، دیده می‌شود که هم‌چنان در حال فرسایش است. این مدل کلاسیک از مورفولوژی نوع گراند کانیونی، با نمایی از دره‌های تنگ و uشکل و روی هم انباشتگی به گونه‌ی افقی سازندهای مختلف با لیتولوژی‌های گوناگون که روی پی سنگی [۱۳] چین خورده قرار دارند، نمایی بس دل‌انگیز و دیدنی به وجود آورده‌اند که هر بیننده‌ای را در همان نگاه اول به وجد می‌آورد. به‌ویژه این که بیننده زمین‌شناس هم باشد که «خود حدیث مفصل بخوان از این مجمل.»

ختم کلام این که گراند کانیون واقعاً پدیده‌ای است استثنایی و منحصر به فرد که به‌حق در ردیف «عجایب هفت‌گانه‌ی طبیعی جهان» و شاید هم در رأس همه‌ی آن‌ها قرار گرفته است. فتبارک الله احسن‌الخالقین.

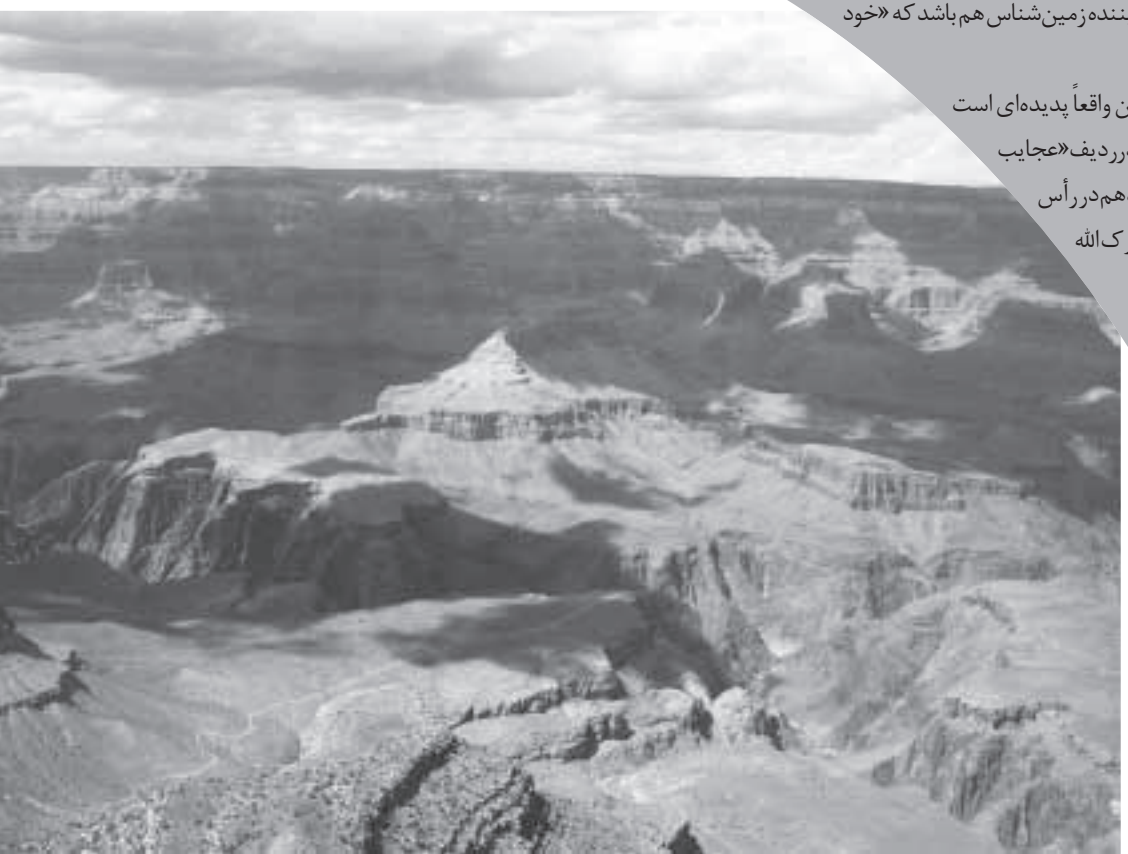
اما دوستان هنگام نوشتن این یادداشت به یادم آمد که در دوران ۴ دهه زندگی زمین‌شناسی‌ام در ایران، ریختارهای گوناگون را دیده‌ام، که در بسیاری موارد حتی از نمونه‌های الگوی معرفی‌شده در دنیا چیزی کم ندارند، از مجموعه عکس‌هایی که آقای امری کاظمی از پدیده‌های مختلف مرفولوژیکی ایران تهیه و قالب اطلسی منتشر کرده‌اند.

عکس روی جلد این شماره را از یک دره کانیونی بسیار زیبا که در کوه‌های استان فارس قرار دارد، انتخاب نمودم و می‌خواهم بگویم: با نگاهی به این عکس، فرسایش عمیق در سنگ‌های سخت‌فرسا، دیواره قایم و ژرفای رودخانه‌ای که عامل اصلی در به‌وجود آمدن این دره‌ی کانیونی شده را می‌بینیم. یعنی همان چیزی را که در گراندکانیون می‌بینیم. گراند کانیون سالانه هزاران گردشگر را به دلیل زیبایی‌ها که دارد به خود جذب نموده و میلیون‌ها دلار درآمد ارزی تولید می‌کند. آیا ما نمی‌توانیم با دنیایی از زیبایی‌ها گردشگری زمین‌شناسی که در ایران‌زمین داریم به این مهم دست یابیم؟

والسلام

پی‌نوشت

1. The Seven Natural WONDERS Of The World
2. Grand Canyon, U .S.A
3. Norternlights (Aurora B orealis)
4. Harbor Of Riode Janiro Brazil
5. Pricutin-Mexico 1943, Volcano
6. Great Barrier Reef-Australia
7. Mt Everest-Neal
8. Victoriafalls-Zimbabwe
9. Type section
10. Reference
11. Text Books
12. Grand Canyon
13. Besement



زمین‌شناسی و توان معدنی استان کهکیلویه و بویراحمد

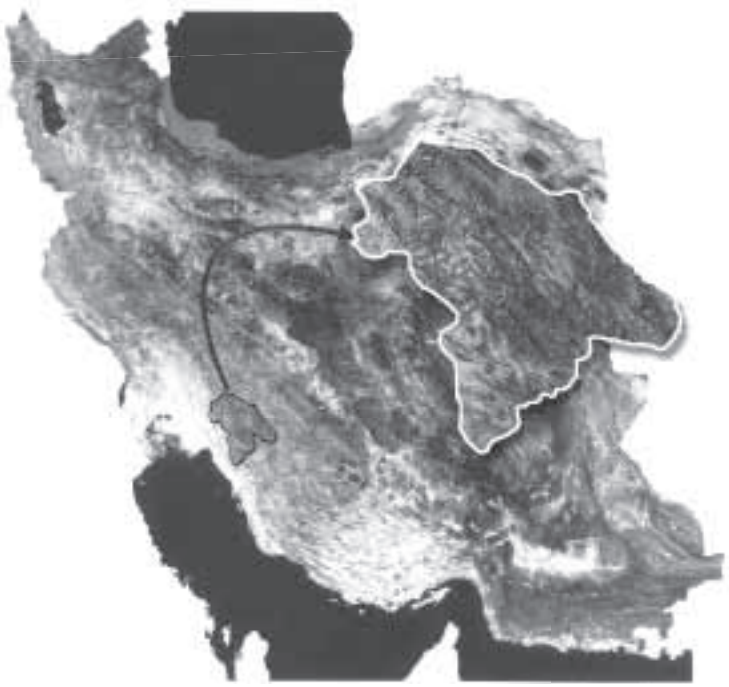
سید علی آقانباتی
عضو هیئت علمی پژوهشکده‌ی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

موقعیت جغرافیایی

استان کهکیلویه و بویراحمد با حدود ۱۴/۲۶۱ کیلومتر مربع وسعت، بین استان‌های اصفهان، فارس، بوشهر، چهارمحال و بختیاری و خوزستان قرار دارد. مرکز استان شهرستان «یاسوج» است که تا تهران ۱۱۷۰ کیلومتر فاصله دارد.

استان کهکیلویه و بویراحمد سرزمینی کوهستانی است، ولی از شمال شرق به جنوب غرب از بلندی کوه‌ها کاسته می‌شود. به‌همین دلیل میزان بارش و دما به تغییرات ارتفاع وابسته است و استان مذکور اقلیم دوگانه‌ای دارد. بخش جنوب و غرب استان از جمله مناطق گرمسیر است، درحالی‌که قسمت‌های شمال و شمال خاوری استان سردسیر و با جنگل‌های وسیع و زیبای بلوط پوشیده شده است و رودهای بزرگ و پر آبی چون «کارون» و «مارون» از آن سرچشمه می‌گیرند.

پوشش گیاهی استان از تنوع و گونه‌گونی ویژه‌ای برخوردار است. مراتع استان از مهم‌ترین منابع تولید علوفه‌اندوهم‌چنین،نقش‌ارزشمندی در تأمین نیازهای دارویی، صنعتی و خوراکی دارند.



گویش مردم استان عموماً لری است که با گویش سایر لرهای ایران اختلاف ریشه‌ای ندارد، ولی از نظر بیان کلمات اندکی متفاوت است.

اقتصاد استان بیشتر وابسته به کشاورزی خصوصاً دام‌داری است. با این حال صنایع دستی و صنایع ماشینی‌ازجمله‌فعالیت‌های‌اقتصادی استان‌است. ذخایر و میدان‌های نفتی (گچساران) این استان نقش بسزایی در اقتصاد کشور دارند.

کلیدواژه‌ها: توان معدنی، طرح های اکتشافی، موادمعدنی،مغناطیس هوایی سنگهای تزئینی.

جایگاه و ویژگی‌های زمین‌شناسی

استان کهکیلویه و بویراحمد در جنوب باختری ایران و در بخش میانی ارتفاعات زاگرس قرار دارد. فاصله‌ی حد جنوبی استان تا خلیج‌فارس کمتر از ۵۰ کیلومتر است (راهنمای شماره‌ی ۱).

از نگاه زایشی، دو واحد فیزیوگرافیک شاخص بر استان حاکم هستند: بخش جنوب باختری آن بیشتر در حیطه‌ی ریخت‌های نهشتی است که حاصل انباشت و تمرکز آوارهای حاصل از فرسایش بلندی‌هاست که در محیط‌های خشکی و پیش‌بوم ارتفاعات برجای گذاشته شده‌اند. اشکال فیزیوگرافیک نهشتی عموماً سیمای دشت آبرفتی و دامنه‌ای دارند که حاصل ترابری مواد آواری توسط جریان‌های سیلابی است که با عقب‌نشینی و فرسایش بلندی‌های استان همراه است. عملکرد هرزآب‌های سطحی بر این اشکال فیزیوگرافیک با ایجاد سطوح توپوگرافی ملایم با شیب کم و هم‌چنین ایجاد شبکه‌ی آبراهه‌های متراکم همراه است. در بیشتر استان، به‌ویژه از گچساران به سمت شمال خاور، اشکال مورفولوژیک فرسایشی هستند که حاصل عملکرد پدیده‌های آبی بر سازندهای زمین‌شناسی ناحیه‌اند و عموماً در خطوط تراز بالاتر از ریخت‌های نهشتی قرار دارند.

مورفولوژی مورد نظر، به‌طور عموم واحدهای کوهساز هستند که روند شمال باختری ـ جنوب خاوری دارند و در شکل‌گیری آن‌ها، چین‌خوردگی و کوتاه‌شدگی ناشی از تنش‌های فشارشی وارد بر پوسته نقش اساسی داشته است.

از نگاه زمین‌شناسی عمومی و پهنه‌های ساختاری، استان کهکیلویه و بویراحمد بخشی از ایالت زمین‌ساختی زاگرس است. ولی در این‌جا، ویژگی‌های زمین‌شناسی و به‌ویژه خاصه‌های ساختاری، یکسان و یکنواخت نیستند. به‌طوری که در یک راستای شمال خاوری به جنوب باختری، استان کهکیلویه‌وبویراحمد دو پیکره‌ی زاگرس مرتفع و زاگرس چین‌خورده را در خود جای داده است. زاگرس مرتفع فقط بخش بسیار کوچکی از شمال خاوری استان را می‌پوشاند و در نتیجه، عملکرد گسل شمالی ـ جنوبی دنا از سایر قسمت‌های استان جداست. در امتداد گسل دنا می‌توان پی‌سنگ پلاتفرمی پالئوزوئیک ـ تریاس میانی را دید. گاهی نیز ردیف‌های تبخیری (سری نمکی هرمز) این سکانس، به‌ویژه در امتداد گسل دنا، به‌صورت گنبدهای نمکی رخنمون یافته‌اند. توالی‌های کربناتی ژوراسیک ـ کرتاسه فراوان‌ترین سازندهای زمین‌شناسی بخش شمال خاوری (زاگرس مرتفع) استان هستند که به‌طور عمومی با واحدهای سنگ‌چینه‌ای گروه خامی و گروه بُنگستان درخور قیاس‌اند. ساختار تکتونیکی حاکم بر آن‌ها از نوع گسله‌های راندگی باشیب عمومی به‌سمت شمال‌خاور است.

الگوی ساختاری گستره‌های وسیعی از استان کهکیلویه‌وبویراحمد از نوع چین‌هایی است که به‌حالت زیگموئیدال باز در یک روند شمال‌غرب ـ جنوب‌شرق چین خورده‌اند. به‌همین دلیل، نام عمومی آن زاگرس چین‌خورده است و حتی گاهی به آن کمربند چین‌خورده‌ی ساده نیز گفته شده است

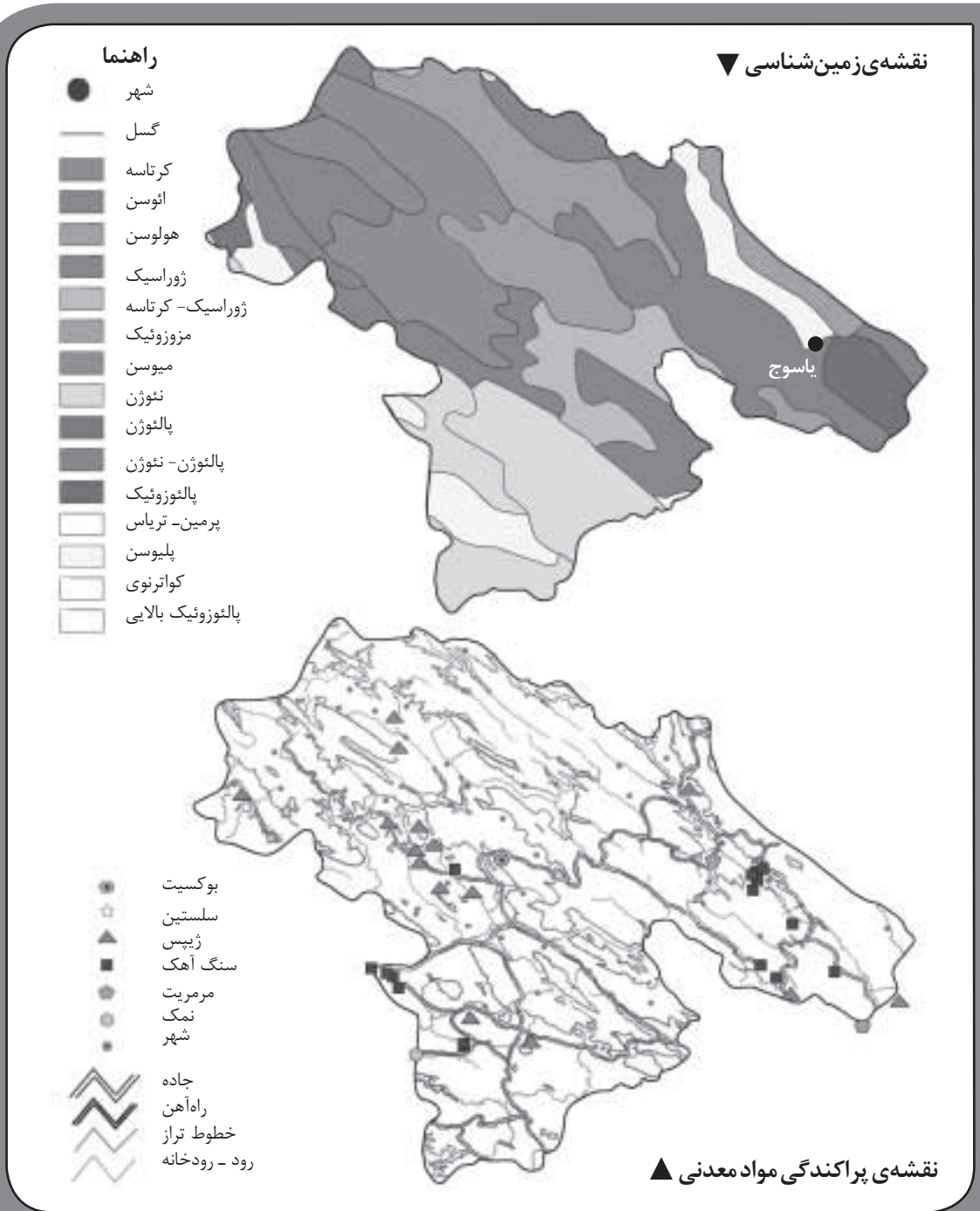
در بخش زاگرس مرتفع استان کهکیلویه و بویراحمد، نهشته‌های کنگلومرایی سازند بختیاری، جوان‌ترین سازندهای زمین‌شناسی هستند که به‌طور عمومی در هسته‌ی ناودیس‌ها انباشته شده‌اند. الگوی ساختاری گستره‌های وسیعی از استان کهکیلویه و بویراحمد از نوع چین‌هایی است که به حالت زیگموئیدال باز در یک روند شمال‌غرب ـ جنوب شرق چین خورده‌اند. به همین دلیل، نام عمومی آن زاگرس چین‌خورده است و حتی گاهی به آن کمربند چین‌خورده‌ی ساده نیز گفته شده است. ولی بررسی‌های ساختاری دقیق نشان می‌دهند که الگوی ساختاری مورد نظر چندان هم ساده نیست. زیرا چین‌ها عموماً نامتقارن‌اند و به‌طور معمول پهلوی جنوب باختری آن‌ها، خصوصاً در مجاورت با دشت‌ها، و در نتیجه‌ی عملکرد گسل‌های راندگی، بریده و جابه‌جا شده‌اند. از این‌رو، نام زاگرس چین‌خورده و رانده شده شایسته‌تر است.

در بخش زاگرس چین‌خورده ـ رانده‌شده‌ی استان کهکیلویه و بویراحمد، توالی‌های رخنمون‌شده را می‌توان به چند واحد تکتونواستراتیگرافی تقسیم کرد. توالی‌های پلاتفرمی پالئوزوئیک ـ تریاس میانی رخنمون‌های محدود دارند. هسته‌ی بیشتر تاقدیس‌های بلند ناحیه متشکل از سکانس‌های کربناتی ـ مارنی ژوراسیک ـ کرتاسه است که رخساره‌ی دریای تتیس جوان را دارند. شیل‌های ترشیاری، به‌عنوان یک واحد تکتونواستراتیگرافیک مستقل، انباشته‌های دریایی و یا غیردریایی هم‌زمان با رسوب‌گذاری هستند که در یک دریای پس‌رونده به سمت جنوب انباشته شده‌اند.

در توالی ترشیاری ناحیه می‌توان به سنگ‌های چرخه‌ی رسوبی جهرم و یا معادل‌های دریایی آن (سازند پابده)، چرخه‌ی رسوبی آسماری و بالاخره چرخه‌ی رسوبی گروه فارس، به سن میوسن ـ

پلیوسن اشاره کرد. جوان‌ترین واحدهای سنگ‌چینه‌ای استان، ردیف‌های کنگلومرایی بعدی از کوه‌زایی سازند بختیاری است که پرکننده‌ی هسته‌ی ناودیس‌هاست.

شواهد زمین‌ساختی حاکم بر استان نشانگر آن است که در چین‌خوردگی سنگ‌ها، تداوم فشارهای وارده از جنوب غرب (سپر عربستان) نقش اساسی داشته‌اند که حاصل آن کوتاه و ستبرشدگی پوسته است. وجود چندراندگی طولی نشان می‌دهد که تداوم تنش‌های فشارشی با برگشتگی پهلوی چین‌ها و حتی راندگی همراه است. گفتنی است که عمل چین‌خوردگی خاتمه نیافته و فشارهای دارای روند شمال خاوری، مربوط به حرکت پوسته‌ی عربی، هم‌چنان ادامه دارد. از همین رو، بخش‌های وسیعی از استان از نظر تکتونیک جوان تحت تأثیر دگرشکلی قرار دارند. تغییر شکل مورد نظر در امتداد ساختارها و شکستگی‌های قدیمی است و لذا تلفیق این دو نوع ساختار روی یکدیگر، برایند تکتونیکی و لرزه‌زمین‌ساختی فعلی استان را باعث می‌شود.



راهنمای شماره‌ی ۱

تعلق استان به نوار کوهستانی زاگرس است که به‌لحاظ داشتن نشانه‌ها و میدان‌های نفتی، از اوایل قرن بیستم مورد توجه زمین‌شناسان نفتی بوده است. به همین لحاظ بررسی‌های زمین‌شناسی این استان به‌طور کامل توسط «شرکت ملی نفت ایران» صورت گرفته است

توان معدنی

استان کهکیلویه و بویراحمد در بخش جنوب غربی کشور و از نظر زمین‌شناسی در ناحیه‌ی زاگرس قرار دارد. ساختار زمین‌شناسی آن بخش‌هایی از زاگرس چین‌خورده و مرتفع را شامل می‌شود که عمدتاً کانسارها و ظرفیت‌های معدنی آن رسوبی است (راهنمای شماره‌ی ۱). مواد معدنی شناخته شده و ظرفیت‌های بااهمیت در استان کهکیلویه و بویراحمد به شرح زیرند:

● **بوکسیت:** ذخایر بوکسیت کارستیک کرتاسه‌ی فوقانی، در شهرستان کهکیلویه و نیز ناحیه‌ی لوداب شهرستان بویراحمد واقع است که ذخیره‌ای احتمالی معادل هشت میلیون تن و قطعی برابر با ۷۵۰ هزار تن برای آن براورد شده است. عیار Al_2O_3 سنگ بوکسیت استان ۵۵ درصد و از نوع بوهمیت است و کیفیت مناسبی دارد.

● **سلستین** (سولفات استرانسیم): از نظر ذخایر معدنی سلستین، استان یکی از نواحی معدنی مهم در ایران محسوب می‌شود. ذخایر عدسی‌شکل سلستین استان در ناحیه‌ی «لیکک» قرار دارد و عیار متوسط آن ۹۰ درصد و ذخیره‌ی احتمالی تا یک‌میلیون تن براورد شده است.

● **فسفات:** با عیار متوسط ۱۰ درصد P_2O_5 با ذخیره‌ی قطعی ۸۱ میلیون تن و ذخیره‌ی احتمالی ۲۸۰ میلیون تن، در تاقدیس کوه لار در نزدیکی شهر «چرام» واقع است.

● **دولومیت:** با عیار متوسط ۲۳ درصد Mgo و ذخیره‌ی احتمالی ۲۰۰ میلیون تن در شهرستان بویراحمد واقع است.

● **سیلیس:** با عیار ۹۵ درصد SiO_2 و ذخیره‌ی احتمالی پنج‌میلیون تن در شهرستان بویراحمد واقع است.

● **گوگرد معدنی:** با عیار ۵۰ درصد و ذخیره‌ی احتمالی ۱/۵ میلیون تن.

● **مس:** با عیار متوسط ۳ درصد و ذخیره‌ی نامشخص کانی‌های کالکوپیریت و بورنیت.

● **نمک آبی:** منشأ آن سنگ‌های گنبد نمکی است.

● نسوز: خاک نسوز پرمین با دیرگذاری بالای ۲۹ که ذخیره‌ی آن نامشخص است.

● **سنگ‌های ساختمانی:** سنگ گچ و سنگ آهک با خلوص بالای ۹۵ درصد و ذخیره‌ی میلیون‌ها تن.

● **سنگ‌های تزئینی:** از نوع مرمریت درجه‌ی ۲ و ۳ و نیز کنگلومرای قابل برش (موزاییک طبیعی) با ذخیره‌ی مناسب.

● **مارن:** مارن و شیل‌های قابل پخت برای تولید آجر و مواد اولیه‌ی صنعت سیمان خاکستری با ذخیره‌ی میلیونی.

فعالیت‌های زمین‌شناسی و اکتشافی انجام‌شده

استان کهگیلویه و بویراحمد، به‌عنوان بخش میانی زاگرس چین‌خورده و به‌لحاظ داشتن ذخایر نفتی، از گذشته‌ی دور مورد توجه زمین‌شناسان بوده‌است. از همین‌رو، انبوهی از اطلاعات زمین‌شناسی و اکتشافی (عمدتاً نفتی) استان، در مرکز اطلاعات شرکت نفت نگه‌داری می‌شود که همگان را بر آن دست‌رسی نیست.

افزون بر مطالعات نفتی می‌توان به بررسی‌های زمین‌شناسی- اکتشافی انجام‌شده در راستای شناخت توان معدنی استان و یا اجرای برنامه‌های عمرانی اشاره کرد. جدا از بررسی‌های کوچک مقیاس، مطالعات ناحیه‌ای انجام‌شده در استان را می‌توان در نوع زمین‌شناسی و اکتشافی بیان داشت.

الف) بررسی‌های زمین‌شناسی

جایگاه جغرافیایی و ساختاری استان کهکیلویه و بویراحمد حاکی از تعلق استان به نوار کوهستانی زاگرس است که به‌لحاظ داشتن نشانه‌ها و میدان‌های نفتی، از اوایل قرن بیستم مورد توجه زمین‌شناسان نفتی بوده است. به همین لحاظ بررسی‌های زمین‌شناسی این استان به‌طور کامل توسط «شرکت ملی نفت ایران» صورت گرفته است. سازمان زمین‌شناسی نیز به پیروی از خط‌مشی جلوگیری از تکرار و صرفه‌جویی در هزینه‌ها، برداشت مجددی در این استان انجام نداده است. با این حال، حاشیه‌ی شمال خاوری استان به دو دلیل توسط سازمان زمین‌شناسی مطالعه شده است: یکی نداشتن ظرفیت نفتی، و دوم داشتن جایگاه ویژه‌ی زمین‌شناسی در محل زمین درز تتیس جوان. نقشه‌های زمین‌شناسی تهیه‌شده در استان کهکیلویه و بویراحمد، دارای دو مقیاس متفاوت زیر هستند:

۱. نقشه‌های زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۲۵۰/۰۰۰

نقشه‌های زمین‌شناسی این مقیاس، نوعی اطلاعات پایه‌ی

زمین‌شناسی هستند که در راستای شناخت ساختار و توان معدنی یک ناحیه تهیه می‌شوند. استانداردهای مطالعاتی این گونه نقشه‌ها، با الگوی نقشه‌های توپوگرافی به همین مقیاس مطابقت دارند. از این‌رو، هر برگ نقشه‌ی زمین‌شناسی ۱:۲۵۰/۰۰۰ حدود ۱۵ هزار کیلومتر مربع وسعت دارد که بین یک درجه‌ی عرض و ۱/۵ درجه‌ی طول جغرافیایی قرار دارد.

با توجه به راهنمای شماره‌ی ۲، گستره‌ی استان کهگیلویه و بویراحمد با بخشی از نقشه‌های ۱:۲۵۰/۰۰۰ رامهرمز، بروجن، اردکان و بهبهان پوشیده می‌شود که از آن میان، نقشه‌ی بروجن توسط سازمان زمین‌شناسی و سایر نقشه‌ها توسط شرکت ملی نفت ایران مطالعه و منتشر شده است.

۲. نقشه‌های زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰

نقشه‌های زمین‌شناسی این مقیاس، به‌عنوان مکمل اطلاعات زمین‌شناسی ۱:۲۵۰/۰۰۰، مخصوص مناطقی هستند که توان معدنی بالا دارند و به لحاظ اهداف مهندسی-زمین‌شناسی می‌توانند کاربرد داشته باشند. وسعت هر نقشه‌ی زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰ حدود ۲۵۰۰ کیلومتر است که بین نیم‌درجه‌ی عرض و طول جغرافیایی قرار دارد.

راهنمای شماره‌ی ۲ نمایش‌دهنده‌ی نقشه‌های ۱:۱۰۰/۰۰۰ پوششی است که از آن میان، نقشه‌های سیدون، یاسوج، بهبهان، ده‌دشت، بندر دیلم و گچساران، توسط شرکت نفت و نقشه‌های دشتک، کوه دنا و کوه کلاله توسط سازمان زمین‌شناسی به‌چاپ رسیده است.

ب) بررسی‌های اکتشافی

استان کهگیلویه و بویراحمد ازجمله مناطق نفت‌خیز کشور است. به همین لحاظ فعالیت‌های اکتشافی عمده‌ی آن در راستای شناخت میدان‌های نفتی بوده که توسط شرکت ملی نفت ایران صورت گرفته است. سایر ذخایر معدنی این استان به ظرفیت‌های معدنی غیرفلزی محدودند که عملیات اجرایی اکتشاف آن‌ها عمدتاً توسط و یا با نظارت اداره‌ی کل معادن و فلزات استان و در چارچوب طرح‌های عمرانی صورت گرفته‌اند. لذا در این استان اکتشافات ناحیه‌ای صورت نگرفته و اکتشافات از نوع موضوعی زیر هستند:

۱. طرح‌های اکتشافی

در سال‌های ۱۳۶۲ تا ۱۳۷۸، حدود ۲۹ طرح اکتشاف موضوعی به‌اجرا درآمده‌اند که نام و چگونگی اجرای آن‌ها در جدول ۱ خلاصه شده است.

۲. اکتشافات ژئوفیزیکی

اکتشافات ژئوفیزیکی انجام‌شده در استان کهکیلویه و بویراحمد

جدول ۱. طرح‌های اکتشافی استان کهکیلویه و بویراحمد، ۱۳۷۸-۱۳۶۲

ردیف	عنوان طرح	اعتبار مصوب (میلیون ریال)	محل تأمین اعتبار (استانی، ملی، درامد هزینه)	سال اجرا	نحوه‌ی اجرا	
					امانی	پیمانی
۱	مطالعه‌ی منابع اولیه‌ی مصالح ساختمانی	۱۵	استانی	۱۳۶۲	-	*
۲	طرح اکتشاف نیمه‌تفصیلی سنگ‌گچ شمس عرب	۲	استانی	۱۳۶۳	-	*
۳	طرح اکتشاف باریت	۱/۲	استانی	۱۳۶۶	*	-
۴	مطالعه‌ی گنبدهای نمکی استان	۳	استانی	۱۳۶۷	-	*

۵	تهیه‌ی دفترچه‌ی مشخصات و ظرفیت‌یابی	۲	استانی	۱۳۶۸	*	–
۶	پی‌جویی سلستین در طاقدیس بنگستان	۵	اعتبارات ملی	۱۳۶۸	–	*
۷	اکتشاف نیمه‌تفصیلی سلستین در طاقدیس بنگستان	۱۰	استانی	۱۳۶۹	–	*
۸	اکتشاف نیمه‌تفصیلی سنگ گچ کریک	۳	استانی	۱۳۷۰	*	–
۹	طرح مطالعه‌ی توانسنجی کارخانه‌ی سیمان یاسوج	۴۵	استانی	۱۳۷۲	–	*
۱۰	اکتشاف نیمه‌تفصیلی سلستین لیکک	۲۵	استانی	۱۳۷۱	–	*
۱۱	بررسی ذخایر معدنی استان	۲۰	اعتبارات ملی	۱۳۶۹	–	*
۱۲	اکتشاف افق پرموتریاس	۴۵	استانی	۱۳۷۳	–	*
۱۳	اکتشاف نیمه‌تفصیلی سلستین	۴۰	استانی	۱۳۷۲	–	*
۱۴	اکتشاف افق پرموتریاس	۳۲	استانی	۱۳۷۴	–	*
۱۵	اکتشاف افق پرموتریاس	۴۴	استانی	۱۳۷۵	–	*
۱۶	اکتشاف نیمه‌تفصیلی فسفات مندون	۱۰۰	استانی	۱۳۷۵	–	*
۱۷	اکتشاف افق پرموتریاس	۷۰	استانی	۱۳۷۶	–	*
۱۸	مطالعات آثاریابی سلستین در کهکیلویه	۵۰	استانی	۱۳۷۶	–	*
۱۹	ادامه‌ی اکتشاف مقدماتی سلستین استان	۵	استانی	۱۳۶۹	*	–
۲۰	اکتشاف نیمه‌تفصیلی سلستین بهمنی	۱۴	استانی	۱۳۷۰	–	*
۲۱	طرح بررسی ذخایر معدنی استان	۶۳	ملی	۱۳۷۰	–	*
۲۲	طرح بررسی ذخایر معدنی استان	۳۵	اعتبارات ملی	۱۳۷۱	–	*
۲۳	طرح بررسی ذخایر معدنی استان	۶۵	اعتبارات ملی	۱۳۷۲	–	*
۲۴	طرح بررسی ذخایر معدنی استان	۶۰	اعتبارات ملی	۱۳۷۳	–	*
۲۵	طرح اکتشاف مس خونگاه	۱۰۰	اعتبارات ملی	۱۳۷۵	–	*
۲۶	طرح اکتشاف خاک صنعتی گچساران	۵۵	اعتبارات ملی	۱۳۷۶	*	–
۲۷	مطالعه‌ی ظرفیت‌های معدنی در استان	۶۷/۸۶	استانی	۱۳۷۷	*	–
۲۸	مطالعه‌ی ظرفیت‌های معدنی شهرستان کهکیلویه و بویراحمد	۱۲۰	اعتبارات ملی	۱۳۷۸	–	*
۲۹	مطالعه‌ی ظرفیت‌های معدنی در استان	۲۳۰	استانی	۱۳۷۸	*	–

از دو نوع زمینی و ژئوفیزیک مغناطیس هوایی هستند. اکتشافات ژئوفیزیکی زمینی عمدتاً در راستای شناخت ذخایر سلستین استان بوده‌اند. نقشه‌های مغناطیس هوایی استان نیز در چارچوب نقشه‌های ۱:۲۵۰/۰۰۰ هستند که از تلفیق آن‌ها، نقشه‌ی مغناطیسی هوایی استان به‌صورت رقومی تهیه شده است (راهنمای شماره‌ی ۳).

۳. گزارش‌های اکتشافی

گزارش‌های اکتشافی زیر، نتایج حاصل از بررسی‌های اکتشافی موضوعی انجام‌شده در استان کهکیلویه و بویراحمد را ارائه می‌دهند:

۱. گزارش طرح اکتشاف افق لاتریتی در محدوده‌ی استان کهکیلویه و بویراحمد (۱۳۷۶).

