۶۳
آموزش رشد
زمین‌شناسی

فصلنامه‌ی آموزشی، تحلیلی و اطلاع‌رسانی
دوره‌ی شانزدهم/ شماره‌ی ۲/ زمستان ۱۳۸۹

سالروز پیروزی انقلاب شکوهمند اسلامی مبارک باد

سخن سردبیر..... ۲
زمین‌شناسی و توان معدنی استان مرکزی /سید علی آقانباتی ٤
شناخت دنباله‌داران/سعید علیزاده بلوچی..... ۱٦
منگنز و ذخایر آن در ایران / فرزانه طیبی ۲۰
زمین‌شناسی دریایی/آنیا دانایی‌تبار/ احمد رضایی..... ۲۸
پرسش‌های (قسمت دوم) سومین المپیاد زمین‌شناسی/ مسعود کیمیاگری..... ۳۹
فرهنگ اصطلاحات علوم زمین/ علیرضا سپاسدار..... ٤٤
نقد کتاب درسی با حضور معلمان شیراز/ زهرا سلطانی مقدم..... ۵۰
گفت‌وگو/ مریم عابدینی..... ۵٤
گزارش چهارمین همایش.../ زهرا سلطانی مقدم..... ٦۰
معرفی مناطق قابل بازدید علمی / محبوبه حسینی ٦۲

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی 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 بازوبندی،
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 ۳۷٤) • نمابر: ۸۸۳۱۴۷۸ • رایانامه: zaminshenasi@roshd.ir
• وبگاه: www.roshdmag.ir • تلفن پیام‌گیر نشریات رشد: ۸۸۳۰۱۴۸۲
• کدمدیر مسئول: ۱۰۲ • کد دفتر مجله: ۱۱۳ • کد امور مشترکین: ۱۱٤
• نشانی امور مشترکین: تهران-صندوق پستی: ۱۶۵۹۵/۱۱۱
• تلفن: ۷۷۳۳۶۶۵۶ - ۷۷۳۳۶۶۵۵
• چاپ: شرکت افست (سهامی عام) • شمارگان: ۷۰۰۰ نسخه

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

شرح عکس روی جلد: **سیل پاکستان**
در تصویر روی جلد، تصاویر اخذ شده در تاریخ ۱۶ ژوئیه (در زمان آغاز بارش‌های سیل‌زا) و ۲۵ سپتامبر (پس از رویداد سیل) امسال توسط حسگر مادیس MODIS ماهواره ترا Terra از پاکستان و کشورهای پیرامونی آن اخذ شده است.
در این رویداد سترگ و گسترده باران‌های مونسون Monsoon ویژه این بخش از کره زمین، آب حاصل از بارش‌ها با شدت ۸۰۰/۰۰۰ فوت در ثانیه در رودخانه‌ها جاری و یک پنجم از خاک پاکستان را از شمال تا جنوب فرا گرفت، سبب تشکیل دریاچه‌های گسترده‌ای در جنوب کشور و به‌ویژه در منطقه مرزی و نزدیک به ساحل پاکستان و هندوستان شد، شش میلیون نفر را وادار به جابه‌جایی و ترک خانه و دیار کرد، ۲۰ میلیون نفر عملاً تحت تأثیر رویداد این سیل قرار گرفتند، یکصد هزار کودک به علت شیوع مالاریا، گرسنگی و بیماری‌های ناشی از راکد شدن آب در معرض مرگ قرار دارند و دو میلیون کودک نیز از تحصیل در مدارس محروم شدند.
فرخ برزگر

ضرورت علم زمین شناسی زیست محیطی

عکس رنگی از دماوند زیبا که به عروس کوه‌های البرز شهرت دارد، در صفحه‌ی اول روزنامه‌ی همشهری چاپ شده بود و از قول یکی از کارشناسان صاحب نام محیط زیست نوشته شده بود: «با ترتیب برداشت فعلی از سنگ‌های تشکیل دهنده‌ی (پوکه‌های معدنی) کوه دماوند، طی ۲۰۰ سال این کوه زیبا صاف و مسطح می‌شود.»

و در دنباله، افزون بر دل‌نگرانی در ارتباط با از بین رفتن کوه دماوند، به خطرات زیست محیطی و پیامدهای این برداشت‌های غیراصولی نیز پرداخته بود که هر کدام به نوبه‌ی خود قابل تأمل و بررسی است. ما هم همراه و هم عقیده با ایشان و شدیداً دل‌نگران مسائل زیست‌محیطی، نه تنها در مورد کوه دماوند، بلکه تمامی این سرزمین پهناور و حتی برهوت کویر لوت هستیم که شاید کمتر به زیبایی‌های آن به‌ویژه از دیدگاه‌های گردشگری و زیست‌گاه‌های حیوانی و گیاهی توجه شده است. ولی دوست عزیز، توجه داشته باشید که برداشت روزانه‌ی چند کامیون به مقدار فلان قدر تن، آن هم از پوکه‌های معدنی این کوه سر به فلک کشیده که جنس سنگ‌های اصلی آن از سخت‌ترین نوع سنگ‌هاست، نه تنها به مدت ۲۰۰ سال، بلکه در مدت چندین برابر این رقم هم فقط می‌تواند به مثابه برداشت «خالی» از یک صورت باشد!

با مثالی ساده موضوع را می‌توان روشن‌تر بیان کرد. فرض کنید ۲۰۰ کامیون کمپرسی ۱۰ تنی، روزی دوبار، یعنی ۲۰ تن، از این سنگ‌ها برداشت کنند و به مقصد (که معمولاً تهران یا سایر شهرهای بزرگ است) ببرند که می‌شود روزانه ۴۰۰۰ تن. حال اگر سال کاری را ۳۰۰ روز فرض کنیم، مجموع برداشت سالانه عددی در حدود ۱/۲۰۰/۰۰۰ تن می‌شود و برای ۲۰۰ سال حدود ۲۴۰ میلیون تن. این عدد در مقابل میلیاردها تن ذخیره از سنگ‌های بسیار سخت (بازالت، تراکیت، تراکی بازالت و...) که پوکه‌های معدنی در واقع تفاله‌ی این سنگ‌ها هستند، عددی نیست که موجب صاف و مسطح شدن این کوه شود. به نظر ما بهتر بود این دوست گرامی قبل از این‌که موضوع را به این شکل مطرح کند، حداقل آن‌را با یک کارشناس ذی‌ربط زمین‌شناسی یا معدن در میان می‌گذاشت تا اعداد و ارقام به‌صورت واقعی آورده می‌شدند.

من قصدم از مطرح کردن موضوع بالا این نیست که خدای ناکرده تقابلی در میان آید و یا کار کسی زیر سؤال برده شود، بلکه می‌خواستم به کارشناسان و پژوهشگران کارهای علمی یادآور شوم، در صورتی که در کاری غیر از تخصص خود وارد می‌شوند، حاصل آن‌را با مستندات علمی قابل قبول و امیدوار کننده ارائه دهند؛ به‌ویژه این‌که بر ادعاها اعداد و ارقام حاکم باشد.

چون این روزها در تعدادی از رسانه‌ها، به‌جای اطلاع‌رسانی‌های صحیح و مستند، سعی در بزرگ‌نمایی بعضی از مسائل مشاهده می‌شود که نه تنها پایه و اساس درست و حساب شده‌ای ندارند، بلکه موجبات ناراحتی و نگرانی‌های دست کم تعداد زیادی از مردم را فراهم می‌کنند که به اصطلاح مردم عام نامیده می‌شوند و از علم یا موضوع مورد سخن رسانه اطلاع چندانی ندارند.

برای مثال، همین زمین‌لرزه و پیش‌گویی‌های غیر علمی و «فله‌ای» آن‌که هر از چندگاهی از سوی رسانه‌ای عنوان می‌شود، بی‌گمان سبب دل‌نگرانی‌های عده‌ای می‌شود که جا و مکان و زندگی‌شان در شهر یا روستایی است که خانه‌ها از سازه‌های نامقاوم یا به اصطلاح خشت و گلی ساخته شده‌اند. این‌کار به واقع کار نکوهیده‌ای است که غیر از ترس و وحشت و ناامیدی نسبت به زندگی آینده، چیز دیگری به همراه نخواهد داشت. البته ناگفته نماند، اطلاع‌رسانی درباره‌ی چگونگی مقابله با بلایای طبیعی که یکی از آن‌ها همین زمین‌لرزه و پیامدهای آن است، با این‌که گفته شود دماوند در ۲۰۰ سال آینده هم سطح زمین و صاف می‌شود، توفیر دارد. امیدواریم به این موضوعات توجه شود.

اما قصد نهایی من از یادآوری موارد بالا در اصل چیز دیگری بود و هست و آن هم تأکید بر مظلومیت همیشگی زمین‌شناسی و علوم وابسته به آن است. به علت ناآشنایی جامعه‌ی ما با زمین‌شناسی، مطالب بسیاری از سوی غیر حرفه‌ای‌های این علم به صور متفاوت عنوان می شوند؛ بدون آن‌که از بنیان و یا پایه‌ی علمی (منظور علم زمین‌شناسی است) معتبری برخوردار باشد. سال‌هاست کتاب‌های درسی زمین‌شناسی مدارسمان بسیاری از جاها توسط غیر متخصصان تدریس می‌شود و مطالبی قدیمی و تکراری را به خورد دانش‌آموزان و... می‌دهند.

زیرا نمی‌دانستند و هنوز هم نقش زمین‌شناسی و علوم زمین را در زندگی روزمره و یا کلان مردم نمی‌دانند. نمی‌دانند که بیش از صد سال است (از زمان کشف نفت در ایران) که رزق و روزی ما مردمان، از زمین و زمین‌شناسی تأمین می‌شود و شکوفایی‌های اقتصادی، به‌ویژه از دهه‌ی پنجاه و بعد از انقلاب اسلامی، به‌طور عمده به‌وجود نفت و سایر مواد معدنی کشور (مانند مس، آهن، زغال‌سنگ، سرب و روی و...) در عرصه‌ی اقتصاد و صنایع‌امان وابسته است که همگی از زمین و زمین‌شناسی حاصل می‌شوند. حتی در رابطه با همین موضوع عنوان شده در مورد آلودگی‌ها و ضایعات زیست‌محیطی حاصل از کندوکاوهای غیر اصولی و غیر علمی در کوه دماوند، ضمن تأیید صددرصد آن، می‌توان راهکارهایی را با بهره‌گیری از علم زمین‌شناسی زیست‌محیطی که امروزه روز، حرف اول را در سالم‌سازی و جلوگیری از آلودگی‌های زیست‌محیطی در جوامع پیشرفته می زند، به‌کارگرفت که نه بهره‌بردار از معادن پوکه‌ی معدنی که سرمایه‌گذاری‌های کلانی برای رفع نیاز یکی از مصالح مورد نیاز ما در صنعت است، متضرر شود و نه این‌که به محیط زیست این گنجینه‌ی گران‌بهای طبیعی‌مان، یعنی دماوند، زیانی وارد آید.

متأسفانه علم زمین‌شناسی زیست‌محیطی در کشور ما هنوز شناخته نشده است و مردم ما با ویژگی‌های این علم و اثر بهره‌گیری از آن در سالم‌سازی‌های زیست‌محیطی آگاهی ندارند. تصمیم‌دارم در آینده از آن در این فصل‌نامه بیشتر بگویم و اطلاعات جامع‌تری در مورد این شاخه‌ی نسبتاً جدید از علوم زمین در محیط زیست به شما عرضه دارم.

والسلام

زمین شناسی و توان معدنی استان مرکزی

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

موقعیت جغرافیایی

استان مرکزی با حدود ۲۹/۳۸۲/۳ کیلومترمربع وسعت، بین استان‌های تهران، زنجان، همدان، اصفهان، لرستان و قم قرار دارد. این استان با ارتفاعات البرز، زاگرس و نیز دشت کویر احاطه شده است، به همین دلیل دارای آب و هوای متنوع بیابانی، نیمه‌بیابانی، معتدل کوهستانی و سرد کوهستانی است.

به لحاظ شرایط طبیعی، در استان مرکزی پوشش گیاهی (مرتع و جنگل) توسعه‌ی چندانی ندارد.

ساکنین استان مرکزی عمدتاً عشایر و ایلاتی هستند که از نواحی دیگر به این استان آمده و سکنا گزیده‌اند. از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به ایل‌های شاهسون، کله‌گوئی، خراسانی، خلج، راوه، زند و کرد اشاره کرد.

منابع اقتصادی استان مرکزی کشاورزی و دام‌پروری است، ولی صنایع ماشینی، صنایع دستی و هم‌چنین معادن در اقتصاد استان اثرات درخور توجه دارند.

کلیدواژه‌ها: توان معدنی استان مرکزی، زیرپهنه‌ی ارومیه ـ بزمان، زیر پهنه سنندج ـ سیرجان، اکتشافات ژئوشیمیایی.

◆ جایگاه و ویژگی‌های زمین‌شناسی

از نگاه ساختاری و پهنه‌های متالوژنیک، استان مرکزی در گوشه‌ی شمال باختری ورق ایران مرکزی قرار دارد. ویژگی‌های ژئومورفولوژیک حاکم بر این استان، شامل مجموعه‌ای از رشته‌کوه‌ها و دشت‌های نیمه‌موازی است که از شمال خاوری به طرف جنوب باختری، با راستای تقریبی N۱۲۰E، ادامه دارند و می‌توان از آن‌ها به نام‌های رشته‌کوه‌های شمال خاوری ساوه، دشت ساوه، رشته‌کوه‌های مرکزی (ارتفاعات آشتیان ـ تفرش)، دشت جنوب باختری (حوضه‌ی دریاچه‌ی نمکی توزگل) و رشته‌کوه‌های جنوب باختری نام برد (راهنمای شماره‌ی ۱).

ویژگی‌های ساختاری و زمین‌شناسی رشته‌کوه‌های یادشده، تفاوت‌های آشکار دارند، به‌گونه‌ای که در یک راستای شمال خاوری به جنوب باختری می‌توان گستره‌ی استان مرکزی را به دو زیر پهنه با ویژگی‌های کلی به این شرح تقسیم کرد:

استان مرکزی به‌عنوان بخشی از نوار ماگمایی ارومیه-بزمان و زون سنندج-سیرجان، توان معدنی (فلزی و غیرفلزی) درخور توجهی دارد. از همین‌رو، معدنکاری در این استان سابقه‌ی دیرینه دارد

الف) زیرپهنه‌ی نوار آذرین ارومیه-بزمان

این زیرپهنه که نواحی مرکزی و شمال خاوری استان مرکزی را زیر پوشش دارد، بخشی از کمان ماگمایی ارومیه-بزمان است که به داشتن فعالیت آتشفشانی شدید در ترسی‌یر متمایز می‌شود. افزون بر آن، پلوتونیسم ترسی‌یر نیز در آن اهمیت کافی دارد. در این بخش، از مجموعه‌ی پلاتفرمی پالئوزوئیک- تریاس میانی، فقط رخنمون‌های محدودی از سنگ‌های پرمین (بخش هفتاد قله) و سنگ‌های تریاس (تفرش) وجود دارد. ردیف‌های سنگی پرمین، شامل سنگ‌های آواری در پی و سپس سنگ‌های کربناتی در بالاست.

ته‌نشست‌های مربوط به تریاس، تنها در بخش تفرش و پیرامون آبگرم، نیمه برونزد دارند که دارای دو رخساره‌ی متفاوت هستند شامل سنگ آهک‌های بلورین، به سن تریاس پایینی-میانی در زیر، و فسیل و سنگ ماسه، به سن تریاس پسین در بالا.

شرایط رسوب‌گذاری تریاس بالا، کم و بیش در زمان ژوراسیک زیرین نیز ادامه یافته و از همین‌رو، سنگ‌های ژوراسیک پایین، ردیف یکنواخت از فسیل و سنگ ماسه است که در محیط‌های کم‌ژرفا و دریا کناری انباشته شده‌اند. درنتیجه در ناحیه‌ی تفرش، لایه و یا عدسی‌های ذغال در آن‌ها وجود دارد. به‌جز نواحی پیرامون هفتاد قله، در بیشتر نواحی استان مرکزی اثری از سنگ‌های ژوراسیک میانی- بالایی وجود ندارد. لذا به‌نظر می‌رسد که جنبش‌های فاز سیمرین میانی سبب چین‌خوردگی، بالاآمدگی و پدیدار شدن برجستگی‌ها شده است. بدین‌دلیل، رسوب‌های قرمزرنگ آواری پی‌کرتاسه زیرین، غالباً با ناهمسازی روی ردیف‌های چین‌خورده‌ی ژوراسیک زیرین (سازند شمشک) قرار دارند. شرایط رسوب‌گذاری دریای کرتاسه در همه‌ی منطقه یکسان نبوده است و به همین لحاظ، تفاوت‌های لیتولوژی و سنی سنگ‌های کرتاسه درخور توجه است.

در دوران سنوزوئیک، پیشروی دریا از ائوسن پیشین آغاز شده است. در این دریای پیشرونده، ابتدا ته‌نشست‌های آواری قرمزرنگ پی‌ائوسن و سپس توالی‌های ستبر پیروکلاستیک‌ها و گدازه‌های این زمان (ائوسن) تمرکز یافته‌اند.

شواهد موجود حاکی است که در شکل‌گیری ولکانیسم ترسی‌یر استان مرکزی، دو مرحله‌ی متوالی حاکم بوده‌اند. نخستین مرحله مربوط به بالاآمدگی و با تورم پی‌سنگ سازندهای ولکانیکی است. در مرحله‌ی دوم، آماس یا بالاآمدگی پی‌سنگ به تشکیل یک سیستم کافتی همراه با فعالیت آتشفشانی منتهی شده است.