۲. گزارش طرح اکتشاف افق لاتریتی در محدوده‌ی استان کهکیلویه و بویراحمد (۱۳۷۲).

۳. گزارش بررسی ذخایر معدنی پروژه‌ی ۱۶.

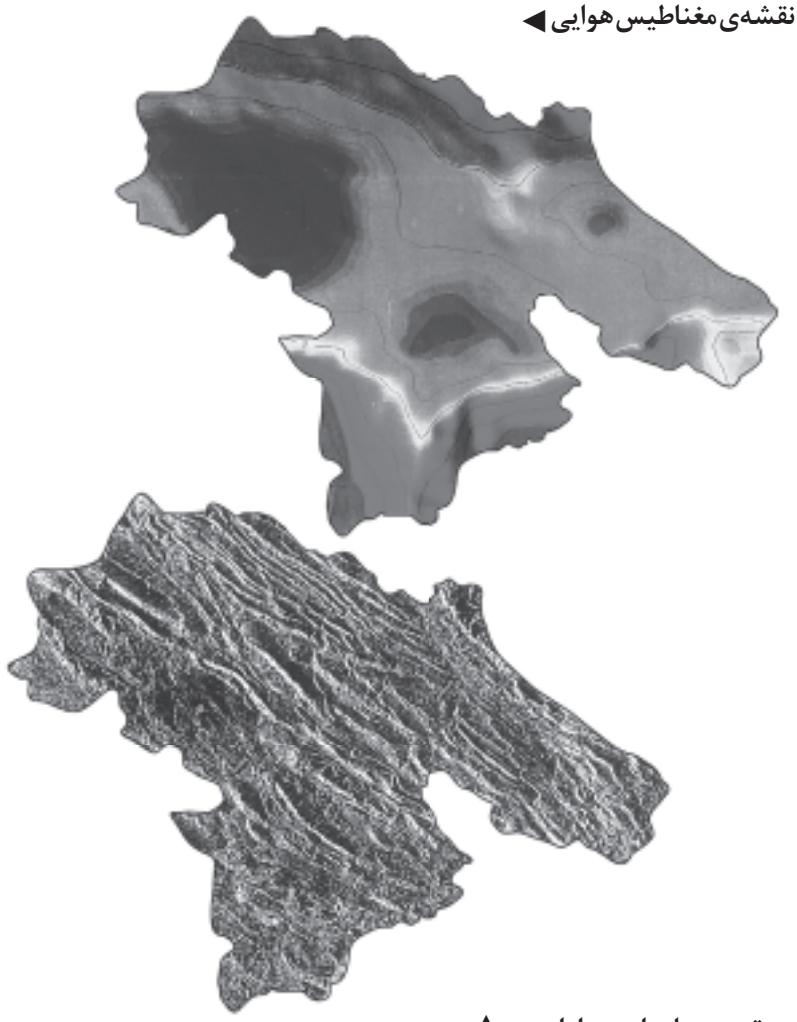
۴. گزارش طرح مطالعات آثاریابی کانسار سلستین در شهرستان کهکیلویه و بویراحمد (۱۳۷۶).

۵. گزارش نقشه‌ی زمین‌شناسی- توپوگرافی آهک و مارن منطقه‌ی دشت روم.

۶. گزارش مطالعات افق‌های شیل- مارنی سازندهای میشان-

راهنمای شماره‌ی ۲

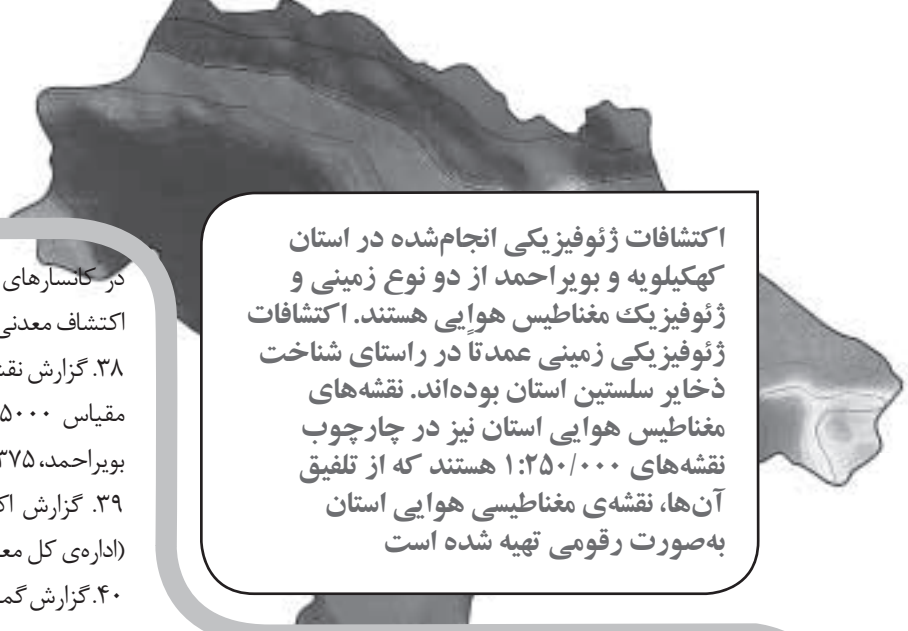
نقشه‌ی مغناطیس هوایی ◀



تصویر ماهواره‌ی رادارست ▲

راهنمای شماره‌ی ۳

آغاجاری- گچساران- برای مصرف در صنعت تولید آجر (۱۳۷۷).
۷. گزارش طرح ظرفیت ذخایر معدنی استان، پروژه‌ی شناسایی آثاریابی ذخایر سلستین در شهرستان کهکیلویه و بویراحمد (۱۳۷۷).
۸. گزارش طرح اکتشافات کانسار مس خونگاه (۱۳۷۶).
۹. گزارش ادامه‌ی اکتشاف مقدماتی سلستین استان (۱۳۶۹).
۱۰. گزارش اکتشاف نیمه‌تفصیلی سلستین بهشتی (۱۳۷۰).
۱۱. گزارش طرح بررسی ذخایر معدنی استان (۷۳-۱۳۷۰).
۱۲. گزارش طرح اکتشاف خاک صنعتی گچساران (۱۳۷۶).
۱۳. گزارش مطالعه‌ی ظرفیت‌های معدنی شهرستان کهکیلویه و بویراحمد (۱۳۷۸).
۱۴. گزارش مطالعه‌ی ظرفیت‌های معدنی در استان (۱۳۷۸).
۱۵. گزارش مطالعه‌ی منابع اولیه‌ی مصالح ساختمانی (۱۳۶۲).
۱۶. گزارش طرح اکتشاف نیمه‌تفصیلی سنگ‌گچ شمس عرب (۱۳۶۳).
۱۷. گزارش طرح اکتشاف باریت (۱۳۶۶).
۱۸. گزارش مطالعه‌ی گنبدهای نمکی استان (۱۳۶۷).
۱۹. گزارش تهیه‌ی دفترچه‌ی مشخصات و ظرفیت‌یابی (۱۳۶۸).
۲۰. گزارش پی‌جویی سلستین در طاقدیس بنگستان (۱۳۶۸).
۲۱. گزارش اکتشاف نیمه‌تفصیلی سلستین در طاقدیس بنگستان (۱۳۶۹).
۲۲. گزارش اکتشاف نیمه‌تفصیلی سنگ گچ کریک (۱۳۷۰).
۲۳. گزارش طرح مطالعه‌ی توان‌سنجی کارخانه‌ی سیمان یاسوج (۱۳۷۲).



اکتشافات ژئوفیزیکی انجام‌شده در استان کهکیلویه و بویراحمد از دو نوع زمینی و ژئوفیزیک مغناطیس هوایی هستند. اکتشافات ژئوفیزیکی زمینی عمدتا در راستای شناخت ذخایر سلستین استان بوده‌اند. نقشه‌های مغناطیس هوایی استان نیز در چارچوب نقشه‌های ۱:۲۵۰/۰۰۰ هستند که از تلفیق آن‌ها، نقشه‌ی مغناطیسی هوایی استان به‌صورت رقومی تهیه شده است

۲۴. گزارش اکتشاف نیمه‌تفصیلی سلستین لیکک (۱۳۷۱).
۲۵. گزارش بررسی ذخایر معدنی استان (۱۳۶۹).
۲۶. گزارش اکتشاف افق پرموتریاس (سه گزارش) (۷۵-۱۳۷۳).
۲۷. گزارش اکتشاف نیمه‌تفصیلی فسفات مندون (۱۳۷۵).
۲۸. گزارش اکتشاف افق پرموتریاس (۱۳۷۶).
۲۹. بررسی زمین‌شناسی استان کهکیلویه و بویراحمد از نظر منابع اولیه‌ی مصالح ساختمانی و منابع طبیعی (سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۶۱).
۳۰. گزارش پی‌جویی پتاس در استان کهکیلویه و بویراحمد (وزارت معادن و فلزات ۱۳۷۱).
۳۱. گزارش طرح پی‌جویی مواد معدنی در شمال غرب یاسوج (مهندسین مشاور کاوشگران، ۱۳۷۸).
۳۲. گزارش امکان‌پذیری مالی و اقتصادی پروژه‌ی ۲۰۰۰ تنی سیمان یاسوج (اداره‌ی کل معادن و فلزات استان کهکیلویه و بویراحمد، ۱۳۷۱).
۳۳. گزارش اکتشاف نیمه‌تفصیلی فسفات ناحیه‌ی هندون همراه با نقشه‌ی زمین‌شناسی در مقیاس ۱:۵۰۰۰ (اداره‌ی کل معادن و فلزات استان کهکیلویه و بویراحمد، ۱۳۷۶).
۳۴. گزارش اکتشاف مقدماتی فسفات در تاقدیس‌های نیل و موندن (وزارت معادن و فلزات ۱۳۶۹).
۳۵. گزارش نقشه‌ی زمین‌شناسی- معدنی مس خونگاه مقیاس ۱:۵۰۰۰ (اداره‌ی کل معادن و فلزات استان کهکیلویه و بویراحمد، ۱۳۷۶).
۳۶. گزارش و نقشه‌های زمین‌شناسی- معدنی ذخیره‌ی سلستین دوبر نظری (اداره‌ی کل معادن و فلزات استان کهکیلویه و بویراحمد، ۱۳۶۹).
۳۷. گزارش عملیات ژئوفیزیکی برداشت‌های الکتریک و گرانی‌سنجی در کانسارهای سلستین لیکت و ترتاب (سازمان زمین‌شناسی و اکتشاف معدنی کشور، ۱۳۷۰).
۳۸. گزارش نقشه‌ی زمین‌شناسی- معدنی کانسار بوکسیت خونگاه، مقیاس ۱:۵۰۰۰ (اداره‌ی کل معادن و فلزات استان کهکیلویه و بویراحمد، ۱۳۷۵).
۳۹. گزارش اکتشاف نیمه‌تفصیلی کانسار سلستین کنج و کنج (اداره‌ی کل معادن و فلزات استان کهکیلویه و بویراحمد).
۴۰. گزارش گمانه‌زنی روی ذخیره‌ی سنگ فسفات کوچوک (۱۳۶۸).

برنامه‌های زمین‌شناسی و اکتشافی پیش‌بینی‌شده در برنامه‌ی سوم

با توجه به خط‌مشی کلی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، برنامه‌های زمین‌شناسی و اکتشافی پیش‌بینی‌شده در برنامه‌ی سوم توسعه، به‌طور عمده از نوع مطالعات ناحیه‌ای بودند که در چارچوب نقشه‌های زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰ و به روش‌های دورسنجی، زمین‌شناسی، اکتشافات ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی صورت گرفت. این‌گونه مطالعات خاص مناطقی است که ویژگی‌های متالوژنیک آن‌ها با قلمروهای دگرگونی، پهنه‌های دگرگونی پی‌سنگی، مناطق بر قاره و... مطابقت دارد و لذا دست‌یابی به ذخایر فلزی و غیرفلزی بسیار امیدوارکننده بود.

جایگاه ساختاری و زمین‌شناسی استان کهکیلویه و بویراحمد با پهنه‌های متالوژنیک مورد نظر هم‌سویی ندارد. از همین‌رو، استان مذکور بین زون‌های بیست‌گانه‌ی اکتشافی راهنمای شماره‌ی ۸ برنامه‌ی سوم توسعه قرار ندارد. معهذا، توانایی‌های معدنی غیرفلزی موجود، اجرای برنامه‌های اکتشافی موضوعی را توجیه‌پذیر می‌سازد. به همین لحاظ برنامه‌های مطالعاتی استان از نوع موضوعی بود که در چارچوب طرح‌های عمرانی صورت گرفت.

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 $\frac{۱}{۱۰۰۰۰۰}$ استان ایلام سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
۴. نقشه‌ی زمین‌شناسی شرکت ملی نفت ایران.

نیروی کوریولیس

سعید موسوی نصر
کارشناس ارشد ژئومورفولوژی

درآمد

در این مقاله ضمن توضیح نیروی «کوریولیس»[1] و نیروهای برداری زمین، از این نیروی کوریولیس به عنوان فرایندی که در ایجاد و تکوین زمین‌رخسارهای سطح زمین مؤثر است، یاد شده و نقش آن‌را در گردش عمومی هوا و انحراف جریانات اقیانوسی بررسی کرده‌ایم و به این نتیجه رسیده‌ایم که نیروی کوریولیس، با افزایش شعاع استوایی زمین، مسئول بسیاری از حرکات تکتونیکی، صفحه‌ای و پیکربندی آن است که کمتر در کتاب‌های زمین‌شناسی دبیرستانی از آن سخن به میان آمده است.

کلیدواژه‌ها: نیروی کوریولیس، گردش عمومی هوا، جریانات اقیانوسی، حرکات صفحه‌ای، شعاع‌های استوایی زمین.

مقدمه

آن‌چه باعث نگارش این مقاله شد، پاسخ به این سؤال بود که اگر زمین برعکس می‌چرخید، یعنی حرکت وضعی آن از شرق به غرب بود، یا اصلاً زمین را فاقد حرکت وضعی تصور کنیم، جریان عمومی هوا، تکوین اشکال و ناهمواری‌های سطح زمین، پراکندگی خشکی‌ها و جریانات آبی چگونه تبیین می‌شد؟ زمین در مدت ۲۳ ساعت و ۵۶ دقیقه و سه ثانیه یک بار به دور محور خود و در جهت عکس حرکت عقربه‌های ساعت می‌چرخد. محور زمین با سطح مدارش که به دور خورشید می‌چرخد، عمود نیست و زاویه‌ای به اندازه‌ی ″۲۱′۲۷°۲۳ می‌سازد که دارای اثرات مشخصی بر روی زمین است. شکل سطح زمین به صورت یک کره‌ی پخ، شعاع قطبی زمین ۶۳۵۶/۸ کیلومتر و شعاع استوایی آن ۶۳۷۸/۲ کیلومتر است. این امر نشان می‌دهد، شعاع استوایی زمین ۲۱/۴ کیلومتر از شعاع قطبی بیشتر است و پخی حاصل از آن، نشان دهنده‌ی اثر نیروی کوریولیس بر زمین است [عدالتی و فرخی، ۱۳۸۰: ۲۷۷].

هر جسمی که می‌چرخد، بسته به این‌که جنس مواد تشکیل‌دهنده و سختی و سستی آن چگونه باشد، تحت تأثیر دو شتاب قرار می‌گیرد:

۱. شتاب گرانشی که به سمت مرکز آن جسم است.

۲. شتاب جانب مرکز.

اگر جرمی آزاد باشد که حرکت کند ـ مانند مواد سیال و آب ـ شتاب جانب مرکز بر آن اثر می‌گذارد. از آن‌جا که سیاره‌ی زمین از سه بخش هوا کره[2]، سنگ کره[3] و آب کره[4] تشکیل شده است، هر یک از آن‌ها متناسب با نوع پیوند مولکولی، چگالی، وزن و جرم مخصوص، از نیروی ناشی از حرکت وضعی زمین تأثیر می‌پذیرد. بنابراین این نیرو در چرخه ناهمواری‌ها و تکوین آن مؤثر است.

طرح مسئله

در تشکیل زمین‌رخسارهای سطح زمین تاکنون فرایندهای درونی ناشی از تکتونیک صفحه‌ای به شکل فعالیت‌های کوه‌زایی و خشکی‌زایی و فعالیت‌های آتشفشانی از یک طرف، و فرایندهای بیرونی ناشی از تأثیر اتمسفر، به‌خصوص فعالیت‌ها و اغتشاشات اقلیمی در لایه‌ی تروپوسفر جو را، عوامل اصلی شکل‌زایی و تغییرات زمین‌رخسارهای سطح زمین قلمداد کرده‌اند. اما به نیروی کوریولیس یا حرکت وضعی زمین، به عنوان عامل اثرگذار دیگری که همیشه و به‌طور مداوم در تغییر زمین‌رخسارها مؤثر بوده، کمتر اشاره شده است.

در این مقاله تأثیر نیروی کوریولیس را در تشکیل و تغییر زمین‌رخسارهای سطح زمین با روش توصیفی و نظری مورد بررسی قرار داده‌ایم تا نقش این عامل مخفی در ایجاد اشکال سطح زمین مشخص شود.

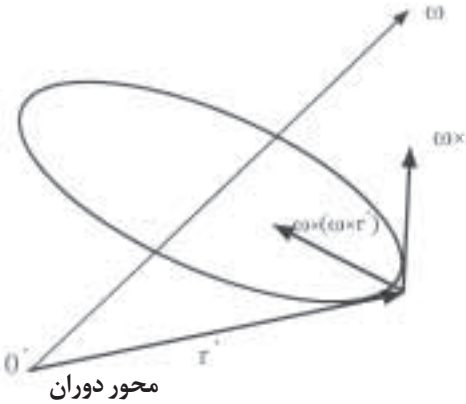
بحث نیروی کوریولیس

پرتابه‌ای را در نظر بگیرید که از قطب شمال پرتاب می‌شود تا در استوا فرود آید. روی زمینی که در حال چرخش نباشد، پرتابه در تمام مدت پرواز خود دقیقاً روی یک نصف‌النهار جغرافیایی قرار می‌گیرد. اما روی زمینی که در حال چرخش باشد، هدف روی استوا به اندازه‌ی ۰/۴۶ km/sec به طرف شرق حرکت می‌کند و پرتابه در غرب هدف فرود خواهد آمد. در واقع، مسیر حرکت پرتابه در نیم‌کره‌ی شمالی به طرف راست منحرف می‌شود. شتاب فرضی که این اثر را موجب می‌شود (اثر کوریولیس)، در سال ۱۸۳۵ توسط گاسارگوستا و دوکوریولیس استنتاج و شتاب کوریولیس به صورت فرمول $a = ۲(V \times \overrightarrow{W})$ محاسبه شد [عدالتی و فرخی، ۱۳۸۰: ۲۷۷].

فرض کنید سنگی را به نخی بسته‌ایم و آن‌را بالای سر خود می‌چرخانیم. جهت این نیرو که بر سنگ در مسیر دایره‌ای شکل آن وارد می‌شود، در راستای نخ است. بنابراین، بردار نیرو پیوسته گرایش به طرف مرکز چرخش دارد. این نیرو که گرایش آن پیوسته به سوی مرکز چرخش است، «نیروی مرکزگرا» نامیده می‌شود. از قانون دوم نیوتون می‌دانیم که نیروی مؤثر و شتاب مربوط به آن در یک جهت هستند. در نتیجه بردار شتاب نیز به سوی مرکز گرایش دارد، ما این شتاب را شتاب مرکزگرا می‌نامیم. هر جسمی که در طول مسیر دایره‌ای شکل حرکت می‌کند، شتابی مرکزگرا دارد. و معادله‌ی آن به صورت $\partial = \frac{V^۲}{R}$ است. در این معادله R شعاع دایره است و برای محاسبه‌ی آن V، از معادله‌ی $V = \frac{۲\pi R}{T}$ استفاده می‌شود. t نیز زمان برحسب ثانیه است [هولتون، رانرفورد و واستون، ۱۳۸۰: ۱۳۴].

عبارت $۲w \times v'$ را «شتاب کوریولیس» و عبارت $w \times (w \times r')$ را «شتاب جذب به مرکز» می‌نامند. شتاب کوریولیس در هر وضعیتی که یک ذره در سیستم مختصات دوار حرکت می‌کند (به استثنای مواردی که تندی v' موازی با محور دوران است)، به وجود می‌آید و شتاب جذب به مرکز نیز ناشی از حرکت ذره روی مسیر دایره‌ای شکل در سیستم دوار است. شتاب جذب به مرکز همواره به طرف محور دوران متمایل و عمود بر محوری است که در شکل ۱ نشان داده شده است. عبارت $w \times v$ را گاهی «شتاب متقاطع» نیز می‌نامند. زیرا عمود بر بردار مکان r' است. می‌توان گفت که این نتیجه‌ی هر شتاب زاویه‌ای در یک سیستم دوار است و یا به عبارت دیگر، در مواردی که بردار تندی زاویه‌ای، از نظر مقدار یا جهت یا هر دو تغییر می‌کند، این مطلب صادق است [گرانت، ۱۳۷۶: ۱۲۸].

$$\partial = \partial' + \omega \times r' \times ۲\omega \times r' + \omega \times (\omega \times r') + A.$$



محور دوران

شکل ۱. نمایش شتاب جذب به مرکز

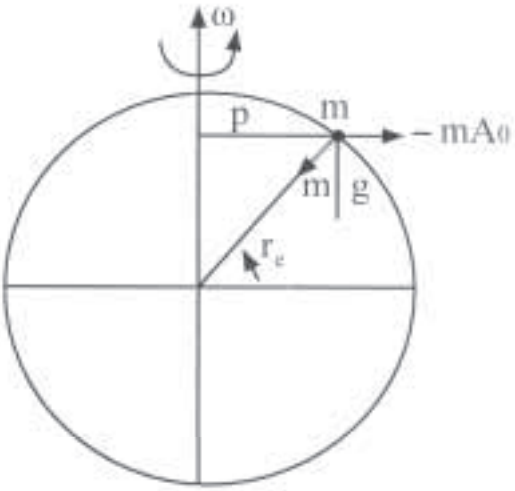
از آن‌جا که سیاره‌ی زمین از سه بخش هوا کره، سنگ کره و آب کره تشکیل شده است، هر یک از آن‌ها متناسب با نوع پیوند مولکولی، چگالی، وزن و جرم مخصوص، از نیروی ناشی از حرکت وضعی زمین تأثیر می‌پذیرد

که در این رابطه، $r_.$ و $A_.$ به ترتیب تندی و شتاب سیستم متحرک، و r' و a' تندی و شتاب ذره در سیستم متحرک هستند. در حالت خاص، وقتی سیستم متحرک شتاب ندارد، یعنی $A_.=0$، داریم: $a=a'$. پس شتاب در هر یک از سیستم‌ها یکسان است. نیروی کوریولیس فقط زمانی وجود دارد که یک ذره در سیستم مختصات، دورانی حرکت کند و جهت آن همواره عمود بر بردار تندی ذره در سیستم متحرک باشد. لذا به نظر می‌رسد که نیروی کوریولیس، یک ذره‌ی متحرک را تحت زوایای قائم نسبت به جهت حرکتش منحرف می‌کند. برای مثال، این نیرو در محاسبه‌ی مسیر پرتابه‌ها مهم است. اثرات کوریولیس عامل گردش هوا در اطراف مناطق «فشار پایین»[5] و «فشار بالا»[6] روی سطح زمین نیز هستند [همان، ص ۱۲۹].

از آن‌جا که تندی زاویه‌ای چرخش زمین برابر ۲II رادیان در روز است (در حدود $۷/۲۷\times۱۰^{-۵}$ رادیان در ثانیه) می‌توان انتظار داشت که اثرات چنین دورانی نسبتاً ناچیز باشد. با این حال، چرخش زمین باعث برآمدگی استوایی می‌شود. شعاع استوایی حدود ۱۳ مایل بزرگ‌تر از شعاع قطبی است. حرکت وضعی زمین دارای اثرات استاتیکی است که عبارت $F-m\,A_.=0$ در مورد آن به‌کار می‌رود. نیروی F به وسیله‌ی بردار مجموع دو نیرو به دست می‌آید.

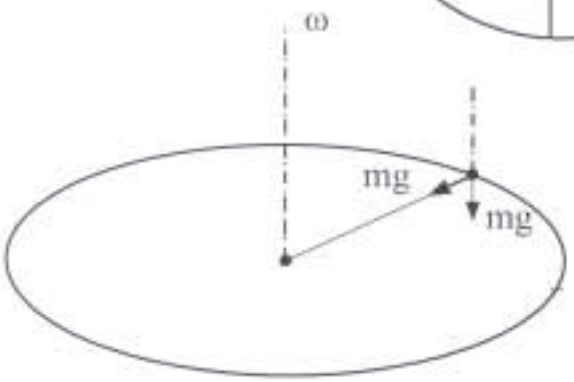
mg نیروی جاذبه‌ی واقعی زمین و mg- کشش عمودی خط شاقول است. بنابراین داریم: $mg-mg-mA_.=0$

بردار mg در جهت مرکز زمین است. شتاب $A_.$، شتاب جذب به مرکز مبدأ متحرک است و مقدار آن $P\omega^۲$ یا $(r_e\cos\lambda)\omega^۲$ است. r_e شعاع زمین و λ عرض جغرافیایی است.



▶ شکل ۲. نیروهای جاذبه و گریز از مرکز وارد بر ذره‌ای در سطح زمین
مأخذ: گرانت، ۱۳۷۶: ۱۲۹.

▼ شکل ۳. نمایش پهن‌شدگی زمین در اثر دوران



عبارت $mA_.$ - (نیروی گریز از مرکز) دارای مقدار $(r_e\cos\lambda)\omega^۲$ و جهت آن به طرف بیرون و عمود بر محور زمین است. بنابراین خط شاقول در جهت مرکز زمین نیست و به مقدار $\lambda=\pm۹۰^\circ$ از میان می‌رود. حداکثر انحراف خط شاقول از خط عمودی حقیقی، در عرض جغرافیایی ۴۵° است که:

حداکثر انحراف خط شاقول

$$\sum \max = \frac{r_e\omega^۲}{۲g} \cong ۱/۷\times۱۰^{-۳}\ \text{radian} \cong \frac{۱}{۱۰}\ \text{deg ree}$$

در تحلیل‌ها همیشه فرض بر این است که نیروی ثقل mg ثابت و به طرف مرکز زمین جهت یافته است. این فرض کاملاً صحیح نیست، زیرا زمین کروی نیست. تغییرات موضعی ناشی از کوه‌ها، رسوبات معدنی و غیره نیز بر جهت خط شاقول اثر می‌گذارند.

اثر دینامیک حرکت وضعی زمین بر پدیده‌های سطح زمین براساس فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$m\ddot{r}' = mg - ۲m\omega\times r'$$

که در آن، نیروی وزن مواد و نیروی کوریولیس در نظر گرفته می‌شود. مؤلفه‌ی افقی نیروی کوریولیس روی جسمی که به موازات سطح زمین حرکت می‌کند، مستقل از جهت حرکت آن است [همان، ص ۱۲۷].

اثر نیروی کوریولیس بر هوا

زمانی که نیروهای درونی زمین، زمین‌رخسارهای سطح زمین را ایجاد

می‌کنند، هم زمان با تشکیل ناهمواری‌ها عوامل جوی و آب‌وهوایی بر این ناهمواری‌ها تأثیر می‌گذارند و موجب تخریب و تغییر شکل ناهمواری‌های اولیه می‌شوند [محمودی، ۱۳۸۷: ۷].

این در حالی است که از اجزای تشکیل‌دهنده‌ی سیاره‌ی زمین، هوا بیش از هر عاملی تحت تأثیر نیروی کوریولیس قرار می‌گیرد و زمینه‌ی انحراف آن را فراهم می‌کند. در واقع، حرکت وضعی زمین با تغییر مسیر حرکت توده‌های هوا، زمینه‌ی تخریب و تأثیرگذاری آن‌را در جهت خاصی که عمدتاً در نیم‌کره‌ی شمالی به سمت راست است، کنترل می‌کند. به سه دلیل، نیروی کوریولیس در هوای پیرامون خود می‌تواند تأثیرگذار باشد:

۱. چگالی هوا بسیار پایین و جنبش مولکولی آن زیاد است.

۲. هوا رسانای بسیار ضعیفی و گرمای ویژه‌ی آن بسیار بالاست.

۳. گازها از نیروی فرار زیادی برخوردارند و هر ماده‌ی فراری تحت تأثیر نیروی حاصل از حرکت وضعی زمین قرار می‌گیرد.

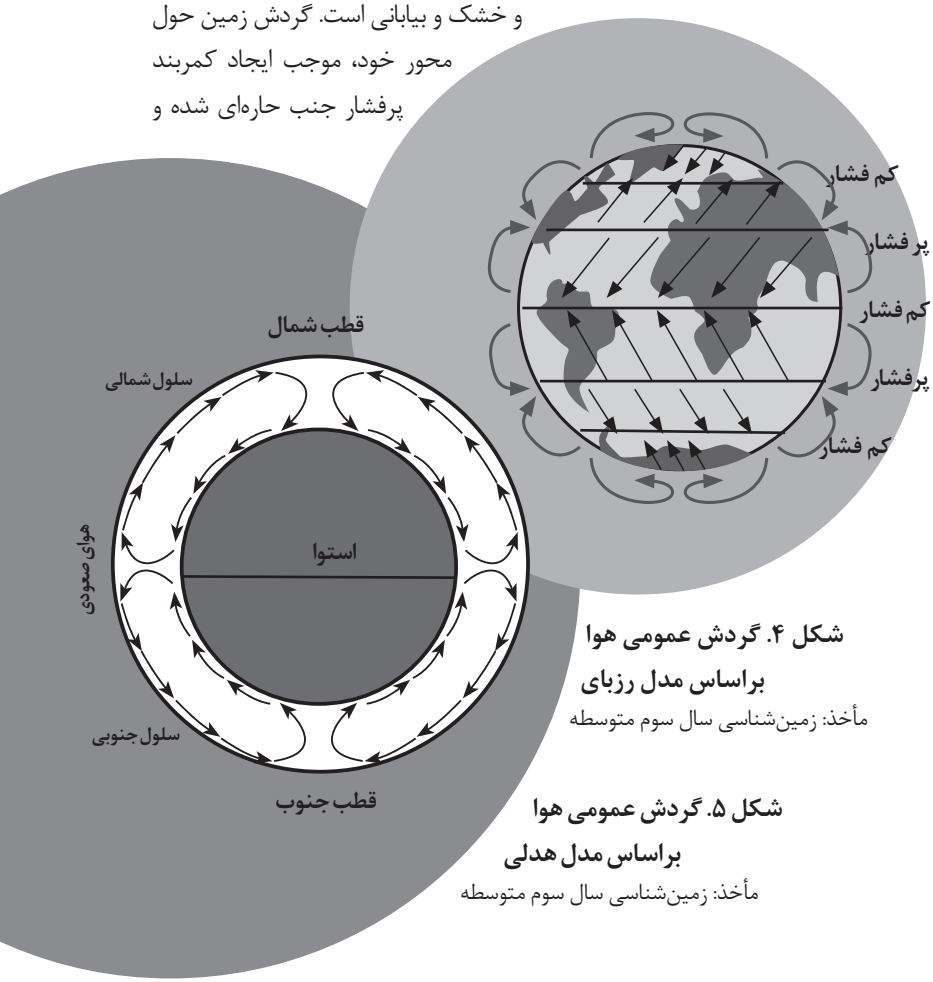
با توجه به مایل بودن محور زمین و کروی بودن آن، پراکندگی دما در عرض‌های متفاوت جغرافیایی از الگوی خاصی پیروی می‌کند. این عامل باعث می‌شود که زمین انرژی یکسانی از خورشید دریافت نکند. به علاوه، انحنای محور زمین موجب می‌شود تا ارتفاع و زاویه‌ی تابش خورشید در طول روز، ماه و سال فرق کند و مناطق آب و هوایی از نظر دما پدید آید. این اختلاف دما منشأ پیدایش جریان عمومی هوا خواهد بود [علیزاده، ۱۳۸۳: ۵۹].

بدین ترتیب که اگر کره‌ی زمین در حال چرخش نبود، باد از نواحی سرد قطبی به سمت نواحی گرم استوایی می‌وزید. اما حرکت وضعی زمین مانع از مسیر مستقیم جریان هوا از قطب به سمت استوا می‌شود. به عبارت دیگر، حرکت وضعی زمین باعث تشکیل یک کمربند پر فشار در عرض جغرافیایی ۳۰° شمالی و جنوبی و یک کمربند کم‌فشار دیگر در عرض جغرافیایی ۶۰ درجه‌ی شمالی و جنوبی می‌شود [درویش‌زاده، مدنی و صداقت، ۱۳۸۵: ۲۸].

یعنی با فرض ثابت بودن کره‌ی زمین، «مدل هدلی» تبیین‌کننده‌ی گردش عمومی هواست و اکنون که کره‌ی زمین در حال گردش به دور خود است، گردش عمومی هوا براساس «مدل رزبای» تفسیر می‌شود [علی‌جانی و کاویانی، ۱۳۸۲].

سیستم شکل‌زایی در سطح زمین متأثر از گردش عمومی هوا و حاکمیت دائم توده هواهای کم‌فشار و پرفشار است. در مناطق تحت حاکمیت توده‌ی هوای سرد و پرفشار قطبی، سیستم شکل‌زایی و ناهمواری‌ها تحت تأثیر سرمای شدید و یخبندان از نوع «سیستم فرسایشی پیش از یخبندان» قرار دارد که عبارت است از اعمال متوالی یخ‌زدن و ذوب یخ. عمل یخ‌زدن، در حالت خشک بسیار ضعیف است، در حالی که در محیط‌های مرطوب بسیار شدید است. سازوکار فرسایش منحصراً انقباض و انبساط سنگ‌ها ناشی از اختلاف درجه‌ی حرارت است [دریو، ۱۳۸۳: ۲۸۴].

سیستم فرسایشی در اثر حاکمیت پرفشار جنب حاره‌ای در اطراف مدار رأس‌السرطان، از نوع سیستم فرسایشی در سرزمین‌های گرم و خشک و بیابانی است. گردش زمین حول محور خود، موجب ایجاد کمربند پرفشار جنب حاره‌ای شده و



شکل ۴. گردش عمومی هوا براساس مدل رزبای
مأخذ: زمین‌شناسی سال سوم متوسطه

شکل ۵. گردش عمومی هوا براساس مدل هدلی
مأخذ: زمین‌شناسی سال سوم متوسطه

این کمربند پرفشار، کمربند بزرگ بیابانی را اطراف مدارهای رأس‌السرطان و رأس‌الجدی به‌وجود آورده است. در این سیستم فرسایشی، حرارت زیاد موجب خشکی بیشتر هوا بر اثر عمل تبخیر و کم آبی بر اثر کاهش ریزش‌های باران سالانه شده است و سرزمین‌هایی که در چنین شرایطی قرار می‌گیرند را می‌توان نواحی خشک نامید [همان، ص ۳۰۲].