در شمال باختری تفرش، ردیف‌هایی از سنگ‌های مارنی و آهکی اولیگوسن- میوسن وجود دارد که در یک راستای شمال باختری تا استان همدان ادامه می‌یابد و به نام «سازند قم» نامیده می‌شود. جنبش‌های زمین‌ساختی موجب از بین رفتن تعادل در حوضه‌های رسوبی دریایی و پیدایش میان لایه‌های کولابی شده است. از طرف دیگر، فعالیت‌های ماگمایی نیز به‌صورت سنگ‌های بازیک تا میانه، به‌ویژه در بخش میوسن آن وجود دارد. در سازند قم تغییر ضخامت و رخساره بسیار درخور توجه است؛ بسانی که ضخامت ته‌نشست‌ها ممکن است از چندین ده متر تا بیش از دو هزار و حتی بیشتر باشد.

در پاره‌ای نواحی استان مرکزی، ته‌نشست‌های کولابی- قاره‌ای وجود دارد که قابل قیاس با سازند قرمز بالایی است. جدا از رسوب‌های قاره‌ای نئوژن، بخشی از سنگ‌های نئوژن استان مرکزی از نوع سنگ‌های آتشفشانی است که امکان دارد در همه‌جا ترکیب، آغاز و پایان مشابه نداشته باشد. سنگ‌های پلیوسن، زیر پهنه‌ی نوار آذرین ارومیه- بزمان از سه نوع متفاوت هستند. در بخش آشتیان- نراق، سنگ‌های پلیوسن لیتولوژی آتشفشانی- نیمه‌آتشفشانی و آتشفشانی- رسوبی وجود دارند، درحالی‌که در بخش تفرش، انباشته‌های مورد نظر (پلیوسن) تنها از نوع واحد آواری است.

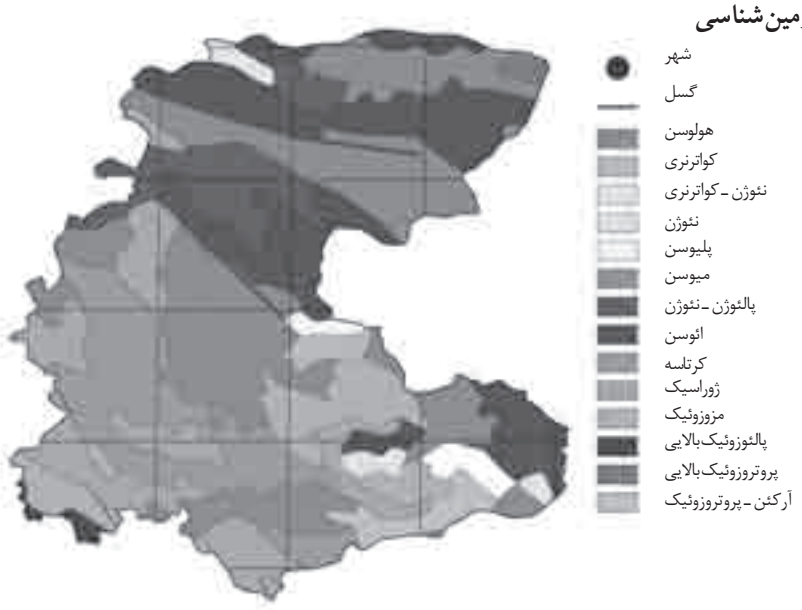
ب) زیر پهنه‌ی سنندج-سیرجان

بخش جنوب باختری استان مرکزی قسمت کوچکی از زیرپهنه‌ی زمین‌ساختی سنندج-سیرجان است که بلندی‌هایی چون

«کوه نصار شقه» با ارتفاع ۲/۶۲۱ متر دارد. در این زون، سنگ‌های شیستی- ماسه‌ای ژوراسیک زیرین با گسترش خوب به‌همراه ردیف مهمی از سنگ‌های آهکی- پلیتی کرتاسه‌ی زیرین دیده می‌شود که همه متحمل دگرگونی با درجه‌ی ضعیف شده‌اند.

مرز دو زیر پهنه‌ی ارومیه- بزمان و سنندج- سیرجان، با گسل تبرته مشخص می‌شود. این مرز که بی‌گمان قدیمی است، در زمان کرتاسه پیشین کاملاً کاری بوده و حوضه‌ی بر قاره‌ای ارومیه- بزمان، با فرونشست ضعیف را، از حوضه‌ی سنندج- سیرجان با فرونشست کاری جدا می‌کرده است. این مرز هم‌اکنون نیز یک مرز میان فروافتادگی توزلوگل و رشته‌کوه‌های سنندج- سیرجان است.

▼ نقشه‌ی زمین‌شناسی



راهنما

▲ نقشه‌ی پراکندگی مواد معدنی استان مرکزی

راهنمای شماره‌ی ۱

گفتنی است که استان مرکزی
دارای ۱۶ واحد تولید پودرهای معدنی میکرونیزه و
سوپر میکرونیزه است که از این نظر در کشور مقام نخست را دارد

توان معدنی

استان مرکزی به‌عنوان بخشی از نوار ماگمایی ارومیه- بزمان و زون سنندج- سیرجان، توان معدنی (فلزی و غیرفلزی) درخور توجهی دارد. از همین‌رو، معدنکاری در این استان سابقه‌ی دیرینه دارد، به‌طوری‌که در حال حاضر در ۳۵ معدن غیرفلزی و صنعتی (باریت، کائولن، فلدسپات سدیک، بنتونیت، خاک سرخ، اخرا، تالک، فلورین، فلدسپات پتاسیک و دولومیت)، ۵۶ معدن مصالح ساختمانی (آهک، سنگ گچ، تراورتن سفید، تراورتن لیمویی، سنگ چینی، مرمریت و گرانیت) و ۹ معدن فلزی (آهن، سرب و روی، الیژیست و...) بهره‌برداری صورت می‌گیرد (راهنمای شماره‌ی ۱).

تاکنون بیش از ۳۱ نوع ماده‌ی معدنی در استان مرکزی شناسایی شده‌اند. امکانات بالفعل استان در این زمینه عبارت است از: تنگستن، قلع و مولیبدن، طلا، مس، آندالوزیت، مرمریت‌های سیاه، گرانیت، کانی‌های قیمتی و زینتی شامل کانی‌های فیروزه، کریزوکولا، جاسپر، ازوریت و مالاکیت، عقیق، بلور کوارتز و کلسیت، و... از مواد معدنی استخراج‌شده در واحدها و کارخانه‌های گچ‌پزی، آهک‌پزی، سیمان سفید، رنگ‌سازی، پوکه‌سازی، کاشی‌سازی، لاستیک‌سازی، شیشه‌سازی و... استفاده می‌شود.

گفتنی است که استان مرکزی دارای ۱۶ واحد تولید پودرهای معدنی میکرونیزه و سوپر میکرونیزه است که از این نظر در کشور مقام نخست را دارد. درضمن وجود ۴ واحد فراوری مواد فلزی- فلوتاسیون سرب و روی و آلومینیم‌سازی در استان مرکزی درخور ذکر است.

ظرفیت‌های معدنی عمده‌ی استان مرکزی عبارت‌اند از:

سرب و روی

کانه‌ی سرب که غالباً به‌صورت سولفور است، در نقاط متفاوتی از منطقه وجود دارد که گاهی با کانه‌ی روی همراه است. این کانی‌سازی در مواردی دارای ارزش اقتصادی است و مورد بهره‌برداری قرار گرفته است که از آن‌جمله می‌توان به نواحی زیر اشاره کرد:

● **معدن سرب و روی راونج:** این معدن حدود ۲۵ کیلومتری شمال- شمال خاوری دلیجان واقع شده و کانی‌سازی در سنگ آهک‌های کرتاسه زیرین است. در منطقه‌ی مذکور، گسل‌خوردگی شدید وجود دارد و سنگ‌های آذرین به‌صورت رگه‌ای و توده‌ای، سنگ‌های ژوراسیک و کرتاسه و گاهی ترسی‌یر را بریده‌اند. توده‌ی ماده‌ی معدنی در درون سنگ‌های آهکی کرتاسه‌ی زرین و از نوع گالن، پلاند، پیریت، کالکوپیریت، مس و نیز کانی‌های ثانوی به‌صورت سروسیت و انگلزیت است.

● **کانی‌سازی سرب در منطقه‌ی آشتیان:** در این منطقه، کانی سرب به‌صورت سولفور (گالن)، گاه همراه با باریتین است. اندیس‌های شناخته شده عبارت‌اند از: خاور آشتیان، شمال هزارآباد، زیرگان و آهو.

● **کانی‌سازی سرب در بخش تفرش:** در این بخش، کانی‌سازی سرب در نقاطی نظیر کهندان و دامنه‌ی خاوری دره‌آب کمی گزارش شده است که عمدتاً از نوع گالن همراه با اکسید آهن است.

● **کانی‌سازی سرب و روی در محور خمین- اراک:** در گوشه‌ی جنوب باختری استان مرکزی، به‌عنوان بخشی از زون سنندج- سیرجان، در پایه‌ی سنگ آهک‌های کرتاسه‌ی پایین انباشته‌هایی از سرب و روی وجود دارد که به‌عنوان یک نوار کانه‌دار از جنوب اصفهان آغاز و تا استان مرکزی ادامه می‌یابد. کانسارهای سرب و روی عمارت- اراک، کانسار سرب خوگان (۲۰ کیلومتری شمال شرق شهرستان خمین) و کانسار سرب لکان از این جمله است.

طلا

طلای آستانه‌ی اراک یکی از ذخایر معدنی استان مرکزی است که سابقه‌ی معدنکاری کهن دارد. در این معدن، سنگ میزبان طلادار، میکروگرانیت دگرسان شده است که تحت‌تأثیر محلول‌های هیدروترمال قرار گرفته است. محلول‌های هیدروترمال حاوی طلا، ذرات طلا را در میان بلورهای سریسیت جای داده‌اند. علاوه بر سنگ مادر، در آبرفت‌های جوان (سر دره‌ی عروسونه، دره‌بله و برمه) و نهشته‌های رودخانه‌ای (برمه، مهدیخانی، دره اسماعیل‌آباد، دره ملاعبدالرضا و رودخانه‌ی حاج علی اکبری) نیز طلا مشاهده می‌شود.

تنگستن

یکی از معادن کهن و با ارزش تنگستن ایران در نظام‌آباد اراک قرار دارد. در این ناحیه، ذخایری از تنگستن در ناحیه‌ی بامسر- هندو (به‌صورت اسکارن) وجود دارد. هم‌چنین ذخایر پلاسری تنگستن، در رسوبات آبرفتی رودخانه، نشئت گرفته از فرسایش سنگ‌های نفوذی تنگستن‌دار، نیز شناسایی شده‌اند. بررسی‌های به‌عمل آمده‌ی جدید حاکی از وجود تنگستن و قلع به‌صورت دانه‌ی پراکنده و لامینه همراه با سولفیدهای مس در یک زون کانه‌دار با ضخامتی در حدود ۱۲-۱۰ متر است.

آهن

در جنوب خاوری راونج، کانی‌سازی آهن در توده‌ی سنگ‌های نفوذی اسید دیده شده است که آلودگی‌هایی از اکسید آهن به‌صورت هماتیت و لیمونیت دارد. کانی‌سازی در بخش‌هایی که تحت‌تأثیر محلول‌های هیدروترمال بوده، بیشتر است.

در شمال نراق و دره‌ی جاسب، سنگ‌های آندزیتی- بازالتی نئوژن با توده‌ها و یا رگه‌های نفوذی اسیدی بریده شده‌اند. در ولکانیک‌های دگرسان‌شده، اکسید آهن به‌صورت الیزیست متمرکز شده است. در جنوب این منطقه، یعنی کوه زرد بلند (جنوب شرق خاوه) نیز همراه با سنگ‌های گابرو- دیوریتی، رگه‌های کوچک از آهن به شکل الیزیست وجود دارد. یکی از قدیمی‌ترین کانسارهای آهن استان مرکزی، کانسار آهن شمس‌آباد است.

باریت

سولفات باریم به شکل بلوری یا توده‌ای، اغلب سنگ‌های ائوسن را بریده است. در ناحیه‌ی آتشفشانی، سولفات باریم را می‌توان در نواحی درجریک آغاج، خاور آمره و ورسان دید. در بخش تفرش، کانی‌سازی باریت در شمال باختری دستجرد، جمانگ و شمال نقوسان وجود دارد. در بخش ایندس، کانی‌سازی باریت بیشتر در سنگ‌های آتشفشانی رسوبی مناطق کهلو، شمال جوزقین، و پیرامون چاهک گزارش شده است.

ارپیمان

سولفور آرسنیک را می‌توان در ۵۰ کیلومتری شمال‌غرب تفرش و نزدیک به دو کیلومتری غرب کوربان، در لایه‌های پایانی سازند قم مشاهده کرد.

بنتونیت

این ماده‌ی معدنی به نام گل سرشور در منطقه‌ی قزلچه (حدود ۴۰ کیلومتری شمال‌غرب تفرش) در میان لایه‌های سازند قرمز زیرین وجود دارد.

گچ

ته‌نشست‌های تبخیری گچ (به‌صورت ژیپس یا احیاناً انیدریت) اساساً در افق‌های چینه‌شناسی گوناگون به شکل لایه‌ای و عدسی وجود دارد که از آن‌جمله می‌توان ذخایر گچ نواحی شمال خاوری، شمال (خانک) و شمال باختری تفرش (بازرجان) و شمال‌غرب عزدین (شمال غرب تفرش) را نام برد که عمدتاً در میان ردیف‌های آتشفشانی ائوسن بالایی قرار دارند.

افزون بر سنگ‌های ائوسن، گاهی لایه‌های گچ‌دار در مرز مشترک سنگ آهک‌های سازند قرمز و رسوب‌های آواری قرمز بالایی وجود دارد؛ نظیر ذخایر گچ شمال غرب تفرش (منطقه‌ی سمردشت).

آندالوزیت

کانی آندالوزیت، با ترکیب آلومینوسیلیکاته، یک کانی دیرگداز است. این کانی در اثر دگرگونی مجاورتی در کنتاکت توده‌های آذرین و رگه‌های پگماتیتی با شیست‌ها و فیلیت‌های ژوراسیک در منطقه‌ی سربند به‌وجود آمده است. طبق مطالعات اولیه‌ی انجام‌شده، مقدار آن از ۲۸ تا ۳۲ کیلوگرم در تن متغیر است. آلتراسیون فیزیکی باعث شده است که آندالوزیت از شیست‌ها به‌راحتی جدا شود.

مرمریت

در قسمت‌های وسیعی از شهرستان دلیجان، ذخایری از سنگ آهک‌های ریفی سازند قم وجود دارد که به‌عنوان مرمریت مورد استفاده قرار می‌گیرد. تنوع رنگ این ذخایر درخور توجه است و می‌تواند یکی از توانایی‌های معدنی استان دانسته شود.

افزون بر ذخایر یاد شده، گرانیت منطقه‌ی سربند و خاک‌های صنعتی ساوه را باید از جمله ظرفیت‌های استان دانست.

فعالیت‌های زمین‌شناسی و اکتشافی انجام‌شده

ویژگی‌های زمین‌شناسی استان مرکزی معرف پهنه‌های بلوک (سنندج- سیرجان و ارومیه- دختر) جدا شده با زون‌های گسلی است که هر بلوک خاصه‌های ساختاری و توان معدنی ویژه دارد.

به همین لحاظ، پیچیدگی‌های زمین‌شناسی- معدنی ویژه‌ای بر این استان حاکم است. خاصه‌های گفته شده و قرارگیری استان در محل یک کافت درون‌قاره‌ای سبب شده است استان مرکزی از نظر زمین‌شناسی و اکتشافی مورد توجه باشد. از همین‌رو، حجم مطالعات انجام شده در آن درخور توجه و به‌طور عموم در دو راستای زمین‌شناسی و اکتشافی است.

الف) بررسی‌های زمین‌شناسی

بررسی‌های زمین‌شناسی نظام‌مند استان مرکزی در دو مقیاس ۱:۲۵۰/۰۰۰ و ۱:۱۰۰/۰۰۰ انجام شده‌اند. افزون بر دو مجموعه‌ی گفته شده، می‌توان به مطالعات زمین‌شناسی موضوعی و غیر نظام‌مند اشاره کرد که به‌طور عموم در چارچوب برنامه‌های عمرانی و در مقیاس‌های متوسط و یا کوچک صورت می‌گیرند.

۱. بررسی‌های زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۲۵۰/۰۰۰

به منظور دست‌یابی به اطلاعات جامع از ساختار کلی استان، نوع سنگ‌ها و توان بالقوه‌ی معدنی آن، نخستین اولویت‌های مطالعاتی استان مرکزی، تهیه‌ی نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰/۰۰۰ بوده است که نتایج حاصل به‌صورت چهارگوشه‌ای زمین‌شناسی همراه با یک گزارش توصیفی منتشر شده است.

هر چهارگوش ۱:۲۵۰/۰۰۰ گستره‌ای به وسعت تقریبی ۱۵۰۰۰ کیلومتر مربع را که محدود به یک درجه‌ی عرض و ۱/۵ درجه‌ی طول جغرافیایی است، دربرمی‌گیرد. بررسی‌های صحرایی نقشه‌های مذکور خاتمه یافته و بخشی از گزارش‌های وابسته، متنشر شده است.