کوه یخ به محض جدا شدن از کلاهک‌های یخی در قطب، توسط نیروی کوریولیس در نیم‌کره‌ی شمالی به سمت غرب انحراف پیدا می‌کند. به همین دلیل، کوه‌های یخی که از گروئیلند جدا می‌شوند، در ضمن حرکت به سمت سواحل کانادا منحرف می‌شوند.

شرایط جوی در عرض جغرافیایی ۶۰ درجه که محل تشکیل جبهه‌ی قطبی است، در اثر برخورد توده‌ی هوای سرد با توده‌ی هوای معتدل، تغییر ناهمواری‌های سطح زمین را به دنبال دارد. در حقیقت، کم فشار قطبی حاصل از چرخش زمین، مسئول سازوکار تشکیل لندفرم‌ها در این قسمت از کره‌ی زمین است. در واقع، نمی‌توان تشکیل ناهمواری‌های سطح زمین را بدون در نظر گرفتن حرکت وضعی زمین مورد بررسی قرار داد. ولی از آن‌جا که این عامل به طور دائم و همیشگی در همه‌ی عوامل و پدیده‌های سطح زمین تأثیر می‌گذارد، نمی‌توانیم آن‌را با حواس خود درک کنیم.

تشکیل پر فشار جنب حاره‌ای نیز به نیروی کوریولیس وابسته است. لندفرم‌هایی که تحت حاکمیت این پرفشار تشکیل می‌شوند و تغییر می‌یابند، بسیار متفاوت از سایر نقاط کره‌ی زمین هستند. در این نواحی، آب و هوای خشک و سیستم شکل‌زایی تحت تأثیر باد و فقدان رطوبت قرار دارد و باد عامل اصلی فرسایش در نواحی بیابانی است. به علت رطوبت کم، اختلاف دما و فشار در نواحی بیابانی زیاد است که نتیجه‌ی آن وزش بادهای دائمی با سرعت زیاد در این نواحی است.

بادهای ژئوستروفیک در نیم‌کره‌ی شمالی با سرعت به سمت راست و در نیم‌کره‌ی جنوبی به سمت چپ حرکت خود منحرف می‌شوند. جریان هوایی که در شرایط یک تعادل واقعی بین گرادیان افقی فشار و نیروی کوریولیس به‌وجود می‌آید، باد «ژئوستروفیک» نامیده می‌شود. اگر نیروی کوریولیس وجود نداشت، گرادیان فشار و نیروی گرانشی مرکزگرا عوامل اثرگذار بادها محسوب می‌شدند. در سیکلون‌ها، نیروی مرکزگرا و گرادیان فشار در جهت مخالف هم عمل می‌کنند. در این صورت، تعادل بین گرادیان فشار و نیروی مرکزگرا معادل مجموع نیروی کوریولیس و گرادیان فشار و نیروی مرکزگرا خواهد بود [جعفرپور، ۱۳۸۴: ۷۱].

در لایه‌های پایین اتمسفر، در نتیجه‌ی تماس توده‌های هوای در حال حرکت با سطح زمین، اصطکاک به‌وجود می‌آید. این تماس سبب کندی و تأخیر در حرکت هوا می‌شود. این اثر در نواحی ناهموار به حداکثر خود می‌رسد. هرچه از سطح زمین فاصله بگیریم، اثر اصطکاک با ناهمواری‌ها کاهش می‌یابد. در این رابطه، نیروی کوریولیس بر هوای چسبیده به سطح زمین کمترین اثر را دارد. هم‌چنین، نیروی کوریولیس در انحراف بادهای سطوح فوقانی جو، رود بادها و جت‌استریم‌ها نیز تأثیر دارد، ولی بیشترین تأثیر حرکت وضعی زمین بر لایه‌ی میانی جو است. هرچه سطح زمین هموارتر باشد، انحراف بادها توسط نیروی کوریولیس بیشتر خواهد بود. زیرا ناهمواری‌ها نیز در انحراف بادها و پراکندگی دما و ایجاد مرکز پرفشار نیز مؤثر هستند و گاهی اثر نیروی کوریولیس زمین را خنثا می‌کنند.

تأثیر نیروی کوریولیس بر جریانات آبی

در دو طرف منطقه‌ی استوا، در اثر حرکت وضعی زمین، بادهای آلیزه به سمت غرب در حال حرکت هستند که این بادها آب‌های سطحی را با خود به سمت غرب حمل می‌کنند [جداری عیوضی، ۱۳۸۲: ۱۲۸].

به‌طور کلی، در اقیانوس‌ها دو نوع جریان دریایی وجود دارد: یکی گرم که منشأ آن مناطق گرم کره‌ی زمین و نواحی حاره است و دیگری جریانات سرد که منشأ آن نواحی سرد قطبی است. از آن‌جا که نواحی متفاوت کره‌ی زمین انرژی یکسانی از خورشید دریافت نمی‌کنند، بنابراین آب‌ها نیز در اثر مقدار گرمای دریافتی متفاوت، میزان شوری و چگالی مختلف دارای حرکت‌های عمقی و سطحی خواهند بود.

گاهی این جریانات و حرکت‌های آبی که در مسیر خاصی جریان می‌یابند، دارای ویژگی‌های منحصر به فردی هستند که می‌توان ادامه‌ی مسیر آن‌ها را ترسیم و توصیف کرد. هر یک از این جریانات به محض نزدیکی به سواحل، قابلیت‌ها و توانایی‌هایی می‌یابند که در جای خود جداگانه قابل بررسی و تحقیق هستند. همان‌طوری که توده‌های هوا در اثر حرکت زمین دچار انحراف می‌شوند و مجموعه‌ی این انحرافات تشکیل سیستم‌های کم فشار و پرفشار متوالی در سیاره‌ی زمین را در پی دارند، و گردش عمومی هوا را به گونه‌ای خاص طبقه‌بندی، این نیرو بر جریانات و

آب نسبت به هوا از چگالی بیشتری برخوردار است، لذا انحراف آن توسط حرکت وضعی زمین نیز کمتر است. جریانات دریایی زیادی وجود دارند که در امتداد مسیر مشخصی جاری هستند. این شرایط در اثر نیروی کوریولیس و سایر عوامل فیزیکی آب اتفاق می‌افتد

حرکت آب‌ها در اقیانوس‌ها نیز مؤثر است و مسیر حرکت آن‌ها را در دو نیم‌کره‌ی شمالی و جنوبی تحت تأثیر قرار می‌دهد. اما از آن‌جا که آب نسبت به هوا از چگالی بیشتری برخوردار است، لذا انحراف آن توسط حرکت وضعی زمین نیز کمتر است. جریانات دریایی زیادی وجود دارند که در امتداد مسیر مشخصی جاری هستند. این شرایط در اثر نیروی کوریولیس و سایر عوامل فیزیکی آب اتفاق می‌افتد. زیرا هر ماده‌ای که در سیاره‌ی زمین در حال حرکت باشد، اگر حرکت آن بر نیروی کنترل‌کننده و مرکزگرا غلبه کند، توسط نیروی کوریولیس از مسیر حرکت خود منحرف می‌شود. عوامل مختلفی در ایجاد جریان‌های دریایی شرکت دارند، ولی نقش عمده با بادهای غالب است. از آن‌جا که بادها توسط نیروی کوریولیس زمین منحرف می‌شوند، به تبع آن جریان‌ها آبی نیز از انحراف مسیر بادها پیروی می‌کنند.

در قلمرو بادهای غالب، جهت جریان‌های سطحی با جهت باد یکی است. علاوه بر برآمدگی‌های زیر آب که مسیر جریان آب را منحرف می‌کنند. جریان‌های اقیانوسی نیز مثل هر متحرک دیگری در سطح زمین، از نیروی کوریولیس متأثر می‌شود. برای مثال، جریان گرم گلف استریم مثل یک رود دارای پیچ و خم است. این حالت در نقشه‌ای در سال ۱۹۵۳ به‌وضوح دیده می‌شود و این رود به سمت شرق گروئیلند انحراف پیدا می‌کند. آن‌چه این امر را سبب می‌شود، تأثیر نیروی کوریولیس است. نیروی کوریولیس سعی دارد جریان‌هایی را که شکل عمودی یا جهت شمالی دارند، جهت افقی یا مداری بدهد. به همین دلیل، در شرق قاره‌ها برآمدگی آب‌ها در اثر نیروی کوریولیس به‌وجود آمده است. جریان استوایی شمالی اقیانوس اطلس، بین مدار ۱۰ تا ۳۰ درجه‌ی شمالی به سوی غرب حرکت می‌کند. این جریان، آب‌هایی را که به وسیله‌ی جریان کاناری به سواحل موریتانی و سنگال می‌رسد، به طرف مغرب حمل می‌کند و جریان استوایی جنوبی به سمت سواحل برزیل می‌رود. همه‌ی این عوامل نشان می‌دهند که توده‌ی عظیمی از آب‌ها به‌وسیله‌ی جریان‌های استوایی به سواحل آمریکا حمل می‌شوند و این در اثر حرکت وضعی زمین اتفاق می‌افتد [جداری عیوضی، ۱۳۸۲: ۱۳۱].

بالا آمدن سطح دریا در خلیج مکزیک و شرق قاره‌ی آمریکای شمالی و جنوبی، به دلیل اثر نیروی کوریولیس زمین بر جریان‌های اقیانوسی است. در اثر همین نیروست که جریان گلف استریم به طرف شرق برمی‌گردد و به جریان کاناری می‌پیوندد که مدار بسته‌ای را تشکیل می‌دهد. جریان اطلس شمالی نیز تحت اثر همین نیرو به سواحل انگلستان و شبه‌جزیره‌ی اسکاندیناوی می‌رسد و از آن‌جا وارد حوزه‌ی قطب شمال می‌شود. بزرگ‌ترین جریان آب سرد نیم‌کره‌ی شمالی «لابرادور» است که اثر حرکتی زمین آن‌را به سمت غرب منحرف و وارد آمریکای شمالی می‌کند. این جریان آب سرد، همه‌ی این ساحل را تا حدود دماغه‌ی هاتراس تحت تأثیر قرار می‌دهد و به جریان گلف استریم برخورد می‌کند.

در نیم‌کره‌ی جنوبی، «بنگوئلا» شاخه‌ای از جریان سرد قطب جنوب است که در طول سواحل غربی آفریقای جنوبی به طرف شمال می‌رود. این جریان، قسمتی از آب‌هایی را که توسط جریان استوایی جنوبی به سمت مغرب رانده می‌شود، پر می‌کند [همان، ص ۱۲۵].

در نتیجه دو جریان در طرفین استوا تشکیل می‌شود. این دو به نام جریان استوایی شمالی و جریان استوایی جنوبی موسوم‌اند. بین این دو جریان، جریان دیگری در جهت مخالف دیده می‌شود که آن‌را ضد جریان استوایی نامیده‌اند. همه‌ی این جریانات در اثر حرکت وضعی زمین تشکیل شده‌اند.

تأثیر نیروی کوریولیس زمین در انحراف رودخانه‌ها و اشکال فرسایشی ناشی از آن

آب‌های روان در دوران کواترنری مهم‌ترین عامل تغییر چهره‌ی زمین هستند. عواملی مثل بافت، جنس خاک، کانی‌های رسی، مواد آلی، پوشش گیاهی، وضعیت زمین‌شناسی، نحوه‌ی گسلش و چین‌خوردگی، در انحراف مسیر رودخانه‌ها و ایجاد پیچان‌رود و قوس و کاوهای آن تأثیرگذارند [رکک، ۱۳۸۳].

در این میان، نیروی کوریولیس زمین هم نقش بسزایی در انحراف مسیر رودخانه‌ها دارد. ولی چون تأثیر نیروی کوریولیس در انحراف رودخانه‌ها و ایجاد پیچان رودها با چشم قابل دیدن و در آزمایشگاه قابل سنجش مستقیم نیست، تأثیر آن مخفی باقی می‌ماند و به همین دلیل هم کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. رودخانه‌ها در سطح خشکی‌ها هرگز به صورت یک خط مستقیم جریان ندارند، زیرا بستری که رودخانه در آن جاری است، همسان نیست و سنخیت یکسانی از نظر زمین‌شناسی و

اقلیمی ندارد. در واقع، شرایط زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی حوزه‌ی آبریز به گونه‌ای است که رودخانه‌ها در هر قسمت از بستر خود عملکردی متفاوت خواهند داشت. برایند این عوامل تأثیرگذار در مسیر رودخانه‌ها، سبب می‌شود که آب‌های جاری مسیر مستقیمی را طی نکنند.

یکی از نیروهایی که در ایجاد «مئاندر» نقش اساسی دارد، نیروی ناشی از حرکت وضعی زمین است. در واقع رودخانه‌ها در ضمن حرکت خود دارای نیروی برداری هستند. این نیرو سعی می‌کند که رودخانه را در مسیر مستقیم خود به سمت جلو براند. در این میان، نیروی جذب مرکز، رودخانه را در مسیر مستقیم خود نگه می‌دارد، ولی نیروی کوریولیس با تأثیرگذاری بر خروج رودخانه از نیروی گریز از مرکز، زمینه‌ی انحراف آن‌را فراهم می‌کند که پس از طی مسیر اندکی، نیروی جذب مرکز رودخانه را به سمت مسیر قبلی خود برمی‌گرداند. رودخانه‌ها به دلیل حرکت خود تحت تأثیر دو نیروی جذب مرکز و کوریولیس قرار می‌گیرند که در هر مرحله‌ای به‌طور متناوب بر انحراف رودخانه اثر می‌گذارد و سبب ایجاد پیچان رود و مئاندر در رودخانه‌ها می‌شود.

البته بسته به این‌که زمین‌شناسی هر محل چگونه باشد، انحراف مسیر کلی رودخانه‌ها متفاوت است. رودخانه‌هایی که از شمال به سمت جنوب حرکت می‌کنند، به سمت غرب مسیر حرکت خود منحرف خواهند شد. چنان‌چه رودخانه به سمت شمال حرکت کند، مسیر کلی آن به سمت شرق منحرف می‌شود. برای مثال، از رودخانه کارون می‌توان مثال زد که به سمت جنوب جریان دارد، ولی نیروی کوریولیس باعث انحراف مسیر آن به سمت غرب شده است. این رودخانه طولانی‌ترین و پرآب‌ترین رودخانه‌ی کشور است. سرچشمه‌ی رودخانه‌ی کارون از «کوهرنگ بختیاری» در استان چهارمحال است و سرچشمه‌هایی نیز در استان کهکیلویه و بویراحمد دارد. محل سرچشمه‌ی رودخانه ۲۵۰۰ متر بالاتر از سطح دریاست. این رودخانه در زاگرس میانی واقع شده است و نقش مهمی در ایجاد زمین‌رخسارهای آن دارد. رودها و چشمه‌های بسیاری در طول مسیر رودخانه کارون به آن می‌پیوندند که مجموعه‌ی همه‌ی این آب‌های ورودی باعث شده است رودخانه‌ی کارون پرآب‌ترین رود کشور و جنوب غرب آسیا باشد. حال پرسش این است که: «نیروی کوریولیس زمین چه نقشی در انحراف این رودخانه داشته است؟»

ماده‌ی سیالی که از ارتفاع معینی به سطح زمین سقوط کند، به میزان این‌که ارتفاع، سرعت و مسافتی که آن ماده‌ی سیال طی می‌کند، چه مقدار باشد، به همان نسبت نیروی کوریولیس در انحراف آن نقش دارد. حجم عظیمی از آب از ارتفاع ۲۵۰۰ متر در مسافت ۹۵۰ کیلومتر سقوط می‌کند. درصد شیب و مساحت کوهستانی که رودخانه‌ی کارون از آن می‌گذرد نیز در انحراف رودخانه نقش دارد. تأثیر نیروی کوریولیس در انحراف کلی رودخانه کارون را می‌توان در نقشه‌ی ۱ مشاهده کرد.

براساس نقشه‌ی ۱، جهت انحراف حوزه‌ی رودخانه‌ی کارون به سمت جنوب شرق و هم‌سو با بادهای آلیزه است که در نیم‌کره‌ی شمالی از شمال غرب به جنوب شرق می‌وزند. زمین‌رخسارها و ریختارهای کلی سایر زیر حوزه‌های خلیج‌فارس نیز در همین جهت تشکیل شده‌اند. در واقع حرکت وضعی زمین تعیین‌کننده‌ی مسیر انحراف حوزه‌های آبریز رودخانه‌هاست.

پس این چنین می‌توان بیان داشت که عملکرد آب‌های روان از نیروی کوریولیس زمین متأثر است و این نیرو با فرسایش بستر و ایجاد اشکال کاوشی و تراکمی رودخانه‌ها، جهت‌گیری خاصی را در زمین‌رخسارهای سطح زمین به وجود می‌آورد، اما متناسب با موقعیت مکانی آن در کره‌ی زمین، متفاوت عمل می‌کند. رودخانه‌هایی مثل زهره، مارون و دز که در نقشه آورده شده‌اند نیز دارای مسیری به سمت غرب محل سرچشمه‌های خود هستند که همین امر را ثابت می‌کند.

نقشه‌ی ۱. حوزه‌ی آبریز رودخانه‌های استان خوزستان

تأثیر نیروی کوریولیس در اشتقاق قاره‌ها و پراکندگی مناطق جهانی زلزله

وقتی وگنر «نظریه‌ی اشتقاق قاره‌ها» را براساس نقشه‌ی پراکندگی خشکی‌ها و هم قرینه بودن سواحل مطرح ساخت، باعث شد که نظریه‌ی تکتونیک صفحه‌ای، به عنوان تبیین‌کننده‌ی بسیاری از حوادث زمین‌شناسی از قبیل نحوه‌ی تشکیل کوهستان‌ها، تفکیک قاره‌ها و حرکات آرام صفحات، زلزله‌ها، آتشفشان‌ها و رویدادهای بستر اقیانوس‌ها، مورد قبول اکثر زمین‌شناسان و دانشمندان علوم زمین قرار گیرد.

درواقع اکنون انگاره‌ی تکتونیک صفحه‌ای پاسخ‌گوی بسیاری از حوادث زمین‌شناسی و گسترش قلمرو این دانش شده است. از آن‌جا که پوسته‌ی تشکیل‌شده‌ی زمین یک پارچه نیست و از صفحاتی در اندازه‌های متفاوت تشکیل شده است. این صفحات از نظر جنس و چگالی با یکدیگر متفاوت هستند و روی یک ماده‌ی نیمه خمیری واقع شده‌اند. «پانگه‌آ» که در حدود ۲۰۰ میلیون سال پیش یک ابر قاره‌ی واحد بود، به دو قاره‌ی «لوراسیا» در شمال و «گندوانا» در جنوب تقسیم شد. این امر در اثر جابه‌جایی و حرکت آرام صفحات تشکیل‌دهنده‌ی زمین حادث شد. در ادامه‌ی تفکیک قاره‌ها، هر یک از دو قاره‌ی فوق خود نیز به مرور زمان شکستند و به قاره‌های جدید دیگری تبدیل شدند. قاره‌های امروزی آسیا، آمریکای شمالی و اروپا جدا شده از لوراسیا و آفریقا، استرالیا و آمریکای جنوبی جدا شده از گندوانا هستند.

این تغییرات و تحولات در پوسته‌ی زمین به آرامی و طی میلیون‌ها سال انجام گرفت. هنوز هم این حرکات در پوسته‌ی زمین در حال شکل‌گیری است و به‌صورت نامتناهی ادامه دارد. زیرا منشأ این حرکات در درون زمین است و مربوط به ساختار زمین‌شناسی آن می‌شود. ولی آن‌چه که مسئله است و از دید بسیاری از دانشمندان در مورد تکتونیک صفحه‌ای ناگفته باقی مانده، تأثیر نیروی کوریولیس یا حرکت وضعی زمین در این فرآیند جابه‌جایی و اشتقاق است. سؤالی که در این زمینه می‌توان مطرح کرد این است که: «آیا حرکت وضعی زمین در پراکنش قاره‌ها و صفحات تشکیل‌دهنده‌ی زمین و جدایی صفحات تأثیر نمی‌گذارد؟»

براساس «مدل گردش عمومی هوا» که تأثیر نیروی کوریولیس را بر هوا و اتمسفر نمایش می‌دهد، پراکنش قاره‌ها در اثر نیروی کوریولیس را نیز منطبق با این مدل می‌توان توصیف کرد.

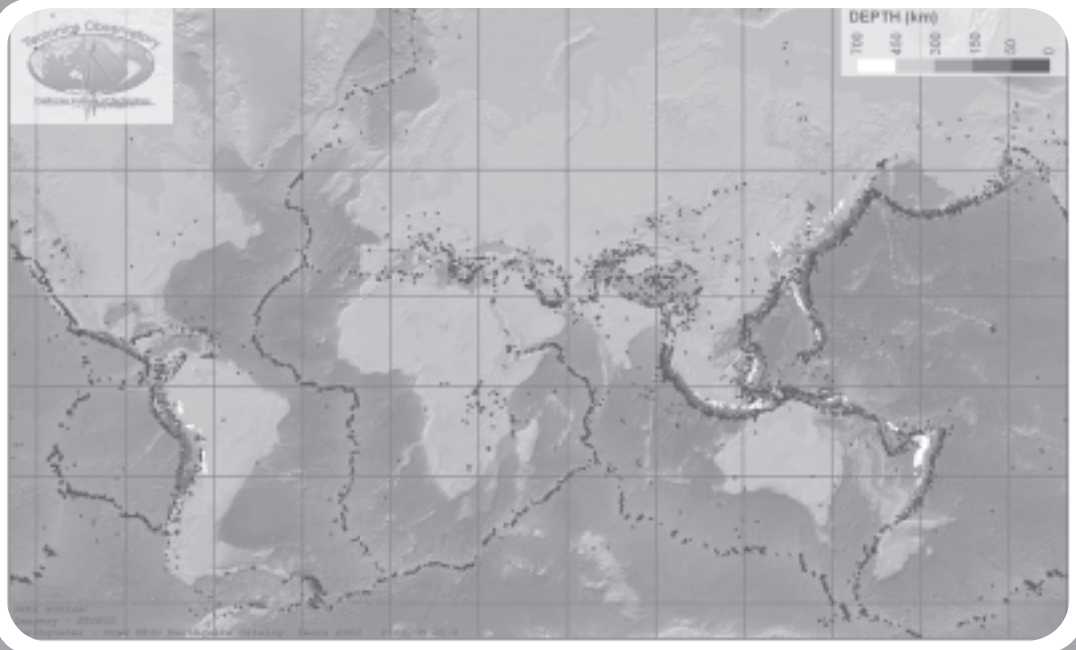
قسمت میانی قاره‌ی آمریکا که در محدوده‌ی خط استوا قرار دارد، به سمت شرق انحراف بیشتری دارد و در یک حالت واگرایی در منطقه‌ی پاناما، به نازک‌ترین قسمت خود می‌رسد. ظاهراً اگر حرکت رو به غرب قاره‌ی آمریکا ادامه می‌یافت، آمریکای شمالی و آمریکای جنوبی به صورت طبیعی از هم جدا می‌شدند. هر جسمی که به دور خود می‌چرخد، متأثر از نیروی گردشی خود می‌شود و بسته به این‌که اجزای تشکیل‌دهنده‌ی آن‌چه پیوندی با یکدیگر داشته باشند، میزان تأثیرپذیری آن از گردش خود افزایش می‌یابد. از آن‌جا که صفحات تشکیل‌دهنده‌ی پوسته‌ی زمین، چگالی و وزن متفاوتی دارند و روی مواد مذاب واقع شده‌اند، حرکت وضعی زمین می‌تواند در حرکات صفحات و نحوه‌ی دور و نزدیک شدن آن‌ها مؤثر واقع شود.

چون حرکت وضعی زمین خلاف عقربه‌ی ساعت است، نیروی حاصل از آن می‌تواند بر حرکات این صفحات تأثیر بگذارد و به همین دلیل برای میلیون‌ها سال، قاره‌ی آمریکا در اثر حرکت وضعی زمین به سمت غرب در حال دور شدن بوده است و اقیانوس اطلس در این شرایط دور شدگی به وجود آمد. اکنون در اثر دور شدن آفریقا به سمت غرب، دریای سرخ در حال گسترش است و به علت تأثیر نیروی کوریولیس، صفحه‌ی اقیانوس آرام به زیر لوراسیا در شرق آسیا فرو رانش دارد و مسئول تمام تحولات تکنیکی در این قسمت از جهان است. قاره‌ی استرالیا نیز در حرکت آرام خود از این نیروی گردشی تبعیت می‌کند.

نقشه‌ی ۲ پراکندگی مناطق زلزله‌خیز جهان را نمایش می‌دهد که در آن، متناسب با دور شدن از خط استوا و عرض جغرافیایی، در اثر نیروی کوریولیس مناطق زلزله‌خیز به نحوی خاص پراکنده شده‌اند. کمربند زلزله‌خیز میانی اقیانوس اطلس و آرام در یک مشابهت شکلی کلی،

نقشه‌ی ۲. پراکندگی جهانی زلزله‌ها و آتشفشان‌ها

مأخذ: California Institute of Technology



مانند $ به تصویر کشیده شده‌اند. البته چنین شکلی تصادفی نیست. شکل $ مانند هر دو، در اثر تأثیر این نیرو، بدین صورت تشکیل شده است. حرکت وضعی زمین باعث تجمع نیروی زیادی در خط استوا شده و تجمع این نیروها به تشدید حرکات تکتونیکی زمین به نحوی خاص انجامیده است.

نتیجه‌گیری

● اگر حرکت وضعی زمین توانست شعاع استوایی زمین را به میزان ۲۱/۴ کیلومتر نسبت به شعاع قطبی آن افزایش دهد، می‌تواند مسئول بسیاری از فرایندهای تکتونیکی دیگر در کره‌ی زمین هم باشد و تشکیل مناطق زلزله‌خیز و حرکات صفحه‌ای زمین به نحوی اثر بگذارد.

● حرکت وضعی زمین بر اتمسفر و هوای پیرامون آن تأثیر می‌گذارد. این حرکت موجب انحراف بادها، تشکیل مراکز پرفشار و کم فشارهای متوالی در سطح زمین، و تشکیل و تغییر زمین‌رخسارها و اشکال تحت حاکمیت این مراکز فشار می‌شود و سیستم شکل‌زایی آن‌ها را در سطح زمین تبیین‌می‌کند.

● حرکت وضعی زمین در انحراف آب‌های روان و جهت‌گیری حوزه‌های آبریز مؤثر است و آب‌های روان را در جهت خاصی در نیم‌کره‌ی شمالی به سمت شرق و در نیم‌کره‌ی جنوبی به سمت غرب منحرف می‌سازد.

پی‌نوشت

1. coriolis
2. Atmosphere
3. Litosphere
4. Hydrosphere
5. Lowpressure
6. high preessure

منابع

۱. جداری عیوضی، جمشید. جغرافیای آب‌ها. انتشارات پیام نور. تهران. ۱۳۸۲.
۲. جعفرپور، ابراهیم. مبانی اقلیم‌شناسی. چاپ ششم. ۱۳۸۴.
۳. جغرافیای سال دوم متوسطه. دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی. ۱۳۸۸.
۴. درویش‌زاده، علی؛ مدنی، حسن؛ صداقت، محمود. زمین‌شناسی سال سوم متوسطه. شرکت نشر کتاب‌های درسی ایران. چاپ هشتم. ۱۳۸۵.
۵. دریو، ماکس. مبانی ژئومورفولوژی. ترجمه‌ی مقصود خیام. انتشارات علمی و فرهنگی. چاپ ششم. ۱۳۸۲.
۶. عدالتی، تقی و خسروی، حسن. زمین در فضا. انتشارات آستان قدس رضوی. مشهد. چاپ سوم. ۱۳۸۰.
۷. علیزاده، امین. اصول هیدرولوژی کاربردی. انتشارات آستان قدس رضوی. چاپ هفدهم. ۱۳۸۳.
۸. علیجانی، بهلول. مبانی آب و هواشناسی. انتشارات سمت. تهران. ۱۳۸۲.
۹. کک، روژ. ژئومورفولوژی اقلیمی. ترجمه‌ی فرج‌الله محمودی. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ چهاردهم. ۱۳۸۳.
۱۰. گرانت، ر. فولز. مکانیک تحلیلی. ترجمه‌ی کاشانی حصار، ملک‌زاده، چاپ چهارم، ۱۳۷۶.
۱۱. محمودی، فرج‌الله. ژئومورفولوژی دینامیک. انتشارات پیام نور. چاپ دوم. ۱۳۸۷.
۱۲. هولتون، رانرفورد. طرح فیزیک هاروارد. ترجمه‌ی احمد خواجه نصیر طوسی و هوشنگ شریف‌زاده. فاطمی. چاپ پنجم. ۱۳۸۰.

درامد

تاریخ استفاده از مس حداقل به ۱۰ هزار سال پیش می‌رسد. در طول دوره‌ی ماقبل تاریخ «کالکولیتیک»[۱]، انسان دریافت که چگونه مس را استخراج کند و از آن تزئینات و ابزارآلات بسازد. ابزارآلات مسی کشف‌شده، قدمتی در حدود پنج هزار سال پیش از میلاد مسیح را نشان می‌دهند. مشاهدات باستان‌شناسی نیز نشان می‌دهند که قدمت استفاده از مس به‌عنوان وسیله‌ای زینتی در غرب آسیا، مربوط به ۱۰ هزار سال قبل است. آویزه‌ی مسی متعلق به سال ۸۷۰۰ قبل از میلاد، یکی از قدیمی‌ترین موارد مصرف مس در زیورآلات است که در شمال عراق کنونی پیدا شده است. در یکی از اهرام مصر، یک سیستم لوله‌کشی با مس پیدا شده که مربوط به پنج هزار سال پیش است. مرد یخی «اُتزی»[۲] که در اروپا به‌دقت نگه‌داری می‌شود و متعلق به ۳۲۰۰ سال قبل از میلاد است، تبری با نوک مسی در دست دارد که درجه‌ی خلوص فلز آن ۷/۹۹ درصد است. از مس به‌خاطر زیبایی درخشانش در دوران باستان برای ساخت آینه استفاده می‌شد.

از مهم‌ترین حوادث تاریخی تعیین‌کننده در مسیر تکامل دانش بشر در زمینه‌ی استفاده از مس، کشف چگونگی تولید آلیاژ برنز است.

پایان «عصر سنگ»[۳] و شروع «عصر مس»[۴] زمانی بود که انسان از طریق کوبیدن روی مس طبیعی، وسایل و ابزارآلات مسی ساخت. آثار بسیاری از کنده‌کاری‌های قدیمی و سرباره‌های حاصل از ذوب سنگ معدن مس که در استان کرمان به «سنگ جوش» موسوم است، در سراسر ایران خصوصاً در کمربند ارومیه ـ دختر قابل مشاهده است. در بین‌النهرین، ابتدا با اضافه کردن آرسنیک و سپس با افزودن قلع به مس، عصر برنز آغاز شد. طلا قبل از مس و مس ۱۸ هزار سال قبل از میلاد مسیح کشف گردید. در مصر، این عنصر از ۱۲ هزار سال قبل از میلاد و در اروپا از چهار هزار سال قبل از میلاد شناخته شد.

کلیدواژه‌ها: مس، پورفیری، سرچشمه، میدوک، سونگون.

فرزانه طیبی
کارشناس ارشد زمین‌شناسی اقتصادی، شرکت مهندسین مشاور زرناب اکتشاف

کانسارهای

مس در ایران

مقدمه

در این مقاله، ابتدا با کانه‌های اقتصادی مس و سپس انواع کانسارهای مس آشنا می‌شوید. در ادامه نیز شرح مهم‌ترین کانسارهای مس در ایران آمده ست.

کانی‌شناسی مس

ترکیبات مس فراوان‌اند. بین آن‌ها حدود ۱۲ کانی وجود دارد که مقدار فلز آن‌ها می‌تواند به حد قابل استخراج برسد. در ادامه بعضی از این کانی‌ها معرفی شده‌اند.

۱. مس طبیعی (Cu): که به‌طور طبیعی از راه‌های زیر تشکیل می‌شود:

الف) از منشأ مایع ماگمایی شکل می‌گیرد که بسیار نادر است.

ب) در عمیق‌ترین بخش منطقه‌ی سیمان‌شدگی و به‌ویژه در کانسارهای مناطق خشک، به‌مقدار زیاد متمرکز می‌شود.

ج) در روانه‌های قلیایی و استوک‌های آذرین قلیایی که نزدیک سطح زمین سرد شده‌اند، گاهی به مقدار قابل استخراج پیدا می‌شود.

۲. کالکوپیریت ($CuFeS_2$): کالکوپیریت فراوان‌ترین کانی اولیه‌ی مس است و قبل از همه از منشأ مایع ماگمایی و گرمابی و هم‌چنین، دگرسانی مجاورتی و به مقدار کم از منشأ پگماتیتی تشکیل می‌شود. این کانی به‌ندرت از منشأ رسوبی (در شرایط کمبود اکسیژن در محیط) و هم‌چنین در منطقه‌ی سیمان‌شدگی کانسارها ایجاد می‌شود.

۳. بورنیت (Cu_5FeS_4): این کانی خیلی به‌ندرت از منشأ ماگماتیک، ولی غالباً از منشأ پگماتیتی و پنوماتولیتی مجاورتی تشکیل می‌شود. البته فقط از منشأ گرمابی و یا رسوبی قابل استخراج است و به‌مقدار کم در منطقه‌ی سیمان‌شدگی نیز تشکیل می‌شود.

۴. کالکوزین یا کالکوسیت (Cu_2S): در کانسارهای مس که آهن کم دارد، به‌صورت کانی اولیه از منشأ گرمابی شکل می‌گیرد. در منطقه‌ی سیمان‌شدگی، تمام کانسارهای مس نیز گاهی به‌صورت قابل توجهی متمرکز می‌شود.

۵. کوولین (CuS): کوولین فراوان‌ترین کانی منطقه‌ی اکسیداسیون و به‌ویژه منطقه‌ی سیمان‌شدگی، و تمرکز اصلی آن در حد این منطقه است. به‌ندرت از منشأ آب‌های فرورو تشکیل می‌شود.

۶. تترائدریت (Cu_3SbS_3): تترائدریت، کانی فراوان مس و ارزش آن به‌خصوص از نظر داشتن نقره است. به‌جز مرحله‌ی اولیه‌ی ماگماتیک، تقریباً در تمام انواع کانسارها پیدا می‌شود.

۷. مالاکیت ($CuCO_3.Cu(OH)_2$): مهم‌ترین کانی منطقه‌ی اکسیداسیون است و غالباً از لحاظ اقتصادی نیز اهمیت دارد.

۸. آزوریت ($2CuCO_3.Cu(OH)_2$): آزوریت همراه مالاکیت، فراوان‌ترین کانی حاصل از تغییر ترکیبات اولیه‌ی مس در منطقه‌ی اکسیداسیون است، اما غالباً از مالاکیت کمتر است و همراه آن استخراج می‌شود. آزوریت به‌ویژه از تغییر انارژیت و تترائدریت تشکیل می‌شود.

بیسموت (تا ۰/۵ درصد)، آرسنیک (تا ۲ درصد)، آنتیموان (تا یک درصد) و روی (تا ۱۰ درصد) از موادی هستند که درصد بیشتر از ارقام ذکر شده‌ی آن‌ها در ترکیبات مس، موجب نامرغوبی آن‌ها می‌شود.

این فلز میل ترکیبی زیادی با گوگرد نشان می‌دهد و به این دلیل هم، نوع کانسارهای آن مشابه کانسارهای پیریت است و غالباً همراه آن تشکیل می‌شود. از این نظر، مس در توده‌های سولفوردار مایع ماگمایی- پنوماتولیتی و پنوماتولیتی و قبل از همه به شکل رگه‌های گرمابی حرارت بالا تا حرارت متوسط و بالاخره به‌شکل اشباعی از همان منشأ پیدا می‌شود. این فلز در برخی رسوبات سولفوردار نیز (مانند شیست‌های زاج‌دار) از منشأ آلی و یا شیمیایی تشکیل شده است و در حالت اخیر، معمولاً از طریق دگرگونی مجاورتی تغییر پیدا کرده است.

معدن مس سرچشمه در ۱۶۰ کیلومتری جنوب غربی کرمان و ۵۰ کیلومتری جنوب رفسنجان و در ناحیه‌ی مرکزی رشته‌کوه زاگرس قرار گرفته است. این معدن یکی از بزرگ‌ترین مجتمع‌های صنعتی معدنی جهان محسوب می‌شود و بزرگ‌ترین تولیدکننده‌ی مس ایران است

انواع کانسارهای مس

کانسارهای مس از نظر نحوه‌ی تشکیل به انواع زیر تقسیم می‌شوند:

۱. کانسارهای مایع ماگماتیک مس: مس در مرحله‌ی مایع ماگماتیک در توده‌های قلیایی پیروتین‌های نیکل‌دار تقریباً منحصراً به شکل کالکوپیریت و غالباً همراه کوبانیت و والریت ($Cu_3Fe_4S_7$) تشکیل می‌شود. پاراژنزهای این کانسارها، صرف‌نظر از کالکوپیریت، عبارت است از: پنتلاندیت، پیروتین، پیریت و احتمالاً پلاتین و فلزات گروه پلاتین. کانسارهای این نوع پاراژنزها مس فراوان دارند، درحالی‌که توده‌های تیتانومانیتیت‌دارد فاقد آن هستند. در کانسارهای لیکوئید ماگماتیک، مقدار مس به‌ندرت به‌حد قابل استخراج می‌رسد. این کانسارها غالباً از نظر مقدار نیکل اهمیت دارند، ولی نمونه‌هایی از این کانسارها مثلاً در ناحیه‌ی سدبوری کانادا پیدا شده‌اند که در آن‌ها مقدار مس بیشتر از نیکل است. از این کانسارها سالانه بیشتر از ۱۳۰ هزار تن مس استخراج می‌شود.

۲. کانسارهای گرمابی مس: بزرگ‌ترین و اکثر کانسارهای مس دنیا از منشأ گرمابی تشکیل شده‌اند. این کانسارها را به‌حسب شکلشان به توده‌های اشباعی، توده‌های متراکم و رگه‌ای تقسیم می‌کنند. هم‌چنین، به‌حسب نوع کانسنگ، آن‌ها را به‌صورت تشکیلات پیریتی و کالکوپیریت، تشکیلات مس و آرسنیک، تشکیلات زئولیتی مس و بالاخره تشکیلات کوارتزی و آهکی مس تقسیم کرده‌اند. نوع اخیر فقط به‌صورت رگه‌های کوچک پیدا شده است.

الف) کانسارهای اشباعی مس: در بخش‌های فوقانی توده‌های باتولیتی اسیدی تا خنثا و همین‌طور در مواد نفوذی جدید که به‌صورت استوک‌های مواد آذرین درونی در باتولیت‌ها دیده می‌شود، توده‌های معدنی مس در شرایط گرمابی تشکیل می‌شوند. در سنگ‌های آتشفشانی و رسوبی مجاور

نیز، توده‌های ساب‌ولکانیک شکل می‌گیرند که بخش‌های فوقانی آن‌ها معدنی شده است. کانی‌سازی در سنگ‌های آذرین بیرونی در اثر اشباع آن‌ها انجام گرفته است و هم‌زمان با آن، سنگ‌های مزبور تغییرات گرمایی زیادی را تحمل کرده‌اند. پدیده‌هایی از قبیل «پروپیلیتزاسیون و سریسیتیزاسیون» و سرانجام در بعضی موارد، «کائولینیزاسیون» و یا «سیلیسی شدن»، عادی‌ترین تغییرات سنگی‌های دربرگیرنده‌ی این نوع کانی‌سازی هستند.

کانی‌سازی معمولاً در شبکه‌ای از شکاف‌ها و درزهای ریز و یا قسمت‌هایی از سنگ که ساختمان برش‌مانند دارند، انجام می‌گیرد. در عین حال، تمام حجم سنگ بدون این‌که در آن جهت مشخصی انتخاب شود، اشباع می‌شود. در توده‌های معدنی اشباعی، مواد معدنی غالباً از نوع کالکوپیریت و پیریت هستند. علاوه بر آن، کانی‌های جدیدی مانند سریسیت، بیوتیت، کوارتز و کلسیت تشکیل می‌شوند. در بسیاری حالات، فقط منطقه‌ی اکسیداسیون و به‌خصوص منطقه‌ی سیمانی‌شدن قابل استخراج است. مقدار مس در سنگ‌های اصلی معمولاً بین ۰/۲ تا ۰/۶ درصد است.

کانسارهای اشباعی مس سهم بزرگی در محصول جهانی این فلز دارند. در نشریات و کتاب‌های آمریکایی، این کانسارها را با عنوان کانسارهای انتشاری مس و یا پورفیری معرفی کرده‌اند. کانسار مس سرچشمه واقع در کرمان نیز از منشأ گرمابی و به‌شکل انتشاری تشکیل شده است.

ب) کانسارهای متراکم مس: شکل دیگری از کانسارهای گرمابی مس به‌صورت کانسار متراکم این فلز ظاهر می‌شود. قسمتی از این نوع کانسار، تشکیلات گرمابی بسیار گرم است که در اثر دگرسانی سیلیکات‌ها در محل خود جای‌گزین شده است. بخشی دیگر مربوط به انباشتگی حفره‌ها و خلل و فرج سنگ‌هایی از قبیل واریزه‌ها و برش‌هاست. این توده‌ها در سنگ‌های قلیایی مجاور نیز شکل می‌گیرند، زیرا ترکیبات آهن‌دار این سنگ‌ها موجب جدا شدن ترکیبات مس از محلول‌ها می‌شوند.

ج) کانسارهای رگه‌ای مس: رگه‌های مس در شکاف‌ها و درزهای سنگ‌ها که به‌وسیله‌ی مواد معدنی غنی پر می‌شوند و غالباً از توده‌ی اصلی ماگما که مولد ماده‌ی معدنی است، به‌فواصل دور قرار می‌گیرند، در انواع سنگ‌ها ممکن است تشکیل شوند. غالباً این توده‌ها نه‌تنها به‌صورت یک رگه‌ی منفرد، بلکه از یک سیستم رگه‌ای پیچیده در زمان‌های متفاوت شکل می‌گیرد. به این دلیل مطالعه‌ی زمین‌ساخت این مناطق اهمیت خاصی دارد.

مواد معدنی به‌هیچ‌وجه در این رگه‌ها به‌طور یکنواخت پخش نشده‌اند، بلکه رگه‌های غنی و رگه‌های کم‌عیار در آن‌ها می‌توان یافت. هم‌چنین در یک رگه، کانسنگ پرعیار در داخل ماده‌ی گانگ کم‌عیار قرار گرفته است.

۳. کانسارهای مجاورتی مس: در این نوع کانسارها، ماده‌ی معدنی در حاشیه‌ی مواد آذرین و یا مجاورت بلافصل آن‌ها، در داخل سنگ میزبان ایجاد می‌شود و قسمتی از سنگ مجاور که تحت‌تأثیر حرارت این تماس قرار می‌گیرد، در اثر پدیده‌ی اشباع یا دگرگونی تحول می‌یابد.

کانی‌سازی با تیپ خاصی از پاراژنز مربوط به حرارت بالا

معدن مس سونگون دارای ذخیره‌ی احتمالی و قطعی بالایی نسبت به معدن مس سرچشمه‌ی کرمان است. از طرف دیگر، با توجه به اکتشافات نیمه‌تفصیلی در حال انجام در منطقه‌ی بالوجه، ذخایر این معادن در دنیا کم‌نظیر خواهد

معرفی می‌شود و در آن، کانی‌هایی مانند کالکوزین (غالباً با تیغه‌های کوبانیت)، بورنیت، پیروتینف والری‌ئیت و هم‌چنین سولفورهای دیگر تشکیل می‌شود. بلاندهای آهن‌دار نیز غالباً در آن دیده می‌شوند. توده‌های اشباعی قابل استخراج در این تیپ کانسارها، گاهی تا چند صد متر فاصله نسبت به محل تماس پیدا شده‌اند. حتی در سنگ‌های سیلیکاته نیز این اشباع شدن عیناً به همان ترتیب که در سنگ‌های آهکی معمول است، موجب دگرسانی جانشینی می‌شود. کانسارهای مجاورتی با سنگ میزبان کربناته، امروزه کانسارهای «اسکارنی» نامیده می‌شوند.

۴. کانسارهای رسوبی مس: کانسارهای رسوبی مس به‌واسطه‌ی قابلیت انحلال ترکیبات آن و قابلیت ته‌نشست آن‌ها در چرخه‌ی گردش این فلز در طبیعت تشکیل می‌شود.

مشخص‌ترین نمونه‌ی این کانسارها، توده‌های معدنی مناطق خشک هستند که در آمریکا با عنوان کانسارهای «Red Bed» معرفی شده‌اند. نحوه‌ی تشکیل این کانسارها در همه‌جا یکی است. در داخل تشکیلات ماسه‌سنگی و شیستی که در اقلیم‌های خشک و یا نیم‌خشک تشکیل شده است. لایه‌های ماسه‌سنگی وجود دارند که به‌وسیله‌ی کالکوزین، بورنیت و یا مالاکیت اشباع شده‌اند و در این‌جا به‌خصوص قطعات خردشده و قلوه‌مانند آهک‌های دولومیتی و بقایای گیاهان معدنی شده‌اند.

در این بقایای گیاهی، کالکوزین به‌ویژه سلول‌های اعضای آن‌ها را که تحت هیچ فشار قرار نگرفته‌اند، پر کرده است. از آن‌جا نتیجه می‌شود که کانی‌سازی قبل از تراکم دیاژنتیک (مرحله‌ی متراکم‌شدن رسوبات در سنگ‌ایی)، یعنی در یک مرحله‌ی قبلی انجام گرفته است. در کانسارهای Red Bed، همراه مس گاهی سرب، اورانیوم و وانادیوم نیز پیدا شده است. منشأ این کانسارها از این نظر که آیا از محلول‌های بالارو و یا محلول‌های پایین‌رو به‌وجود آمده‌اند، تا به‌حال مورد بحث بوده و امروز نیز مورد سؤال است. احتمال می‌رود که کانه‌های مس در محل‌هایی که امروز قرار دارند، به‌طور ثانوی تزریق شده باشند.

کانسارهای دریایی مس از نوع رسوبی- بیوشیمیایی نیز در آلمان مرکزی شناخته شده‌اند. این لایه‌های مس‌دار حداکثر نیم‌متر ضخامت دارند و از شیست‌های مارنی تیره‌رنگ و نازک تشکیل می‌شوند و دانه‌های ریز سولفور مس در خلال آن‌ها پراکنده‌اند.

ذخایر مس در ایران

طبق بررسی‌های انجام یافته، بخش‌هایی از ایران از لحاظ ذخایر معدنی روی کمربند مس جهان قرار گرفته‌اند که از شمال غرب ایران شروع و تا جنوب شرق ادامه دارند. هم‌اکنون عملیات اکتشافی به‌منظور شناسایی و بررسی امکان بهره‌برداری از ظرفیت‌های معدنی مس در ایران در سه مرحله‌ی پی‌جویی، اکتشاف عمومی و اکتشاف تفصیلی و در شش ناحیه در سطح کشور در استان‌های آذربایجان شرقی، اردبیل، خراسان جنوبی، سیستان و بلوچستان، کرمان و یزد در حال انجام است. معادن مس سرچشمه و میدوک در کرمان و معدن مس سونگون در آذربایجان شرقی، از مهم‌ترین معادن مس کشور به‌شمار می‌آیند.

نمایی عمومی از عملیات باطله‌برداری (زون اکسیدی) تاج معدن میدوک ◄

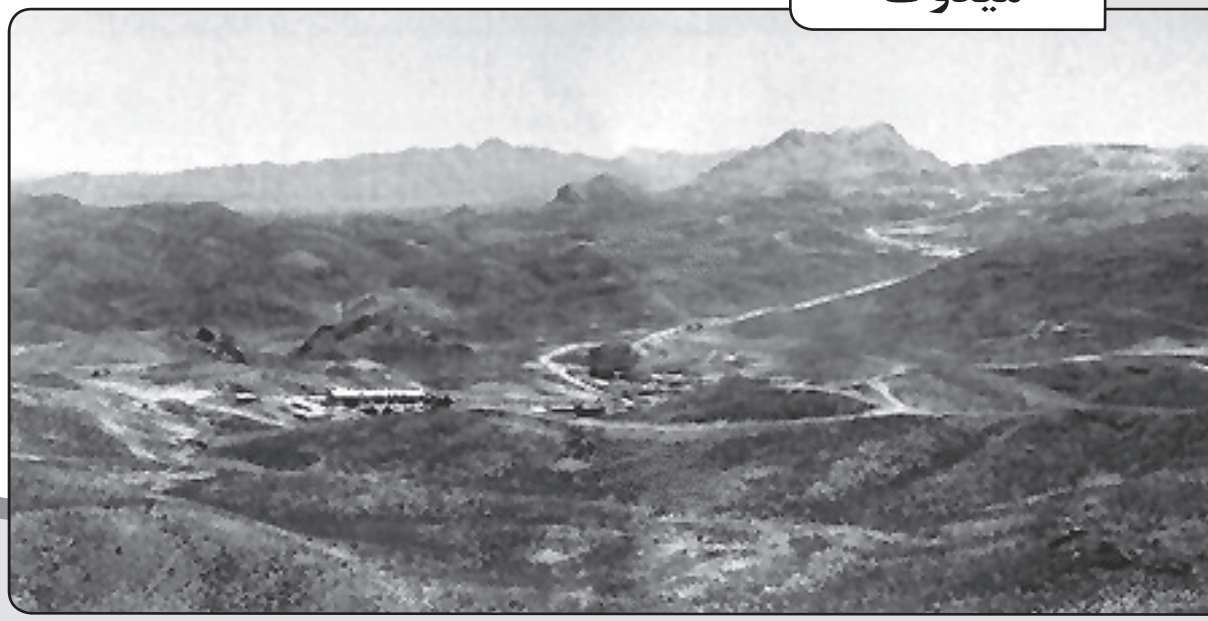
معادن بزرگ ایران

معدن مس سرچشمه: معدن مس سرچشمه در ۱۶۰ کیلومتری جنوب غربی کرمان و ۵۰ کیلومتری جنوب رفسنجان و در ناحیه‌ی مرکزی رشته‌کوه زاگرس قرار گرفته است. این معدن یکی از بزرگ‌ترین مجتمع‌های صنعتی معدنی جهان محسوب می‌شود و بزرگ‌ترین تولیدکننده‌ی مس ایران است. ذخیره‌ی زمین‌شناسی معدن بالغ بر یک میلیارد و دویست میلیون تن سنگ سولفوری با عیار متوسط ۰/۷ درصد براورد شده است. معدن مس سرچشمه از دیدگاه زمین‌شناسی روی کمربند جهانی مس قرار دارد. پهنه‌ی گسترش آن از جنوب خاوری تا شمال باختری به‌صورت یک محدوده‌ی بیضوی با ابعاد ۲۳۰۰×۱۲۰۰ متر و ژرفای ۱۶۱۲ متر است. ساختار معدنی در این منطقه به‌صورت چندبافتی (پورفیری)، نوع سنگ منطقه از نوع گرانودیوریت، و زمان تشکیل آن حدود ۲۵ میلیون سال پیش است. بخش‌های تولیدی مجتمع مس سرچشمه عبارت‌اند از: معدن، تغلیظ، ذوب، پالایشگاه، ریخته‌گری‌ها و لیچینگ. کانسار مس سرچشمه از نوع پورفیری است. این معدن یکی از بزرگ‌ترین معادن روباز جهان به‌شمار می‌رود.

معدن مس میدوک: معدن مس میدوک در ۴۲ کیلومتری شمال شرقی شهر بابک از توابع استان کرمان و در فاصله‌ی ۱۳۲ کیلومتری شمال غرب معدن مس سرچشمه قرار گرفته است. نام قدیمی این معدن «مس لاچاه» بوده که به سبب نزدیکی به روستای میدوک، به این نام تغییر یافته است. میزان ذخیره‌ی زمین‌شناسی کانسار مس میدوک ۱۷۰ میلیون تن با عیار ۰/۸۳ درصد محاسبه شده که از این مقدار، به میزان ۱۴۴ میلیون تن آن با عیار ۰/۸۵ درصد قابل استخراج است. عیار حد معدن ۲۵ درصد در نظر گرفته شده و نسبت باطله به ماده‌ی معدنی ۴/۲ به یک است.

کوه لاچاه از سنگ‌های آذرآواری که توسط دیوریت پورفیری‌ها دربرگرفته شده‌اند و تحت نفوذ دایک‌های توده مزبور قرار گرفته و فرسایش و هوازدگی، سنگ‌ها را به‌شدت تحت‌تأثیر قرار داده‌اند، به‌گونه‌ای که ویژگی اولیه‌ی آن‌ها قابل تشخیص نیست.

میدوک



معدن مس سونگون: معدن مس سونگون و کارخانه‌ی تولید مس سونگون در استان آذربایجان شرقی واقع شده‌اند. این کانسار از شهر تبریز ۱۳۰ کیلومتر، از اهر ۷۵ کیلومتر و از ورزقان ۳۰ کیلومتر فاصله دارد و در محدوده‌ی روستای متروکه سونگون واقع است. معدن سونگون در یک منطقه‌ی کوهستانی با متوسط ارتفاع ۲۰۰۰ متر بالای سطح دریا واقع شده است و در شمال باختری ایران روی کمربند مس جهانی قرار دارد. این کانسار به‌صورت توده‌ی نفوذی، روی رشته‌کوه‌های قره‌داغ که اخیراً ارسباران هم نامیده شده، قرار گرفته است. این رشته‌کوه‌ها با ۸۰ کیلومتر عرض، بخشی از کمربند آندزیتی آلپ-هیمالیا هستند. رشته‌کوه‌های مزبور از سمت شرقی از انتهای کوه‌های تالش و جنوب شهرستان «گرمی» شروع می‌شوند و با روند غربی-شرقی، از سوی غرب به رشته‌کوه‌های قفقاز در جمهوری آذربایجان، ارمنستان و نیز آناتولی در ترکیه می‌پیوندند. درواقع، این رشته‌کوه‌ها دنباله‌ی رشته‌کوه‌های قفقاز کوچک هستند. بلندترین نقطه‌ی این رشته‌کوه ۲۴۶۰ متر و پست‌ترین نقطه‌ی آن ۱۷۰۰ متر است. بدین‌ترتیب، اختلاف ارتفاع در محدوده‌ی معدن حدود ۷۵۰ متر است که سبب ایجاد توپوگرافی شدید و دامنه‌های پرشیب شده است.

کانی‌سازی اصلی کانسار شامل کانی‌های مس و مولیبدن می‌شود و دومین تولیدکننده‌ی مس ایران است. ذخیره‌ی احتمالی این معدن بیش از یک ملیارد تن و ذخیره‌ی قابل استخراج آن (با توجه به اکتشاف انجام گرفته) حدود ۶۰۰ میلیون تن براورد شده است. در مجموع کل ذخایر قطعی، احتمالی و ممکن در محدوده‌ی کانسار سونگون حدود ۷/۱ میلیارد تن سنگ مس با عیار ۰/۶۷ درصد است. بدین‌ترتیب، معدن مس سونگون دارای ذخیره‌ی احتمالی و قطعی بالایی نسبت به معدن مس سرچشمه‌ی کرمان است. از طرف دیگر، با توجه به اکتشافات نیمه‌تفصیلی در حال انجام در منطقه‌ی بالوجه، ذخایر این معادن در دنیا کم‌نظیر خواهد بود. در این معدن غیر از فلز با ارزش مس، مولیبدن، طلا، نقره و دیگر عناصر با اهمیت به‌صورت فلزات همراه وجود دارند که ارزش معادن مذکور را بسیار بالا خواهند برد.

▼ آثار معدن‌کاری‌های قدیمی در منطقه‌ی سونگون

پی‌نوشت

1. Chalcolithic
2. Stone age
3. Copper age

منابع

۱. عرفانی، حسین (۱۳۵۳). زمین‌شناسی اقتصادی کانسارها، (ج ۱). انتشارات دانشگاه تهران.
۲. شهاب‌پور، جمشید (۱۳۸۰). زمین‌شناسی اقتصادی. انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان.
3. www.ngdir.ir
4. www.zaminkavanco.com

مجتمع مس سونگون ◄

کمربندهای وان آلن

علیرضا سپاسدار
کارشناس ارشد تکتونیک دبیر ناحیه‌ی ۲ شیراز

میدان مغناطیسی زمین در برابر صدمات پرتوهای کیهانی نقش محافظتی دارد و جانداران را از آن محافظت می‌کند، کمربند وان‌آلن دو کمربند پیرامون زمین در اطراف استواست که از پروتون‌ها و الکترون‌های به دام افتاده توسط میدان مغناطیسی زمین به‌وجود آمده‌اند. کمربند درونی در ارتفاع ۳۲۰۰ کیلومتری و کمربند بیرونی در ارتفاع ۲۵/۰۰۰ کیلومتری قرار دارد و ذرات تشکیل‌دهنده‌ی آن‌ها به‌ترتیب پروتون‌های پر انرژی (بیشتر از ۱۵ مگا الکترو ولت) و الکترون‌های پر انرژی (بیشتر از ۱/۵ مگا الکترو ولت) با منشأ کهکشانی و پروتون‌های کم‌انرژی (۲۰۰ الکترو ولت) و الکترون‌های کم‌انرژی (۴۰۰ الکترو ولت) با منشأ خورشیدی است. وجود آثار حیات دریایی روی زمین از حدود ۳ میلیارد سال پیش و پیدایش حیات در خشکی، دست‌کم از ۴۰۰ میلیون سال پیش، نشان‌دهندگی وجود این میدان و کمربندهای وان‌آلن و حفظ شدن حیات گیاهی و جانوری از این پرتوهاست. تغییرهای شتاب‌دار ژنتیکی و هم‌چنین انقراض گونه‌ها توسط پرتوها با ضعیف شدن میدان مغناطیسی هنگام واژگونی قطب‌ها در ارتباط است. برخی از دانشمندان فسیل‌های میکروسکوپی بستر دریا که در جست‌وجوی دلیلی برای انقراض گروهی برخی از گونه‌های خاص دریایی بودند، متوجه هم‌بستگی عجیب میان واژگونی میدان مغناطیسی زمین و انقراض گروهی شدند. البته در مورد انقراض گروهی نظریه‌های گوناگونی ارائه شده است که از میان آن‌ها دلایل فرازمینی، مانند برخورد یک سیاره‌ی دنباله‌دار یا شخانه‌باران زمین در تناوب‌های معین زمانی (هر ۲۶ میلیون سال)، طرف‌داران بسیار را به خود جلب کرده است.

ایران
نخستین میزبان محققان زمین‌شناسی پزشکی جهان

گزارش: آزاده شاکر

گزارشی از نخستین همایش بین‌المللی زمین‌شناسی پزشکی

زمین‌شناسی پزشکی جهان به میزبانی «سازمان زمین‌شناسی کشور» نخستین همایش بین‌المللی با حضور محققان و دانشجویان علوم زمین و پزشکی برگزار شد. سخن‌رانان مراسم افتتاحیه‌ی این همایش، آقای **محمدتقی کره‌ای** و خانم **فرح رحمانی**، برنامه‌های مطالعاتی ایران را برای تحقیق و پژوهش در زمینه‌ی بیماری‌های ناشی از محیط زمین‌شناسی شرح دادند. ایران یکی از پیشتازان عرصه‌ی زمین‌شناسی پزشکی در سطح آسیاست. آن‌چه در ادامه می‌خوانید، گزارشی از این همایش است.

اولین سخن‌ران این همایش، خانم فرح رحمانی، مدیر واحد زمین‌شناسی پزشکی سازمان زمین‌شناسی کشور و دبیر علمی همایش بین‌المللی زمین‌شناسی پزشکی، پس از تقدیر و تشکر از فعالان در عرصه‌ی زمین‌شناسی کشور، درخصوص این رشته‌ی نوپا در کشورمان گفت: «رشته‌ی زمین‌شناسی پزشکی مقوله‌های ارتباطی بین بیوشیمی و ژئوشیمی را پوشش می‌دهد. محیط‌های متنوع زمین‌شناسی پزشکی مانند آب و خاک، گیاهان، رادیوژن‌ها، رشد و تنوع گونه‌های میکروارگانیسم‌ها و فرایندهای ماکروسکوپی، در زمره‌ی موضوع‌های این رشته هستند.»

وی با اشاره به آسیب‌های بیماری‌هایی هم‌چون سرطان، درخصوص اهداف این همایش گفت: «بیماری سرطان بار عظیم اقتصادی، اجتماعی و احساسی را بر جوامع بشری تحمیل می‌کند. امروز این همایش برای دست‌یابی به اهداف بشردوستانه و کم کردن آلام بشری برپا شده است و مزیت‌های بسیاری برای جامعه به ارمغان خواهد آورد.»

رحمانی درخصوص رشته‌ی زمین‌شناسی پزشکی افزود: «شناسایی ترکیب ژئوشیمیایی زمین و شناسایی ناهنجاری‌ها و آنومالی‌های عنصری ـ چه در ابعاد عناصر ضروری برای حیات، و چه آن دسته از عناصری که بسیار سمی و مضر هستند ـ در تعریف ژئوشیمی پزشکی گنجانده می‌شوند. امروزه، رشد علم و فناوری و نتایج آنالیزهای فوق دقیق به ما امکان می‌دهند که با تحلیل داده‌ها، ارتباط بین ژئوشیمی و بیوشیمی حیاتی را شرح دهیم.»

مدیر بخش زمین‌شناسی پزشکی درباره‌ی چگونگی آغاز به‌کار این بخش از سازمان زمین‌شناسی اظهار داشت: «مدیریت زمین‌شناسی پزشکی به‌صورت غیررسمی از سال ۱۳۸۶ با پروژه‌ی بررسی زمین‌شناسی برگه‌ی ۱:۱۰۰/۰۰۰ تهران کار خود را آغاز کرد. نتایج درخشان این مطالعات به‌صورت یک مطالعه‌ی موردی در سطح دنیا مطرح شد. در این مطالعات، نخستین اطلس زمین‌شناسی پزشکی در سطح جهان با عنوان اطلس آنومالی‌های ژئوشیمیایی در بعد

آب، خاک و هوا در سطح برگه‌ی ۱:۱۰۰/۰۰۰ تهران تهیه شد. در تحقیقات بعدی، توزیع کلی و شیوع بیماری سرطان خون با همکاری مرکز تحقیقات سرطان کشور مورد مطالعه قرار گرفت.»

وی اضافه کرد: «در سال ۱۳۸۶، طرح مذکور به‌صورت رسمی کار خود را آغاز کرد و ده‌ها پروژه‌ی منطقه‌ای کوچک مقیاس و موضوعی، دو طرح ملی بررسی سرطان مری در استان گلستان و مطالعه‌ی ریز فاکتورهای محیطی در استان مازندران را به‌اجرا درآورد. ما امروز شاهد نتایج حاصل از طرح بررسی سرطان مری استان گلستان هستیم.»

دبیر علمی نخستین همایش بین‌المللی زمین‌شناسی کشور درباره‌ی این همایش گفت: «اطلاع‌رسانی داخلی این همایش از طریق سایت سازمان زمین‌شناسی کشور، پایگاه داده‌های علوم زمین و سایت جهاد دانشگاهی، و اطلاع‌رسانی خارجی از طریق سایت IMGA به‌طور مرتب انجام شد. ۱۵۰ مقاله‌ی علمی از کشورهای هند، ارمنستان، روسیه، چین، تاجیکستان، جمهوری آذربایجان، عراق، اردن، نیجریه، ترکیه، جمهوری چک و آمریکا به ایران رسید که از میان آن‌ها، ۲۵ مقاله به‌صورت شفاهی و ۵۰ مقاله به شکل پوستر ارائه خواهد شد.»

رحمانی اهداف کلان همایش را به شرح زیر برشمرد:

- افزایش توجه سیاست گذاران سلامت جامعه به علوم زمین به‌عنوان عامل مهمی در تأمین سلامت مردم و دست‌یابی به توسعه‌ی پایدار.
- ایجاد بستر مناسب

کار زمین‌شناسی پزشکی، مطالعه‌ی اثر زمین بر سلامت انسان، حیوان و گیاه است

همکاری میان متخصصین علوم زمین‌شناسی و علوم پزشکی.

● تبادل اطلاعات و دست‌رسی به جدیدترین یافته‌ها در مورد علوم زمین و زمین‌شناسی پزشکی.

● ایجاد امکان تحقیق در مورد بیماری‌های مزمن، تغذیه‌ای و متابولیکی.

● افزایش آگاهی جامعه‌ی متخصصان در مورد فرایندهای زمین‌شناسی و قوانین علوم زمین.

در بخش بعدی برنامه‌ی افتتاحیه، محمدتقی کره‌ای، رییس سازمان زمین‌شناسی و اکتشاف معدنی کشور، با اشاره به طرح‌های مطالعاتی زمین‌شناسی پزشکی در استان‌های گلستان و مازندران اظهار داشت: «طرح مطالعه‌ی زمین‌شناسی دام‌پزشکی کشور، طرح مطالعه‌ی زمین‌شناسی پزشکی تهران در مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰، تهیه‌ی اطلس زمین‌شناسی پزشکی و اطلس زمین‌شناسی دام‌پزشکی کشور، و مطالعه‌ی آب‌های زیرزمینی و مطالعه‌ی مواد پرتوزا، از جمله پروژه‌های تحقیقاتی سازمان زمین‌شناسی کشور در حوزه‌ی زمین‌شناسی پزشکی‌اند.»

وی با تأکید بر نقش سازمان زمین‌شناسی کشور در مطالعات زمین‌شناسی پزشکی در آسیا گفت: «طرح مطالعه‌ی فاکتورهای زمین‌شناسی مؤثر در بروز سرطان در کمربند سرطان مری آسیای میانه به‌عنوان یکی از طرح‌های یونسکو، تهیه‌ی اطلس نقشه‌های زمین‌شناسی پزشکی در منطقه‌ی خاورمیانه زیر نظر کمیسیون تهیه‌ی نقشه‌های زمین‌شناسی دنیا، همکاری با آکادمی علوم ارمنستان و همکاری با سازمان‌های زمین‌شناسی کشورهای عضو اکو و کشورهای لاتین و آفریقایی، از دیگر طرح‌های این مجموعه‌هستند.»

رییس سازمان زمین‌شناسی در ادامه از ایجاد رشته‌ی مستقل دانشگاهی در سطح تحصیلات تکمیلی در حوزه‌ی زمین‌شناسی پزشکی در آینده خبر داد و افزود: «ایجاد بانک اطلاعات زمین‌شناسی پزشکی، شناسایی مخاطرات ناشی از غنی‌شدگی محلی روی سلامت در ایران، توسعه‌ی همکاری‌های بین‌المللی با دیگر سازمان‌های فعال در این زمینه، و توسعه‌ی همکاری‌های داخلی در چارچوب عقد تفاهم‌نامه‌ها، برنامه‌های آتی این سازمان در حوزه‌ی زمین‌شناسی پزشکی محسوب می‌شوند.»

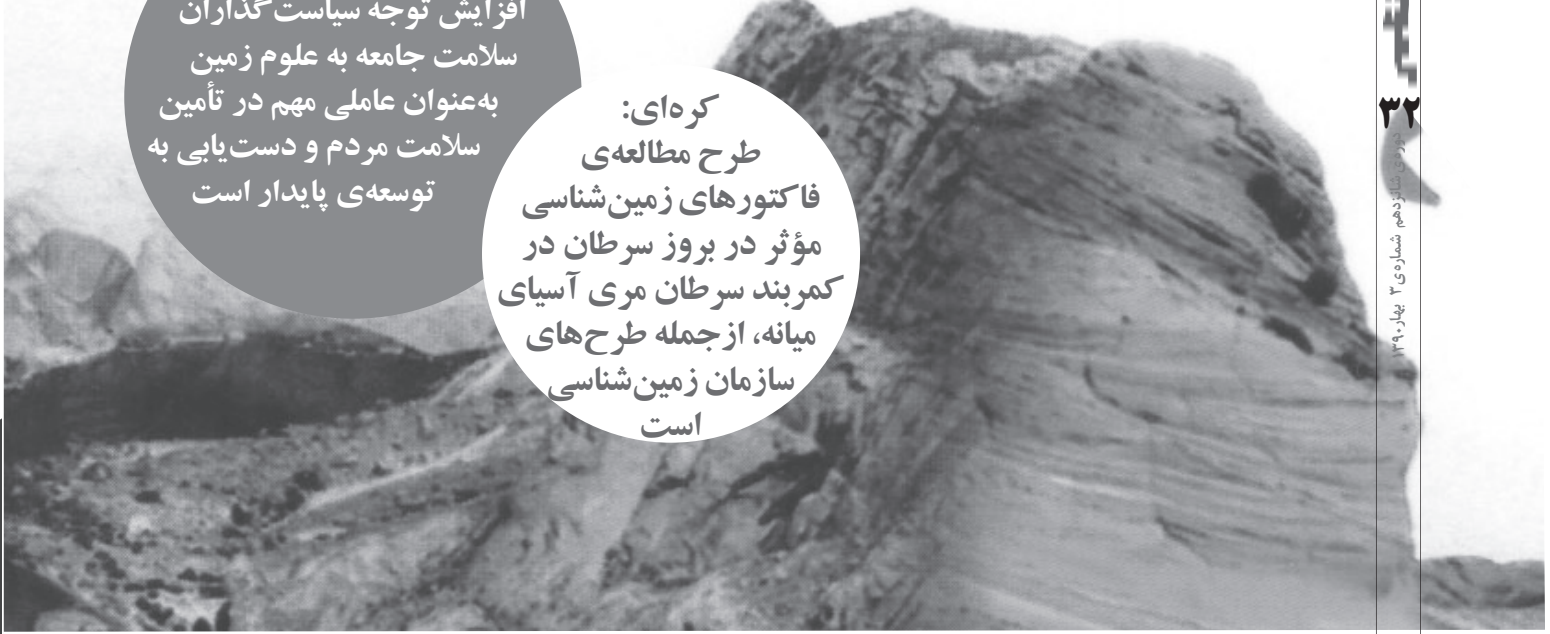
نخستین همایش بین‌المللی زمین‌شناسی پزشکی، روز دوشنبه ۲۴ خردادماه سال ۱۳۸۹ در سالن اجتماعات سازمان زمین‌شناسی کشور آغاز به کار کرد. این همایش در روزهای ۲۴، ۲۵ و ۲۶ خردادماه برگزار و در آن ۲۵ مقاله به‌صورت شفاهی و ۵۰ مقاله به شکل پوستر ارائه شد. برپایی هشت کارگاه علمی از دیگر برنامه‌های این همایش بین‌المللی بود.