۲. بررسی‌های زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰

یکی از منابع اطلاعاتی پایه است که در راستای بسیاری از برنامه‌های عمرانی-اقتصادی، به‌ویژه انجام عملیات اجرایی اکتشافات ناحیه‌ای تهیه می‌شوند. این‌گونه نقشه‌ها، در مقایسه با نقشه‌های ۱:۲۵۰/۰۰۰، اطلاعات جامع‌تری از خاصه‌های زمین‌شناسی و معدنی یک ناحیه را نشان می‌دهند. به همین لحاظ عموماً در مناطق پرتوان معدنی تهیه می‌شوند تا راهنمای مناسبی برای اکتشاف مواد معدنی باشند. نقشه‌های مذکور (۱:۱۰۰/۰۰۰) در چارچوب استانداردهای توپوگرافی به همان مقیاس (۱:۱۰۰/۰۰۰) تهیه می‌شوند و گستره‌ای را که بین نیم‌درجه‌ی طول و عرض جغرافیایی قرار دارد، پوشش می‌دهند.

به لحاظ محدود بودن رویه‌ی استان مرکزی، تعداد نقشه‌های ۱:۱۰۰/۰۰۰ این استان نزدیک به ۱۶ برگ نقشه است که درصد قابل توجهی از آن بررسی شده و یا در دست بررسی است. راهنمای شماره‌ی ۲ نشانگر وضعیت بررسی‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰/۰۰۰ استان مرکزی است.

جدا از نقشه‌های بررسی شده و در دست بررسی، با توجه به برنامه‌های پیش‌بینی شده، طی برنامه‌ی سوم بجز سه نقشه‌ی وفس، خنداب و اراک که به لحاظ نداشتن مواد معدنی فاقد اولویت مطالعاتی هستند، سایر نقشه‌های ۱:۱۰۰/۰۰۰ استان مرکزی بررسی و منتشر خواهند شد.

ب) بررسی‌های اکتشافی

با توجه به توانایی‌های موجود، حجم بررسی‌های اکتشافی انجام شده در استان مرکزی درخور توجه است. بررسی‌های انجام شده به دو روش ناحیه‌ای وموضوعی است که چکیده‌ی آن به شرح زیر است:

۱. اکتشافات ناحیه‌ای

بررسی‌های اکتشافی ناحیه‌ای انجام شده، شامل مطالعات ژئوشیمیایی است که در قالب نقشه‌های زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰ و با روش نمونه‌گیری از آبراهه‌ها انجام شده است. اکتشافات چکشی بخشی از عملیات انجام شده در قالب مطالعات مورد نظر است.

از مجموعه نقشه‌های ۱:۱۰۰/۰۰۰ استان، نقشه‌های سازند، ورچه، محلات، دلیجان، ساوه، کهک (نوفل لوشاتو) و تفرش به روش ژئوشیمیایی مورد بررسی قرار گرفته‌اند (راهنمای شماره‌ی ۲).

افزون بر اکتشافات ژئوشیمیایی ناحیه‌ای یاد شده، باید از دو برنامه‌ی اکتشافی زیر یاد کرد:

- اکتشافات ژئوشیمیایی نیمه تفصیلی طلا در ناحیه‌ی آستانه‌ی اراک.
- اکتشافات ژئوشیمیایی نیمه‌تفصیلی تنگستن در ناحیه‌ی نظام‌آباد اراک.

سایر نقشه‌های استان طی برنامه‌ی سوم مطالعه خواهند شد و پیش‌بینی می‌شود تا پایان برنامه‌ی سوم، بجز نقشه‌ی وفس، خندان و اراک سایر نقشه‌ها مورد مطالعه قرار گیرند.

راهنمای شماره‌ی ۲

▶ راهنمای نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵۰/۰۰۰

چاپ نهایی سازمان زمین‌شناسی کشور

▶ راهنمای نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰/۰۰۰

ورقه‌ی چاپ‌شده‌ی زمین‌شناسی

در دست تهیه

▶ راهنمای بررسی‌های ژئوشیمیایی

ورقه‌های ژئوشیمیایی بررسی‌شده

ورقه‌های ژئوشیمیایی در دست تهیه در سال ۱۳۸۰

جدول ۱. فهرست طرح‌های اکتشافی استان مرکزی

ردیف	عنوان طرح	اعتبار مصوب (به‌میلیون ریال)	محل تأمین اعتبار (استانی، ملی، درامد هزینه)	سال اجرا
۱	تجهیز و بهره‌برداری از معدن سیلیس قرمزین ساوه	۱۰۰۰	استانی	۱۳۶۲
۲	طرح اکتشاف نیمه‌تفضیلی فلدسپات در سربند و آهک در اراک و شازند	۱۰۰۰	–	۱۳۶۴
۳	طرح تهیه‌ی دفترچه‌ی مشخصات و ظرفیت‌یابی مواد معدنی	۵۰۰۰	استانی	۱۳۶۵
۴	طرح تهیه‌ی دفترچه‌ی مشخصات و ظرفیت‌یابی مواد معدنی	۵۰۰۰	استانی	۱۳۶۶
۵	طرح تهیه‌ی دفترچه‌ی مشخصات و ظرفیت‌یابی مواد معدنی	۵۰۰۰	استانی	۱۳۶۷
۶	طرح تهیه‌ی دفترچه‌ی مشخصات و ظرفیت‌یابی مواد معدنی	۱۲۰۰۰	استانی	۱۳۶۹
۷	طرح تهیه‌ی دفترچه‌ی مشخصات و ظرفیت‌یابی مواد معدنی	۵۰۰۰	استانی	۱۳۶۸
۸	طرح تهیه‌ی دفترچه‌ی مشخصات و ظرفیت‌یابی مواد معدنی	۵۰۰۰	استانی	۱۳۶۹
۹	ظرفیت‌یابی مواد معدنی در سطح استان	۵۰۰۰	استانی	۱۳۷۰
۱۰	اکتشاف مقدماتی منگنز خانه میران	۱۰۰۰۰	استانی	۱۳۷۰
۱۱	ظرفیت‌یابی مواد معدنی در سطح استان مرکزی	۱۰۰۰۰	استانی	۱۳۷۱
۱۲	خاک صنعتی مزوش	۱۰۰۰۰	–	۱۳۷۶
۱۳	ظرفیت‌یابی مواد معدنی در سطح استان	۵۰۰۰	استانی	۱۳۷۲
۱۴	ظرفیت‌یابی مواد معدنی در سطح استان مرکزی	۲۰۰۰۰	استانی	۱۳۷۳
۱۵	پی‌جویی اندیس‌های فلزی	۲۰۰۰۰	استانی	۱۳۷۵
۱۶	طرح اکتشاف مس سیلی‌جرد	۱۰۰۰۰۰	استانی	۱۳۷۵
۱۷	پی‌جویی اندیس‌های فلزی ساوه	۴۵۰۰۰	استانی	۱۳۷۵
۱۸	پی‌جویی اندیس‌های فلزی ساوه	۱۱۹۰۰	استانی	۱۳۷۶
۱۹	پی‌جویی اندیس‌های فلزی ساوه	۴۰۰۰۰	استانی	۱۳۷۷
۲۰	اکتشاف تنگستن ساوه	۵۷۰۰۰	استانی	۱۳۷۸
۲۱	طرح اکتشاف میکای سرند	–	ملی	۱۳۷۸
۲۲	طرح اکتشاف فلورین محلات	۶۷۰۰۰	ملی	۱۳۷۸
۲۳	طرح اکتشاف املاح تبخیری	–	ملی	۱۳۷۸

جدول ۲. نشانگر اکتشافات ژئوفیزیکی انجام شده در استان مرکزی است

منطقه	روش مطالعات			
	پلاریزاسیون القایی	ژئوالکتریک	مغناطیس‌سنجی	ثقل‌سنجی
شاه‌زند	*	–	–	–
لاکان (خمین)	–	*	–	–

۲.اکتشاف موضوعی

برخلاف اکتشافات ناحیه‌ای، اکتشافات موضوعی خاص موادی است که ظرفیت اقتصادی زیادی دارند و مواد معدنی مورد نظر از جمله نیازهای اصلی صنایع معدنی محسوب می‌شوند؛ به‌طوری‌که در صورت عدم دست‌یابی و تأمین داخلی، خرید و ورود آن‌ها از خارج لازم و حتمی است. برای جلوگیری از ورود این‌گونه مواد معدنی که به هزینه‌های ارزی زیاد نیاز دارد، با توجه به توان معدنی خوب استان مرکزی، به اکتشافات موضوعی توجه خاص مبذول شده است.

۳.اکتشافات ژئوفیزیکی

جدول ۲ نشانگر اکتشافات ژئوفیزیکی انجام شده در استان مرکزی است.

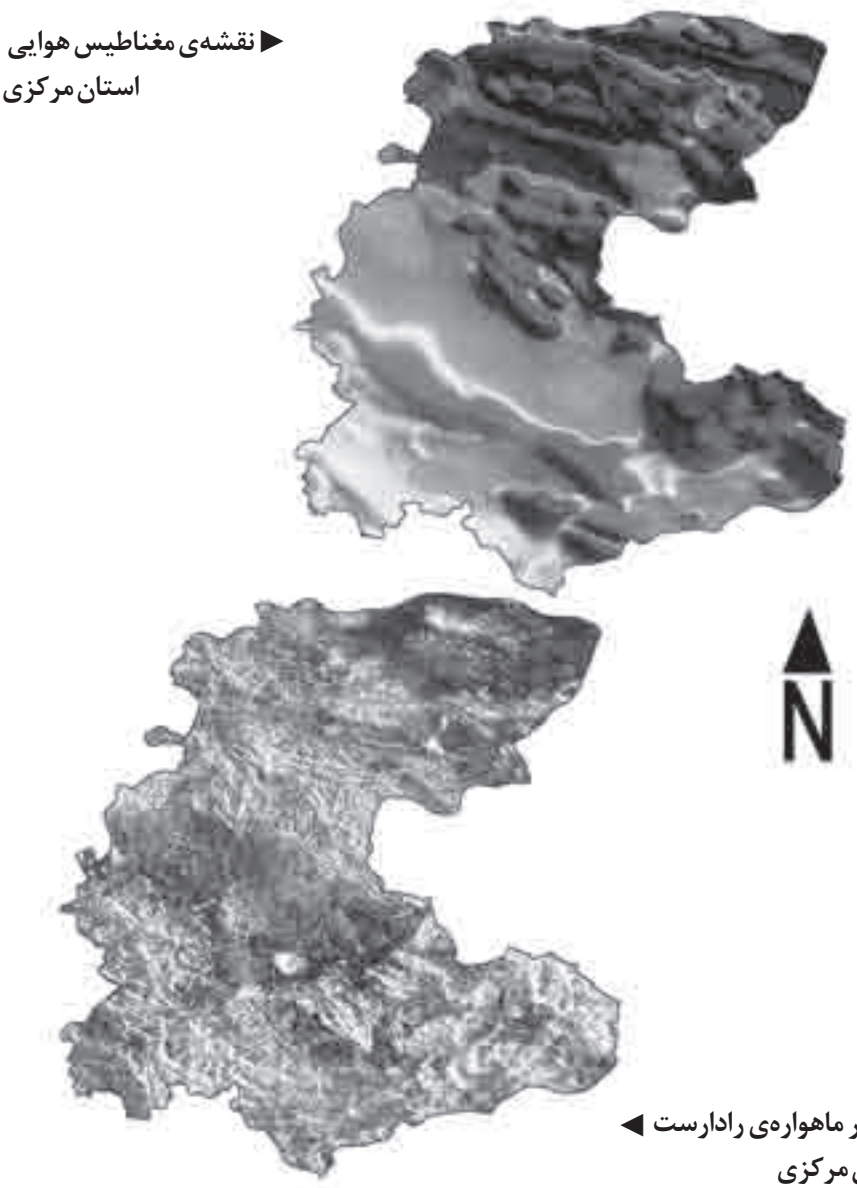
۴.ژئوفیزیک هوایی

به‌منظور دست‌یابی به اطلاعات جامع‌تر زمین‌شناسی و زمین‌ساخت منطقه‌ای، و هم‌چنین شناخت پهنه‌های مناسب برای اکتشاف ذخایر معدنی پنهان، «سازمان زمین‌شناسی کشور» نقشه‌های ژئوفیزیک هوایی سراسری را در مقیاس ۱:۲۵۰/۰۰۰ تهیه کرده است که در حال حاضر از تلفیق آن نتایج، نقشه‌ی مغناطیس هوایی ایرانی به مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰ به چاپ رسیده است. بخش مربوط به استان مرکزی آن در راهنمای شماره‌ی ۳ دیده می‌شود.

جدول ۳. زون اکتشافی نوبران- آران (اولویت مطالعاتی ۴)

ردیف	مناطق مطالعاتی	زمین‌شناسی		اکتشافات ژئوشیمی		مواد معدنی قابل انتظار
		بررسی شده	بررسی نشده	بررسی شده	بررسی نشده	
۱	ساوه	ساوه	–	ساوه	–	منگنز خاک‌های صنعتی باریت املاح تبخیری
۲	نوبران	نوبران	–	–	نوبران	
۳	رزن	–	رزن	–	رزن	
۴	تفرش	تفرش	–	تفرش	–	
۵	فرمیهن	–	فرمهین	–	فرمهین	
۶	سلفچگان	–	سلفچگان	–	سلفچگان	

راهنمای شماره‌ی ۳



◀ **نقشه‌ی مغناطیس هوایی استان مرکزی**

تصویر ماهواره‌ی رادارست ◀ استان مرکزی

۵. گزارش‌های اکتشافی

جدا از اکتشافات ناحیه‌ای و موضوعی عنوان شده، تلاش‌های اکتشافی دیگری در استان مرکزی صورت گرفته‌اند که جزئیات اجرایی آن‌ها چندان روشن نیست. عناوین مطالعات اکتشافی مذکور به‌شرح زیرند:

۱. گزارش وضع موجود و پیشنهادات و طرح ادامه‌ی اکتشاف معدنی عمارت (جنوب شرق اراک، سازمان زمین‌شناسی، ۱۳۶۳).

۲. بررسی پر عیارسازی شیلیت نظام‌آباد اراک با استفاده از روش‌های ثقلی مغناطیسی (سازمان زمین‌شناسی، ۱۳۷۱).

۳. گزارش کانسارها و نشانه‌های معدنی محور ملایر-اراک، کوه

قصر قجر- کوه کوله قاضی (طرح اکتشاف مقدماتی سرب و روی، ۱۳۶۸).
۴. بررسی ژئوشیمیایی و کانی‌شناسی کانسار تنگستن نظام‌آباد اراک (دانشگاه تهران، ۱۳۷۰).
۵. گزارش اکتشاف مقدماتی اندیس‌های منگنز در مناطق اراک و ملایر (سازمان زمین‌شناسی، ۱۳۶۹).
۶. بررسی سنگ‌شناسی و ژئوشیمیایی سنگ‌های آذرین شمال غربی ساوه (دانشگاه تهران، ۱۳۷۰).
۷. گزارش زمین‌شناسی و معدنی ۱:۲۰/۰۰۰ ریواسر، چاهک، جنوب ساوه/ تهران (وزارت معادن و فلزات، طرح اکتشافات مقدماتی سرب و روی، ۱۳۷۱).
۸. بررسی مقدماتی ظرفیت‌های معدنی در ورقه‌ی ساوه- رزن (سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۷۱).
۹. طرح پی‌جویی چکشی فلوئوریت در شمال غرب محلات (اداره‌ی کل معادن و فلزات استان مرکزی، ۱۳۷۸).
۱۰. گزارش پی‌جویی جنوب قم و ناحیه‌ی تفرش- آشتیان (وزارت معادن و فلزات، ۱۳۶۹).
۱۱. گزارش کانسارهای ناحیه‌ی رباط (وزارت معادن و فلزات، ۱۳۶۸).

◆ خمین

۱. کیمیاقلم، جعفر. گزارش عملیات اکتشافات ژئوفیزیک در منطقه‌ی رباط (خمین)/ تهران. سازمان زمین‌شناسی کشور. طرح اکتشافات سرب و روی. ۱۳۷۱.
۲. کیمیاقلم، جعفر. گزارش عملیات اکتشافات ژئوفیزیک در معدن کلیشه (خمین)/ تهران. سازمان زمین‌شناسی کشور. طرح اکتشافات سرب و روی. ۱۳۷۱.
۳. شرکت مهندسین مشاور تهران پادیر. گزارش زمین‌شناسی- معدنی کانسار سرب و روی رباط (برآفتاب واره‌گیجه ۱:۰۰۰)/ تهران. وزارت معادن و فلزات. طرح اکتشافات سرب و روی. ۱۳۷۲.
۴. مهندسین مشاور کاوشگران. گزارش زمین‌شناسی ۱:۲۰/۰۰۰ مناطق باباقله- حسین‌آباد- (خمین)/ تهران. وزارت معادن و فلزات. طرح اکتشافات سرب و روی. ۱۳۷۳.

◆ محلات

علوی نائینی، محمودرضا. اکتشافات ژئوشیمیایی در ورقه ۱:۱۰۰/۰۰۰ محلات. جلد اول: پی‌جویی‌های چکشی/ تهران. سازمان زمین‌شناسی کشور. ۱۳۷۷.

◆ شازند

۱. کوثری، سلیمان. اکتشافات ژئوشیمیایی ناحیه‌ای ۱:۱۰۰/۰۰۰ شازند/ تهران. سازمان زمین‌شناسی کشور. ۱۳۷۲.
۲. سنگ‌های سیلیسی موجود در ناحیه‌ی شازند/ تهران. سازمان زمین‌شناسی کشور. ۱۳۶۳.
۳. موقعیت زمین‌شناسی و چگونگی تشکیل (ژنز) کانسارها و آثار معدنی در محدوده‌ی ورقه‌ی ۱:۱۰۰/۰۰۰ زمین‌شناسی شازند/ تهران. سازمان زمین‌شناسی کشور. ۱۳۶۳.
۴. حاجیان، جواد. گزارش پی‌جویی برخی از ظرفیت‌های معدنی جنوب خاوری- خاور شازند/ تهران. وزارت معادن و فلزات. طرح اکتشافات سرب و روی. ۱۳۶۹.