کار زمین‌شناسی پزشکی، مطالعه‌ی اثر زمین روی سلامت انسان، حیوان و گیاه است. این علم دانشی میان‌رشته‌ای است که به بررسی و تفحص در دیگر شاخه‌های علوم مانند بیولوژی، شیمی، فیزیک، ریاضی، آمار، کشاورزی، آب‌وهواشناسی، مینرالوژی، زمین‌شناسی محیطی و پزشکی جغرافیایی می‌پردازد.

به‌خاطر اهمیت تأثیر عوامل زمین‌شناسی بر سلامت انسان‌ها، در سال ۱۹۹۶ «اتحادیه‌ی بین‌المللی زمین‌شناسی دنیا» (IUGS)، گروه کاری زمین‌شناسی پزشکی را با هدف افزایش و بالا بردن سطح آگاهی محققان، پزشکان و جامعه‌ی بشری تأسیس کرد. به دنبال آن و با توجه به فعالیت‌های گسترده‌ی سازمان زمین‌شناسی ایران در منطقه‌ی خاورمیانه و در آسیا، این سازمان به‌عنوان نخستین سازمان آسیایی پیش‌رو در مطالعات زمین‌شناختی پزشکی فعالیت خود را آغاز کرد. با ایجاد مدیریتی تحت عنوان «مدیریت زمین‌شناختی پزشکی» در سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، کمیسیون زمین‌شناسی محیطی دنیا مسئولیت تهیه‌ی نقشه‌های زمین‌شناسی محیطی منطقه‌ی خاورمیانه را به این سازمان واگذار کرد.

رحمانی: یکی از اهداف این همایش، افزایش توجه سیاست‌گذاران سلامت جامعه به علوم زمین به‌عنوان عاملی مهم در تأمین سلامت مردم و دست‌یابی به توسعه‌ی پایدار است

کره‌ای: طرح مطالعه‌ی فاکتورهای زمین‌شناسی مؤثر در بروز سرطان در کمربند سرطان مری آسیای میانه، از جمله طرح‌های سازمان زمین‌شناسی است



طرح درس
انواع حرکت ورقه‌ها

اکرم فهیم
دبیر زمین‌شناسی، شهرستان نیشابور

زمین‌شناسی پیش‌دانشگاهی

الف) مشخصات کلی	۱. عنوان درس: زمین‌شناسی پیش‌دانشگاهی ۲. موضوع درس: زمین ساخت ورقه‌ای (صفحه‌های ۴۰ تا ۴۵) ۳. منابع مطالعاتی: ● **کتاب مبانی زمین‌شناسی ترجمه‌ی دکتر رسول اخروی** ● **اینترنت: http://www.ngdir.ir** ۴. مدت تدریس: ۹۰ دقیقه طبق بخش‌نامه‌ی مسابقه‌ی طرح درس ۵. تهیه‌کننده: اکرم فهیم ۶. تعداد فراگیرندگان: ۲۰ نفر ۷. شماره‌ی درس: ۹ ۸ . رئوس مطالب: انواع ورقه‌ها، انواع حرکت‌ها، انواع پدیده‌ها، و آزمون مدل	
ب) تحلیل آموزشی	۱. تکتونیک ۲. انواع ورقه‌ها ۳. ورقه‌های دور شونده: ● ورقه اقیانوس ـ اقیانوس ● قاره ـ قاره ۴. ورقه‌های نزدیک شونده: ● قاره ـ اقیانوس ● اقیانوس ـ اقیانوس ● قاره ـ قاره ۵. ورقه‌های امتداد لغز ۶. آزمون مدل	
ج) اهداف کلی	۱. آشنایی دانش‌آموز با تکتونیک ورقه‌ای ۲. آشنایی دانش‌آموز با انواع ورقه‌ها ۳. آشنایی دانش‌آموز با انواع پدیده‌ها در محل ورقه‌ها ۴. توجیه حرکت ورقه‌ها و انطباق آن با زلزله‌ها	
د) اهداف جزئی	در پایان درس از دانش‌آموز انتظار می‌رود: ۱. مفهوم تکتونیک را بداند. ۲. مرزهای دور شونده را بشناسد. ۳. مرزهای نزدیک شونده را بشناسد. ۴. مرزهای امتداد لغز را بشناسد. **۵. پدیده‌هایی را که در محل حرکت ورقه‌ها رخ می‌دهد، بشناسد.** ۶. راه استفاده از آزمون مدل را بداند.	

هـ) اهداف رفتاری	در پایان و یا ضمن درس از دانش‌آموزان انتظار می‌رود:	
	۱-۱. تکتونیک را تعریف کند.	(دانش)
	۱-۲. انواع مرزهای دور شونده را نام ببرد.	(دانش)
	۲-۲. دور شدن دو ورقه‌ی قاره را از هم توضیح دهد.	(درک و فهم)
	۲-۳. دور شدن دو ورقه‌ی اقیانوس را از هم توضیح دهد.	(درک و فهم)
	۱-۳. انواع مرزهای نزدیک شونده را نام ببرد.	(دانش)
	۲-۳. نزدیک شدن دو ورقه‌ی اقیانوس را توضیح دهد.	(درک و فهم)
	۳-۳. نزدیک شدن دو ورقه‌ی قاره را توضیح دهد.	(درک و فهم)
	۴-۳. نزدیک شدن دو ورقه‌ی اقیانوس ـ قاره را توضیح دهد.	(درک و فهم)
	۴. مرزهای امتداد لغز را تعریف کند.	(دانش)
	۵. پدیده‌ی فرورانش، تشکیل دراز گودال و تشکیل جزایر و آتشفشان‌ها را در هر محل توضیح دهد.	(درک و فهم)
	۶. درباره‌ی آزمون مدل توضیح دهد.	(کاربرد)
	۷. با توجه به نوع حرکت‌ها، نوع پدیده‌ای را که در هر نقطه رخ می‌دهد، با هم مقایسه کند.	ارزش‌یابی)

و) وسایل (رسانه‌های) کمک آموزشی

۱. گچ تحریر یا ماژیک وایت‌برد
۲. تخته سیاه یا تخته وایت‌برد
۳. کتاب درسی زمین‌شناسی پیش‌دانشگاهی به تعداد دانش‌آموزان
۴. رایانه یک دستگاه
۵. دیتا
۶. سی‌دی نرم‌افزار آموزشی
۷. عکس‌های رایانه‌ای
۸. خمیربازی به تعداد دانش‌آموزان
۹. مقوا
۱۰. مداد رنگی

ز) روش تدریس

۱. پرسش و پاسخ
۲. گروه‌های فعال
۳. آزمایشی
۴. توضیحی
۵. استفاده از دیتا و رایانه

ح) مدل کلاس

دانش‌آموزان را به گروه‌های چهار نفره تقسیم می‌کنیم و در کنار هم قرار می‌دهیم تا با یکدیگر تبادل نظر کنند.

ط) زمان‌بندی

بخش دوم: مهارت‌های ضمن تدریس

الف) فعالیت مقدماتی

۱. برقراری ارتباط عاطفی (زمان لازم ۲ دقیقه)

معلم با روحیه‌ی مثبت‌اندیشانه وارد کلاس می‌شود و با ذکر نام خدا و سلام و احوال‌پرسی، به کلاس رسمیت می‌بخشد. سپس به حضور و غیاب می‌پردازد و علت غیبت دانش‌آموزان جلسه‌ی قبل و در صورت امکان، جلسه‌ی امروز را جویا می‌شود. آن‌گاه به بررسی

نوع فعالیت		زمان لازم
۱. فعالیت مقدماتی:	● برقراری ارتباط عاطفی	۲ دقیقه
	● اجرای آزمون از درس گذشته	۶ دقیقه
	● اجرای آزمون رفتار ورودی	۴ دقیقه
	● اجرای پیش آزمون	۴ دقیقه
	● ایجاد انگیزه و آمادگی	۴ دقیقه
۲. فعالیت یاددهی یادگیری:	ارائه‌ی درس جدید	۵۰ دقیقه
۳. فعالیت‌های تکمیلی:	● مرحله‌ی جمع‌بندی	۵ دقیقه
	● ارزش‌یابی پایانی	۱۲ دقیقه
	● تعیین تکلیف	۳ دقیقه

تکلیفی که برای این جلسه مشخص کرده بود، می‌پردازد. مثلاً از یک گروه می‌خواهد، اطلاعات اضافی که در مورد «وارونگی مغناطیسی رسوبات بستر اقیانوس» تهیه کرده است، برای کلاس بخواند.

۲. ارزش‌یابی قبل از تدریس

● اجرای آزمون از درس گذشته (زمان لازم: ۶ دقیقه)

دانش‌آموزان در این مرحله باید با توجه به درس جلسه‌ی گذشته، با مغناطیس دیرین و گسترش بستر اقیانوس و نظریه‌ی **هری هس** آشنا شده باشند و بتوانند آن‌ها را به صورت گروهی توضیح دهند. به منظور ارزش‌یابی قبل از تدریس، چند سؤال به آن‌ها داده می‌شود و پس از مدت مشخص شده، برگه‌های گروه‌ها جمع می‌شود و با بررسی پاسخ‌ها، نقطه‌ی شروع آموزش را معین می‌کنیم.

نمونه‌ی سؤالات اجرای آزمون از درس گذشته به شرح زیر است:

ـ قطب‌نمای فسیل چیست؟

ـ مسیر سرگردانی قطبی از کجاها عبور کرده است؟

ـ مجموعه‌ی اطلاعاتی که سبب تحول فکری آن زمان شد، چه بود؟

ـ نظریه‌ی هری هس چه بود؟

● اجرای آزمون رفتار ورودی (زمان لازم: ۴ دقیقه)

به منظور آگاهی از دانسته‌های دانش‌آموزان در ارتباط با موضوع تدریس، سؤالاتی از درس قبلی و درس جدید طرح می‌شود تا نقطه‌ی آغاز تدریس مشخص شود. این سؤالات به صورت شفاهی و یا کتبی از فراگیرندگان پرسیده می‌شوند:

ـ مسیر سرگردانی قطبی از کجاها عبور کرده است؟

ـ وارونه شدن میدان مغناطیسی از کجا مشخص می‌شود؟

ـ گسترش بستر اقیانوس به چه صورت است؟

ـ چه نوع ورقه‌هایی داریم؟ (پیش‌آزمون)

ـ این ورقه‌ها به چه صورت حرکت می‌کنند؟ (پیش آزمون)

ـ چه پدیده‌هایی در محل برخورد رخ می‌دهند؟ (پیش‌آزمون)

● اجرای پیش آزمون (زمان لازم: ۴ دقیقه)

ـ این ورقه‌ها به چه صورت حرکت می‌کنند؟

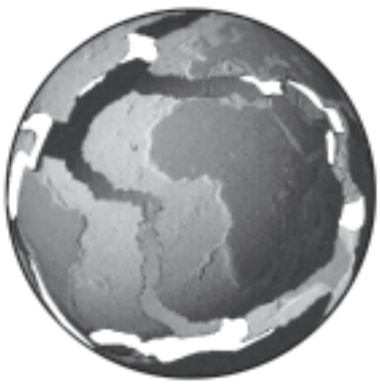
ـ چه پدیده‌هایی در محل برخورد رخ می‌دهند؟

۳. ایجاد انگیزه و آمادگی (زمان لازم: ۴ دقیقه)

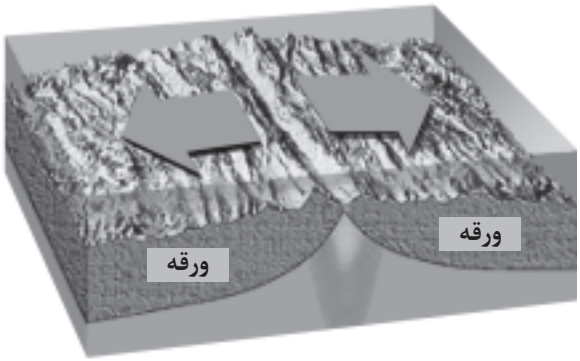
به منظور ایجاد رغبت در دانش‌آموزان نسبت به مطالب درس

جدید، سعی می‌کنیم با طرح سؤالات متفاوت، نمایش عکس‌ها و استفاده از وسایل کمک آموزشی مثل رایانه و یا «دیتا پروژکتور»، ذهن دانش‌آموزان را آماده‌ی پذیرش مطالب جدید نموده و انگیزه لازم را در فراگیرندگان به وجود آوریم.

۱. از این تصویر چه نکته‌ای برداشت می‌کنید؟



شکل ۱. صفحات اصلی سازنده‌ی سطح کره‌ی زمین



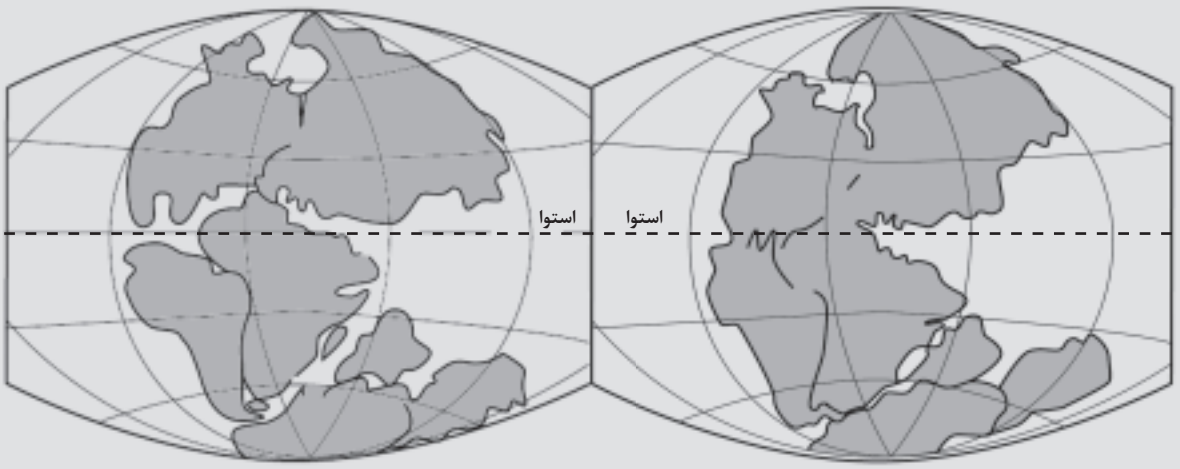
شکل ۲. مرزهای واگرا در محل رشته کوه‌های اقیانوسی

۲. زمین از چه ورقه‌هایی ساخته شده است؟

۳. به چه صورت این ورقه‌ها حرکت می‌کنند؟

۴. در محل حرکت چه اتفاقاتی ممکن است رخ دهد؟

شکل ۳. نحوه جابجایی ورقه ها در گذشته



پرمین ۲۸۰ میلیون سال **تریاس ۲۲۵ میلیون سال**

۵. انطباق قاره‌ها با یکدیگر در کجاست و آیا محل‌های برخورد با پدیده‌ی زمین‌شناسی خاصی همراه هستند؟

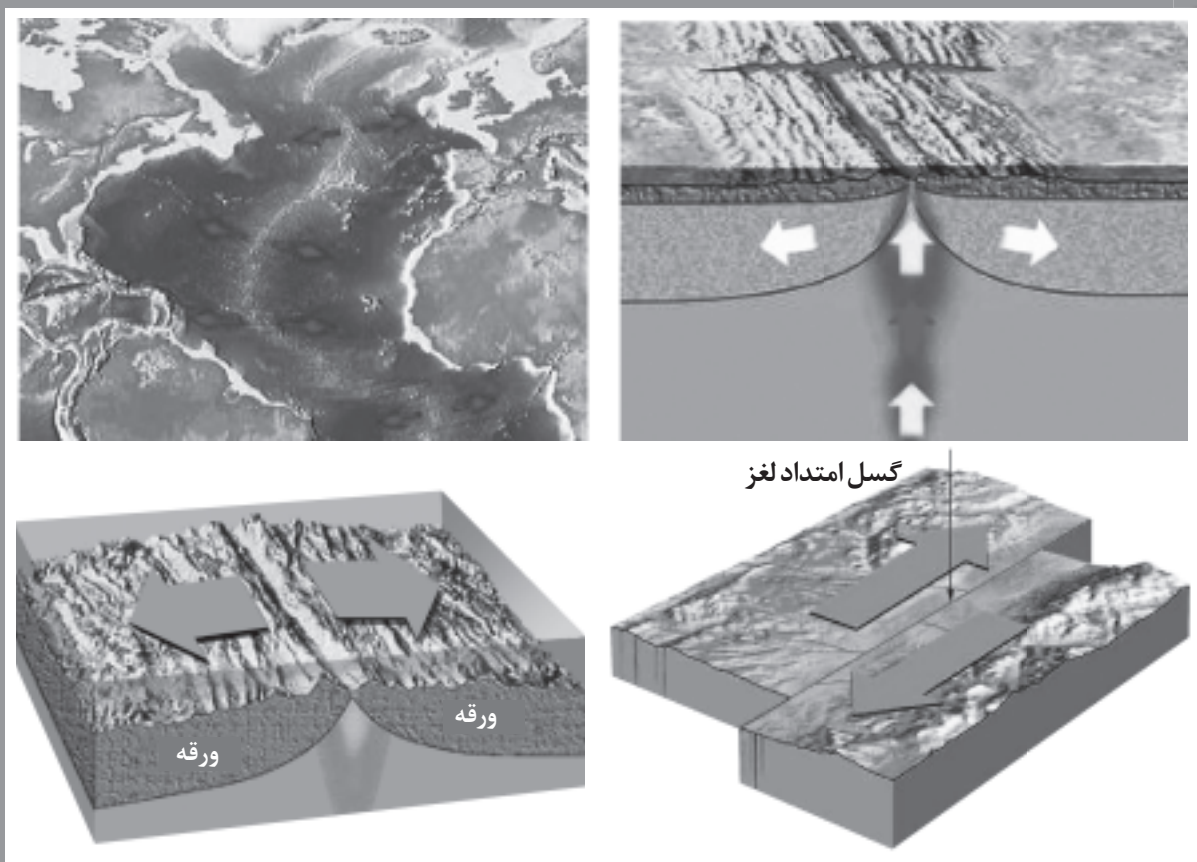
هر یک از دانش‌آموزان پاسخی می‌دهد و بدون این‌که سعی کنیم جواب‌های غلط را حذف کنیم، در برابر پاسخ‌های درست سر را به علامت تأیید تکان می‌دهیم. برای مثال دانش‌آموزان می‌گویند:

۱. پدیده‌ی اشتقاق قاره‌ها را از شکل متوجه می‌شویم.

۲. بعضی از قاره‌ها از هم دور شده‌اند و بعضی به هم نزدیک شده‌اند.

۳. در محل دور شدن آتشفشان اتفاق می‌افتد.

۴. ممکن است در محل دور شدن سنگ‌ها بشکنند و زلزله داشته باشیم.



شکل ۴. انواع جابه‌جایی ورقه‌ها

بعد از این‌که فرصت کافی برای بیان نظرات به آن‌ها داده شد و فکر آن‌ها به درس جدید سوق یافت، این‌گونه شروع می‌کنیم:

ب) فعالیت یاددهی یادگیری (زمان لازم: ۵۰ دقیقه)

۱. رئوس مطالب

معلم روی تخته‌ی کلاس رئوس مطالب درس جدید و هدف‌های رفتاری را می‌نویسد:

ـ آشنایی با تکتونیک ورقه‌ای

ـ آشنایی با انواع ورقه‌ها

ـ آشنایی با انواع پدیده‌ها در محل حرکت ورقه‌ها

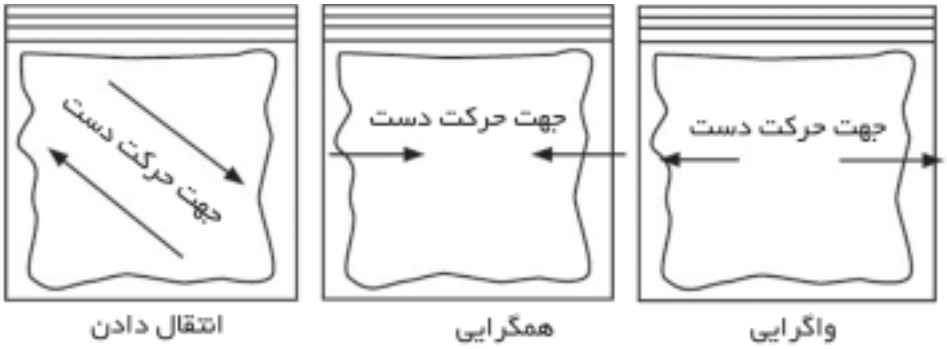
ـ توجیه حرکت ورقه‌ها و انطباق آن با زلزله‌ها

۲. ارائه‌ی درس جدید

از دانش‌آموزان خواسته می‌شود که صفحه‌ی ۴۰ کتاب درسی زمین‌شناسی را باز کنند و با توجه به شکل‌های کتاب و شکل‌های ارائه شده توسط نرم‌افزار و عکس‌های رایانه‌ای، پاسخ سؤالات داده شده را پیدا کنند. بعد از مدتی، پاسخ صحیح را در ضمن تدریس برای دانش‌آموزان بیان می‌کنیم:

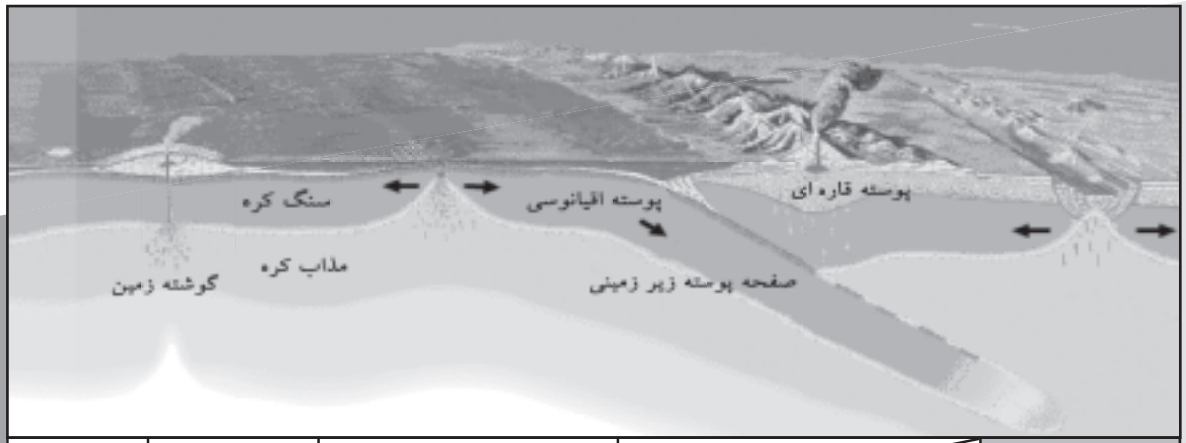
«زمانی که ورقه‌ها حرکت می‌کنند، در لبه‌ها یا مرزها یشان با همدیگر ارتباط دارند. در بعضی از مکان‌ها، دو ورقه از هم دور می‌شوند (واگرا) در نواحی دیگر به هم نزدیک می‌شوند (همگرا). سرانجام ورقه‌ها می‌توانند در کنار هم به طور افقی بلغزند (امتداد لغز).»

بهتر است با حرکت دست انواع حرکت‌ها را به دانش‌آموز نشان دهیم و یا این‌که به کمک خمیرهایی که از قبل به بچه‌ها گفته‌ایم بیاورند، آموزش را شروع کنیم. مثلاً از آن‌ها بخواهیم به صورت گروهی با خمیربازی، بلوکی از زمین درست کنند. سپس از آن‌ها بخواهیم که مانند شکل ۵، به خمیر نیرو وارد کنند و نتیجه‌ی هر مرحله را، گروه به کلاس گزارش دهد. در نهایت با توجه به شکل‌های ۵ و ۶، هر گروه به سؤالات درس جدید پاسخ دهد.



شکل ۵. نیروهای وارده به زمین

شکل ۶. نحوه فعالیت ورقه‌های واگرا و هم‌گرا



هدف رفتاری	فعالیت مدیر یادگیری (معلم) / رهبری آموزشی	فعالیت فراگیرندگان (دانش‌آموز)	روش و الگو	وسیله یا ابزار آموزشی
۱. تکتونیک را تعریف کند	م: زمین ساخت ورقه‌ای چیست؟ م: کامل می‌کنیم که این ورقه‌ها در حال حرکت هستند. م: انواع ورقه‌ها را نام ببرید؟ م: کدام یک ضخامت بیشتری دارد؟	با توجه به شکل‌هایی که دیدیم، زمین از ورقه‌هایی درست شده است. ورقه‌هایی که مربوط به قاره‌ها هستند و آن‌هایی که در دریاها هستند و یا هر دو با توجه به ضخامت پوسته: ورقه‌های قاره‌ای ضخیم‌ترند.	هم‌یاری و مشارکت گروهی هم‌یاری و مشارکت گروهی هم‌یاری و مشارکت گروهی	نمایش عکس نمایش عکس کتاب
۱-۲. مرزهای دور شونده را نام ببرد.	م: انواع ورقه‌های دور شونده را بگویید.	قاره ـ قاره اقیانوس ـ اقیانوس	هم‌یاری و مشارکت گروهی	عکس نمایشی و کتاب و خمیر بازی
۲-۲. دور شدن دو ورقه قاره را از هم توضیح دهد.	م: در محل دور شدن چه رخ می‌دهد؟ م: مرزهای دور شونده در قاره را در کتاب پیدا کنید و یک مورد را نام ببرید. م: به نظر شما آن‌جا چه چیزی در حال تشکیل است؟ در ادامه کامل می‌کنیم که دریای سرخ در آن جا به‌وجود آمده است و کوه‌های کلیمانجارو و کنیا هم آن‌جا به‌وجود آمده‌اند.	فوران آتشفشان، زلزله و ایجاد دریا در بعضی نقاط خشکی، مثل قاره‌ی آفریقا و صفحه‌ی عربستان دریا ـ آتشفشان	درک و فهم پرسش و پاسخ درک و فهم	دیتا و سی‌دی کتاب کتاب

۳-۲. دور شدن دو ورقه‌ی اقیانوس را از هم توضیح دهد.	م: در اقیانوس‌ها در محل جدا شدن چه رخ می‌دهد؟ م: دور شدن ورقه‌ها در چه نقاطی جبران می‌شود؟ در ادامه کامل می‌کنیم که در محل دراز گودال‌ها، ورقه‌ی اقیانوسی به دلیل برخورد و سنگینی به زیر قاره فرو می‌رود. (فرورانش)	مواد مذاب از حد فاصل ورقه‌ها بیرون می‌آید دانش‌آموزان به این سؤال نمی‌توانند پاسخ دهند.	درک و فهم و روش گروهی	عکس، کتاب و دیتا
۳-۱. انواع مرزهای نزدیک شونده را نام ببرد	انواع مرزهای نزدیک شونده را نام ببرید.	قاره ـ قاره اقیانوس ـ اقیانوس و قاره ـ اقیانوس	هم‌یاری و مشارکت گروهی	کتاب
۳-۲. نزدیک شدن دو ورقه‌ی اقیانوس را توضیح دهد.	در محل برخورد دو ورقه اقیانوس چه رخ می‌دهد؟ در ادامه کامل می‌کنیم که جزایر قوسی نام این آتشفشان‌هاست و دراز گودال هم داریم.	فرورانش داریم و ورقه‌ای که به زیر رفته است، ذوب می‌شود و ما آتشفشان داریم	درک و فهم و روش گروهی	دیتا و سی‌دی
۳-۳. نزدیک شدن دو ورقه‌ی قاره را توضیح دهد	در محل برخورد دو ورقه‌ی قاره چه رخ می‌دهد؟	چون جنس یکی است و هر دو سبک هستند، به هم فشرده می‌شوند و رسوبات روی قاره‌ها باعث ایجاد چین‌خوردگی می‌شود.	درک و فهم و روش گروهی	دیتا و سی‌دی
۳-۴. نزدیک شدن دو ورقه‌ی اقیانوس ـ قاره را توضیح دهد.	در محل نزدیک شدن دو ورقه‌ی اقیانوس ـ قاره چه رخ می‌دهد؟ م: جنس آتشفشان‌ها این قسمت چیست؟ م: به جنس دو ورقه اشاره می‌کند و می‌گوید ترکیبی از هر دو (بازالت ـ آندزیت)	پدیده‌ی فرورانش داریم و با توجه به سنگینی، ورقه‌ی اقیانوسی به زیر پوسته‌ی قاره فرو می‌رود. پس در ادامه‌ی فرورانش، آتشفشان هم داریم. پاسخ درستی نمی‌دهند	درک و فهم و روش گروهی	دیتا، سی‌دی و عکس
۴. مرزهای امتداد لغز را تعریف کند.	م: در محل مرزهای امتداد لغز چه رخ می‌دهد؟	زلزله	درک و فهم و روش گروهی	خمیربازی و عکس
۵. پدیده‌ی فرورانش، تشکیل دراز گودال، و تشکیل‌جزایروآتشفشان‌ها را در هر محل توضیح دهد.	با توجه به نوع حرکت‌ها، بگویید در هر نوع چه پدیده‌هایی داریم (از گروه‌ها می‌خواهیم که برای هر کدام جداگانه روی یک برگه بنویسند و به معلم تحویل دهند)	هر گروه با توجه به نوع حرکت پاسخ می‌دهد (آتشفشان، زلزله، فرو رانش، دراز گودال و...)	درک و فهم و بارش مغزی	همه‌ی موارد استفاده شده
۶. درباره‌ی آزمون مدل توضیح دهد.	آزمون مدلی که برای توجیه حرکت ورقه‌ها استفاده می‌شود، چیست؟ از دانش‌آموز می‌خواهیم که از روی نقشه‌ی زمین، قاره‌ها را کپی کند و بعد از رنگ‌آمیزی، آن‌ها را با قیچی در آورد و در کنار یکدیگر قرار دهد. سپس مثل صفحه‌ی ۴۰ کتاب آن‌ها را از هم دور و بعضی دیگر را به هم نزدیک کند. آن‌گاه نقشه‌ی زلزله‌ها و آتشفشان‌ها را به‌طور جداگانه بر آن منطبق کند. در پایان از دانش‌آموزان می‌خواهیم که به صورت گروهی به کلاس نتیجه را بگویند.	با توجه به آزمایش انجام شده، محل زلزله‌ها و محل آتشفشان‌ها بر محل حرکت ورقه‌ها منطبق است.	کاربر دو بارش مغزی	نقشه‌ی زمین و نقشه‌ی پراکندگی زلزله‌ها و آتشفشان‌ها، مقوا و مداد رنگی

ج) فعالیت‌های تکمیلی

۱. مرحله‌ی جمع‌بندی (زمان لازم: ۵ دقیقه)

از بچه‌ها می‌خواهیم که به‌طور کلی پای تابلو بنویسند که چه چیزهایی یاد گرفته‌اند و آن‌ها این‌گونه می‌نویسند:

امروز یاد گرفتیم که:

- زمین از چه ورقه‌هایی تشکیل شده است.
- این ورقه‌ها نسبت به هم چه حرکتی دارند.
- چه اتفاقاتی در هر محل برخورد ورقه‌ها رخ می‌دهد.
- توسط آزمون، مدل این پدیده‌ها را در زمین اثبات کردیم.

۲. ارزش‌یابی پایانی (زمان لازم: ۱۲ دقیقه)

چون ابتدا به صورت گروهی درس را پرسیده بودیم، این بار به

صورت فردی درس می‌پرسیم و یا این‌که سؤالات از قبل انتخاب شده و تکثیر شده را بین آن‌ها پخش می‌کنیم و فرصت می‌دهیم تا به سؤالات پاسخ دهند. بعد همان‌جا برگه‌ها را تصحیح می‌کنیم تا هر یک به اشکال خود پی ببرند.

● نمونه سؤالات ارزش‌یابی پایانی

نام و نام خانوادگی: نام درس: انواع حرکت ورقه ها

زمان: ۸ دقیقه

۱. حرکت ورقه‌های دور شونده در کجا دیده می‌شود؟

۱) فقط خشکی ۲) فقط دریا

۳) هم دریا و هم خشکی ۴) هیچ‌کدام

۲. در محل ورقه‌های دور شونده چه اتفاقی می‌افتد؟

۱) دریا ایجاد می‌شود.

۲) پشته‌های اقیانوسی ایجاد می‌شود.

۳) کوه‌هایی در خشکی می‌تواند ایجاد شود.

۴) همه‌ی موارد می‌تواند درست باشد.

ردیف	۱	۲	۳	۴	ردیف	۱	۲	۳	۴
۱					۱				
۲					۲				
۳					۳				
۴					۴				

۳. در محل ورقه‌های نزدیک شونده چه اتفاقی می‌افتد؟

۱) دریا ایجاد می‌شود.

۲) پشته‌های اقیانوسی ایجاد می‌شود.

۳) کوه‌هایی در خشکی می‌تواند ایجاد شود.

۴) فقط زمین لرزه داریم.