◆ برنامه‌های زمین‌شناسی و اکتشافی انجام شده در برنامه‌ی سوم

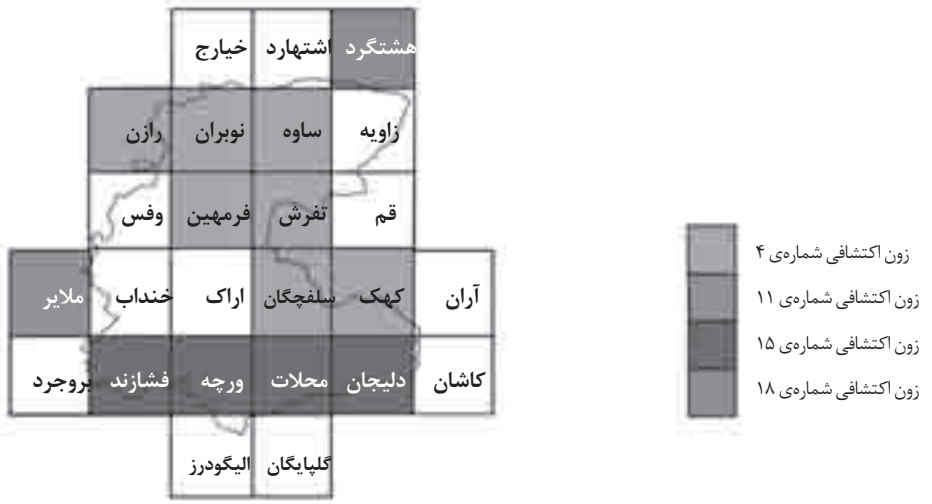
بخش بیشتر برنامه‌های زمین‌شناسی و اکتشافی انجام شده در برنامه‌ی سوم توسعه، به حاشیه‌ی شمالی و کناره‌ی خاوری استان مرکزی تعلق دارد (زون اکتشافی نوبران- آران). در این بخش، به‌عنوان نوار ماگمایی ارومیه- بزمان، تکاپوهای آتشفشانی و هم‌چنین جای‌گیری توده‌های نفوذی در مقدار زیاد است. از همین‌رو، جدا از کانه‌های همراه سنگ‌های ماگمایی، پدیده‌های دگرسانی و دگرگونی ناشی از رویکردهای مذکور می‌توانند در تجمع مواد معدنی نقش داشته باشند. با این حال، گوشه‌ی جنوب باختری استان، به‌عنوان بخشی از زون سنندج- سیرجان ازجمله قلمروهای لبه‌ی قاره و یا محیط کافتی است که عموماً می‌تواند با تمرکز گروه خاصی از ذخایر معدنی نظیر طلای کوارتز رگه‌ای و کانسارهای نوع اسکارن همراه باشد. لذا دومین منطقه‌ی مطالعاتی انجام شده برنامه‌ی سوم متعلق به حاشیه‌ی جنوبی استان مرکزی (زون اکتشافی شازند- الیگودرز) است.

مطالعات انجام شده در هر دو منطقه‌ی اکتشافی شامل تلفیقی از بررسی‌های صحرایی- آزمایشگاهی است که در زمینه‌های دورسنجی، زمین‌شناسی، اکتشافات ژئوشیمیایی، و زمین‌شناسی اقتصادی صورت گرفته است. از تلفیق نتایج حاصل از بررسی‌های

گفته شده، به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، مناطق امیدبخش معدنی شناسایی و برای ادامه‌ی عملیات اکتشافی و بهره‌برداری معرفی گردیده است.

وضعیت بررسی‌های انجام‌شده در دو زون مورد نظر در دو جدول ۴ و ۵ خلاصه شده است.

برنامه‌های زمین‌شناسی و اکتشافی پیش‌بینی شده



جدول ۴. زون اکتشافی شازند- الیگودرز (اولویت مطالعاتی ۱۵)

ردیف	مناطق مطالعاتی	زمین‌شناسی		اکتشافات ژئوشیمی		مواد معدنی قابل انتظار
		بررسی شده	بررسی نشده	بررسی شده	بررسی نشده	
۱	شازند	-	شازند	شازند	-	تنگستن طلا سیلیس تالک، فلدسپات
۲	ورچه	-	ورچه	ورچه	-	
۳	محلات	-	محلات	محلات	-	
۴	دلیجان	-	دلیجان	-	دلیجان	

افزون بر زون‌های اکتشافی جدول‌های ۴ و ۵، بخشی از نقشه‌ی کرج متعلق به زون اکتشافی کرج- دماوند (اولویت مطالعاتی ۱۸)، پایانه‌ی شمال خاوری استان مرکزی را می‌پوشاند که بررسی‌های زمین‌شناسی آن خاتمه یافته است و اکتشافات ژئوشیمیایی آن در برنامه‌ی سوم صورت گرفته است. با توجه به برنامه‌ی انجام شده طی برنامه‌ی سوم، حدود ۱۷/۵۰۰ کیلومتر مربع بررسی‌های زمین‌شناسی و حدود ۱۵/۰۰۰ کیلومتر مربع مطالعات ژئوشیمیایی، در استان مرکزی صورت گرفته است.

منابع

۱. نقشه‌ها و گزارش‌های زمین‌شناسی و معدنی استان مرکزی
۲. قربانی، م. ۱۳۸۱، دیباچه‌ای بر زمین‌شناسی اقتصادی ایران پایگاه داده‌های علوم زمین
۳. نقشه‌های ژئوشیمیایی مقیاس $\frac{1}{100000}$ سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

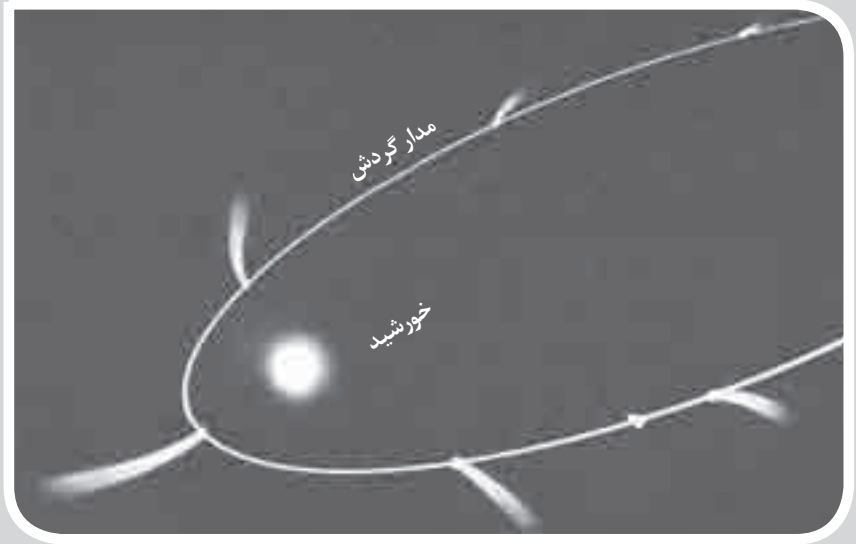
شناخت دنباله داران

سعید علیزاده بلوچی
دبیر زمین‌شناسی، ناحیه‌ی ۲ رشت

مقدمه

از آن‌جایی که در بخش نجوم «کتاب علوم زمین»، چند سطری به دنباله‌دارها اشاره شده است، ضروری به نظر می‌رسد کمی بیشتر در این باب بحث شود.

دنباله‌داران از زمان‌های بسیار دور توجه بشر را به خود معطوف داشته‌اند. در نظر انسان، دنباله‌داران پیک‌های بدبختی و بلا بودند که با خود ترس، نابودی و جنگ به ارمغان می‌آوردند. این اجرام در مدارهایی به شکل بیضی، سهمی یا هذلولی طی مسیر می‌کنند و دارای دوره‌های گردشی متفاوتی، از چند سال تا چند ۱۰ هزار سال هستند.



درواقع دنباله‌دارانی که دارای مداری به شکل بیضی هستند، به دلیل مدار مسدود و بسته‌ای که دارند، دوره‌ی گردشی آن‌ها نیز منظم و تناوبی است؛ یعنی در دوره‌ی زمانی مشخصی به نقطه‌ی حضیض خود می‌رسند. ولی دنباله‌دارانی که مدار آن‌ها باز (سهمی یا هذلولی) است، فقط یک‌بار به دیدار خورشید می‌آیند و با دور شدن از خورشید، ممکن است دیگر بازنگردند. نقطه‌ی حضیض مداری بسیاری از آن‌ها نزدیک خورشید واقع می‌شود. به همین دلیل با کسب گرما از خورشید، نورانی و در آسمان آشکار می‌شوند. ولی در اوج مداری‌شان بی‌فروغ و کم‌نور می‌گردند.

در نزدیک‌ترین نقطه‌ی مداری دنباله‌دار به خورشید، طول دم آن به حداکثر می‌رسد. در ضمن هیچ‌گاه دم دنباله‌دار به‌دلیل تأثیر و فشار مداوم باد خورشیدی روبه خورشید قرار نمی‌گیرد.

کلیدواژه‌ها: دنباله‌دار، گیسو، دم، حضیض، باد خورشیدی، گاز یونیزه، کمربند کوییبر.

ساختار دنباله‌دارها

از نظر ساختاری هر دنباله‌دار از سه بخش تشکیل شده است که عبارت‌اند از:

۱. هسته: بیشترین جرم هر دنباله‌دار را تشکیل می‌دهد و ممکن است قطری حدود ۱۰ کیلومتر داشته باشد. هسته‌ی دنباله‌داران جرمی سنگی- یخی (شبیه سیارک‌ها) با سوراخ‌ها و حفرات فراوان است و جنس آن بیشتر از «یخ آب» است. البته مواد جامد دیگری چون آمونیاک، متان منجمد و حتی برخی عناصر فلزی نیز در آن‌ها یافت می‌شود.

۲. گیسو یا کما: هنگام نزدیک شدن هسته‌ی دنباله‌دار به خورشید، مقداری از مواد منجمد هسته تبخیر و در فضا پخش می‌شود و بخش حجیم‌تری را در اطراف هسته به‌وجود می‌آورد که حالتی مه‌آلود دارد و به آن «گیسو» گفته می‌شود.

۳. دنباله یا دم: زیباترین بخش هر دنباله‌دار است که امکان دارد طول آن به چند صد میلیون کیلومتر هم برسد (طولانی‌تر از فاصله‌ی زمین تا خورشید!) دنباله ممکن است گازی (یونی) یا غباری باشد. دنباله‌ی گازی یا یونی معمولاً راست و مستقیم است و از موادی مانند: N^+، CO^+، CO_2^+ و یا در موارد نادری Na^+ شکل یافته است. دنباله‌ی غباری از جنس غبار و به حالت خمیده و پراکنده دیده می‌شود.

دنباله‌داران از زمان‌های بسیار دور توجه بشر را به خود معطوف داشته‌اند. در نظر انسان، دنباله‌داران پیک‌های بدبختی و بلا بودند که با خود ترس، نابودی و جنگ به ارمغان می‌آوردند

دنباله‌دار درخشان و زیبای «هیل- باپ» که در فروردین ۱۳۷۶ از آسمان زمین به‌راحتی قابل مشاهده بود. این دنباله‌دار به‌وضوح وجود سه دم غباری، یونی و گازی را به نمایش گذاشت.

انواع دنباله‌دارها

در هر دنباله‌دار دو نوع دنباله وجود دارد: دنباله‌ی غبار و دنباله‌ی گاز یونیزه. دنباله‌ی غباری از ذراتی به بزرگی ذرات موجود در دود تشکیل شده است. این نوع دم هنگامی تشکیل می‌شود که باد خورشیدی مقداری ماده از کُما جدا می‌کند. چون این ذرات بسیار کوچک‌اند، با کوچک‌ترین نیرویی جابه‌جا می‌شوند. درنتیجه، این دنباله‌ها معمولاً پخش و خمیده‌اند. دنباله‌های گازی وقتی تشکیل می‌شوند که نور خورشید مقداری از مواد کما را یونیزه می‌کند و سپس باد خورشیدی این مواد یونیزه را از کما دور می‌سازد.

دنباله‌های یونی معمولاً کشیده‌تر و باریک‌ترند. هر دوی این دنباله‌ها ممکن است تا میلیون‌ها کیلومتر

دنباله‌دارانی که مدار آن‌ها باز (سهمی یا هذلولی) است، فقط یک‌بار به دیدار خورشید می‌آیند و با دور شدن از خورشید، ممکن است دیگر بازنگردند

در فضا پراکنده شوند. وقتی که دنباله‌دار از خورشید دور می‌شود، دم و کما از بین می‌روند و فقط مواد سرد و سخت درون هسته باقی می‌مانند.

منشأ دنباله‌دارها

دنباله‌دارها در دو جا به‌طور بارز یافت می‌شوند: «کمربند کوییپر» و «ابر اورت». دنباله‌دارهای کوتاه‌مدت معمولاً از ناحیه‌ای به نام کمربند کوییپر می‌آیند. این کمربند فراتر از مدار نپتون قرار گرفته است. اولین جرم متعلق به کمربند کوییپر در سال ۱۹۲۲ کشف شد. این اجسام معمولاً کوچک هستند و اندازه‌ی آن‌ها از ۱۰ تا ۱۰۰ کیلومتر تغییر می‌کند. طبق رصدهای «هابل»، حدود ۲۰۰ میلیون دنباله‌دار در این ناحیه وجود دارند که گمان می‌رود از ابتدای تشکیل منظومه‌ی شمسی بدون تغییر مانده‌اند.

دنباله‌دارهای دارای تناوب طولانی‌مدت، از ناحیه‌ای کروی متشکل از اجرام یخ‌زده به نام ابر اورت سرچشمه می‌گیرند. این اجرام در دورترین قسمت منظومه‌ی شمسی قرار دارند و از آمونیاک منجمد، متان، یخ آب، و صخره تشکیل شده‌اند. معمولاً یک اختلال گرانشی باعث راه یافتن آن‌ها به داخل منظومه‌ی شمسی می‌شود.

حرکت ظاهری ستاره‌ی دنباله‌دار

وقتی ستاره‌ی دنباله‌دار از خورشید دور می‌شود، نخست دمش پیشاپیش می‌رود و سپس سر آن. علت این امر آن است که فشار نور خورشید اجزای کوچکی از هسته‌ی ستاره را بیرون می‌راند و این خود باعث تشکیل دم در پیشاپیش رأس آن می‌شود. درنتیجه هنگامی که ستاره‌ی دنباله‌دار از خورشید دور می‌شود، دم آن جلوجلو می‌رود و در اثنای دور شدن از خورشید، ستاره‌ی دنباله‌دار کم‌کم از سرعت خود می‌کاهد و از انظار ناپدید می‌شود. ستارگان دنباله‌دار ممکن است سال‌ها از برابر چشم ما مخفی بمانند، ولی بیشتر آن‌ها بالاخره به چشم ما خواهند آمد. آن‌ها به گرد خورشید پیوسته در حرکت هستند، ولی برای یک دور گردش به دور خورشید ممکن است زمان زیادی در راه باشند.

تغییر مدار دنباله‌دار

دنباله‌دارهای جدید از دورترین بخش‌های منظومه‌ی شمسی می‌آیند و بیشترشان فقط در مدت چند ماه

خورشید را دور می‌زنند و سپس برمی‌گردند و گردش خود را در ورای **پلوتو** به انجام می‌رسانند. گردش آن‌ها در مدارهایی بسیار پهن است و چندین هزار سال طول می‌کشد. برخلاف سیاره‌ها، دنباله‌دارها می‌توانند مدار خود را با مدارهای کاملاً جدید عوض کنند. آن‌ها اجسامی باثبات نیستند و هرگاه به سیاره‌ای بزرگ مانند مشتری بسیار نزدیک شوند، کشش گرانشی آن، مدار دنباله‌دار را عوض می‌کند. این حادثه برای «دنباله‌دار هالی» اتفاق افتاده و از این‌رو، تکرار بازگشت آن بیشتر شده است.

دنباله‌دار هالی

این دنباله‌دار یکی از معروف‌ترین دنباله‌دارهای کشف شده است که هر ۷۶ سال یک‌بار در آسمان کره‌ی زمین دیده می‌شود. آخرین باری که این ستاره رصد شده، در سال ۱۹۸۶ بوده است. این ستاره در سال ۲۰۶۲ دوباره در آسمان پدیدار خواهد شد.

حضیض آن ۰/۵۸۶ واحد نجومی و اوج آن ۳۵/۱ واحد نجومی است.

دنباله‌دارها در دو جا به‌طور بارز یافت می‌شوند: «کمربند کوییپر» و «ابر اورت». دنباله‌دارهای کوتاه‌مدت معمولاً از ناحیه‌ای به نام کمربند کوییپر می‌آیند. این کمربند فراتر از مدار نپتون قرار گرفته است

مرگ دنباله‌دار

با نزدیک شدن دنباله‌دار به خورشید، دنباله‌اش بزرگ‌تر می‌شود. دنباله همواره درجهت مخالف خورشید قرار می‌گیرد. فشار نور و حمله‌ی بادهای خورشیدی دنباله را به طرف مقابل می‌راند. هنگامی که دنباله از کنار خورشید می‌گذرد، از ماده‌اش کاسته می‌شود. یعنی ستاره‌ی دنباله‌دار، با هر بار عبور از نقطه‌ی قرین خورشیدی، مقداری از مواد خود را در اثر گرمای خورشید و نیروهای جذر و مدی از دست می‌دهد تا بالاخره ستاره‌ی دنباله‌دار از بین می‌رود. تاکنون برخی از ستاره‌های دنباله‌دار با دوره‌ی تناوب کوتاه، به چندین تکه تقسیم شده و یا حتی از هم پاشیده‌اند.