۴. مرز واگرا در خشکی کدام است؟

۱) کوه‌های زاگرس ۲) کوه‌های البرز

۳) کوه‌های هیمالیا ۴) کوه‌های کنیا

۵. مرز واگرا در دریا کدام است؟

۱) اقیانوس اطلس ۲) دریای سرخ

۳) کوه البرز ۴) کوه زاگرس

۶. در محل برخورد ورقه‌ی اقیانوسی با ورقه‌ی قاره‌ای چه اتفاقی می‌افتد؟

۱) پدیده‌ی فرو رانش ۲) دراز گودال

۳) جزایر کمانی ۴) همه‌ی موارد

۷. زمانی که دو ورقه‌ی قاره‌ای به هم برخورد می‌کنند، چه اتفاقی می‌افتد؟

۱) پدیده‌ی فرو رانش ۲) دراز گودال

۳) جزایر کمانی ۴) ایجاد رشته کوه

۸. زمانی که دو ورقه‌ی اقیانوسی به هم برخورد می‌کنند، چه اتفاقی می‌افتد؟

۱) جزایر کمانی داریم. ۲) جزایر قوسی داریم.

۳) کوه‌های خشکی داریم. ۴) همه‌ی موارد

(زمان لازم برای تصحیح: ۴ دقیقه)

تعداد پاسخ درست: تعداد پاسخ غلط: سرعت عمل: دقت عمل:

۳. تعیین تکلیف (زمان لازم: ۳ دقیقه)

● برای جلسه‌ی آینده یک تمرین مشترک به گروه‌ها داده می‌شود. مثلاً از آن‌ها می‌خواهیم که هر گروه ۲۰ سؤال تستی از درس جدید طرح کند. جلسه‌ی بعد، سؤالات را با دیگر گروه‌ها عوض می‌کنیم تا هم با سؤالات یکدیگر آشنا شوند و هم آزمون گروهی انجام داده باشیم.

● به هر گروه یک تمرین متناسب با اشکال گروه به آن‌ها داده می‌شود تا برای هفته‌ی بعد آماده شوند. مثلاً به سایت پایگاه داده‌های علوم زمین (http://www.ngdir.ir) مراجعه کنند و اطلاعات بیشتری درباره‌ی حرکت ورقه‌ها و پدیده‌های احتمالی موجود در منطقه‌ی موردنظر، گرد آورند و برای هفته‌ی بعد به کلاس بیاورند و به سایر دانش‌آموزان به صورت سخن‌رانی ارائه دهند.

● از گروه‌های فعال خواسته می‌شود برای حرکت ورقه‌های گوناگون ماکت درست کنند و جلسه‌ی بعد به کلاس بیاورند و برای کلاس نوع حرکت و پدیده‌های ایجاد شده را توضیح دهند.

سرانجام جلسه را با ذکر صلوات به پایان می‌رسانیم.

گردش‌گری زمین‌شناسی پیرامون مشهد (خراسان رضوی)

محمدرضا قاسمی
دبیر زمین‌شناسی خراسان رضوی

در آمد

بازدیدهای زمین‌شناسی، به درک عمیق مفاهیم زمین‌شناسی کمک زیادی می‌کند. گسترش چهارگوش مشهد از منظر علم زمین‌شناسی، مناطق کم‌نظیری دارد که می‌تواند برای دانش‌آموزان جالب‌توجه باشد. با توجه به این‌که منطقه مشهد از نظر زمین‌شناسی به سه منطقه‌ی متفاوت تقسیم شده است، می‌توان در آن پدیده‌های متنوعی را به دانش‌آموزان نشان داد. در این نوشتار، مهم‌ترین ایستگاه‌های سه منطقه‌ی زمین‌شناسی شامل: «ارتفاعات بینالود»، «محدوده‌ی مفصلی» و «محدوده‌ی کپه‌داغ» برای آشنایی دانش‌آموزان و همکاران معرفی شده‌اند.

کلیدواژه‌ها: مشهد، ورقه‌ی زمین‌شناسی، گرانیت، باتولیت، مرمر، فسیل گیاهی، گسل عادی تراورتن.

مقدمه

یکی از مهم‌ترین اهداف آموزش زمین‌شناسی در دوره‌ی متوسطه، آشنایی عملی دانش‌آموزان با پدیده‌های گوناگون این علم است. از آن‌جا که این آشنایی بدون دست‌رسی مستقیم به پدیده‌های مذکور میسر نخواهد بود، این مقاله با این رویکرد به معرفی چند منطقه برای بازدید دانش‌آموزان پرداخته است.

زمین‌شناسی مشهد و پیرامون آن

گستره ورقه‌ی زمین‌شناسی مشهد در بین طول‌های ۵۹:۳۰ تا ۶۰ شرقی و عرض‌های ۳۰ تا ۳۶ درجه‌ی شمالی واقع شده است. دشت مشهد در حدفاصل کوه‌های بینالود و هزارمسجد، با امتداد شمال‌غرب- جنوب شرق واقع است.

ورقه‌ی زمین‌شناسی (۱/۱۰۰/۰۰۰)، مشهد را به سه محدوده‌ی متفاوت از نظر زمین‌شناسی تقسیم کرده است که عبارت‌اند از:

۱. ارتفاعات بینالود، سلسله‌ی جبالی خمیده با راستای شرقی-غربی و تحدبی به سمت شمال
۲. محدوده‌ی مفصلی بین محدوده‌ی بینالود و کپه‌داغ
۳. محدوده‌ی کپه‌داغ

در این مقاله، مناطقی از این محدوده‌ها که از دید دانش‌آموزان جالب و دیدنی هستند، بررسی شده‌اند.

در جنوب و جنوب غربی مشهد، توده‌های نفوذی متنوعی دیده می‌شوند که به‌صورت باریکه‌ی طویلی به طول

۴۰ و عرض ۱۰ کیلومتر گسترش دارند و اگر با سایر توده‌های نفوذی یک‌جا مورد توجه قرار گیرد، طول آن به ۷۰ کیلومتر می‌رسد. مجموعه‌ای از سنگهای آذرین، دگرگونی و رسوبی که در جنوب و مغرب مشهد بیرون‌زدگی دارد، سه فاز دگرگونی ناحیه‌ای و مجاورتی و دو مرحله‌ی گرانیت‌زایی را تحمل نموده‌اند که آن توده‌ی اولترا بازیک نیز وجود دارد. در مورد سن این مجموعه‌ها، اتفاق‌نظر وجود ندارد. برخی آن را به پرکامبرین و بعضی به ژوراسیک نسبت می‌دهند. ولی شواهد زمین‌شناسی و تعیین سن مطلق نشان داده است که فازهای دگرگونی و گرانیت‌زایی اولیه‌ی آن، به فاز کوه‌زایی هرسی نین و بعدها در تریاس میانی نیز مجموعاً تحت‌تأثیر دگرگونی‌های سیمیرین پیشین قرار گرفته‌است. با توجه به گستردگی و تنوع ساختارهای زمین‌شناسی چند ایستگاه به شرح زیر می‌توان دانش‌آموزان را با زمین‌شناسی منطقه آگاه نمود:

۱. ایستگاه خواجه‌مراد

یکی از اشکال توده‌های نفوذی به نام باتولیت معروف است. گرانیت مشهد باتولیتی است با ابعاد چند کیلومتر که در باختر، جنوب و جنوب باختری مشهد رخنمون دارد و در خواجه‌مراد به‌خوبی برون‌زد دارد. در باتولیت خواجه‌مراد مشهد، علاوه بر تنوع کانی‌شناسی، می‌توان برخی از ساخت‌های ثانویه‌ی تکتونیکی، مانند شکستگی‌های مورب موجود در آن را مشاهده کرد. هم‌چنین، وجود «آنکلاو»های متعدد به‌همراه انواع هوازدگی مکانیکی موجود در آن‌ها، از دیگر پدیده‌های این سنگ‌هاست که به‌اختصار در مورد هریک شرح داده می‌شود.

به‌طور کلی، ترکیب مجموعه سنگ‌های موجود در این منطقه در حد گرانیت تا گرانودیوریت است، اما از نظر سنی و ویژگی‌های بافتی، تغییرات زیادی در آن‌ها به چشم می‌خورد. سنگ‌های گرانیت موجود در این منطقه به دو نوع تقسیم شده‌اند: انواع قدیمی یا گرانیت‌های پورفیروئید و انواع جدید یا لوکو گرانیت.

انواع قدیمی آن که به نام G_1 نیز معروف است، گسترش و بیرون‌زدگی بیش‌تری دارد. بخش اصلی سنگ‌های گرانیت موجود در «خواجه‌مراد قشلاق» و «کال‌چغوکی» از این نوع است. از ویژگی‌های بافتی این نوع گرانیت، فراوانی بیوتیت با جهت‌یافتگی خاص است که هرچه به سمت مشرق کوه خواجه‌مراد حرکت کنیم، «شیستوزیته» مشخص‌تر می‌شود. این حالت مربوط به فاز تکتونیکی است که در این نقطه، رخساره‌گنیسی به‌خود گرفته است. در منطقه‌ی طرقبه عمل کرده و سنگ شیستوزیتی مشخصی را نشان می‌دهد.

انواع جدیدتر آن که G_2 نیز نام دارد، داخل گرانیت G_1 تزریق شده است و بنابراین جوان‌تر است. این نوع گرانیت مقدار بیوتیت، کمتر فاقد آنکلاو و فاقد جهت‌یافتگی است و از نظر شیمیایی، واجد سیلیس فراوان‌تر است. عکس ۱ نمونه‌ای از سنگ‌های گرانیت همراه با شکستگی‌های موجود را نشان می‌دهد.

عکس ۱. نمونه‌ای از گرانیت G_2 و شکستگی‌های موجود در آن در خواجه‌مراد

ایستگاه کوه‌های خلج

در این منطقه دانش‌آموزان می‌توانند با انواع سنگ‌های دگرگونی آشنا شوند. هم‌چنین، در پاره‌ای از نقاط آن مونزو گرانیت‌ها به چشم می‌خورند. با توجه به هاله‌ی دگرگونی موجود در این منطقه و نوع سنگ‌ها دگرگونی، می‌توان فاصله و میزان دگرگونی را تشخیص داد. در ناحیه‌ی خلج بین دو گرانیت، کنتاکت مشخصی وجود دارد و به‌نحو بارزی می‌توان دو گرانیت G_1 و G_2 را از یک‌دیگر تشخیص داد؛ به‌نحوی‌که گرانیت G_1 به‌علت فراوانی بیوتیت و آنکلاوهای متفاوت، تیره و پورفیروئید است درحالی‌که گرانیت G_2، کانی‌های هم‌اندازه‌ی دانه متوسط و درشت دارد (به‌استثنای آن‌که بیوتیت تنها کانی تیره‌ی آن است).

از نظر رنگ و فاسیس، نوع اخیر را می‌توان گرانیت یکنواختی محسوب داشت که فقط مقدار بیوتیت، تغییراتی در آن پدید آورده است. مهم‌ترین تفاوت آن با گرانیت G_1 فقدان جهت‌یافتگی آن است. به‌علاوه، از نظر شیمیایی واجد سیلیس زیادتری است [مجیدی، ۱۹۷۸]. تصویر ۲، نمونه‌ای از مرمرهای دگرگون‌شده در کوه‌های خلج و تصویر ۳، اشکال دندریتی در همین سنگ‌ها را نشان می‌دهد.

عکس ۲. چین‌خوردگی کوچک در اثر دگرگونی در منطقه‌ی سیدی
عکس ۳. مرمر دگرگون‌شده در منطقه‌ی خلج
عکس ۴. اشکال دندریتی در منطقه‌ی خلج

ایستگاه نقندر - آغنج

علاوه بر اسلیت‌های دگرگون‌شده در این منطقه، کنگلومرا کوارتزیتی (لیاس) رخنمون دارد. با استفاده از این کنگلومرا که از دانه‌ی کوارتز با گردشدگی خوبی تشکیل شده است و همراه آن خرده‌سنگ‌های دگرگونی و چرت دیده می‌شود، می‌توان مفهوم سن نسبی را برای دانش‌آموزان شرح داد.

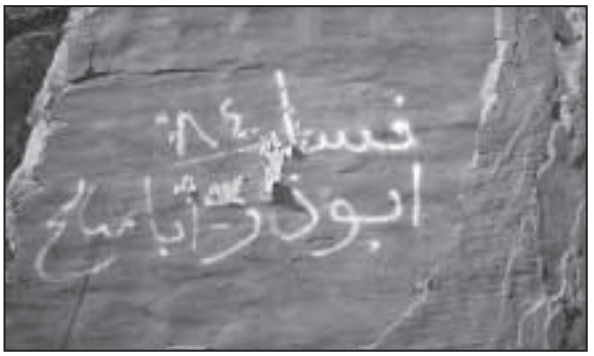
عکس ۵. کنگلومرا رخنمونی از کوارتز (نقندر و آغنج) در جنوب غرب مشهد، وجود کوارتز با گردشدگی زیاد همراه با سنگ‌های دگرگونی

در این منطقه فسیل‌های گیاهی بسیار زیبایی وجود دارند این فسیل‌ها مربوط به دوره‌ی ژوراسیک هستند و در اطراف آن‌ها، شیل‌های ذغالی نیز دیده می‌شود که برای دانش‌آموزان جالب خواهند بود (عکس ۶).

عکس ۶. فسیل‌های گیاهی نقندر

ایستگاه شاندیز

در این منطقه دانش‌آموزان می‌توانند دگرگونی ناحیه‌ای را در سنگ‌هایی چون فیلیت و اسلیت و ساخت‌های رسوبی چون ریپل‌مارک، هوازدگی فیلیت‌ها و آثار خزش‌ها مشاهده کنند.



عکس‌های ۷ و ۸. آثار ریپل‌مارک در فیلیت‌های شاندیز

ایستگاه مجموعه‌ی افیولیتی مشهد

این مجموعه به‌صورت پراکنده در منطقه‌ی آب و برق مشهد و هم‌چنین در جنوب بلوار پیروزی و کنار جاده مشهد- شاندیز وجود دارند. سنگ‌های افیولیتی آن بیش‌تر از نوع پیروکسینیت، ورلیت و چرت‌های رادیولاریتی است که در بعضی نقاط آن، گدازه‌ی بالشی و برخی از قسمت‌های آن، دایک‌های دیابازی مشاهده می‌شود. در این ایستگاه دانش‌آموزان با انواع سنگ‌های فوق‌بازیک موجود در افیولیت‌های منطقه آشنا می‌شوند.

عکس ۱۰. مجموعه افیولیتی جنوب مشهد

ایستگاه جاده‌ی کلات نادری

یکی از جالب‌ترین نقاط زمین‌شناسی مشهد این مسیر است که در آن سازندهای کوه‌های کپه‌داغ به‌ترتیب سنی طی می‌شود. این منطقه در شمال شرق مشهد قرار گرفته است. دانش‌آموزان در این مسیر با مفاهیم ستون چینه‌شناسی از قبیل فسیل راهنما، لایه، بخش و سازند، و نیز با سازندهای چمن بید، مزدوران، شوریجه، سرچشمه، تیرگان، ایتامیر، سنگانه، آب‌دراز، آب تلخ، نیزار، پستلیق و چهل کمان از نزدیک آشنا می‌شوند و تا اندازه‌ای قادر به تفسیر محیط رسوبی گذشته در این منطقه خواهند بود.

ایستگاه امان آباد

در این منطقه در رسوبات نئوژن، گسل‌های عادی ایجاد شده است که «فرادیواره» و «فرودیواره» در آن کاملاً مشخص است. این منطقه در ابتدای مسیر جاده‌ی قدیم مشهد- تربت‌حیدریه قرار گرفته است.

ایستگاه باغچه

تشکیل تراورتن از چشمه‌های آهک‌ساز در این منطقه به شکل جالبی مشاهده می‌شود، این منطقه در ۳۵ کیلومتری جاده‌ی قدیم مشهد به تربت‌حیدریه قرار گرفته است. آشنایی با نحوه‌ی رسوب‌گذاری توسط آب‌های کربناتی و تشکیل سنگ تراورتن، از ویژگی‌های این منطقه است.

عکس ۱۱. گسل‌های عادی امان آباد

عکس ۱۲. تشکیل تراورتن و چشمه‌های آهک‌ساز

علاوه بر مناطق یاد شده، نقاط دیگری از جاذبه‌های زمین‌شناسی در مشهد وجود دارند که در آینده معرفی خواهند شد.

منابع

۱. درویش‌زاده، علی (۱۳۷۰). زمین‌شناسی ایران. نشر دانش امروز، تهران.
۲. نقشه‌ی ۱:۱۰۰/۰۰۰ مشهد، ۱۹۹۴ سازمان زمین‌شناسی کشور.
۳. مجیدی، بیژن، (۱۹۷۸). زمین‌شناسی و تکتونیک منطقه مشهد.

گزارشی از نشست معلمان زمین‌شناسی شهر مشهد:

مشکلات رشته‌ی زمین‌شناسی از نگاه معلمان مشهد

گزارش: آزاده شاکر

«نقد کتاب زمین‌شناسی»، عنوان نشست دبیران زمین‌شناسی شهر مشهد بود. این نشست، دومین جلسه از سلسله جلساتی است که با هدف بیان انتقادها و پیشنهادهای دبیران در مورد کتاب زمین‌شناسی و نیز طرح مشکلات دبیران این درس تشکیل می‌شود. رشد زمین‌شناسی این بار میهمان ۲۰ نفری از دبیران زمین‌شناسی مشهد بود؛ جمعی عاشق زمین و مشتاق آموزش زمین‌شناسی که گویی همین حس مشترک آن‌ها را با یکدیگر خویشاوند کرده بود. این خویشاوندان، گروه‌ها را در «پژوهش‌سرای دانش‌آموزی علامه طباطبایی» مشهد پذیرا شدند و در دل‌ها، انتقادها و پیشنهادهای سازنده‌شان را درباره‌ی جریان کلی تدریس زمین‌شناسی، دلسوزانه و بی‌ریا گفتند.

جایگاه زمین‌شناسی در آموزش و پرورش

معلمان زمین‌شناسی خراسان رضوی، بی‌توجهی به مشکلات این رشته در آموزش و پرورش را، اولین و مهم‌ترین نگرانی خود عنوان کردند. آنان اعتقاد داشتند، با آن که بارها در مجامع آموزشی از مشکلات این رشته سخن به میان آمده، اما این مشکلات هم‌چنان به قوت خود باقی است. نمایندگان معلمان خراسان رضوی، مسائلی هم‌چون: ضریب پایین درس زمین‌شناسی در کنکور، بی‌انگیزه بودن دانش‌آموزان در یادگیری این درس، نامعلوم بودن متولی رشته‌ی زمین‌شناسی در آموزش و پرورش و استفاده از نیروهای غیرمتخصص در تدریس این درس را، از جمله مهم‌ترین مشکلات پیش‌روی آموزش زمین‌شناسی می‌دانستند.

آغاز گر گفت‌وگو در مورد مسائل و مشکلات رشته‌ی زمین‌شناسی، صحبتی در مورد احتمال تغییر ضریب درس زمین‌شناسی در کنکور ورودی دانشگاه‌های کشور بود. به اعتقاد معلمان حاضر در جلسه، تعیین ضریب یک برای درس زمین‌شناسی در کنکور سراسری، یکی از مهم‌ترین عوامل آسیب دیدن جایگاه این درس به شمار می‌رود. **شهرام محرابیان**، دبیر زمین‌شناسی ناحیه ۴ مشهد، در این خصوص اظهار داشت: «اداره‌ی کلاسی که ضریبی در کنکور ندارد، بسیار سخت است. ارزش درس زمین‌شناسی را با حذف ضریب آن در کنکور از بین برده‌اند و بچه‌ها انگیزه‌ای برای یادگیری این درس ندارند.»

او گلایه دیگری نیز داشت: «به معلمان فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی سختی کار می‌پردازند، اما به معلم زمین‌شناسی نه! در حالی که تدریس این درس بسیار مشکل است و گردش علمی هم برای آموزش آن لازم است.»

دبیر دیگری با نارا حتی پیشنهاد یکی از دانش‌آموزان را نقل کرد که گفته بود: «بهتر است سازمان سنجش

سؤالات زمین‌شناسی را به دفترچه‌ی ریاضی، فیزیک و شیمی منتقل کند تا ما از وقت آن برای این درس‌ها استفاده کنیم.»

یکی دیگر از دبیران، مشاوران سازمان سنجش را در بی‌اهمیت جلوه دادن درس زمین‌شناسی مقصر می‌دانست و برای اثبات نظرش به این توصیه‌ی مشاوران اشاره کرد که به دانش‌آموزان سفارش می‌کنند، در زمان آزمون زمین‌شناسی سرشان را روی میز بگذارند و استراحت کنند.

یکی از معلمان مشکل دیگری را عنوان کرد: «ساعات کم تدریس زمین‌شناسی باعث می‌شود، هر معلم ناچار برای پرشدن ساعات کارش در شش مدرسه تدریس کند. در بسیاری از مناطق، معلمان در بخش‌های دور از هم تدریس می‌کنند و با مشکلات زیادی روبه‌رو هستند؛ دیر می‌رسند، وقت استراحتشان را از دست می‌دهند و با برخورد بد برخی از مدیران مواجه می‌شوند.»

معلم دیگری بحث کم شدن ساعات گروه زمین‌شناسی از شش ساعت به سه ساعت را به عنوان یکی دیگر از مشکلات استان خراسان رضوی عنوان کرد. او در این‌باره گفت: «در حال حاضر از ما خواسته‌اند که سه ساعت از وقت گروه را به جغرافیا اختصاص بدهیم و در شش ساعت هر دو گروه را اداره کنیم. حتی گاهی زمزمه‌ی حذف گروه هم به گوش می‌رسد. این در حالی است که هیچ مرجعی جز گروه برای مراجعه‌ی دبیر و پاسخ به مشکلات و سؤالات تخصصی او وجود ندارد. به‌خصوص با مطرح شدن بحث تغییر کتاب، معلمی که اطلاعاتی در مورد کتاب جدید ندارد، برای کسب اطلاعات باید به چه کسی مراجعه کند؟»

زمین‌شناسی متولی ندارد

یکی دیگر از گلایه‌های مطرح شده در جمع معلمان زمین‌شناسی، نامعلوم بودن متولی این درس در آموزش‌وپرورش است. محرابیان در این‌باره اظهار داشت: «در قدیم مباحث زمین‌شناسی جزو مباحث درس تکامل و زیست‌شناسی تدریس می‌شد. بعدها این درس از زیست‌شناسی جدا شد، اما به نظر می‌رسد هنوز زمین‌شناسی را تحت پوشش نام زیست‌شناسی و یا جغرافیا می‌شناسند. برای مثال، معلمان زمین‌شناسی برای اعزام به خارج از کشور باید با عنوان زیست‌شناسی اقدام کنند و یا در مورد ارتقا و ترفیع شغلی، معلمان این درس زیر مجموعه‌ی گروه جغرافیا محسوب می‌شوند. با وجود این که جغرافیا یکی از رشته‌های علوم انسانی و زمین‌شناسی جزو علوم پایه است، قوانین ادامه‌ی تحصیل و ارتقای شغلی مشابهی برای آن‌ها در نظر گرفته شده است.»

یکی دیگر از دبیران زمین‌شناسی معتقد بود این درس فقط از نظر خود معلمان مستقل شده است، اما از دید مسئولان بالادست، هنوز تحت لوای علوم تجربی قرار دارد. نبود متولی خاصی برای رشته‌ی زمین‌شناسی

در آموزش‌وپرورش سبب شده است که مشکلات این رشته سال‌ها حل نشده باقی بمانند و به این درس بهای لازم داده نشود.

دبیر دیگری در مورد معلمان تهران و مراجعه به مسئولان مجلس و دولت برای حل مشکلات این رشته چنین بیان کرد: «در تابستان سال ۱۳۸۷، برخلاف دفعات قبلی که از رده‌های پایین، تغییرات کتاب درسی و بقیه‌ی خواسته‌ها را پی‌گیری می‌کردند، با مجلس وارد گفت‌وگو شدند. همایشی برگزار شد که در آن، مسئولان برنامه‌ریزی کتب درسی و هیئت‌های تصمیم‌گیری شرکت داشتند. وعده‌هایی هم داده شد که هنوز عملی نشده‌اند. البته من بدبین نیستم و فکر می‌کنم هر کسی باید در جایگاه خودش، کارش را انجام دهد تا در نهایت کار به انجام برسد.»

معلمان زمین‌شناسی مشهد به استفاده از دبیران غیرمرتبط در تدریس درس زمین‌شناسی به‌عنوان یکی دیگر از مشکلات این رشته اشاره کردند. آنان بر این اعتقاد بودند که معلم باید توان ارائه‌ی کامل مطالب را داشته باشد و این امر تنها در صورتی محقق می‌شود که دانش‌آموختگان متخصص هر رشته، تدریس آن را برعهده بگیرند. براساس آخرین آمار، تقریباً یک سوم معلمان زمین‌شناسی این استان نیروهای غیرمتخصص این رشته‌اند که حتی در تلفظ واژه‌های تخصصی زمین‌شناسی مانند نام کانی‌ها با مشکل مواجه هستند. **اسفندیاری** در این‌باره گفت: «رشته‌ی من زمین‌شناسی است، اما جغرافیا هم درس می‌دهم. البته لازم است به این نکته اشاره کنم که برای تدریس جغرافیا از من امتحان گرفتند و بعد از آن بود که اجازه‌ی تدریس این درس را پیدا کردم. اما به نظر می‌رسد این تفکر وجود دارد که هر دبیری با هر رشته‌ی تحصیلی، می‌تواند زمین‌شناسی درس بدهد.»

زمین‌شناسی عمومی یا تخصصی؟

«همه‌جا صحبت از این است که زمین خانه‌ی ماست و زمین را دوست بداریم. اما متأسفانه در آموزش پایه‌ای و در عمل، کار مثبتی در این خصوص انجام نمی‌شود. به نظر من، زمین‌شناسی باید یک درس عمومی باشد و برای همه تدریس شود. چون شناخت زمین برای همه ضروری است. همه باید بدانند خاک چیست و چه عواملی این سرمایه‌ی ملی را از بین می‌برد. یا ما در زندگی روزانه از چه سنگ‌ها و کانی‌هایی استفاده می‌کنیم.»

این‌ها حرف‌های پراحساس خانم کریمی بود که گلایه‌مند از بی‌اهمیت شمردن زمین‌شناسی پیشنهاد جالب و قابل تعمقی ارائه کرد: «نظر من این است که مفاهیم اساسی زمین‌شناسی مثل خاک، سنگ و آب، در حد اطلاعات عمومی در سال اول برای دانش‌آموزان تمام رشته‌ها تدریس شود و یک درس اختیاری هم با عنوان زمین‌شناسی وجود داشته باشد که مفاهیم تخصصی‌تر و اطلاعات بیشتر را به دانش‌آموزان علاقه‌مند آموزش دهد. در صورتی که چنین اقدامی انجام شود، امکان کاهش حجم کتاب هم وجود دارد و بخش‌های تخصصی و سنگین کتاب فعلی هم قابل حذف و ارائه در کتابی اختیاری است. زمین‌شناسی رشته‌ای پایه‌ای و بنیادی است که بی‌توجهی به آن در سطح کشور زیان‌های بسیاری را به دنبال دارد.»

یکی دیگر از معلمان در تکمیل و تأیید این پیشنهاد اظهار داشت: «استادان دانشگاه‌ها هم گلایه‌هایی در مورد نحوه و میزان تدریس زمین‌شناسی در دبیرستان دارند. برای مثال، دکتر مدنی، استاد زمین‌شناسی دانشکده‌ی مهندسی معدن دانشگاه امیرکبیر و مؤلف کتاب‌های زمین‌شناسی، در جلسه‌ای گفت که دانش‌آموزان ریاضی ـ فیزیک هم نیاز دارند زمین‌شناسی بدانند. ایشان شکایت داشتند که دانشجویان مهندسی معدن در بدو ورود به دانشگاه حتی اطلاعات اولیه‌ی زمین‌شناسی را هم ندارند و استادان باید از ابتدا همه‌چیز را به آن‌ها آموزش دهند. اگر درس زمین‌شناسی هم بدانند درس زیست‌شناسی ۱، جزو دروس عمومی دبیرستان

برخی از مشاوران سازمان سنجش در مصاحبه‌های تلویزیونی به دانش‌آموزان سفارش می‌کنند، در زمان آزمون زمین‌شناسی سرشان را روی میز بگذارند و استراحت کنند

همه‌جا صحبت از این است که زمین خانه‌ی ماست و زمین را دوست بداریم. اما متأسفانه در آموزش پایه‌ای و در عمل کار مثبتی در این‌خصوص انجام نمی‌شود

محسوب شود، بسیاری از این مشکلات حل می‌شود.» زمین‌شناسی یکی از دروس مهم رشته‌هایی همچون مهندسی معدن، مواد و عمران است.

البته به نظر می‌رسد نارضایتی استادان زمین‌شناسی هم کاری از پیش نبرده و فعلاً وضعیت مانند گذشته است. یکی از دبیران در این مورد خاطره‌ای را نقل کرد: «در یکی از جلسات شورای‌عالی برنامه‌ریزی آموزش‌وپرورش، یکی از میهمانان جلسه که دکترای علوم‌انسانی داشت، بعدازشنیدن گلایه‌های معلمان زمین‌شناسی این موضوع را مطرح کرد که اصلاً چه ضرورتی وجود دارد که زمین‌شناسی جزو علوم پایه محسوب شود؟ یعنی تا این حد ما برای به‌دست‌آوردن و تثبیت جایگاه در آموزش‌وپرورش مشکل داریم.»

تغییر کتاب‌های زمین‌شناسی

همه‌ی حاضران در نشست بر این نکته متفق‌القول بودند که: «کتاب‌های زمین‌شناسی دبیرستان باید تغییر کنند.» نماینده‌ی مجله‌ی رشد زمین‌شناسی در این باره اظهار داشت: «رئیس سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، آقای دکتر **محمدیان** عقیده دارند که کتاب‌های موجود باید نقد شوند و در تألیف کتاب جدید، به نقد کتاب‌های قدیمی و نظرسنجی از معلمان و استادان دانشگاه‌ها اهمیت زیادی می‌دهند. از آن‌جا که بهترین افراد برای نقد و بررسی کتاب درسی، معلمان هستند، مطمئناً نظرات شما راه‌گشای تألیف کتاب‌های جدید خواهد بود.»

تغییر نظام آموزشی و تبدیل آموزش پیش‌دانشگاهی به چهارم دبیرستان، تغییر کتاب علوم زمین پیش‌دانشگاهی را غیرقابل اجتناب کرده است. البته معلمان زمین‌شناسی مشهد بر این اعتقاد بودند که هر دو کتاب باید تغییر کند. در این میان، برخی از معلمان نگران بودند که با تغییر نظام و تبدیل ۳ سال دبیرستان به ۴ سال، کتاب پیش‌دانشگاهی حذف شود. یکی از دبیران در این مورد گفت: «اگر ما در آموزش‌وپرورش متولی پیدا کنیم، اجازه نمی‌دهیم کتابی حذف شود. تا به حال هم پافشاری همکاران ما در سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی باعث شده است، این درس حذف نشود.»

صحبت‌ها به کتاب پیشنهادی جدیدی کشیده شد که مدتی قبل تألیف و برای نظرسنجی به گروه‌های زمین‌شناسی کشور ارسال شده بود. معلمان انتقادات زیادی به این کتاب داشتند و به همین خاطر تا به حال، به عنوان کتاب جدید تأیید نشده است و هنوز برای نقد و بررسی در معرض قضاوت همکاران قرار دارد. طبق نظر معلمان زمین‌شناسی مشهد، حجم این کتاب با ساعات در نظر گرفته شده برای تدریس آن هم‌خوانی ندارد. در صورت تأیید آن، یا باید از حجمش کاسته شود و یا بر ساعات تدریس آن افزوده شود. به‌طور کلی به نظر می‌رسید کتاب مورد نظر طرف‌دار چندانی در مشهد ندارد.

آقایان **رضا قاسمی** (سرگروه استان)، **محمدعلی رحیم‌زاده** (سرگروه ناحیه‌ی ۵)، **حسن جنگی** (سرگروه ناحیه‌ی ۲)، **علیرضا شجاع یامی** (سرگروه ناحیه‌ی ۱) و **محمد کشاورز** (ناحیه‌ی ۱) و خانم‌ها **مهناز بزازان** (سرگروه ناحیه‌ی تبادکان)، **ملیکه صفایی** (ناحیه‌ی ۵)، **زهرا اکبرزاده**

(سرگروه ناحیه‌ی ۳)، **گلی زنگویی** (ناحیه‌ی ۱)، **معصومه بلوریان** (ناحیه‌ی ۷)، **شهناز شاه‌قاسمی** (ناحیه‌ی ۳) و **سیما توسلی** (ناحیه‌ی تبادکان) به نمایندگی از دبیران مشهد، در مورد کتاب درسی پیشنهادات سازنده‌ای ارائه کردند که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌انداز:

- حجم کتاب کم شود.
- ساعات درس زمین‌شناسی بیشتر شود.
- علاوه بر استادان دانشگاه، معلمان هم در گروه برنامه‌ریزی و تألیف کتاب حضور داشته باشند.
- به جای استفاده از عکس پدیده‌های قدیمی زمین‌شناسی کشورهای دیگر، از عکس‌های به روز کشورمان در متن کتاب استفاده شود (کتاب بومی‌سازی شود).
- تصاویر کانی‌ها در کتاب بیشتر شود؛ چون اغلب مدارس جعبه‌ی نمونه سنگ ندارند و یا نمونه‌های ناقصی دارند.
- حفظیات این درس کم شود.
- مباحث سنگینی مثل سنگ‌ها و کانی‌ها، با مطالب کاربردی‌تری مانند زمین‌شناسی زیست‌محیطی، زمین‌شناسی پزشکی و... جای گزین شود.
- زندگی روزمره‌ی بدون شناخت زمین غیرممکن است. در این راستا بهتر است که دانش‌آموزان هر استادان در مورد زمین‌شناسی، ظرفیت‌های معدنی و کاربردهای مواد معدنی استان خودشان مطالبی بیاموزند و کاربرد زمین‌شناسی در زندگی را لمس کنند.
- کتاب‌های موجود به گونه‌ای تألیف شده‌اند که شیوه‌ی تدریس سخن‌رانی را می‌طلبند و با شیوه‌های جدید تدریس که قرار است در آموزش‌وپرورش اجرا شوند، هم‌خوانی ندارند. امروزه دیگر شیوه‌های سنتی و سخن‌رانی در کلاس جواب نمی‌دهند و کتاب جدید باید بر پایه‌ی روش‌های نوین تدریس تألیف شود. طراحی کتاب باید به گونه‌ای باشد که بیشترین کار را خود دانش‌آموز انجام دهد. کارهای گروهی و تمرینات کتاب بیشتر شود و تأکید فقط بر حجم زیادی اسم و الفاظ نباشد.
- کتاب جدید بر مبنای آزمایشگاه و کارهای عملی نگارش یابد.
- مباحث سخت کتاب سال سوم به بخش اول آن منتقل شود.
- بازدیدهای صحرایی با بازدید از موزه‌های تخصصی در درس زمین‌شناسی اجباری شود تا مشکل ساعات کم تدریس و عدم همکاری مدیران مدارس حل شود.
- املای کلمات انگلیسی مورد استفاده در کتاب زمین‌شناسی به کتاب اضافه شود تا از تلفظ‌های غلط جلوگیری کند.
- برای کتاب جدید دوره‌ی آموزش ضمن خدمت در نظر گرفته شود.