منابع

۱. همتی، داود؛ خوشبین‌فر، سهیل؛ حسن‌زاده، امیر. گاه‌شمار نجومی. انتشارات ایلیا. ۱۳۸۵.
۲. اعلمی، حمید. اطلاعات عمومی مصور.
۳. حیدرزاده، توفیق. اخترشناسی پایه. انتشارات فاطمی.
4. http://comet-seki.net/MemCometMain_en.html

منگنز و ذخایر آن در ایران

فرزانه طیبی
کارشناس ارشد زمین‌شناسی اقتصادی شرکت زرناب اکتشاف

درآمد

«منگنز» در صنعت تهیه‌ی آلیاژهای آهن و ساخت باتری‌های خشک و شیمیایی به کار می‌رود. هم‌چنین برای زندگی گیاهان و حیوانات ضرورت دارد. در بیشتر شرایط، منگنز فلزی، ماده‌ای شکننده، ترد و خمش‌ناپذیر است و برای تولید فولاد و چدن مورد استفاده قرار می‌گیرد. سازنده‌ی مهمی در ترکیب آلیاژهای غیرآهنی به‌ویژه آلیاژ آلومینیوم است. آلیاژهای مسی با افزوده‌شدن مقدار ناچیزی منگنز، پایدارتر می‌شوند (برنزهای منگنز)، از اشکال متفاوت منگنز برای ساخت پوشش‌های میله‌ی جوشکاری استفاده می‌شود.

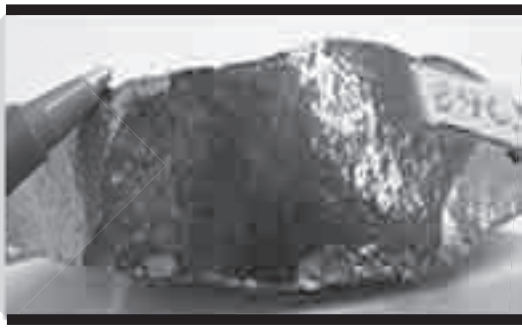
کلیدواژه‌ها: منگنز، برنز، آلیاژ، فولاد، نیکوپل، باروت آغاجی.

تاریخچه و کاربرد عنصر منگنز

عنصر منگنز در سال ۱۷۷۴ توسط شول[1]، دانشمند سوئدی شناسایی و معرفی شد. در سال ۱۸۵۶، کاربرد آن در صنایع فولاد شناخته شد و در سال ۱۸۸۲، رابرت هادفیلد[2] فولادهای منگنزی را کشف کرد. عدد اتمی این عنصر ۲۵ است و مانند آهن و مس از فلزات انتقالی محسوب می‌شود.

ترکیبات شیمیایی متفاوت منگنز در کودها، خوراکی‌ها، صنایع شیشه، رنگ‌ها، لعاب‌ها، رنگ جلا و محصولات شیمیایی و طبی گوناگون به‌کار می‌رود. بیشترین کاربرد منگنز در تولید فولاد است. منگنز اساساً برای کنترل ناخالصی‌های اکسیژن و سولفور در تولید فولاد به کار می‌رود و از اهم کاربردهای آن سولفورزدایی و اکسیدزدایی است. هم‌چنین باعث افزایش پایداری و سختی فولاد می‌شود. مقدار منگنز در فولاد به‌طور میانگین ۰/۷ درصد است و بسیاری از فولادها حدود ۵ درصد منگنز دارند. فولادهای منگنز حدود ۱۰ تا ۱۴ درصد منگنز دارند، که «فولاد هادفیلد»[3] نامیده می‌شوند. این گونه فولادها به مقدار ناچیز تولید می‌شوند. منگنز در پوشش‌های مقاوم مانند ریل‌های راه‌آهن و تجهیزات معدنی و تخریبی به کار می‌رود.

درصد مناسب MnO_2 در سنگ معدن، برای استفاده در متالورژی بیش از ۳۵ درصد (معمولاً ۵۰-۴۰ درصد) و میزان فسفر آن کمتر از ۰/۱۵-۰/۲ درصد است. کانی منگنز مورد مصرف در صنایع شیمیایی باید خلوص بیشتری داشته و حاوی ۸۵-۸۰ درصد MnO_2 باشد. تصویر ۱ آلیاژی از آهن و منگنز را نشان می‌دهد.



تصویر ۱. آلیاژ آهن و منگنز (Splegeleiscn)

ویژگی‌های ژئوشیمی و کانی‌شناسی منگنز

منگنز دارای یک ایزوتوپ (Mn^{55}) و کلارک آن در طبیعت ۰/۱ درصد است (دوازدهمین عنصر در پوسته‌ی زمین). در سنگ‌های بازی و فوق بازی تا ۱/۵ درصد نیز دیده شده است.

منگنز در ماگما به صورت Mn^{2+} عمل می‌کند. به همین لحاظ انتظار می‌رود که بتواند نقش جانشینی Fe^{2+} یا Ca^{2+} را بازی کند. منگنز خاصیت الکترونگاتیو به مراتب بیشتری نسبت به کلسیم دارد و شاید به همین دلیل باشد که به ندرت می‌تواند جانشین این عنصر شود (به جز در آپاتیت پگماتیت‌ها). در سنگ‌های آذرین، منگنز جای‌گزین آهن فِرو می‌شود و افزایش نسبی در نسبت Mn به Fe در مراحل تفریقی پسین دیده می‌شود. این پدیده معلول آن است که یون بزرگ‌تر منگنز نمی‌تواند وارد کانی‌های فرومنیزین در مراحل اولیه‌ی تفریق شود. کانی‌های پلاژیوکلاز کلسیم‌دار فاقد هرگونه منگنز هستند و توزیع آن در کانی‌های فرومنیزین، هیپرستن و اولیوین یکنواخت است.

منگنز دارای دو ظرفیت پایدار Mn^{2+} وMn^{4+} است که Mn^{2+} جانشین Fe^{2+} می‌شود و Mn^{4+} ایزومورف Fe^{3+} است. آهن نسبت به منگنز در شرایط اکسیدان بیشتری تشکیل می‌شود، حال آن که منگنز با مواد اکسیدی کمتری همراه است (فاصله‌ی بیشتر از ساحل).

«انباشتگی درونزادی»[۴] منگنز ارزش اقتصادی ندارد، در حالی که کانسارهای عظیم آن در سنگ‌های رسوبی شناخته شده‌اند. کانسارهای بزرگ و کوچک در سنگ‌های آتشفشانی ـ رسوبی و در سطح هوازده‌ی سنگ‌های دگرگونه تشکیل می‌شوند. علی‌رغم راه‌های مهاجرت همسان منگنز و آهن، این دو عنصر در چرخه‌ی رسوبی، مسیر جداگانه‌ای می‌یابند و از هم فاصله می‌گیرند. برای مثال، در بعضی از رخساره‌های رسوبی «رسوبات مغاکی اقیانوسی»[۵]، منگنز متمرکز می‌شود و حتی کانسارهایی با اهمیت اقتصادی را به وجود می‌آورد.

جدایی منگنز و آهن در «مهاجرت بیرونی»[۶] مربوط به میزان افزایش اکسیژن در جو است. این جدایی با کاهش نسبت Mn به Fe در سنگ‌های رسی رسوبی بعد از پروتروزوئیک به چشم می‌خورد. حاصل این تفاوت، کانسارهای بزرگ منگنز و تقریباً در مواردی بدون آهن است که در زمان پالئوژن تشکیل یافته است. بجز رسوبات کربناتی امروزی، منگنز در سنگ‌های آهکی تجمع نمی‌یابد، ولی وجود دولومیت‌های غنی از منگنز، از بعضی نقاط دنیا گزارش شده است.

عنصر منگنز از لحاظ خواص ژئوشیمی تقریباً مشابه آهن است، ولیکن در ترکیب پوسته‌ی جامد زمین، مقدار آن ۵۰ مرتبه کمتر از آهن است. کانه‌های اولیه‌ی آن در سنگ‌های آذرین قلیایی تا نیمه‌قلیایی و به مقدار کم در محلول‌های گرمابی باقی‌مانده‌ی مذاب تشکیل می‌شود، اما جدا شدن نهایی آن از آهن در ضمن تجزیه‌ی سنگ‌های آن و در مرحله‌ی ته‌نشست بعدی انجام می‌گیرد. زیرا منگنز به‌وسیله‌ی آب‌های گاز کربنیک‌دار، بهتر از آهن حل می‌شود و دیرتر از آهن در محلول‌ها ته‌نشست می‌کند.

تاکنون بیش از ۱۵۰ کانی دارای منگنز شناخته شده است که از آن میان، کانی‌های دارای ارزش اقتصادی عبارت‌اند از: پیرولوسیت، براونیت، هوسمانیت، منگانیت، ورنادیت، پسیلوملان، رودوکروزیت و منگانوسیدریت. تصویرهای ۲، ۳، ۴ و ۵ کانی‌ها و کانسنگ‌های منگنز را نشان می‌دهند.

تصویر ۲. کانی رودوکروزیت

تصویر ۳. دندریت‌های اکسید منگنز (پیرولوسیت) در سطح سنگ آهک (نوعی فسیل دروغین)

بیشتر کانسارهای منگنز منشأ تجزیه‌ای‌ورسوبی دارند و به‌صورت اکسید و هیدروکسیدهای آن تشکیل می‌شوند.

تقسیم‌بندی کانسارهای منگنز

تاکنون تقسیم‌بندی‌های متفاوتی توسط **گیلبرت** و **پارک** (۱۹۹۷)، **عرفانی** (۱۳۵۳) و **روی** (۱۹۸۸) بر مبناهای متفاوتی انجام شده است. در این‌جا به تقسیم‌بندی روی (۱۹۸۸) براساس نحوه‌ی تشکیل و سکانس پاراژنتیکی همراه، اشاره می‌شود.

الف) کانسارهای گرمایی

۱. ذخایر رگه‌ای گرمایی

این ذخایر معمولاً کوچک هستند و به سنگ درونگیر خاصی وابسته نیستند. این ذخایر تنها هنگامی از لایه‌بندی سنگ‌های رسوبی درونگیر خود تبعیت می‌کنند که نفوذ محلول‌های کانه‌دار و ته‌نشین کردن ماده‌ی معدنی در لایه‌های رسوبی راحت‌تر از عبور از آن‌ها باشد. تشخیص چگونگی جایگزینی این ذخایر بین لایه‌های رسوبی به سادگی امکان‌پذیر است و به این ترتیب می‌توان آن‌ها را از ذخایر لایه‌ای که هم‌زمان با رسوب‌گذاری تشکیل شده‌اند، تفکیک کرد.

۲. ذخایر گرمایی کم دما (اپی‌ترمال)

در کانسارهای گرمایی کم دمای منگنز، معمولاً مقدار عناصر کمیاب (Ni، Cu و Co) کم است. به استثنای مناطق عمیق‌تر رگه‌ها که به توده‌های حاوی سولفید عناصر پایه که محلول‌های گرمایی از آن‌ها منشأ گرفته‌اند، نزدیک هستند، در برخی از موارد از قبیل کانسارهای تشکیل شده از چشمه‌های آب گرم، منگنز با عناصر Cu، Ag، Pb-Zn و W در رگه‌های اکسید منگنز همراه است که از فعالیت سیستم‌های کم سولفید ایجاد شده است.

ب) کانسارهای رسوبی

۱. کانسارهای رسوبی آتشفشانی

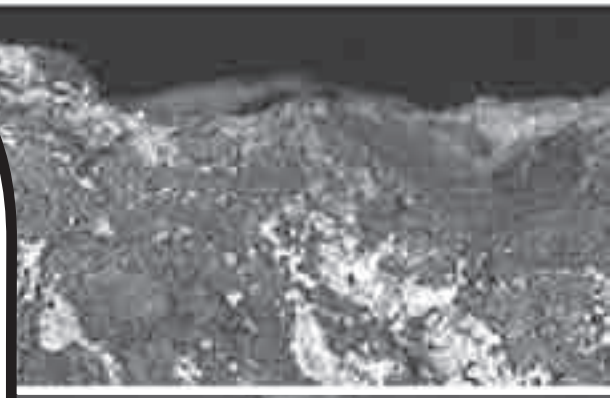
این کانسارها به دو گروه تقسیم می‌شوند: گرمایی و هیدروژنوس.

● **ذخایر آهن و منگنز کف اقیانوس‌ها (گرمایی):** این ذخایر در نزدیکی مراکز بازشونده تشکیل می‌شوند و نسبت‌های متفاوتی از آهن و منگنز را در خود دارند. این ذخایر به‌وسیله‌ی مشخصات ژئوشیمیایی و محتوای عناصر کمیاب از ندول‌های آهن و منگنز مناطق عمیق اقیانوس متمایز می‌شوند.

● **ندول‌های آهن و منگنز (هیدروژنوس):** این کانسارها در فاصله‌ی دور از پشته‌های میان اقیانوسی تشکیل می‌شوند. سرعت تشکیل این ندول‌ها کم است و اکسیدهای منگنز و آهن فرصت زیادی برای جذب عناصر از آب دریا دارند. به همین دلیل محتوای عناصر کمیاب U، Th و Ce در آن‌ها بیشتر از دیگر کانسارهاست.

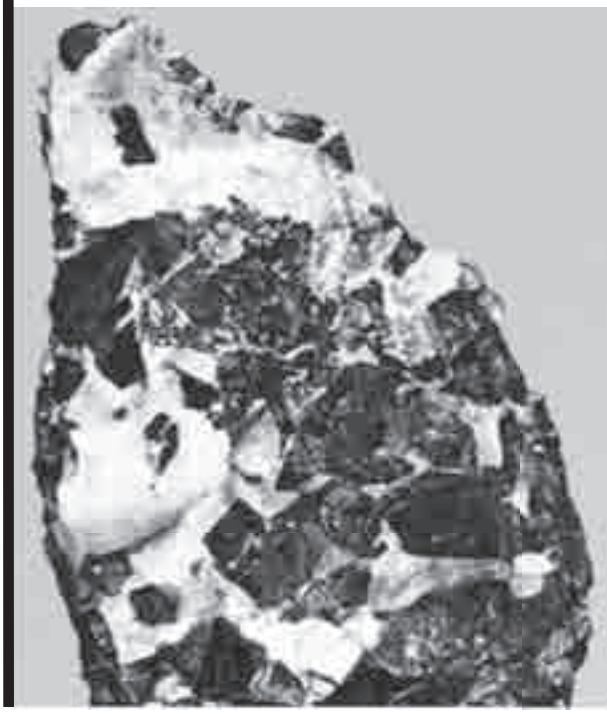
۲. کانسارهای رسوبی غیرآتشفشانی

ذخایر منگنز رسوبی که از هوازدگی سنگ‌های قاره‌ای و یا از آب دریا و دور از محل خروج سیالات گرمایی به وجود می‌آیند، به ذخایر رسوبی غیرآتشفشانی معروف هستند. این ذخایر بیشترین سهم را در ذخیره‌ی جهانی منگنز دارند



▲ تصویر ۴. کانسنگ منگنز حاوی پسیلوملان

▼ تصویر ۵. کانسنگ منگنز حاوی براونیت



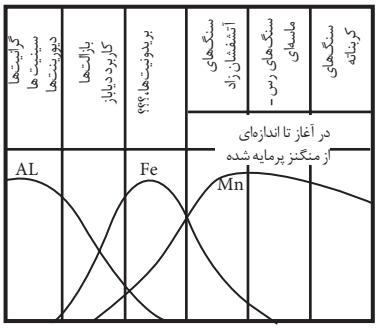
و برخلاف انواع آتشفشانی، از نظر عرضی دارای محدودیت کمتری هستند. این ذخایر لایه‌ی رسوبی مشخصی را دنبال می‌کنند و حالت لایه‌ای در آن‌ها کاملاً واضح است. افق‌های غنی از کانی‌های اکسیدی با بالاترین ظرفیت اکسیداسیون از قبیل پیرولوزیت، کریپتوملان، بیرنزیت و تودوروکیت، و افق‌های دارای کانی‌های با ظرفیت پایین‌تر مثل منگانیت و رودوکروزیت در لایه‌های عمیق‌تر این کانسارها قابل مشاهده هستند.

ج) کانسارهای سوپرژن

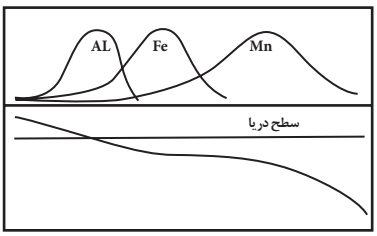
کانسارهای سوپرژن آن‌هایی هستند که تحت تأثیر آب‌های جوی و در نزدیکی سطح زمین تمرکز یافته‌اند. با وجود گسترش سطحی کم این نوع ذخایر، گاهی اوقات به دلیل شکل ظاهری‌شان، با کانسارهای رگه‌ای گرمایی کم دما اشتباه گرفته می‌شوند. آب‌های جوی تمایل دارند که کانی‌های منگنز را در مناطقی که تراواترند یا فضاهای خالی دارند، متمرکز کنند. کانسارهای گرمایی و رسوبی چنانچه در نزدیکی سطح زمین قرار گیرند، می‌توانند تحت تأثیر فرایند غنی‌سای برونزاد واقع شوند.

کانسارهای رسوبی منگنز و مهم‌ترین کانسارهای منگنز در ایران و جهان

کانسارهای رسوبی ـ شیمیایی منگنز، آهن و آلومینیوم از محلول‌ها و ذرات معلق و محلول‌های کلوئیدی در کف حوضه‌های رسوبی ته‌نشین می‌شوند. منشأ فلزات موجود در بعضی از این کانسارها، پوسته‌ی قاره‌ای تخریب شده است (شکل ۱)، به‌واسطه‌ی متفاوت بودن تحرک شیمیایی، این عناصر در منطقه‌ی ساحلی از یکدیگر جدا می‌شوند (شکل ۲). همان‌طور که ملاحظه می‌شود، آهن بین آلومینیوم و منگنز واقع است، لذا کانسارهای آهن ـ منگنز و کانسارهای آهن ـ آلومینیوم معمول هستند، ولی کانسارهای رسوبی آلومینیوم و منگنز معمولاً همراه با یکدیگر یافت نمی‌شوند.



شکل ۱. منشأ آهن، منگنز و آلومینیوم در بعضی از کانسارهای رسوبی [استراخوف، ۱۹۶۲]



شکل ۲. تفکیک عناصر آلومینیوم، آهن و منگنز درون یک حوضه‌ی رسوبی ساحلی [نقل از: اسمیرئوف، ۱۹۷۶]

رفتار ژئوشیمیایی منگنز بسیار شبیه به آهن است. همانند منگنز، آهن در محلول‌های اسیدی و خنثا محلول است. اما مسئله‌ای که در بررسی کانسارهای منگنز رسوبی مطرح است، سازوکاری است که مستقل از آهن باعث تمرکز منگنز می‌شود. ضمن فرسایش سنگ‌ها و انحلال آهن و منگنز، جدایش این دو عنصر به مقدار زیاد انجام نمی‌شود، لیکن با توجه به این‌که در بسیاری از آب‌های گرمایی، مقادیر منگنز بیشتر از آهن است، حتماً در زیر سطح زمین جدایش این دو عنصر انجام می‌شود، هم‌چنین نشان داده شده است که منگنز با سرعت کمتر و آن‌هم نه به طور کامل، نسبت به آهن، اکسید می‌شود و این‌که در بسیاری از شرایط Eh و pH حلالیت منگنز از آهن بیشتر است. در هر Eh معین، با افزایش pH، ته‌نشینی آهن نسبت به منگنز اولویت دارد، اما ضمن فرایندهای آلی، ته‌نشینی منگنز نسبت به آهن، توسط باکتری‌ها و خزه‌ها، اولویت دارد.

قسمت اعظم منگنز دنیا از کانسارهای منگنز رسوبی به دست می‌آید. حدود ۷۵ درصد از منابع منگنز کشف شده (در خشکی) در شوروی سابق واقع شده است. کانسارهای منگنز رسوبی به دو گروه تقسیم می‌شوند:

الف) کانسارهای رسوبی:	همراه با رس و ماسه سنگ گلاکونیتی
	همراه با کربنات‌ها
ب) کانسارهای رسوبی آتشفشانی:	همراه با گرینستون
	همراه با تراکی ریولیت‌ها

شکل ۳. جدول تقسیم‌بندی کانسارهای منگنز رسوبی

میزان فراوانی منگنز در سنگ‌ها، رسوبات و آب‌های اقیانوسی در (جدول ۱) گزارش شده است. میزان منگنز سنگ‌های آذرین مافیکی بیشتر از اسیدی و حد واسط است (جدول ۱). میزان منگنز در شیل‌ها، کربنات‌ها و سنگ‌های گرایواکی بالا، و در ماسه‌سنگ و شیل‌های غنی از مواد آلی پایین است. حداکثر منگنز را در رسوبات عمیق دریایی گزارش کرده‌اند(جدول ۱).

نوع سنگ	MnO_2(ppm)
سنگ‌های آذرین:	
گرانیت	۲۶۰
گرانودیوریت‌ها	۳۹۰
دیوریت‌ها	۱۳۹۰
گابروها	۱۳۹۰
پریدوتیت‌ها	۱۰۵۰
سنگ‌های رسوبی و رسوبات:	
ماسه سنگ	۱۷۰
شیل‌های ماسه	۱۵۰
سنگ‌های کربناته	۵۵۰
شیل‌ها	۶۰۰
گریواک‌ها	۶۹۰
رس‌های عمق زیاد	۵۷۰۰
آب دریا	۰/۰۰۱۳

جدول ۱. میزان منگنز سنگ‌های مهم، رسوبات و آب دریا [مایناره، ۱۹۸۳]

۱. کانسار نیکوپل

کانسار منگنز «نیکوپل»[۹] واقع در شوروی سابق، بزرگ‌ترین ذخیره‌ی منگنز دنیا و از نوع رسوبی محسوب می‌شود. این کانسار و دیگر کانسارهای اطراف آن در کمربندی به طول ۲۵۰ کیلومتر و عرض ۲۵-۲۰ کیلومتر در حاشیه‌ی جنوبی صفحه‌ی اوکراین تشکیل شده‌اند. این کانسار در الیگوسن شکل گرفته است. استراتیگرافی منطقه از پایین به طرف بالا شامل پی‌سنگ کریستالین، پی‌سنگ هوازده، ماسه سنگ و رس، سیلتستون، ماسه‌سنگ گال و گلوکونیت، لایه‌ی منگنزدار، رس‌های سبز تا خاکستری، مارن و آهک است. لایه‌ی منگنز شامل سه رخساره‌ی اکسید، مخلوط اکسید ـ کربنات و کربنات است که کربنات‌ها در حاشیه‌ی حوضه‌ی رسوبی تشکیل شده‌اند.

افق منگنزدار دو تا سه متر ضخامت، ۲۵ کیلومتر عرض و ۱۵۰ کیلومتر طول دارد. رخساره‌ی اکسید حدود ۲۵ درصد ذخیره را تشکیل می‌دهد. عیار منگنز ۱۵ تا ۲۵ درصد است. منگنز از سنگ‌های مافیکی اسپلیتی[۱۰] کریستالین منشأ گرفته است. بافت ذخیره از نوع الیتی، پیزولیتی، لامیناسیون و جانشینی صدف‌هاست. این کانسار در محیط فلات قاره‌ای تشکیل شده و در آن ساخت منطقه‌ای قابل مشاهده است. کانی‌های منطقه‌ی اکسیدی شامل پیرولوسیت‌ها و پسیلوملان و کانی‌های اصلی کربناتی نیز منگانوکلسیت و رودوکروزیت هستند. با افزایش عمق، کانی‌های منطقه‌ی کربناتی به رس‌های سبز ـ آبی که غالباً حاوی گرهک‌های منگنز است، تبدیل می‌شوند.

محصولات اکسیدان سوپرژن (به ترتیب تشکیل) عبارت‌اند از: منگانیت، پیرولوزیت، تودوروکیت، کریپتوملان، بیرنزیت و رانسیتیت[۱۱] [مرادلو، ۱۳۸۷].

سنگ‌های رسوبی منطقه شامل سنگ آهک، مارن، ماسه سنگ، سیلت استون و رس می‌شوند. **روی** (۱۹۸۱) این کانسار را در گروه کانسارهای رسوبی غیر آتشفشانی واقع در توالی‌های تخریبی قرار داد و **وارنتسوف**[۱۲] منشأ عناصر را بالا رفتن محتوای منگنز آب دریا بر اثر فعالیت‌های گرمایی معرفی کرده است. هر دو نفر تأثیر فرایندهای سوپرژن در تکوین این کانسار را تأیید کرده‌اند [پیشین].

۲. کانسار باروت آغاجی

کانسار منگنز باروت آغاجی را می‌توان یک کانسار چند مرحله‌ای دانست. به این ترتیب که در کانسار مذکور، ابتدا کانی‌های منگنز هم‌زمان با رسوب‌گذاری و با منشأ غیرآتشفشانی شکل گرفته‌اند و سپس بر اثر عملکرد فرایندهای سوپرژن، کانی‌های منگنز دستخوش حمل و ته‌نشست مجدد شده‌اند. این فرایندها باعث تمرکز کانی‌های منگنز شده و کانسار باروت آغاجی را تشکیل داده‌اند [پیشین]. آقای **عیسی رضازاده مرادلو**، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خود را در سال ۱۳۸۷ با عنوان «ژئوشیمی، کانی‌شناسی و شرایط تشکیل ذخیره‌ی منگنز باروت آغاجی» (استان آذربایجان شرقی) گذرانده است. در ادامه به قسمت‌هایی از مطالعه‌ی وی اشاره شده است.

کانسار باروت آغاجی در غرب شهرستان هشترود در استان آذربایجان شرقی واقع شده است. منطقه به‌طور عمده از آمفیبولیت‌های پالئوزوئیک، سنگ‌های گرانیتی ـ گرانودیوریتی ـ گنایسی مزوزوئیک، سنگ‌های رسوبی الیگوسن ـ میوسن و رسوبات عهد حاضر پوشیده شده است. سنگ‌های گرانیتی ـ گرانودیوریتی در منطقه بیشترین گسترش را دارا هستند [پیشین].

کانه‌زایی منگنز در این منطقه به دو صورت مشاهده می‌شود. حالت اول، کانه‌زایی کم‌عیار منگنز به صورت لامینه‌ای و دانه‌ی پراکنده در سنگ‌های رسوبی کربناتی باسن الیگو ـ میوسن است. شواهد بافتی و ژئوشیمیایی نشان می‌دهد که این کانه‌زایی هم‌زمان با رسوب‌گذاری اتفاق افتاده است. عیار منگنز در این واحد کم و در حدود یک درصد است. حالت دوم، کانه‌زایی پرعیار منگنز به صورت پرکننده‌ی فضای خالی است که با توجه به شکل تمرکز، دو نوع کانسنگ منگنز در این منطقه وجود دارد: کانسنگ برشی و کانسنگ رگه‌ای ـ کیسه‌ای. کانسنگ برش در مرز بین سنگ‌های رسوبی و سنگ‌های گرانیتی ـ گرانودیوریتی ـ گنایسی تشکیل شده است. اجزای این برش را سنگ‌های آذرین ـ دگرگونی و سیمان آن را کانی‌های منگنز تشکیل می‌دهند. کانسنگ استخراجی به‌طور متوسط حاوی ۳۰ درصد منگنز بوده است [پیشین].

کانسنگ منگنز به‌طور عمده شامل «پیرولوزیت»[۱۳]، «رومانشیت»[۱۴]، «منگانیت»[۱۵] و «کریپتوملان»[۱۶] است. این کانسنگ هم‌چنین حاوی آنومالی‌هایی از فلزات پایه، نقره و مولیبدن است [پیشین].

با توجه به شواهد صحرایی، کانی‌شناسی، پتروگرافی و داده‌های ژئوشیمیایی، به نظر می‌رسد که منگنز ابتدا ضمن رسوب‌گذاری و دیاژنز، در رسوبات آهکی، به ویژه آهک‌های ریفی، تثبیت شده و در مراحل بعد دستخوش پویایی، مهاجرت و رسوب دوباره شده است. منشأ اولیه‌ی منگنز و فلزات همراه آن، فعالیت‌های گرمابی زیردریایی شناخته شده است، اما با توجه به شواهد ژئوشیمیایی، عوامل برونزاد و آب‌های جوی در مراحل بعدی تکوین این کانسار دخالت داشته و انباشت‌های اقتصادی منگنز را پدید آورده‌اند [پیشین].

سن کانه‌زایی اولیه‌ی منگنز که هم‌زمان با رسوبات الیگوسن ـ میوسن است و با توجه به ترکیب شیمیایی آب دریا در این زمان که موجب تشکیل کانسارهای مهمی در دنیا (نیکوپل، چیاتورا و...) شده است، به همراه داده‌های ژئوشیمیایی، کانی‌شناسی و بافت ماده‌ی معدنی، مدل تشکیل این کانسار را رسوبی ـ دیاژنتیکی معرفی می‌کند. در این مدل، ته‌نشست اولیه‌ی کانی‌های منگنز به همراه سنگ‌های رسوبی درونگیر خود و بر اثر پیشروی و پسروی متناوب آب دریا بوده است و در مرحله‌ی بعدی، آب‌هایی با منشأ جوی عامل انتقال و ته‌نشست مجدد کانی‌های منگنز و تشکیل کانسار هستند [پیشین].

چهار منشأ احتمالی می‌توان برای منبع اولیه‌ی منگنز مطرح کرد که عبارت‌اند از:

الف) حاصل تخریب و فرسایش سازندها و کانسارهای قدیمی‌تر؛

ب) توده‌های نفوذی و سیالات داغ همراه با آن‌ها؛

ج) فعالیت‌های آتشفشانی همراه با رسوب‌گذاری؛

د) فعالیت‌های آتشفشانی ـ گرمابی دور از محل رسوب‌گذاری [پیشین].

در این مطالعه با توجه به نمودارهای ژئوشیمیایی و هم‌بستگی عناصر، منشأ گرمابی برای عناصر تشکیل‌دهنده‌ی کانسار، گزینه‌ی قابل قبول‌تری به نظر رسیده است. از طرف دیگر، تفکیک ایجاد شده بین آهن و منگنز در این کانسار قابل توجه است. از آن‌جا که سیالات گرمابی خارج شده از مناطق آتشفشانی فعال زیردریایی، می‌توانند غنی از آهن و منگنز باشند، نتیجه گرفته شده که محل خروج سیالات گرمابی دور از حوضه‌ی رسوبی بوده است. آهن می‌تواند بعد از خروج از سیالات و اختلاط با آب‌های سرد دریا به صورت سولفید، کربنات و هیدروکسید ته‌نشین شده باشد. اما منگنز در دماهای پایین در محدوده‌ی وسیعی از Eh و Ph محلول است و می‌تواند مسافت‌های بیشتری را طی کند.

ادوار مهم منگنززایی در ایران و جهان

در دوران‌های متفاوت زمین‌شناسی، از زمان آرکئن تا عهد حاضر، همواره کانسارهای منگنز تشکیل شده‌اند یا در حال تشکیل شدن هستند که این امر دلیل خوبی برای فراوانی منگنز در پوسته‌ی کره‌ی زمین است (دوازدهمین عنصر پوسته‌ی زمین).

اولین منگنززایی در سپرهای قدیمی در زمان آرکئن پروتوزوئیک به همراه آهن صورت گرفته که شاخص‌ترین این کانسارها در کشورهای آفریقای جنوبی، برزیل و چین با ۹۰ میلیون تن ذخیره و هندوستان با ۲۰ میلیون تن واقع است.

زایش منگنز در دوران اول در سری سنگ‌های ولکانیکی بازیک؛ عمدتاً متشکل از سنگ‌های بازالت و آندزیت در کامبرین واقع در سیبری روسیه با ۴۵ میلیون تن ذخیره و کربنیفر در کشور چین با ۱۵ میلیون تن ذخیره و بالاخره در دونین قزاقستان روسیه با ۱۰ میلیون تن ذخیره رخ داده است.

در مزوزوئیک (دوران دوم زمین‌شناسی)، کانسارهای منگنز در سری سنگ‌های آتشفشانی ژوراسیک و سنگ‌های رسوبی و آتشفشانی کرتاسه در کشورهای آمریکای شمالی، بلغارستان، شورروی، کوبا، ژاپن، یونان، ایران و فیلیپین کشف شده‌اند. در کشور مراکش در دوره‌ی ژوراسیک و کرتاسه، میزان سه میلیون تن ذخیره‌ی منگنز تاکنون شناسایی شده است. منگنززایی عظیمی در پالئوسن در دامنه‌ی شرقی اورال روسیه با ذخیره‌ی ۱۰ میلیون تن و در اولیگوسن با ذخیره‌ای بالغ بر ۷۹۵ میلیون تن در حاشیه‌ی پلاتفرم اروپا به وجود آمده است.

بالاخره در دوران چهارم، منگنز از طریق چشمه‌های آب گرم و در رسوبات جوان و قدیمی و در بستر اقیانوس‌ها در پشته‌های اقیانوسی، از چرخش محلول‌های گرمابی گرهک منگنز تشکیل شده و یا در حال تشکیل شدن است. میزان ذخایر مدفون شده در رسوبات دوران چهارم بالغ بر ۷۰ میلیون تن است.

زایش منگنز تیپ رسوبی که بزرگ‌ترین ذخایر منگنز دنیا را شامل می‌شود، در کشورمان تاکنون کشف نشده است، ولی منگززایی به صورت عدسی شکل پراکنده، در ایران بسیار فراگیر است. کانسارهای شناخته شده‌ی منگنز در ایران، محدود و به‌طور کلی به ادوار پرکامبرین و کرتاسه ـ

پالئوژن محدود می‌شوند؛ اگرچه امکان وجود منگنز در سازندهای پالئوزوئیک به‌خصوص در رخساره‌های ولکانوژنیک نباید نادیده گرفته شود. کانسارهای آهن منگنزدار از چرخه‌ی متالوژنی پان آفریقایی در ایران مرکزی از نوع ناریگان و در مجموعه‌ی سری‌های آذرآواری ماگمایی در ناحیه‌ی پشت بادام از نوع کافتی است. از نظر توزیع زمانی ـ مکانی به‌طور کلی فلززایی منگنز و کانسارهای شناخته شده‌ی آن را به ادوار و ساماندهی زیر می‌توان تقسیم کرد:

۱. کانسارهای منگنز بستر اقیانوسی و سازندهای دگرگونی در طبقات با ویژگی‌های افیولیتی مانند کانسارهای پتیار و ترکمانی در ناحیه‌ی انارک در سری اکلوژن ـ کافتی پرکامبرین پسین و سازندهای دگرگونی مربوط به دوران اول در مناطق ترود ـ سرکویر مانند چاه‌گبری، کوه مهران، کوه شمشیربران و غیره.

۲. در کرتاسه‌ی تحتانی، کانی‌سازی منگنز به همراه آهن در داخل سنگ‌های آهکی اوربیتولین‌دار به صورت ذخایر آهن منگنزدار و یا منگنز آهن‌دار در پاره‌ای از مناطق کشور رخ داده است که از جمله می‌توان به کانسارهای آهن منگنزدار شمس‌آباد اراک، چاه باشه، کافر دوغ، نوق و باغ قره تربت‌حیدریه و غیره اشاره کرد.