رشد زمین‌شناسی و معلمان

مدیر داخلی فصل‌نامه‌ی رشد زمین‌شناسی از دبیران دعوت کرد از جاذبه‌های زمین‌شناسی استان خود بنویسند و بدین‌وسیله با این مجله همکاری کنند. وی گفت: «سیاست جدید مجله‌ی رشد این است که مناطق قابل بازدید برای دانش‌آموزان و معلمان را در هر استان معرفی کند. حتی اگر فضایی مانند همین پژوهش‌سرای دانش‌آموزی و موزه‌ی علوم طبیعی آن را نیز توصیف و معرفی کنیم، مفید خواهد بود. چرا که به خیلی از دبیران این دید را می‌دهد که کار مشابهی انجام دهند. مثلاً ممکن است در سیستان و بلوچستان هم معلمی تشویق شود که فضایی مانند این جا را برای استفاده‌ی دانش‌آموزان با نمونه‌ی سنگ و فسیل تجهیز کند. خوش‌حال می‌شویم که شروع این کار از استان شما باشد.»

همه‌ی حاضران در نشست بر این نکته متفق‌القول بودند که: «کتاب‌های زمین‌شناسی دبیرستان باید تغییر کنند.»

گلایه‌ی معلمان زمین‌شناسی در مورد رشد آموزش زمین‌شناسی: «مجله‌ی رشد دیر به دستمان می‌رسد و یا اصلاً به دستمان نمی‌رسد.»

آقای **رضا قاسمی**، سرگروه زمین‌شناسی استان خراسان رضوی، درخصوص توزیع رشد آموزش زمین‌شناسی چنین گلایه کرد: «بیشتر همکاران ما شکایت می‌کنند که رشد زمین‌شناسی دیر به دستشان می‌رسد و یا حتی گاه اصلاً به دستشان نمی‌رسد و برای دریافت آن باید پی‌گیری‌های زیادی انجام دهند که گاه نتیجه‌ای هم ندارد.»

او افزود: «امیدوارم در این مورد چاره‌ای اندیشیده شود تا معلمان زمین‌شناسی مجله خودشان را به موقع و مرتب دریافت کنند.»

از دیگر خواسته‌های معلمان زمین‌شناسی از مجله این بود که مقالات ارسالی را با سرعت بیشتری چاپ کند.

المپیاد زمین‌شناسی

حاضران در نشست، برگزاری المپیاد زمین‌شناسی را راهی برای افزایش انگیزه‌ی دانش‌آموزان در یادگیری این درس و گامی در جهت اعتلای این رشته عنوان کردند. خواسته‌ی آنان از وزارت آموزش‌وپرورش این بود که با اختصاص مکان مناسب، بودجه‌ی کافی برای اعزام اکیپ‌های دانش‌آموزی، و استفاده از استادان بزرگ این رشته، راه را برای برگزاری المپیاد زمین‌شناسی باز کنند.

برگزاری همایش چالش‌ها و مشکلات پیش‌روی زمین‌شناسی

در پایان جلسه، آقای قاسمی به منظور مطرح کردن و انعکاس مشکلات دبیران زمین‌شناسی پیشنهاد جالبی ارائه کرد: «سال آینده همایشی با عنوان چالش‌ها و مشکلات فراراه درس زمین‌شناسی ترتیب دهیم و همکاران هم مقالاتی در این حوزه ارائه دهند. به‌خصوص اگر این همایش در تهران برگزار شود و پوشش خبری و رسانه‌ای مناسب داشته باشد، مجلسیان و دولتیان نیز از مشکلات این رشته در سطح کشور آگاه می‌شوند و مطمئناً بی‌تأثیر نخواهد بود. به‌نظر من در مورد بودجه‌ی انجام چنین فعالیتی هم نباید نگران بود، زیرا مطمئناً همکاران آن‌قدر سعه‌ی صدر دارند که هزینه‌های لازم برای شرکت در چنین همایشی را پرداخت کنند.

پیام ما به عنوان نمایندگان معلمان زمین‌شناسی استان خراسان رضوی آن است که این استان ظرفیت بالایی دارد و می‌تواند همایشی را در تهران از نظر علمی و مالی حمایت کند. ما در این مورد تجربیاتی هم داریم و ان‌شاءالله با این اقدام بخشی از مشکلات رشته‌ی زمین‌شناسی حل شود.»

کهربا

ترجمه‌ی رضا نداف
دبیر آموزش‌وپرورش قوچان

درآمد

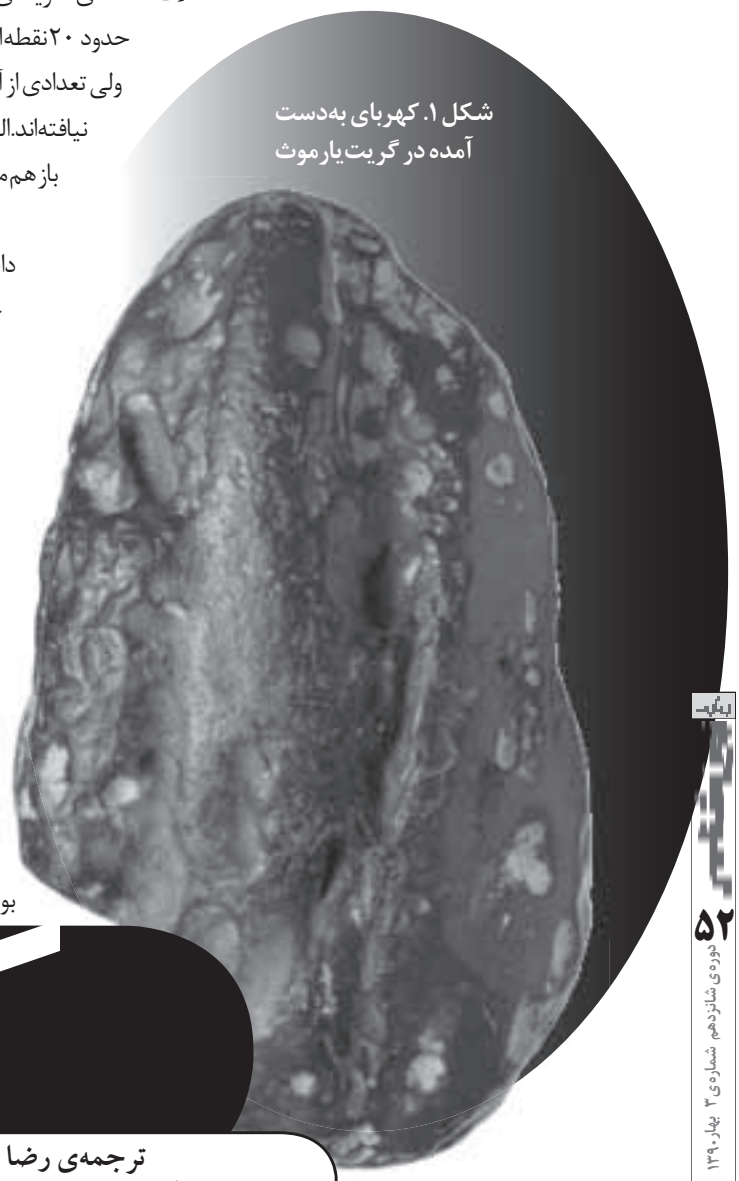
کهربا به‌عنوان یکی از ابزار دیرین‌شناسی در علوم زمین کاربردهای مهمی به‌ویژه نهشته‌های کرتاسه و اوایل سنوزوئیک دارد. از این ماده به‌عنوان زینت‌آلات استفاده می‌شود. ضمن آن‌که کاربردهای دیگری نیز دارد که در این مقاله به آن‌ها اشاره شده است.

کلیدواژه‌ها: کهربا، کرتاسه پیشین، کهن‌ترین حشرات، ائوسن پیشین، کاربرد.

پراکندگی کهربا در جهان

رسوبات دارای کهربا در صدها نقطه از گوشه و کنار جهان پراکنده هستند، اما بهره‌برداری از کهربای موجود در آن‌ها، با مشکلاتی همراه است. در بعضی از این مناطق، مقدار کهربا ناچیز است و یا به‌خاطر مسائل مالی، مثلاً مشکلات اقتصادی، هزینه‌ی بالا یا دلایل فنی، دست‌رسی به آن امکان‌پذیر نیست.

حدود ۲۰ نقطه از این رسوبات کهربای قابل توجهی داشته و به معدن تبدیل شده‌اند. ولی تعدادی از آن‌ها غیرفعال شده و برخی به‌خاطر دلایل سیاسی توسعه‌ی کافی نیافته‌اند. البته گاهی نیز با وجود به کارگیری تجربه‌های زیاد در پی‌جویی کهربا، باز هم ممکن است کهربایی به‌دست نیاید.



شکل ۱. کهربای به‌دست آمده در گریت یارموث

در جزیره‌ی «وایت»[1] واقع در انگلستان، کهربا به همراه حشرات داخل آن در میان رسوبات «ولدن»[2] متعلق به کرتاسه‌ی پیشین ـ حدود ۱۳۰ میلیون سال قبل ـ یافت شده است. این رسوبات دارای قدیمی‌ترین افق‌های حشرات در جهان هستند. در قسمت غرب منطقه واقع در حومه‌ی «هاستینگ»[3] نیز رسوبات قدیمی‌تری وجود دارند که کهربا دارد، ولی در کهربای آن حشره‌ای یافت نشده است. هر دو گروه این رسوبات ارزش علمی فراوانی دارند.

در سواحل شرقی انگلستان، به‌خصوص در منطقه‌ی «نورفولک»[4] نیز کهربا یافت شده است. برای مثال، توده‌هایی به وزن بیش از ۷۹۳ گرم در سواحل «کرومر»[5] و توده‌ای به وزن ۱/۰۴ کیلوگرم نیز در «گریت یارموث»[6] به دست آمده است (شکل ۱). نمونه‌های مذکور در موزه‌ی تاریخ طبیعی لندن نگه‌داری می‌شوند. فعالیت‌های لایروبی گسترده در سواحل دریای بالتیک موجب شده است کهرباهایی که بر اثر طوفان از صخره‌های زیر دریایی موسوم به «بلوگراند»[7] آزاد شده بودند، پراکنده شوند.

در کشور فرانسه، در یک حفاری مقدماتی حدود ۳۰۰ کیلوگرم کهربا از میان رسوبات متعلق به ائوسن پیشین به‌دست آمد. به عقیده‌ی متصدی موزه‌ی تاریخ طبیعی فرانسه، از میان ۱۰ هزار حشره‌ی موجود در این کهرباها تعداد ۲۰۰ عدد از آن‌ها به لحاظ علمی جدید هستند. بیشتر کهربایی که در اروپا یافت می‌شود، در ارتباط با فعالیت‌های یخچالی هستند و بنابراین به حوزه‌ی بالتیک، مانند لهستان، آلمان شرقی و دانمارک محدود می‌شوند.

در طول تاریخ در مورد رسوبات حاوی کهربا مطالب اندکی عنوان شده است. قدیمی‌ترین مطلب در مورد کهربا به سال ۱۶۳۹ میلادی برمی‌گردد که گاهی از آن به عنوان کهربای سیسیلی[8] یاد کرده‌اند. در سال ۱۸۹۶، کهربا توجه **بوفون** را به خود جلب کرد و از آن تاریخ به بعد، طرف‌داران بسیاری یافت. در آن زمان کهربا به‌صورت تجاری استخراج نمی‌شد، بلکه در میان شکاف‌ها و یا در سیلت‌های غنی از رس به همراه لیگنیت در حاشیه‌ی رودخانه‌ی «سیمتو و سالسو»[9] به دست می‌آمد. در آن زمان کار صیقل‌دادن کهربا در یک کارگاه صنعتی کوچک آغاز شد. به‌خاطر افزایش تقاضا، بخشی از کهربای مورد نیاز نیز از بالتیک وارد می‌شد که امروزه اشتباهاً به آن کهربای سیسیلی می‌گویند.

در حال حاضر کهربا از معادن موجود در منطقه‌ی «ساملندپنینسولا»[10] از جمله معدن «پالمنیکن» واقع در سواحل بالتیک استخراج می‌شود (شکل ۲). عملیات بهره‌برداری از معدن مذکور از سال ۱۸۷۵ تا به امروز ادامه داشته و از سال ۱۹۳۰ به بعد عمل استخراج کهربا به‌صورت صنعتی انجام گرفته است. این معدن سالانه بالغ بر ۴۵۰ هزار کیلوگرم کهربا تولید داشته است. قیمت کهربای شفاف بالتیک در مرکز تجاری شهر «کالین‌گراد»[11] هر گرم معادل یک پوند است. قیمت کهربایی که داخل آن حشره وجود دارد، با توجه به اندازه و کیفیت آن، می‌تواند از ۸ پوند برای هر گرم تا چندین هزار پوند استرلینگ برسد. کهربای پردازش شده[12] به آسانی در دسترس است و با قیمت هر گرم حدود ۴۰ پنی به فروش می‌رسد. نمونه‌های کهربای صیقل داده شده قیمت‌های متفاوتی دارند. برای مثال، نمونه‌ای به ابعاد ۴۰×۳۰ میلی‌متر ممکن است قیمتی حدود ۴۵ پوند داشته باشد.

جزیره‌ی «هیسپانیولا»[13] واقع در جمهوری دومینکن، با داشتن معادنی نظیر «پالو آلتو»[14] و «بایاکانا باسین»[15] تولیدکننده‌ی اصلی کهربای آن‌جاست. در مناطق مذکور توده‌های کهربا به وزن ۸ کیلوگرم به رنگ‌های زرد تا قهوه‌ای دیده شده است. نمونه‌هایی نیز به رنگ قرمز و آبی در بعضی از معادن وجود دارند. کهربای موجود در داخل گل‌سنگ‌های کربناتی خاکستری رنگ به سن میوسن میانی این مناطق که گاهی در دست فروشنده‌ها دیده می‌شود، قیمتی پایین‌تر از کهربای بالتیک دارد. به‌طوری که قیمت آن از هر گرم ۵۰ پنی شروع می‌شود و در صورت وجود حشره در آن، قیمت از ۲ پوند تا بیش از چند هزار پوند افزایش می‌یابد. برای مثال در سال ۱۹۷۷، قیمت تعیین شده برای یک تکه کهربای صیقل داده شده به وزن ۶/۷۲ گرم که داخلش یک سوسک سالم قرار داشت، ۱۵۰۰ پوند و قیمت یک تکه کهربا به وزن ۱۰۵/۴۹ گرم حاوی یک پروانه، یک هزارپا و یک عنکبوت معادل ۲۵۰۰ پوند تعیین شد. چنین استقبالی سبب رونق تجارت کهربا در جمهوری دومینکن شده است.

در منطقه‌ی «چیاپاس»[16] واقع در کشور مکزیک، ذخایری از کهربا با کیفیت بالا کشف شده است. اما با وجود ظرفیت بالای تولید، گفته می‌شود که دست‌رسی به افق کهربا بسیار پرهزینه است و به‌خاطر قیمت بالای آن، کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در آمریکای شمالی، مناطقی مانند «مدیسین هت»[17] واقع در ایالت آلبرتای کانادا یا سدر لیک[18] در ایالت منتی توبا[19] کانادا ـ که اخیراً به زیر آب‌های دریاچه‌ی یک سد فرو رفت ـ و «کلربورن»[20] در ایالت آرکانزاس، از نظر کهربا به سن کرتاسه اهمیت دارند. اما کهربای موجود در رسوبات ترشیر اهمیت اقتصادی چندانی ندارد. فروشنده‌های محلی قادرند این دو نوع کهربا را به آسانی از هم تشخیص دهند.

«بورمیت»[21] نام تجاری کهربایی معروف به رنگ نارنجی ـ قرمز تیره به سن کرتاسه پیشین است. این کهربا از دره هوکاوینگ[22] در کشور برمه به دست می‌آمده است. اما امروزه گفته می‌شود که این ماده به اتمام رسیده است و اخیراً اثری از آن در بازار دیده نمی‌شود. کهربای این منطقه از نظر اندازه بی‌نظیر بوده و بیشتر آن به چین صادر می‌شده است.

کاربردهای کهربا

کهربا دارای کاربردهای فراوانی است. در این‌جا به کاربرد آن در هنر، پزشکی، دیرینه‌شناسی و برخی کارهای متفرقه اشاره می‌شود.

کاربرد کهربا در هنر

کهربا ماده‌ای نرم است و به آسانی می‌توان آن را تراش داد. هم‌چنین، به‌خاطر جذابیت رنگ و هیجان‌انگیز بودن چشم‌انداز آن در تهیه‌ی زیورآلات مورد استفاده قرار گیرد. به احتمال زیاد، نخستین کاربرد

کهربا توسط بشر به همین منظور بوده و نشانگر نوعی نماد برای وی بوده است. در کاوش‌های باستان‌شناسی بعضی مناطق، از جمله غارهای قابل سکونت بشر در بخش‌های شمالی و مرکزی اروپا، مهره‌ها و طلسم‌هایی از جنس کهربا مربوط به عصر پارینه سنگی (عصر پالئولیتیک) یافت شده است. در هزاره‌ی دوم قبل از میلاد و در عصر برنز، پیشرفت‌هایی در فنون تراش دادن اجسام از جمله کهربا ایجاد شد. در این زمان از کهربا به عنوان پول رایج نیز استفاده می‌شده است.

آشوری‌ها و بابلی‌های قدیم شیفته‌ی جواهراتی از جنس کهربا بودند، برای مثال، در آرامگاه‌های آنان اشیایی از جنس کهربا یافت شده است. آنان از کهربا علاوه بر جواهرسازی در ایجاد نقش‌های برجسته‌ی تزئینی روی اشیایی مانند کوزه و گلدان نیز استفاده می‌کردند.

فنجان کهربایی که از داخل یک مقبره در «هاو»[۲۳] کشف شده، بدون شک مهم‌ترین شیء کهربایی است که در انگلستان کشف شده است. شیء مذکور در سال ۱۸۲۱ حین حفاری در «کلاندون بارو»[۲۴] در نزدیکی هاو واقع در «ساسکس» در جنوب انگلستان یافت شد. تاریخ تپه به تمدن «وسکس» (۱۱۹۳-۱۲۸۵ قبل از میلاد) مربوط است. این شیء گران‌بها در حال حاضر در موزه‌ی «بوث»[۲۵] در شهر «برینگتن»[۲۶] نگه‌داری می‌شود. کهربا در روم و یونان باستان از محبوبیت فراوانی برخوردار بود و تجارت آن به‌خصوص از ناحیه‌ی بالتیک به روم رونق فراوانی داشت. با تسلط جنگاوران قوم توتون بر ناحیه‌ی بالتیک، این موضوع اهمیت بیشتری یافت و کهربا به عنوان یک کالای اساسی تجاری در سرتاسر قرون وسطا مطرح بود. محموله‌های بزرگ کهربا توسط کشتی به مکانی موسوم به «اتحادیه کهربا»[۲۷] فرستاده می‌شد و در آن‌جا برای تهیه‌ی اشیای مذهبی از قبیل تسبیح، صلیب، تزئینات روی جعبه‌های اشیای مقدس و تابوت مورد استفاده قرار می‌گرفت. امروزه تعداد زیادی از این اشیا در موزه‌ها، گنجینه‌ی کلیساها و مجموعه‌های خصوصی نگه‌داری می‌شوند.

«اتاق کهربا» یکی از شگفت‌انگیزترین کارهای هنری در رابطه با کهربا بود، این اثر را صفحاتی از جنس چوب بلوط با تکه‌هایی از کهربا در زمینه‌ای مزین به گل شکل می‌داد. در سال ۱۷۰۱، این اتاق به‌یاد ماندنی به دستور **فردریک پادشاه پروس**، به عنوان اتاق ضیافت کاخ اصلی وی در شهر برلین مورد استفاده قرار گرفت. در سال ۱۷۱۱، هنگامی که **فریدریک ویلهلم اول** معاهده‌ی اتحاد پروس ـ روس را با **سزار پطر اول** امضا کرد، به منظور گرامی‌داشت این واقعه، اتاق مذکور را به سزار پطر اهدا کرد که در کاخ زمستانی قدیمی وی برپا شد. سرانجام در سال ۱۷۵۵، اتاق کهربا به کاخ «اکاترینسکی»[۲۸] در نزدیکی سن پطرزبورگ (لنینگراد) انتقال یافت.

در سال ۱۹۲۱، ارتش آلمان نازی به شهر لنینگراد حمله کرد و علی‌رغم تلاش روس‌ها برای پنهان ساختن اتاق کهربا، سرانجام به دست سربازان ارتش نازی افتاد. آنان قطعات اتاق کهربا را به «کالین گراد»[۲۹] (کانیز برگ[۳۰]) انتقال دادند. شهر کالین گراد در سال ۱۹۴۵ توسط نیروهای متفقین بمباران شد و بدین‌ترتیب موجودیت اتاق کهربا در جریان یک فتنه‌ی بین‌المللی مورد تهدید قرار گرفت. لازم به ذکر است که روس‌ها قبلاً نسخه‌ی دومی از این اتاق تهیه کرده بودند.

طی قرون ۱۸ و ۱۹ میلادی، کهربا برای ساخت اشیایی مانند پیپ و نی سیگار مورد استفاده قرار می‌گرفت و هم‌چنین به‌طور گسترده برای تهیه‌ی کهربای پردازش شده که در حالت خمیری از آن جدا می‌شود؛ کاربرد داشت. کهربای به‌کار رفته در جواهراتی مانند گردنبند ممکن است که از نوع اصل نباشد و بدل باشد. البته شناسایی کهربایی که روی جواهر نصب شده است، کار ساده‌ای نیست. البته کیفیت ماده‌ی به‌کار رفته می‌تواند راهنمای خوبی باشد و جواهرساز با نگاهی دقیق به آن می‌تواند از اصل بودن کهربا مطمئن شود.

گردنبند کهربایی که حدود ۱۲ نگین در آن به‌کار رفته باشد، حدود ۳۰۰ پوند ارزش خواهد داشت. وجود حشرات مخصوصاً در جواهرات آویزی، موجب افزایش قیمت آن می‌شود.

در جزیره‌ی «وایت» واقع در انگلستان، کهربا به همراه حشرات داخل آن در میان رسوبات «ولدن»[۲] متعلق به کرتاسه‌ی پیشین ـ حدود ۱۳۰ میلیون سال قبل ـ یافت شده است. این رسوبات دارای قدیمی‌ترین افق‌های حشرات در جهان هستند

کاربرد کهربا در پزشکی

اسناد و مدارک متعدد ثابت می‌کنند که معالجات پزشکی در دنیای قدیم به هیچ عنوان افسانه نبوده است. برای مثال، در سال ۱۵۰۲ میلادی، **کاملوس لئوناردوس**، در کتاب «اسپیکولوم لاپیدوم»[۳۱] در بخش کاربردهای کهربا چنین می‌نویسد: «به‌طور طبیعی از ابتلای

به بیماری اسهال جلوگیری می‌کند و در درمان ناراحتی‌های گلو مؤثر است. به‌علاوه، خواص ضدسم خوبی دارد. اگر مردی هنگام خواب همسرش، کهربا را روی سینه‌ی او قرار دهد، وی را به اعتراف به اعمالش وادار خواهد کرد. کهربا در سفت شدن مجدد دندانی که لق شده مؤثر است و دود آن می‌تواند حشرات موذی را فراری دهد.»

حتی در قرن ۱۸ میلادی، پزشکانی مانند **جان کوک**[۳۲] برای کهربا خواص مهمی مانند اختلال در مغز و هم‌چنین معالجه‌ی خونریزی‌ها قائل بوده‌اند.

کاربرد کهربا در دیرینه‌شناسی

یقیناً کهربا در دانش دیرین‌شناسی ارزش فراوانی دارد. مطالعه‌ی میان باورهای درون کهربا دریچه‌ای به‌سوی تکامل در یک دوره‌ی مشخص از تاریخ زمین را می‌گشاید. مطالعه‌ی فسیل گونه‌های یک جمعیت در میان کهرباهایی با سن متفاوت، درک پدیده‌ی تکامل آن گونه‌ها را میسر می‌سازد. بررسی حشرات درون کهرباهایی که سن متفاوتی دارند، حاکی از تغییر در گونه‌های حشرات از کهرباهای قدیمی به جدید است. قدیمی‌ترین کهربای دارای حشره به سن نئوکومین (کرتاسه تحتانی) بوده که در لبنان یافت گردیده است.

قدیمی‌ترین زنبور شناخته شده با نام علمی «Trigo-naprisco» و ابتدایی‌ترین مورچه با نام «Sphecomyrina freyi» در کهرباهای کرتاسه‌ی نیوجرسی آمریکا مطالعه شده‌اند. زنبور مذکور در موزه‌ی تاریخ طبیعی آمریکا و مورچه مورد بحث در موزه‌ی جانورشناسی تطبیقی دانشگاه هاروارد نگه‌داری می‌شوند. مجموعه‌ای موسوم به «آکرا»[۳۳]، از جمله مهم‌ترین مجموعه‌هایی است که به‌خاطر حشرات دوره‌ی کرتاسه آن که در کهربا قرار دارند، مورد توجه فراوانی است. این مجموعه در موزه‌ی تاریخ طبیعی آمریکا نگه‌داری می‌شود (شکل ۲) و (شکل ۳).

کاربردهای متفرقه کهربا

شاید یکی از اولین کاربردهای کهربا سوزاندن آن به منظور ایجاد بخور بوده باشد. زیرا بخور آن می‌تواند حالت گیجی و وهم ایجاد کند. از سایر رزین‌ها نظیر «کوپال»[۳۴]، «کندر»[۳۵] و «مایره»[۳۶] (نوعی صمغ) نیز برای این منظور استفاده می‌شده است. کهرباهای با کیفیت بالا

شکل ۲. مجموعه‌ای از حشرات موجود در کهربا

شکل ۳. حشرات در یک قطعه کهربا

در ساخت وسایل تزئینی و بقیه در تهیه‌ی روغن‌های جلا مورد استفاده قرار می‌گرفتند. یونانیان باستان از کهربای زرد رنگ برای تولید روغن جلا استفاده می‌کردند. آن‌ها به‌طور رمانتیک نام این روغن جلا را به نام ملکه‌ی مو طلایی **برنیک**[۳۷] نامیدند. این نام به لاتین «Bernix» و سپس به «Vernix» و سرانجام در زبان انگلیسی به «Varnish» تبدیل شده است.

حدود ۹۰ درصد کهربای استخراج شده از معدن «پالنیکن»[۳۸] در سواحل بالتیک، دارای کیفیت پایین و تنها برای فراوری شیمیایی مناسب است. از این کهربا بر اثر عمل تقطیر مقدار ۶۵ درصد «کلوفان کهربادار» (کلوفان = رزین زرد یا قهوه‌ای) مقدار ۱۵ تا ۲۰ درصد روغن کهربا و دو درصد اسید برای مصارف پزشکی و تهیه‌ی مواد رنگی به دست می‌آید. ذرات کوچک کهربا را به روش هیدرولیکی فشرده می‌کنند تا به کهربای فراورده تبدیل شود.

اطمینان از اصل بودن کهربا بستگی به صداقت فروشنده و یا مهارت خود فرد هنگام خرید دارد. روش‌های سنتی شناسایی کانی‌ها نمی‌تواند برای شناخت کهربا به‌کار برود. اما می‌توان به کمک طیف مادون قرمز در گستره‌ی عدد موجی ۱۹۰۰-۷۰۰ cm^{-1} کهربا را از بدل رایج آن، یعنی کوپال، شناخت. در واقع، بسیاری از نمونه‌هایی که در موزه‌ها به عنوان کهربا نام‌گذاری شده‌اند، اصل نیستند و اغلب کوپال هستند، شناسایی کهربا توسط افراد غیرحرفه‌ای کار آسانی نیست. در مورد کهرباهای قدیمی شانس بیشتری وجود دارد که اصل باشند، گاهی اطراف کهربای اصل را لایه‌ای از جرم روشن احاطه کرده است که البته باز هم احتمال بدل بودن آن وجود دارد. در امور تجاری، شناسایی کهربا از طریق تجربه صورت می‌گیرد و فرد خبره می‌تواند با لمس‌کردن و یا بوییدن، کهربای اصل را تشخیص دهد؛ هرچند که باز هم احتمال خطا وجود دارد.

در طول تاریخ، مواد بسیاری به عنوان بدل کهربا استفاده می‌شده‌اند که معروف‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از:

باکلیت[۳۹]: نام تجاری «فنل-فرمالدئید»[۴۰] یا «فنولیک رزین»[۴۱] است که در دوران **ملکه ویکتوریا** و پادشاهی **ادوارد** به‌عنوان کهربا در تهیه‌ی جواهرات به‌کار می‌رفته است. با تجزیه‌ی شیمیایی به آسانی می‌توان این ماده را شناخت. زمانی که این ماده در ساختن جواهرات به‌کار می‌رفت، اموال منقول موروثی صاحب آن نیز محسوب می‌شد.

کافور[۴۲] **($C_{10}H_{16}O$)**: به‌طور طبیعی از درخت کافور با نام علمی «Cinnamum Camphora» که گیاه بومی مناطق خاور دور است، به‌دست می‌آید.

کازئین[۴۳]: ماده‌ای خمیری که سازنده‌ی آلبومین شیر است. هنگامی که با آب و فرمالدوید مخلوط شود، ترکیبی مایل به زرد تولید می‌کند که می‌توان آن را برش داد. چگالی آن کمی از کهربا بیشتر است.

سلولوئید[۴۴]: گاهی آن را به‌عنوان کهربای عتیقه نیز می‌شناسند. این ماده شکل‌پذیر و ساخته‌ی دست بشر، ترکیبی از نیتروسلولز و کافور است که هنگام مالش دادن به اجسام، رایحه‌ای خوش‌بو از آن استشمام می‌شود. تشخیص آن از کهربای اصل مشکل است و به تجزیه‌ی شیمیایی نیاز دارد. چگالی آن از کهربا بیشتر و به‌شدت قابل اشتعال است.

کافور: صمغی است که در نیوزیلند از نوعی درخت به نام «کائوری»[۴۳] با نام علمی «Agathis australis» و «Damnara australis» به‌دست می‌آید. در مناطقی آن را به نام صمغ کائوری می‌شناسند. کوپال می‌تواند یک رزین شبه فسیل باشد که غالباً هزاران سال از عمر آن می‌گذرد. گاهی دارای میان‌بارهایی از جانور و گیاه امروزی نیز هست. کوپال خصوصیاتی شبیه کهربا دارد. تنها محدود به نیوزیلند نیست، بلکه در کشورهایی نظیر ژاپن و شرق آفریقا نیز گیاهی از جنس «هایمنیا»[۴۴] آن را تولید می‌کند. این ماده در آمریکای جنوبی نیز یافت شده و برای مصارفی مانند بخور دادن مورد استفاده قرار می‌گرفته است. نام کوپال از واژه‌ی مکزیکی «Copali» به معنای بخور دادن مشتق شده است.

هرگاه کوپال در معرض نور و هوا قرار گیرد، ترک‌های عمیقی در سطح آن ظاهر می‌شود. اما در چنین شرایطی این ترک‌ها در سطح کهربا کم‌عمق‌تر ایجاد می‌شود. با این آزمایش ساده می‌توان کوپال را تشخیص داد: هرگاه یک قطره الکل با سطح کوپال تماس پیدا کند، مواد فرار موجود در کوپال با الکل واکنش می‌دهند. درنتیجه، جلای آن از بین می‌رود و سطح چسبنده‌ای را پیدا می‌کند. درحالی‌که کهربا چنین واکنشی را انجام نمی‌دهد.

طبیعی است که قیمت کوپال در بازار ارزان‌تر و قیمت عمده‌فروشی آن حداقل

کیلویی پنج پوند است.

آبگینه[47]: این ماده نیز به‌عنوان کهربا به‌کار رفته است، اما تشخیص آن آسان است. امروزه مخصوصاً در مکزیک و جمهوری دومینکن مواد پلاستیکی نظیر «پولی‌استر»[48] یا «پولی‌استیرن»[49] جای‌گزین کهربا شده‌اند. معمولاً داخل این مواد بدلی نیز موجوداتی نظیر مارمولک به چشم می‌خورند. اتفاقاً در جزیره‌ی «هیسپانیولا»[50] مارمولک نیز وجود دارد. البته وضعیت غیرطبیعی این موجودات را به آسانی می‌توان تشخیص داد. با این وجود، گاهی در مراکز عرضه‌ی کهربا، خریداران ساده‌لوح فریب می‌خورند و پولشان هدر می‌رود.

گاهی حتی میان بارهای درون کهربا نیز بدلی معرفی شده‌اند. در سال ۱۹۶۵، ادعا شد که اکثر حشرات موجود در کهربای دوره‌ی ترشیاری بدلی هستند. در چنین مواقعی یک دیرینه‌شناس می‌تواند با تعیین سن حشره مشخص سازد که آن حشره متعلق به زمان‌های گذشته است و یا به نمونه‌های امروزی تعلق دارد. با وجودی که در این مورد اطلس‌های تصویری با ارزشی نیز تهیه شده‌اند، اما هنوز هم توصیه می‌شود از یک دیرینه‌شناس کمک گرفته شود.

چنان‌چه یک تکه کهربا را در محلول اشباع‌شده‌ای از نمک طعام بیندازیم، کهربا در آب نمک شناور خواهد شد و بدون استفاده از وسایل آزمایشی شناسایی می‌شود. البته کوپال نیز این ویژگی را دارد، اما با انجام این آزمایش می‌توان مواد پلاستیکی غیرطبیعی مشکوک را از کهربا تشخیص داد.

«پولک خورشید»[51] اشکالی هذلولی هستند که در بعضی از کهرباها دیده می‌شوند. این اشکال به علت آرایش حباب‌های گرم در داخل کهربا به‌وجود آمده‌اند. ظاهراً این حباب‌ها به اهمیت کهربا می‌افزایند.