۳. کانسارهای منگنز کرتاسه بالایی در سازندهای آتشفشانی رسوبی زون آمیزه‌های رنگین در کمربند افیولیتی ایران، نظیر کانسارهای آب‌بند در نیریز، گوئیچ در خاش، بنوید نائین، زیروقت، بند قراء و سبند و بردسکن کاشمر و کانسارهای منگنز در ناحیه‌ی سبزوار شامل تک فریزی، بنسپورت، دو چاهی، چاه سلطان محمد، ذول فرخ، دهنه‌ی زرد و دهنه‌ی کور چاه.

۴. کانسارهای منگنز از نوع آتشفشانی ـ رسوبی و گرمایی در مجموعه‌ی آذر آواری و آتشفشانی پالئوژن نظیر کانسارهای ونارچ، رباط‌کریم، بزنین و کوه آرارات، لیاک و عبدل‌آبادقزوین.

۵. کانسارهای وابسته به فعالیت‌های آتشفشانی جوان نظیر قزلچه در مراغه و دیگر کانسارهایی موجود در آذربایجان شرقی.

ازبررسی سیر تحول وتکوین زمین‌شناسی ایران و توجه به این نکته که زایش و غنای منگنزدر سازندهای تشکیل دهنده‌ی پوسته‌ی زمین، عموماً به گونه‌ای در ارتباط مستقیم و غیرمستقیم با رخدادها و فعالیت‌های ماگمایی از نوع آتشفشانی زیردریایی و در کمربندهایی است که معمولاً از نوع پوسته‌ی اقیانوسی یا حد واسط هستند، چنین می‌توان گفت که نه تنها در سازندهای مشروح در فوق، بلکه در سایر سازندها و نواحی کشور که به نحوی دستخوش فعالیت‌های ماگمایی و آتشفشانی شده‌اند، نیز وجود ظرفیت‌های منگنز دور از انتظار نیست.

گروه‌های اکتشافی «شرکت ملی فولاد» به‌کمک کارشناسان «شرکت تکنواکسپورت» شوروی، از سال ۱۳۵۴ تا سال ۱۳۵۶، روی تعدادی از کانسارهای منگنز ایران مطالعاتی انجام دادند که نهایتاً سه تیپ ژنتیکی برای ذخایر گوناگون منگنز کشور معرفی شد. این کانسارها از لحاظ منشأ به سه گروه زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱. کانسارهای منگنز با منشأ هیدروترمالی؛

۲. کانسارهای منگنز با منشأ رسوبی ـ آتشفشانی؛

۳. کانسارهای آهن منگنزدار با منشأ پلی‌ژن.

در گزارش گروه اکتشافی فوق‌الذکر، تعداد ۴۵ ذخیره از منگنز و یا آهن منگنزدار در کشور مورد بررسی مقدماتی قرار گرفت. کانسارهای منگنز رسوبی ـ ولکانیکی ایران به زون آمیزه‌ی رنگین در ایران نسبت داده می‌شوند. کانسارهای منگنز ولکانیکی ـ رسوبی شناخته شده در نقاط گوناگون ایران از نظر سنی در دو گروه قرار می‌گیرند:

گروه اول: متعلق به کرتاسه‌ی فوقانی که در ژئوسینکلینال‌های آلپی تشکیل شده‌اند.

گروه دوم: مربوط به زمان اولیگوسن ـ میوسن است.

کانسارهای آتشفشانی ـ رسوبی از غنی‌ترین و عمده‌ترین کانسارهای منگنز به شمار می‌روند و عمدتاً در زون‌های گذر از فعالیت آتشفشانی زیردریایی به رسوبی شکل گرفته‌اند. به‌طور کلی، کانسارهای آتشفشانی ـ رسوبی به‌علت کیفیت نازل سیلیس بالا و سختی کانه‌آرایی آن‌ها، فقط در صنایع فولاد قابل استفاده هستند. مهم‌ترین کانسارهای شناخته شده‌ی منشأ ولکانیکی ـ رسوبی ایران، کانسارهای ونارچ، کوه‌زرد، بنوید، آب‌بند، توران، قلعه‌بنسبور و بردسکن را شامل می‌شوند.

فرایندهای مؤثر بر اقتصادی شدن کانسارهای منگنز

فرایندهای پس از رسوب‌گذاری اولیه‌ی کانه‌های منگنز همیشه مورد بحث محققین بوده و تأثیر این فرایندها در اقتصادی‌شدن نهشته‌های کم عیار در معادن زیادی گزارش داده شده است. در مناطق مرطوب و دارای پوشش گیاهی به همراه توپوگرافی مناسب، سیستم زهکشی و سنگ منشأ مناسب هوازدگی می‌تواند کانسار منگنز ایجاد کند. نقش پوشش گیاهی و پوسیدگی آن‌ها و تولید آب‌های زیرزمینی اسیدی، توسط **نیکلسون** (۱۹۹۲) نیز تأیید شده است. انحلال انتخابی منگنز می‌تواند توسط واکنش‌های آنزیمی باکتری‌ها ایجاد شود، با وجود این، بدون در نظر گرفتن تأثیر باکتری‌ها نیز منگنز

محلول‌ترین عنصر بین عناصر Fe،Al و Mn است [پیشین].

در کانسار «گروت ایلنت»[17] در استرالیا، اکسیدهای منگنز در جریان هوازدگی حل شده و در قسمت‌های عمیق‌تر به صورت سیمان بین کانه‌های قبلی رسوب کرده‌اند.

هوازدگی در دوران سنوزوئیک و به دنبال آن انحلال و ته‌نشست دوباره‌ی کانه‌های منگنز که باعث تغلیظ کانسنگ‌های کم‌عیار قبلی شده است، در کانسارهای متفاوتی از جمله معادل «سرادوناویو»[18]، «موروداماینا»[19] و «آزول»[20] در برزیل، «موانادا»[21] در گابون، ساحل آج، کانسارهایی در بورکینافاسو و شرق لیبی، معادل «مولانگو»[22] و لوسیفر در مکزیکو و در کانسارهای کوچک‌تری هم‌چون «اورکوت»[23] درمجارستان، «فیلیپس برگ»[24] و «بوت»[25] در آمریکا و «جانگون»[26] در کره‌ی جنوبی گزارش شده‌است [پیشین].

در کانسار منگنز باروت آغاجی نیز، هوازدگی افق‌های کانه‌دار اولیه که کم‌عیار هستند، باعث تغلیظ ثانویه‌ی کانه‌های منگنز شده است. طی این مرحله، فضاهای خالی ثانویه که بر اثر گسلش و خرد شدن سنگ‌های منطقه ایجاد شده‌اند و نیز حفرات کارستی موجود در سنگ‌های کربناتی، کنترل کننده‌ی تجمع کانه‌ها در محل مناسب بوده‌اند. بنابراین در این مرحله فضاهای خالی ثانویه، نقش اصلی را در تشکیل کانسنگ‌های منگنز برعهده داشته‌اند [پیشین].

رابطه‌ی ترکیب آب اقیانوس با کانه‌زایی منگنز در کانسار باروت آغاجی

بیشترین آهنگ تولید پوسته‌ی اقیانوسی در سنوزوئیک به زمان ائوسن مربوط می‌شود که موجب فعالیت شدید گرمابی در این دوره شده است. این فعالیت‌ها باعث ورود مقادیر غیرمتعارف Mn، Co_2، Si، Ca و دیگر ترکیبات همراه آن‌ها به آب اقیانوس‌ها شده و گرم شدن کره‌ی زمین بر اثر پدیده‌ی اثر گل‌خانه‌ای را به همراه داشته است. افزایش فعالیت موجودات زنده، بالا رفتن آهنگ رسوب‌گذاری و پیشروی آب دریاها از دیگر پیامدهای این تغییرات است [پیشین].

در اواخر ائوسن و اوایل الیگوسن، سردشدن شدید هوا و افزایش چگالی آب سطح اقیانوس‌ها باعث شد که سیستم گردشی عمودی در آب اقیانوس‌ها ایجاد شد و جریان‌های عمقی قوی فعال شوند. این جریان‌ها که تا به امروز نیز ادامه دارند، مواد غذایی، زیادی را جابه‌جا می‌کنند و موجب فرسایش کف اقیانوس می‌شوند. افزایش آهنگ تولید پوسته‌ی اقیانوسی در ائوسن، با افزایش سطح آب دریاها و پیشروی آن‌ها روی قاره‌ها همراه بوده است. در این دوره، افزایش قابل ملاحظه‌ی عناصری با منشأ گرمابی و بالا رفتن آهنگ تولید رسوبات زیستی بر اثر ازدیاد تأمین مواد غذایی در اقیانوس‌ها رخ داده است [پیشین].

با توجه به سن واحدهای رسوبی کانه‌دار کانسار باروت آغاجی به این نتیجه رسیده‌اند که ترکیب شیمیایی آب دریای تتیس که نهشته‌ی مذکور از آن ته‌نشین شده، در زمان الیگو-میوسن مستعد تشکیل کانسار رسوبی منگنز بوده‌است. هم‌چنان که در همین زمان در نقاط متفاوت حاشیه‌ی دریای بزرگ تتیس، کانسارهای مهم منگنز از قبیل «نیکوپل» و «بلوشوی توکماک»[26] در اوکراین، «چیاتورا» در گرجستان، «بینکیلیچ» در ترکیه، «وانا»[27] و «ابروچیشت»[28] در بلغارستان و نهشته‌های شمال اورال هم‌چون منطقه‌های «سایان»[29] و «بایکان»[30] در روسیه تشکیل شده‌اند [پیشین].

پی‌نوشت

1. Schule
2. Hardfield
3. Hadfield steels
4. Endogenetic
5. Abyssal Oceanic Sediments
6. Hypergene Migration
7. volcanogenic
8. non-volcanogeinc
9. Nico Pol
10. Spilite
11. Rancicitc
12. Varentsov
13. Pyrolusite
14. Romanechite
15. Manganite
16. Cryptomelane
17. Groot Eylandt
18. Seraa do Navio
19. Morro da Mina
20. Azul
21. Moande
22. Molango
23. Urkut
24. Philibsburg
25. Butte
26. janggun
27. Bol'shoi Tokmak
28. Vana
29. Sayan
30. Baikal

منابع

۱. سامانی، بهرام (۱۳۷٤). زمین‌شناسی ایران (کانسارهای منگنز). سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدن کشور.

۲. رضازاده، مرادلو، عیسی (۱۳۸۷). ژئوشیمی. کانی‌شناسی و شرایط تشکیل ذخیره‌ی منگنز باروت آغاجی (استان آذربایجان شرقی). پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید بهشتی.

۳. شهاب‌پور، جمشید (۱۳۸۰). زمین‌شناسی اقتصادی. انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان.

٤. عرفانی، حسین (۱۳۵۳). زمین‌شناسی اقتصادی کانسارها (۱). انتشارات دانشگاه تهران.

۵. کریم‌پور، محمد حسن و سعادت، سعید (۱۳۸۱). زمین‌شناسی اقتصادی کاربردی. انتشارات ارسلان.

6. http://www.ngdir.ir

7. http://cn.wikipedia.org

زمین‌شناسی دریایی

آنیا دانایی‌تبار
کارشناس زمین‌شناسی، شرکت مهندسی مشاور زرناب اکتشاف
احمد رضایی
کارشناس ارشد زمین‌شناسی اقتصادی، شرکت معدنی سنگ آهن آک کهور

درآمد

امروزه انجام مطالعات و تحقیقات زمین‌شناسی دریایی در جهت اهداف گوناگون اقتصادی، امنیتی، سیاسی، نظامی، زیست محیطی و... با استفاده از فناوری‌های پیشرفته و روش‌های نوین، امری اجتناب‌ناپذیر تلقی می‌شود. در همین راستا، وجود صدها مرکز تحقیقاتی و آموزشی و همکاری‌های فیمابین در کشورهای پیشرفته، قابل توجه و تأمل است. نگاه همه جانبه و فراگیر به حوزه‌ی مطالعات دریایی امری ضروری محسوب می‌شود و پیداست که انجام این گونه تحقیقات و مطالعات، دستاوردها و نتایج قابل توجهی در پی خواهد داشت. از جمله‌ی این دستاوردها می توان به ارتقای کمی و کیفی دانش فنی، روش‌ها، فناوری‌ها، مدل‌سازی و ارائه‌ی الگوهای تحقیقاتی، بهره‌مندی از مزایای ذخایر آبی و زیر آبی اشاره کرد. همگی این دستاوردها، تأثیرات محسوس و غیر محسوسی در امور روزمره‌ی زندگی خواهند داشت. استفاده‌ی بهینه از منابع مهم دریایی، علاوه بر مزیت‌های اقتصادی، از دیدگاه مسائل دفاعی و نظامی نیز حائز اهمیت است.

کلیدواژه‌ها: زمین‌شناسی دریایی، کاربرد زمین‌شناسی دریایی، گروه ژئوفیزیک دریایی، آلودگی آب، دریاچه‌های ایران.

مقدمه

اقیانوس‌ها و دریاها بیش از ۳۶۰ میلیون کیلومتر مربع، یعنی حدود ۷۱ درصد سطح زمین را پوشانده‌اند. بنابراین اهمیت آن‌ها به عنوان مهم‌ترین تشکیل دهنده‌ی هیدروسفر در زندگی بشر، غیرقابل انکار است. زندگی انسان به طور مستقیم یا غیر مستقیم وابسته به دریا و اقیانوس است و اصولاً بر اساس شواهد زمین‌شناسی، پیدایش اولین اشکال حیات یا «کمپلکس‌های ارگانیک» که به صورت بقایای فسیلی در اسلیت‌ها و شیست‌های کربن‌دار آرکئن به جای مانده‌اند و به عنوان شکلی از حیات تلقی شده‌اند، در رابطه با واکنش بین هیدروسفر و اتمسفر بوده است.

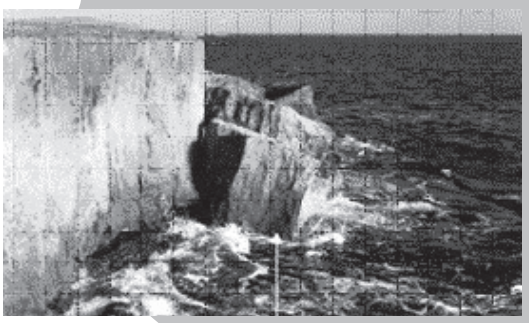
طی دوران‌های زمین‌شناسی دیرینه زیستی، میانه زیستی تا نوزیستی و عهد حاضر، حیات موجودات همواره وابسته به آب و در مرحله‌ی اول، وجود و بقای اقیانوس‌ها بوده است. اهمیت آب به حدی است که خداوند متعال در کتاب آسمانی ما مستقیماً به آن اشاره فرموده است.

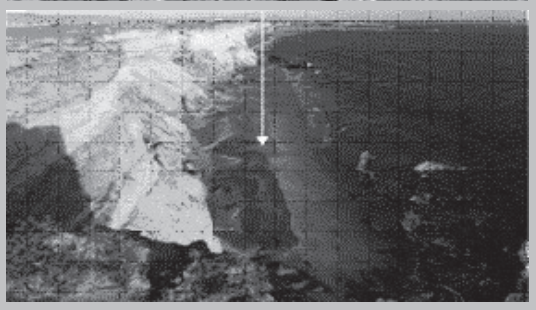
بهره‌گیری از اقیانوس‌ها تنها به فرایندهای زیستی نیست. بلکه تحولات و وقایع زمین‌شناسی طی دوران‌ها و ادوار زمین‌شناسی، همواره به گسترش حوضه‌های اقیانوسی یا از میان رفتن آن‌ها(مانند اقیانوس کهن تتیس) و ظهور جزایر، خشکی‌ها و قاره‌ها در نتیجه‌ی فرآیندهای زمین‌ساختی و کوه‌زایی وابسته بوده است. این تحولات زمین‌شناسی در قالب تکتونیک صفحه‌ای، توجیه کننده‌ی ظهور خشکی‌ها و حمل رسوبات به دریا و فرایند رسوب‌گذاری، از جمله پدیده‌های مهم زمین‌شناسی هستند که به طور مستمر در زمین صورت می‌گیرند. هوازدگی، فرسایش، رسوب‌گذاری و بالاخره دیاژنز یا سخت‌شدگی رسوبات، به تشکیل انواع سنگ‌های رسوبی و هم‌چنین تشکیل برخی کانسارها و ذخایر معدنی در بستر دریاها و اقیانوس‌ها می‌انجامد. این رسوبات مجدداً در چرخه‌ای نو با انباشتگی و چین‌خوردگی از آب خارج می‌شوند سرزمینی جدید تشکیل می‌دهند. بدین ترتیب این تحولات چرخه‌ای، همواره پویا باقی می‌مانند.