مراقبت از کهربا

کهربا ماده‌ای است که به آسانی تجزیه نمی‌شود و غالباً اگر در معرض تابش نور مستقیم خورشید قرار نگیرد، پایدار می‌ماند. اگر کسی کهربایی متعلق به دوره‌ی کرتاسه داشته باشد، واقعاً فرد خوش‌شانسی است، اما باید نهایت مراقبت را از آن به‌عمل آورد. زیرا این نوع کهربا شکننده و غالباً دارای ترک فراوان است و در صورت قرار گرفتن به مدت طولانی در معرض هوا، ترد و شکننده می‌شود. عده‌ای ایجاد یک لایه‌ی رزین مصنوعی در اطراف کهربا را به‌منظور دوام بیشتر آن توصیه می‌کنند.

«کهربای سیسیلی»[52] به‌خاطر تنوع رنگ‌هایش ارزش فراوانی دارد. رنگ نمونه‌های قرمز تیره به مدت زمان زیادی ثابت می‌ماند، اما رنگ نمونه‌های سبز و آبی دوام چندانی ندارد و کم‌کم رنگ آن‌ها محو می‌شود. ظاهراً کار زیادی هم برای رفع این مشکل نمی‌توان انجام داد.

در این‌جا سخن خردمندانه‌ای را از **بوت فلت**[53] در سال ۱۹۸۰ نقل می‌کنیم که عقیده دارد: در حفاظت از کهربا باید به وضع ظاهری و موزون ماندن آن توجه و دقت کافی داشت. در مجموع کهربا ماده‌ای پرطرف‌دار با جایگاهی ارزشمند در میان سایر مواد معدنی است.

قدردانی: از همکار ارجمندم، جناب آقای **مجید کوهستانیان** که اصل مقاله را برای ترجمه در اختیار این‌جانب قرار دادند، صمیمانه سپاس گزارم.

پی‌نوشت

1. Wight
2. Wealden
3. Hasting
4. Norfolk
5. Cromer
6. Great Yarmouth
7. blue ground
8. simetite
9. Simeto & Salso
10. Samland Peninsula
11. Kaliningrad
12. Amoroid
13. Hispaniola
14. Palo Alto
15. Bayaqana Basin
16. Chiapas
17. Medicine Hat
18. Ceder Lake
19. Mantitoba
20. Clairborne
21. Burmite
22. Hukawing
23. Hove
24. Clandon Barrow
25. Booth
26. Brighton
27. Amber Guild
28. Ekaterinsky
29. Kaliningrad
30. Konisberg
31. Speculum Lapidum by: Camellus Leonardus
32. Gohn Cook
33. Acra Collection
34. Copal
35. frankincense
36. myrrh
37. Berenice
38. Palmnicken
39. Bakelite
40. Phenol-formaldehyde
41. Phenolic-resin
42. Camphor
43. Casein
44. Celluloid
45. Kauri
46. Hymenaea
47. Glass
48. Polyster
49. Polystyrene
50. Hispaniola
51. sun spangles
52. simetite
53. Botfeldt

منبع

Blackwell Publishing Ltd, Geology Today, Vol. 23. No. 2, March-April 2007

مطالعات پارینه‌لرزه‌شناسی روی گسلهٔ پیشوا
(جنوب خاوری تهران)

طاهره مجیدی‌نیری*، حمید نظری، منوچهر قرشی**، مرتضی طالبیان**، آمنه کاوه‌فیروز***
* دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران
** پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

درامد

گسلهٔ پیشوا با درازایی حدود ۳۵ کیلومتر در جنوب خاوری ورامین، در مرز بین ایالتهای ساختاری البرز و ایران مرکزی قرار گرفته است. روند کلی گسله، شمال باختری- جنوب خاوری (N۳۳E و N۳۸W) و دارای سازوکار معکوس همراه با مؤلفهٔ چپ‌بر است. «پیچ و خم پیشانی کوهستان»[1] برای پرتگاه پیشوا عدد ۱/۱۲، و میزان «مسطح‌شدگی پیشانی کوهستان»[2] ۸۱ درصد محاسبه شده است. بنابراین براساس نشانه‌های پیچ و خم، و مسطح‌شدگی پیشانی کوهستان و انحراف آبراهه‌ها، گسلهٔ پیشوا از لحاظ ریخت زمین‌ساختی فعال در نظر گرفته می‌شود. نقطهٔ مطالعاتی با مختصات ۵۶۶۸۵۲-۳۹۰۶۴۳۷ (UTM)، به دلیل انحراف مشخص آبراهه‌ها، برش واضح گسله و وجود رسوبات ریزدانه، برای حفر ترانشهٔ دیرینه لرزه‌شناسی مناسب به‌نظر می‌رسد.

کلیدواژه‌ها: پارینه لرزه‌شناسی، ترانشه، نشانه‌های زمین ریخت‌شناسی، گسلهٔ پیشوا.

مقدمه

گسلهٔ پیشوا در جنوب خاور شهر پیشوا واقع است. پیشوا یکی از شهرهای شهرستان ورامین، و ورامین یکی از شهرستانهای جنوب خاور استان تهران است. گسلهٔ پیشوا بین طول جغرافیایی ´۴۳ °۵۱ و ´۰ °۵۲ و عرض جغرافیایی ´۱۸ °۳۵ و ´۶ °۳۵ قرار گرفته است. جادهٔ تهران- ورامین و پس از آن پیشوا برای دست‌رسی محلی به منطقه قابل استفاده‌است.

به‌طور کلی، منطقه از دو بخش هموار و کوهستانی پدید آمده است. کوهها درنتیجهٔ فرایندهای ساختاری، به‌ویژه چین‌خوردگی رسوبات ترسیر به‌وجود آمده‌اند [Berberian & King, ۱۹۸۱]. گسلهای پرشمار در جهت‌های متفاوت موجب جابه‌جایی واحدهای گوناگون در منطقه شده‌اند که از میان مهم‌ترین آنها می‌توان به راندگی «تاقدیس کوه سرخ» با طول ۲۰ کیلومتر و امتداد N۵۰W و «تاقدیس کوه گچ» در جنوب تاقدیس کوه سرخ با طول بیش از ۴۰ کیلومتر و امتداد N۳۰W در نزدیکی گسلهٔ پیشوا اشاره کرد. محدودهٔ مورد مطالعه از نظر تقسیمات ساختاری در پهنهٔ ایران مرکزی (نبوی، ۱۳۵۵) قرار گرفته است.

گسترهٔ گسلهٔ پیشوا در شمالی‌ترین بخش ایالت ساختاری و ایران مرکزی و در همسایگی لبهٔ جنوبی ایالت البرز قرار دارد. مرز میان این دو ایالت کاملاً آشکار و ناگهانی نیست و به این خاطر، منطقه را به‌طور قطعی به یک

ایالت مشخص نمی‌توان نسبت داد. چرا که هم از دیدگاه رسوبی و هم از نظر ویژگیهای ساختاری، از هر دو ایالت تأثیر پذیرفته است.

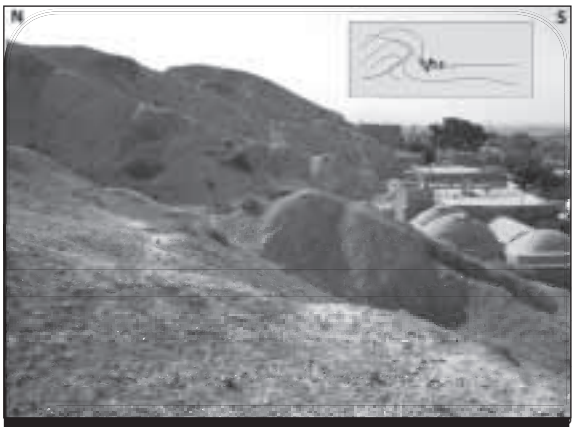
منطقهٔ مورد بررسی از نظر جغرافیایی به البرز جنوبی تعلق دارد، درحالی‌که در پهنه‌بندی زمین‌ساختی، جغرافیای دیرینه و سنگ‌شناسی، گاهی به ایران مرکزی (Berberian & King, ۱۹۸۱؛ Schroder, ۱۹۴۴) و شمال ایران مرکزی (نبوی، ۱۳۵۵) و گاهی به پهنهٔ البرز (افتخارنژاد، ۱۳۵۹؛ Stocklin, ۱۹۶۸) و حتی زیرزون ماگمایی (نوگل سادات، ۱۹۹۲)، زون ترشیر جنوبی (Delenbach) ۱۹۶۴؛ Engalenc, ۱۹۶۹)، حوضهٔ مرکزی و رود شور (Berberian, ۱۹۷۴؛ Tchalenco, ۱۹۷۴) و مرز ایران مرکزی و زون ترشیر جنوبی (Stocklin, ۱۹۷۴) نسبت داده شده است. صفایی (۱۳۶۸) روند عمومی و سبک ساختاری آن را همانند البرز مرکزی دانسته و حوضهٔ رسوبی، رخساره‌ها و سازندهای آن را به‌طور کامل همانند ایران مرکزی در نظر گرفته است.

با توجه به طویل بودن گسلهٔ پیشوا، برای تعیین محل ترانشه، ابتدا بررسی دقیقی روی تصاویر ماهواره‌ای با دقتهای متفاوت (از جمله تصاویر ETM، SPOT و...) و تصاویر SRTM و DEM برای محاسبهٔ میزان و نحوهٔ جابه‌جاییها انجام شد. پس از براورد میزان جابه‌جاییهای به‌دست آمده از آبراهه‌ها، مطالعات صحرایی وسیع برای یافتن محل مناسب برای حفر ترانشه انجام شد.

گسلهٔ پیشوا

گسلی است با درازی ۳۴ کیلومتر و راستای چیرهٔ شمال باختری- جنوب خاوری که از جنوب خاوری ورامین آغاز می‌شود و تا میل جنوب خاوری تاقدیس کوه گچ ادامه می‌یابد. سازوکار این گسله، فشاری با شیب به سمت شمال خاوری است که به روشنی انباشته‌های کواترنر را بریده است و مرز میان کوه و دشت را در پیشوا تشکیل می‌دهد. در حال حاضر، شماری از خانه‌های پیشوا روی این گسله ساخته شده‌اند. بربریان و همکارانش (۱۳۶۴) سراسر طول گسله را به‌صورت یک خط پیوسته در نظر گرفته‌اند، آن را بر پایهٔ سیمای ظاهری گسله واژگونه معرفی کرده‌اند که در بخش جنوب خاوری به یک گسلهٔ راندگی تبدیل می‌شود.

از نظر هندسی می‌توان گسلهٔ پیشوا را به دو بخش شمال باختری و جنوب خاوری تقسیم کرد و در حد فاصل آنها، یک گسلهٔ برنده از نوع انتقالی چپ‌گرد را در نظر گرفت. از دیدگاه ساختاری نیز می‌توان گسلهٔ پیشوا را به‌عنوان گسلی در یال جنوب باختری تاقدیس کوه گچ و به موازات آن به حساب آورد که سبب فرازگیری تاقدیس نسبت به دشت ورامین شده‌است. برش زمین‌ساختی زیبایی از زون گسلهٔ پیشوا در شمال خاوری مسجد و پارک پیشوا در خرداد ۱۳۶۴ به‌دست آمد. در این برش، شیب لایه‌های برگشتهٔ نئوژن در نزدیکی گسله بسیار زیاد (پیرامون ۸۰ درجه) است که به سوی شمال خاوری (با دور شدن از گسله) کاستی می‌گیرد. محور تاقدیس رسوبات نئوژن بسیار نزدیک به گسلهٔ پیشوا و موازی آن است [بربریان و قرشی، ۱۳۶۴] (تصویر ۱).

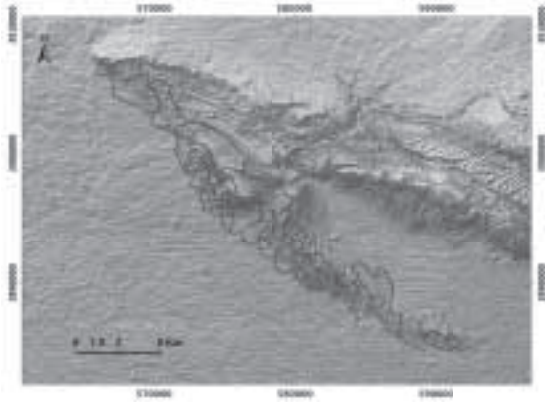


تصویر ۱. نمایی از پرتگاه پیشوا و لایه‌های برگشتهٔ آن بر روی گسلهٔ پیشوا، همراه با وضعیت شماتیک از تأثیر گسله بر واحدهای زمین‌شناسی و برگشتگی لایه‌ها. عکس‌برداری از نقطه‌ای با مختصات ۵۶۶۸۱۲، ۳۹۰۶۵۱۳ (با تغییر از: نظری، ۲۰۰۶)

بررسی نشانه‌های زمین ریخت‌شناسی

از آن جا که گسلهٔ پیشوا جزو نواحی کوهستانی محدودشده به‌وسیلهٔ گسلها به حساب می‌آید، بررسی مورفولوژی ناحیه روش مناسبی برای ارزیابی تکتونیک فعال به‌شمار می‌رود. از این‌رو، برای محاسبهٔ نشانه‌های زمین ریخت‌شناسی، آبراهه‌های اصلی با استفاده

تصویر ۲. نقشهٔ زمین‌شناسی ساختاری پهنهٔ پیشوا- کوه سرخ (Abbasi et al, ۲۰۰۵)، وضعیت گسلهٔ پیشوا با توجه به تکه‌بندی انجام‌شده توسط شبانیان و همکارانش (۱۳۷۷)، و برشهای ساختاری موجود در منطقه (پژوهشگاه بین‌المللی زلزله و مهندسی زلزله، ۱۳۸۵)



تصویر ۳. نمایش وضعیت آبراهه‌ها و حوضه‌های آبریز جدا شده در پرتگاه پیشوا. تصویر زمینه، مدل ارتفاعی دیجیتال (DEM) تهیه شده از نقشهٔ توپوگرافی ۱:۲۵/۰۰۰ (سازمان نقشه‌برداری کشور) است. خطوط سفیدرنگ نشانگر آبراهه‌های اصلی، خط سیاه‌رنگ نشان‌دهندهٔ (با فلشهایی به سمت شمال خاور) گسلهٔ پیشوا، و خطوط خط‌چین زردرنگ مشخص‌کنندهٔ مرز حوضه‌های آبریز در محدودهٔ پرتگاه و گسلهٔ پیشواست.

از تصویر DEM به‌دست آمده از نقشهٔ توپوگرافی ۱:۲۵/۰۰۰ ترسیم شد و محدودهٔ حوضه‌های آبریز مشخص گردید (تصویر ۳).

اولین عامل مورفولوژیکی به‌دست آمده برای پرتگاه پیشوا، «پیچ و خم پیشانی کوهستان» است. این نشانه بیانگر توازن بین شدت و تمایل رودها برای ایجاد یک پیشانی نامنظم و فعالیت تکتونیکی قائم برای ایجاد یک پیشانی مستقیم برای کوه است [Stewart, Hancock, ۱۹۹۴]. میزان پیچ و خم پیشانی پرتگاه پیشوا عدد ۱/۱۲ محاسبه شد.

طبق بررسیهای کلر[۳] و پینتر[۴] (۲۰۰۲)، پیشانی کوهستانهای فعال (همراه با فعالیت و رشته‌کوه‌های محدود شده توسط گسلها) معمولاً دارای Smf بین ۱ تا ۱/۶، و پیشانی کوهستانهای دارای فعالیت کمتر که هنوز نشانه‌های تکتونیکی را نشان می‌دهند، دارای ضریب پیچ و خم پیشانی کوهستان بین ۱/۴ تا ۳ است. پیشانی کوهستانهای غیرفعال نیز دارای ضریب Smf در حدود ۱/۸ تا بزرگ‌تر از ۵ است. به‌طور کلی، ضریب پیچ و خم بزرگ‌تر از ۳ در کوهستانهای بسیار فرسایش‌یافته و محدودشده، بیشتر از پیشانی کوهستانهای توپوگرافیک که منطبق با ساختارهای زمین‌شناسی فعال هستند و طول بیش از یک کیلومتر دارند، دیده می‌شود. لذا منطقهٔ پیشانی گسلهٔ پیشوا از لحاظ تکتونیکی جزو مناطق فعال به‌شمار می‌رود.

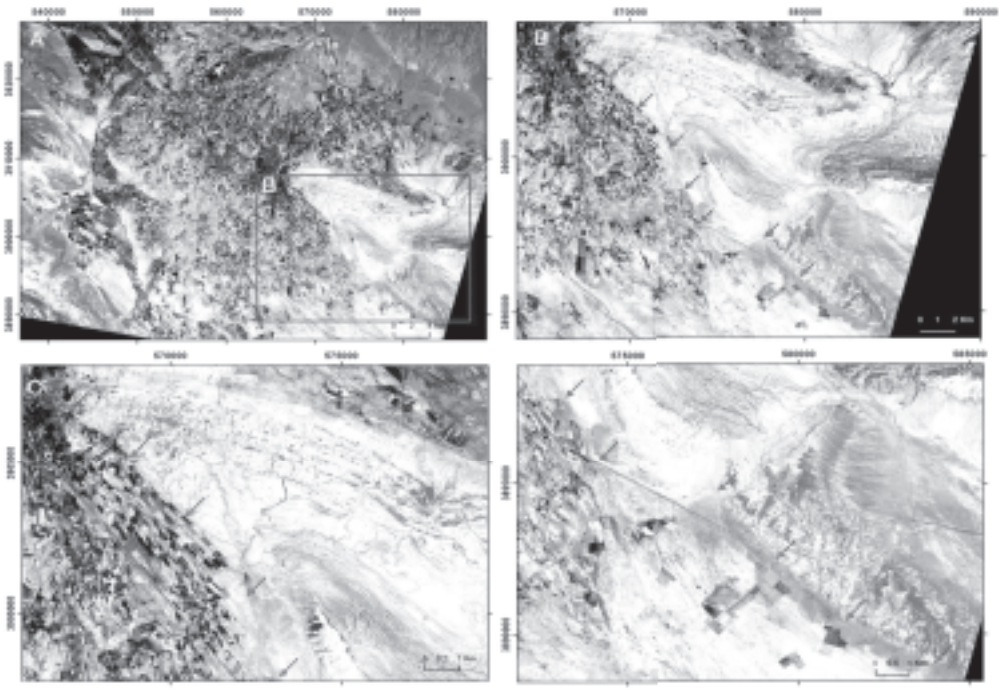
نشانهٔ مورفوتکتونیکی دیگر، «مسطح‌شدگی پیشانی کوهستان» است. این نشانه که توسط ولز[۵] و همکارانش (۱۹۸۸) ارائه شده است، درصد طول سطح در پیشانی به طول خط مستقیم پیشانی کوهستان را نشان می‌دهد. درصدهای بالا نشانگر فعال بودن پیشانی کوهستان هستند. درصد مسطح‌شدگی پیشانی کوهستان در پیشوا میزان ۸۱ درصد به‌دست آمد که با توجه به عوامل ذکر شده، نشانهٔ فعال بودن پیشانی کوهستانی پیشواست.

روش پژوهش

ابتدا برای محاسبهٔ میزان و نحوهٔ جابه‌جاییها، بررسی دقیقی روی تصاویر ماهواره‌ای با دقتهای متفاوت (از جمله تصاویر SPOT ETM، و...) و تصاویر SRTM و DEM انجام شد. به‌این ترتیب که روی تصویر «Landsat» با ترکیب باندی ۱-۴-۷ و با دقت ۹۰ متر، بررسیهای مورفوتکتونیکی انجام گرفت و گسلهٔ رسم‌شده در نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰ و ۱:۲۵۰/۰۰۰ ویرایش شد. سپس با تصاویر دقیق‌تر SPOT و با دقت ۱۰ متر و DEM (به‌دست آمده از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵/۰۰۰)، بررسیهای دقیق‌تری صورت پذیرفت و موقعیت ترسیم‌شدهٔ گسلهٔ پیشوا اصلاح شد.

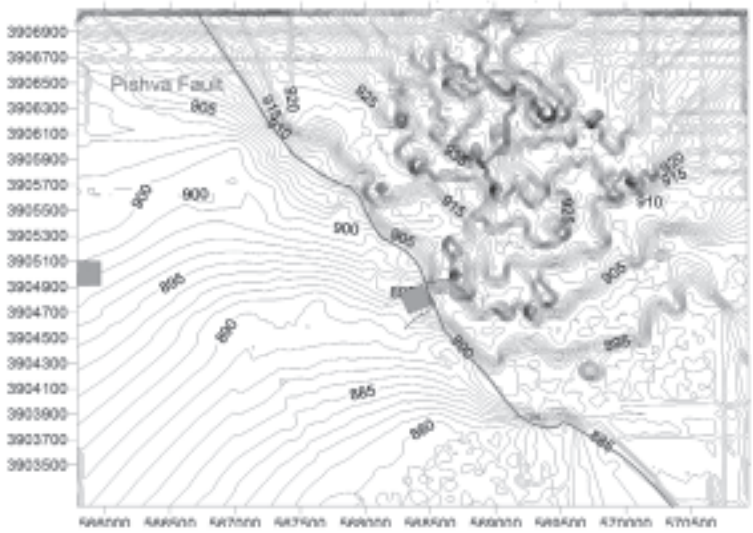
برای براورد جابه‌جاییها، dem (مدل ارتفاعی دیجیتال) تهیه شده از نقشهٔ توپوگرافی ۱:۲۵۰/۰۰۰ مورد استفاده قرار گرفت و توپوگرافی منطقه با فواصل بسیار کم (در حدود ۱ متر) و دقت بالا آماده شد. سپس گسلهٔ روی آن رسم شد و با توجه به عملکرد و تأثیر گسله روی توپوگرافی منطقه، آبراهه‌ها و نقاط ارتفاعی، جابه‌جاییها استخراج شده و میزان آنها محاسبه گردید (محاسبات با استفاده از نرم‌افزار Surfer انجام شد).

پس از براورد میزان جابه‌جاییهای به دست آمده از آبراهه‌ها و خطوط توپوگرافی، مطالعات صحرایی وسیعی برای یافتن محل مناسب برای حفر ترانشه انجام پذیرفت.



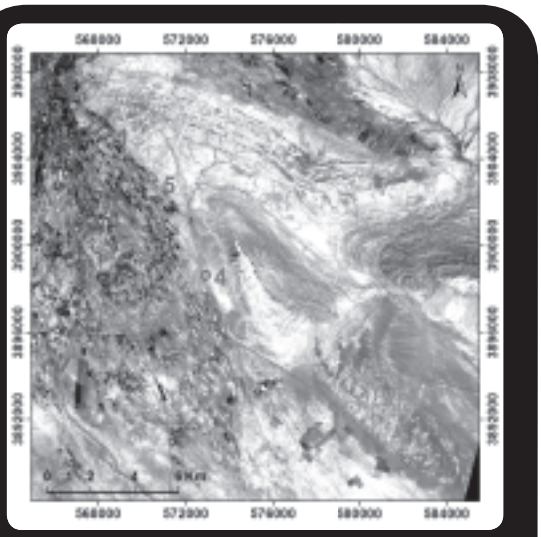
جدول ۱. میزان جابه‌جاییهای به‌دست آمده از عوارض متأثر از گسلهٔ پیشوا

شماره	مختصات نقطه	نوع عارضه	جابه‌جایی افقی (متر)
۱	۳۸۹۸۱۹۸–۵۷۳۴۲۰	آبراهه	۳۳
۲	۳۸۹۶۱۴۹–۵۷۴۱۴۳	آبراهه	۲۷
۳	۳۹۰۴۸۵۵–۵۶۸۵۱۰	آبراهه	۱۸۵
۴	۳۸۸۷۳۱۸–۵۸۶۶۷۰	آبراهه	۲۹
۵	۳۸۸۶۸۰۰–۵۸۷۱۹۷	آبراهه	۳۵
۶	۳۹۰۶۰۲۳–۵۶۶۰۹۹	توپوگرافی	۱۰
۷	۳۹۰۵۴۵۶–۵۶۷۹۸۸	توپوگرافی	۳۴
۸	۳۹۰۳۸۷۶–۵۶۸۹۴۴	توپوگرافی	۶۸



بحث

با بررسی‌های انجام شده روی توپوگرافیهای به‌دست آمده از منطقه، میزان جابه‌جاییها مطابق آن‌چه در تصویر ۵ نشان داده شده است، به‌دست آمد. همان‌طور که در این تصویر مشاهده می‌شود، ابتدا محل دقیق گسله با توجه به تغییرات توپوگرافیک و جابه‌جاییها ترسیم می‌شود و سپس با رسم خط در قسمت جابه‌جا شده و اندازه‌گیری، مقدار آن را به‌دست می‌آوریم.



تصویر ۶. نمایش نقاط دارای شرایط مناسب برای حفر ترانشهٔ پارلینه لرزه‌شناسی روی زمینه‌ای از تصویر ماهوارهٔ SPOT (Scene۸) ، با دقت ۱۰ متر

بنابراین، نقاط ۱ تا ۵ به‌ترتیب با مختصات ۵۶۸۵۱۰-۳۹۰۴۸۵۵، ۵۸۲۱۶۸ - ۳۸۹۰۱۴۲، ۵۶۶۸۵۲ - ۳۹۰۶۴۳۷، ۵۷۲۸۵۳-۳۸۹۸۶۸۸ و ۳۹۰۳۰۷۰-۴۱۳۵۷۰ (UTM) (تصویر ۶)، با شرایط مناسب، از جمله برش مشخص گسله، جابه‌جایی افقی[6] (حداکثر حدود ۱۸۰ سانتی‌متر)، دور بودن از محور رودخانه و وجود رسوبات نرم که از شرایط به تله افتادن حوضه هستند، برای حفر ترانشه انتخاب شدند. از میان این نقاط، نقطهٔ شمارهٔ ۳ با مختصات ۵۶۶۸۵۲-۳۹۰۶۴۳۷ (UTM)، به دلیل نزدیکی به منطقهٔ مسکونی، دارای شرایط مناسب‌تری برای حفر ترانشه بود و برای مطالعات دیرینه لرزه‌شناسی گسلهٔ پیشوا انتخاب شد.

نتیجه‌گیری

براساس بررسیهای انجام شده، گسلهٔ پیشوا دارای روند کلی شمال باختری- جنوب خاوری (N۳۸W ،۳۳NE) و سازوکار معکوس است. جابه‌جاییهای سطحی محاسبه شده در طول گسله پیشوا، فعال بودن گسله پیشوا را تأیید می‌نماید. همچنین نشانه‌های مورفوتکتونیکی محاسبه شده برای گسله نشانگر فعال بودن گسلهٔ پیشوا است، که بر این اساس میزان پیچ و خم پیشانی کوهستان (Mountain Front Sinuosity) بر پایهٔ محاسبات (Stewart, Hancock, ۱۹۹۴) عدد ۱/۱۲ و میزان مسطح‌شدگی پیشانی کوهستان (Mountain front faceting) ارائه شده توسط Wells et al, ۱۹۸۸ میزان ۸۱ درصد برآورد گردید. بنابراین براساس برش مشخص گسله، جابه‌جاییهای افقی (Horizontal) (حداکثر حدود ۱۸۰ سانتی‌متر) و رسوبات نرم که از شرایط به تله افتادن حوضه می‌باشد، نقطه‌ای با مختصات ۳۹۰۶۴۳۷، ۵۶۶۸۵۲ (UTM) برای حفر ترانشه دیرینه لرزه‌شناسی انتخاب گردید.

پی‌نوشت

1. Mountain Front Sinuosity
2. Mountain front faceting
3. Keller
4. Pinter
5. Wells
6. Horizontal

منابع

۱. آقانباتی، ع (۱۳۸۳). زمین‌شناسی ایران. انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور. تهران.

۲. شبانیان، ع (۱۳۷۷). بررسی الگوی دگریختی در ساختارهای گستره کوه سرخ ورامین (جنوب خاوری تهران) با نگرشی بر لرزه‌خیزی گستره مورد نظر، پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد، دانشگاه تربیت مدرس. تهران

۳. کاوه فیروز، آ (۱۳۸۸). بررسیهای پارینه لرزه‌شناسی روی پهنهٔ گسلی شمال تهران (پاره گسله چیتگر). پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. تهران.

۴. بربریان، م؛ قرشی، م؛ ارژنگ روش، ب؛ مهاجر اشجعی، ا (۱۳۶۴). پژوهش و بررسی ژرف نو زمین‌ساخت، لرزه زمین‌ساخت و خطر زمین‌لرزه، گسلش در گسترهٔ تهران و پیرامون (پژوهش و بررسی لرزه زمین‌ساخت ایران زمین). سازمان زمین‌شناسی کشور. تهران.

۵. عباسی، م (۱۳۸۱). وضعیت تنش نوزمین‌ساختی در لبهٔ جنوبی البرز مرکزی. پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله.

۶. پورکرمانی، م. آرین، م (۱۳۷۷). لرزه‌خیزی ایران. انتشارات دانشگاه شهید بهشتی. تهران.

۷. ـــــــــ (۱۳۸۶). سایز موتکتونیک (لرزه زمین‌ساخت). شرکت مهندسی مشاور دزآب.

8. McCalpin, J. P. Nelson, A. R. (1996). Paleoseismology, New York, Academic Press.

9. Nazari, H. (2006). Anales de la tectonique recente et active dans I'Alborz Central et la region de Tehran: Approche morphotectonique et paleoseismologique. Science de la terre et de I'eat. Montpllier.

10.Abbassi,M.R.,Shabanian,E.,Farbod,Y.(2005).Geometry andKinematicofthePishva-Kuhsorkhfaultsandneotectonics movementalongthem(inpersian).Tehran,IIEES.

تازه‌های زمین‌شناسی

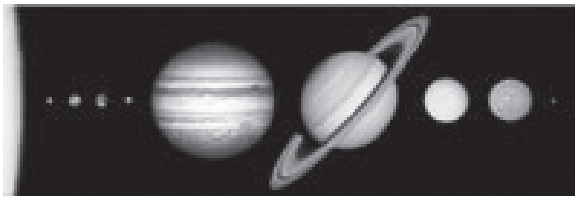
ملیحه قنبری
دانشجوی دکترای دانشگاه تربیت معلم

۱. آیا تشعشعات خورشیدی قادر به کاهش رادیواکتیویته‌ی عناصر در زمین هستند؟

بعد از آن که محققان بین نیروهای خورشیدی و حیات داخلی عناصر رادیواکتیو در زمین حلقه‌های اتصال غیرمعمول و غیرعادی پیدا کردند، یک کاوش علمی جدی در این زمینه کلید خورد که ممکن است به محافظت هرچه بهتر از حیات در فضاپیماها و تغییر برخی از فرضیات فیزیکی بیانجامد.

۲. محاسبه دوباره سن منظومه شمسی، آگوست ۲۰۱۰

در مطالعه‌ی جدیدی که دانشمندان دانشگاه ایالت آریزونای آمریکا انجام دادند، سن منظومه‌ی شمسی ۱/۹ تا ۰/۳ میلیون سال قدیمی‌تر از آن‌چه قبلاً تصور می‌شد، به دست آمد.



۳. ربات خودکار جذب‌کننده‌ی نفت در حال توسعه و پیشرفت

محققان با استفاده از یک روش نانوفناوری، به نام «روش برشی لبه»، نوع ابتدایی رباتی را اختراع کردند که می‌تواند به‌طور خودکار در سطح اقیانوس حرکت کند و نفت موجود در سطح آب را جذب کند.

۴. مقاطع نازک از ذغال‌سنگ

اگر فکر می‌کنید که ذغال‌سنگ سنگ سیاه خسته‌کننده‌ای است، شاید به این خاطر باشد که هیچ‌گاه مقطع نازکی از این سنگ

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 جوانه (برای دانش‌آموزان دوره‌ی متوسطه‌وپیش‌دانشگاهی)

مجله‌های بزرگسال عمومی

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

◆ رشد آموزش ابتدايي ◆ رشد آموزش راهنمايي تحصيلي ◆ رشد تكنولوژي آموزشي ◆ رشد مدرسه فردا ◆ رشد مديريت 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 و خانواده‌ها و مراکز تحقیقاتی مطالعه‌ی و... تهیه و منتشر می‌شوند.

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

◆ **تلفن و نمابر:** ۸۸۳۰۱۴۷۸ ـ ۰۲۱

سیاه را زیر میکروسکوپ نوری ندیده‌اید. نمایه‌های میکروسکوپی ذغال سنگ زیبایی‌هایی را در خود پنهان ساخته است که آن را همانند ترکیبش، متنوع و عجیب می‌سازد.

۵. ورود ناگهانی حجم عظیم شیل‌های گازی در بازار انرژی

استخراج گاز طبیعی از شیل‌ها، در حال فراگیر شدن در بازار انرژی است. این امر به دلیل فراوانی غیرمنتظره‌ی مدل جدید پایانه‌ی جست‌وجوگر گاز «LNG» است. این پایانه در عین داشتن توانایی استخراج گاز از شیل‌ها، قادر به استخراج گاز از ذغال‌سنگ نیز هست.

۶. مسیر طوفان موسمی ممکن است به گونه‌ای باشد که سواحل شرقی در آب غرق شوند

هواشناسان پیش‌بینی کرده‌اند که ممکن است، طوفان موسمی «Earl» که دسته‌ی چهارم از طوفان‌های موسمی است، در مسیری حرکت کند که سواحل شرقی ایالات متحده آمریکا را در خود غرق سازد و باعث به جاگذاشتن خسارت‌های زیادی شود.

۷. کارگران حفار یک تونل شهری، فسیل‌های استخوان یک دایناسور را در حین کار کشف کردند

در حالی که کارگران حفاری در شهر «ادمونتو» در ایالت آلبرتای آمریکا مشغول حفاری بودند، تعدادی از فسیل‌های استخوان یک دایناسور را کشف کردند. تصور می‌شود که استخوان‌ها به جنس «Albertosaurus» و گونه‌ی «Edmontosaurus» تعلق داشته باشند.

۸. ماه به تدریج در حال کوچک شدن است

شکاف‌هایی که اخیراً در سطح پوسته‌ی حفره‌دار ماه کشف شده است نشان می‌دهد که ماه طی دوره‌ی زمین‌شناسی اخیر در حال کوچک شدن بوده است. فرایند مذکور امکان دارد تا امروز نیز ادامه داشته باشد. این نتایج می‌تواند کلیدهای مهمی را برای درک چگونگی تکامل زمین‌شناسی و تکتونیکی اخیر ماه در اختیار ما قرار دهد.

۹. کشف دو سیاره‌ی جدید در یک مدار واحد

فضاپیمای «kepler» ناسا، اولین سیستم سیاره‌ای محدود را با بیش از یک سیاره در حال عبور در یک مدار کشف کرد. این کشف از موارد عجیب است که دو سیاره دارای یک مدار باشند و ستاره‌ی یکسانی داشته باشند.

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. (کپی‌فیش را نزد خودنگه دارید.)

◆ نام مجله های درخواستی:

.....

.....

.....

◆ 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 مرکزبررسی آثار: 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.