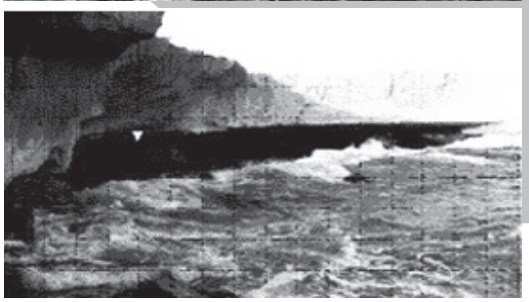
حدود ۹۷ درصد از کل آب‌های هیدروسفر، مربوط به آب‌های موجود در دریاها و اقیانوس‌هاست. چرخش آب در هیدروسفر موجب تغییرات ژئوشیمیایی، از جمله هوازدگی و حمل مواد جامد و محلول می‌شود. ذرات رسوبی که از سطح خشکی‌ها وارد محیط رسوبی می‌شوند، تنوع بسیار دارند. ولی در این میان، ترکیبات سیلیکاته مانند ذرات تخریبی سیلیسی و رس‌ها، اهمیت زیادی دارند و همراه با کانی‌های سنگین و عناصر فلزی در محیط رسوبی انباشته می‌شوند. تجزیه و تخریب شیمیایی این رسوبات موجب آزادی پاره‌ای از عناصر شیمیایی در محیط رسوبی می‌شوند. بنابراین مطالعه‌ی رسوبات بستر و آب و دریاها و بررسی عناصر و کانی‌های سنگین و ذخایر معدنی سواحل، از جمله اهداف مهم در بررسی‌های زمین‌شناسی دریایی هستند که به طور غیر مستقیم می‌توانند مورد استفاده‌ی دیگر علوم قرارگیرند؛ از جمله در بررسی مناطق و تعیین محدوده‌های مناسب برای پرورش میگو و دیگر موجودات آب‌زی. مطالعه‌ی عناصر فلزی که به طور طبیعی طی چرخه‌ی هوازدگی، فرسایش، حمل‌ونقل توسط طبیعت یا به‌طور غیرطبیعی به واسطه‌ی فعالیت‌های صنعتی و پساب‌های کارخانه‌ها وارد رودخانه‌ها و سپس دریا و اقیانوس می‌شود، مقوله‌ای مهم به حساب می‌آید. با مطالعات ژئوشیمیایی این عناصر می‌توان حجم ورود و میزان تمرکز آن‌ها را در ته نشست‌های ساحلی و بستر دریاها تخمین زد. اگر میزان تمرکز پاره‌ای از این عناصر فلزی از حد مجاز تجاوز کند می‌تواند موجب آلودگی سواحل و بستر دریاها شود و در زندگی زیستمندان دریایی و خشکی تأثیر مستقیم بر جای گذارد.

به دلیل نیاز روزافزون بشر، استفاده از دریا و اقیانوس به عنوان یک راه ارتباطی مهم و اقتصادی در کشتی‌رانی، و هم‌چنین ایجاد سازه‌های دریایی مانند بنادر، اسکله‌ها، پناهگاه‌های صیادی، سکوهای استخراج نفت و گاز، گذر خطوط انتقال نیرو و انرژی (نفت، گاز و الکتریسیته)، آب و غیره در سال‌های اخیر، ابعاد گسترده‌ای یافته است. انجام این مهم و توسعه‌ی صنعتی و سرمایه‌گذاری‌های سنگین اقتصادی، بدون بررسی و مطالعات زیربنایی، مانند مطالعه‌ی زمین‌شناسی مهندسی سواحل و مطالعه‌ی زیر ساخت‌ها، محدوده‌های ساحلی و بستر دریاها را با خطر روبه‌رو خواهد کرد. مطالعات زمین‌شناسی مهندسی، بررسی ساختارهای تکتونیکی سواحل و مناطق دریایی، تعیین نقش فرسایش سواحل، و تغییرات سطح دریاها، به مطالعات زیربنایی مهمی محسوب می‌شوند. هر گونه تغییر در وضعیت طبیعی سواحل و بنادر نیز بازتاب مهمی برای اکوسیستم‌های مناطق دریایی خواهد داشت. بنابراین، انجام هر گونه پروژه‌ی عمرانی یا صنعتی منوط به بررسی این مطالعات زیربنایی خواهد بود.

بنابراین مطالعه‌ی رسوبات بستر و آب و دریاها و بررسی عناصر و کانی‌های سنگین و ذخایر معدنی سواحل، از جمله اهداف مهم در بررسی‌های زمین‌شناسی دریایی هستند که به طور غیر مستقیم می‌توانند مورد استفاده‌ی دیگر علوم قرار گیرند







اهمیت اقیانوس‌ها تا حدی است که امروزه اقیانوس را یک سیاره در نظر گرفته‌اند و بررسی‌های اقیانوس‌شناسی از جمله زمین‌شناسی دریایی ابعاد، گسترده جهانی یافته است. مطالعات هیدرودینامیکی، مطالعات ژئوفیزیکی و لرزه‌نگاری، حفاری‌های زیردریایی به منظور شناخت ساختمان پوسته‌ی اقیانوسی و مطالعه‌ی ذخایر معدنی آن، مانند انباشته‌ها و نودول‌های منگنز، سولفورهای فلزی، بررسی ذخایر هیدروکربوری و غیره، بخشی از این مطالعات محسوب می‌شوند.

مسیر خلیج‌فارس،دریای عمان و اقیانوس هند، یک راه ارتباطی مهم و راهبردی برای کشور ما می‌باشند. برای حفظ و حراست از هر کشور، شناسایی دقیق و علمی دریاها تا حریم قانونی آن کشور، ضروری است. کشوری که شناخت کامل و علمی از بستر دریاها و ویژگی‌های رسوبی، ریخت‌شناسی، فیزیکی و شیمیایی دریاهای خود داشته باشد، قطعاً در شرایط بحرانی، علمی‌تر و اصولی‌تر عمل خواهد کرد. در کشورهای پیشرفته، لزوم شناسایی بستر دریاها از دیرباز احساس شده است، اما در کشور ما با داشتن مرزهای آبی وسیع در شمال و جنوب (بیش از ۳۰۰۰ کیلومتر بدون احتساب مرزهای رودخانه‌ای)، اطلاعات ناچیزی از بستر دریا وجود دارد. هم‌اکنون آن‌چه که برای ما ضروری و مهم می‌نماید، آن است که با توجه به واقعیات امر، ویژگی‌های پهنه‌ی آبی در شمال و جنوب کشور را براساس مقتضیات و مصالح عمومی، منافع ملی و نیازهای مقطعی و درازمدت، شناسایی و مطالعات زمین‌شناسی دریایی را جدی تلقی کنیم. نتایج این مطالعات می‌تواند در امور غیرنظامی (محیط‌زیست، شیلات، کشتی‌رانی، احداث سازه‌های دریایی و...) و راهبرد امنیتی ـ دفاعی کشور (احداث و صیانت از نیروگاه‌های اتمی، و فعالیت‌های نظامی ـ دفاعی نیروهای مسلح جمهوری اسلامی) مورد استفاده قرار گیرد.

در کشور فرانسه با کمتر از ۲۰ درصد وسعت ایران، یک مؤسسه‌ی تحقیقاتی دریایی با هفت کشتی اقیانوس‌پیما، دو زیردریایی، ۲۴ مرکز و ایستگاه، ۷۲ آزمایشگاه و سرویس تحقیقاتی برای مطالعات دریایی و اقیانوس‌شناسی وجود دارد. در حالی‌که ما، به رغم داشتن دریای خزر به وسعت ۴۳۶/۰۰۰ کیلومترمربع، خلیج‌فارس به وسعت ۲۲۶/۰۰۰ کیلومترمربع و هم‌چنین قسمتی از دریای عمان، درخصوص بستر دریاها، رسوبات، جریان‌های دریایی، تغییرات مورفولوژیکی، شیمی آب‌ها، زمین‌شناسی مهندسی سواحل و... اطلاعات ناچیزی داریم.

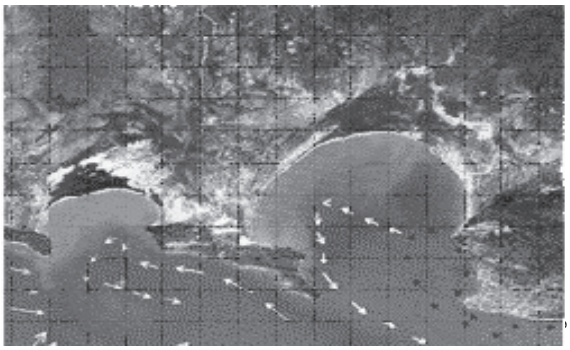
محدوده‌ی فعالیت

محدوده‌ی فعالیت زمین‌شناسی دریایی در سرزمین ایران، دریاها و سواحل شمالی و جنوبی کشور از اولین ارتفاعات بخش خشکی تا حریم حقوقی دریا (منطقه‌ی سرزمینی و سپس مناطق عمیق) شامل دریای خزر، دریای عمان و خلیج‌فارس و هم‌چنین دریاچه‌های داخلی کشور، پلایاها و بخش‌های ساحلی رودخانه‌های منتهی به دریا و در نهایت، سدهای موجود در کشور است.

اهداف و کاربردها

اهداف اصلی و کلان زمین‌شناسی دریایی، بررسی‌های ژئوفیزیکی، ژئوشیمیایی و ژئودینامیکی دریاهاست و اهداف خرد آن عبارت‌انداز:

- حوضه‌بندی نواحی ساحلی و پهنه‌های آبی تا رژیم حقوقی کشور؛
- بررسی و مطالعه‌ی عوامل تأثیرگذار و تأثیرپذیر؛
- رسوب‌شناسی رسوبات نرم و منفصل؛
- بررسی و مطالعه‌ی عوامل اقلیمی و هواشناسی؛
- بررسی و مطالعه‌ی فیزیوگرافی منطقه؛
- بررسی و مطالعه‌ی عوامل مرتبط با شبکه‌ی هیدرولوژی و تأثیر هیدرولیک رودخانه‌ها در مصب و مناطق ورودی به دریا؛
- بررسی و مطالعه‌ی کمّی و کیفی سفره‌های آب زیرزمینی در مناطق ساحلی و تعیین حدّ تداخل آب شور و شیرین؛
- بررسی و مطالعه‌ی جریانات، امواج و تأثیر آن‌ها بر محیط‌های ساحلی؛
- تعیین خط ساحلی۱ و محدوده‌ی ساحل۲ و حد هجوم و پسروی آب دریا و ترسیم خط اطمینان۳ در ساحل؛
- بررسی ژئومورفولوژی سواحل؛
- بررسی و مطالعه‌ی کف دریا۴؛
- بررسی و تعیین ضخامت رسوبات؛
- بررسی ژئوشیمی رسوبات نرم؛
- بررسی و مطالعه‌ی سواحل از دیدگاه مدیریت و سامان‌دهی؛
- تعیین و بررسی مراحل رشد و تکامل ساحل؛
- تعیین خاستگاه رسوب؛
- مطالعه‌ی رژیم‌های فیزیکی حاکم در سواحل و مصب‌ها؛
- بررسی و اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب دریا؛
- بررسی لایه‌های حرارتی آب؛
- تعیین پارامترهای متفاوت شیمیایی و فیزیکی در ستون و اعماق گوناگون آب.



۱. کشف منابع غیرزنده‌ی اقتصادی بستر و زیربستر دریاها.

۲. شناسایی وضعیت زمین‌شناسی مهندسی بستر و زیربستر دریا به منظور:

- ✓ انجام پروژه‌های لوله‌گذاری و کابل‌کشی؛
- ✓ انجام پروژه‌های حفاری تونل‌ها؛
- ✓ انجام مطالعات زمین‌شناسی مهندسی مربوط به سکوهای نفتی؛
- ✓ کشف مناطق ریسک‌پذیر برای برنامه‌ریزی‌های بلندمدت عمرانی و توسعه‌ای.

۳. انجام بررسی‌های باستان‌شناسی و کشف اشیا گمشده و مدفون در بستر.

۴. انجام بررسی‌های زیست محیطی.

کاربرد زمین‌شناسی دریایی در مسائل امنیتی و سیاسی کشور

زیربنای مسائل امنیتی و سیاسی هر کشور مرهون دانش و آگاهی علمی آن کشور است. کشوری مانند ایران که از دو سو دارای مرز آبی است، مسائل امنیتی پیچیده‌تری خواهد داشت. ایجاد امنیت در مرزهای آبی بسیار دشوارتر از مرزهای خشکی است. بدون شناسایی دقیق بستر، زیربستر، شکل و تغییرات ساحل، عمق دریا، منابع اقتصادی آبی و زیرزمینی،

امکان تعیین رژیم حقوقی دریا، تعیین مرزهای آبی، ایجاد امنیت در حریم حقوقی دریا و در نتیجه، جلوگیری از تجاوز دیگر کشورها امکان‌پذیر نخواهد بود. کشورهایی که شناخت کمتری از ریخت‌شناسی و زمین‌شناسی بستر و زیربستر دارند، بیشتر در معرض خطر تجاوز قرار می‌گیرند. لذا لزوم مطالعات زمین‌شناسی دریایی در کشور ایران در دریای خزر، دریای عمان و خلیج‌فارس امری انکارناپذیر است.

پی‌جویی و ظرفیت‌یابی منابع معدنی و مصالح مناسب در سواحل

رسوبات بستر ساحل، حد واسط خط ساحلی و فلات قاره، جایگاه مناسبی برای رسوب‌گذاری و تمرکز مواد معدنی حمل شده توسط رودخانه‌ها به دریا و نقل و انتقال توسط جریانات و امواج ساحلی به نقاط دورتر از مصب رودخانه‌هاست. کنترل زون‌های گسترش و تمرکز مواد حمل شده، اساس فعالیت ظرفیت‌یابی را تشکیل می‌دهد. بسیاری از مواد معدنی تحت تأثیر پدیده‌های جزر و مد، حرکت امواج و حرکت آب‌های ساحلی، در فاصله‌ای نه چندان دور از خط ساحل به‌صورت نوارهایی، جایگاه ویژه‌ی تمرکز ماسه‌های کروم‌دار، تیتان‌دار به صورت ایلمنیت و روتیل، زیرکونیم، طلا، کاسیتریت و غیره هستند که می‌باید مورد بررسی‌های ژئوشیمیایی قرار گیرند. هم‌چنین، گسترش و توسعه‌ی استان‌های ساحلی کشور با احداث اسکله‌ها، موج‌شکن‌ها و دیگر سازه‌های دریایی همراه است که در این راستا، به جز اهمیت نقش طراحی و رعایت اصول مهندسی این نوع سازه‌ها، آن‌چه که اهمیت حیاتی دارد، استفاده از مواد و مصالح مناسب برای این نوع سازه‌هاست.

در زمینه‌ی تعیین پراکندگی و گسترش مواد و مصالح مناسب برای احداث موج‌شکن‌ها، اسکله‌ها و دیگر سازه‌های دریایی، ابتدا می‌باید شناخت عمومی صورت گیرد و موقعیت این نوع مصالح در نقشه‌ها مشخص شود. پس از تشخیص بهترین و مناسب‌ترین موقعیت‌ها، پارامترهای دیگر اقتصادی مانند میزان ذخیره، سهولت دست‌یابی، کاربری و... در نظر گرفته می‌شود. در این مرحله، با توجه به چگونگی ذخیره و میزان گسترش آن، برداشت‌هایی در حد مقیاس ۱:۵۰/۰۰۰ نیز قابل اجراست. هم‌چنین مطالعه‌ی پتروگرافی، انجام آزمایش‌های مقاومت در برابر خرد شدن، اندازه‌گیری چگالی حداکثر جذب آب، مقاومت در برابر سایش، استحکام در برابر عوامل جوی، ذرات و قطعات نرم و خرد شونده و دیگر آزمایش‌های لازم صورت خواهد پذیرفت.

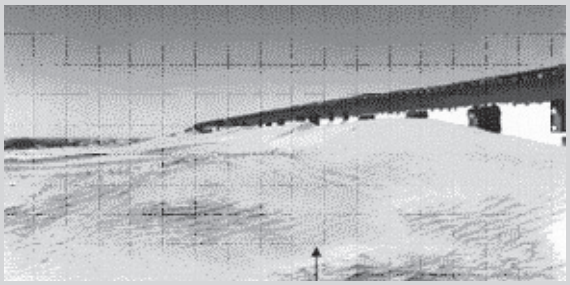
بررسی مسائل ژئوتکنیکی و زمین‌شناسی مهندسی نواحل ساحلی

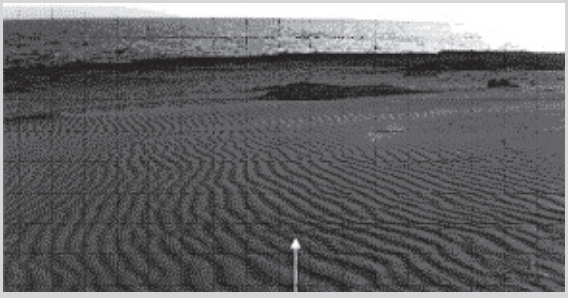
نوار ساحلی کشور همواره در معرض فرایندهای حاصل از عمل متقابل بین خط ساحلی و حرکات آب دریا، عوامل زمین‌شناسی و زمین‌ساختی، پدیده‌های فرسایشی و پیشروی و پسروی است.

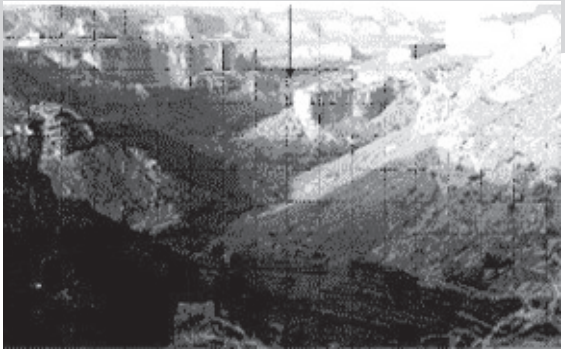
به منظور احداث تأسیسات ساحلی و اخذ اطلاعاتی پیرامون مناطق تکتونیزه، زلزله‌خیز و غیره، به انجام آزمایش‌های صحرایی، از قبیل حفر گمانه‌ها و آزمایشات Spt و تعیین نفوذپذیری مناطق و انجام آزمایش‌هایی مانند انجام آزمایش‌های برش، تحکیم، تک‌محوری و آزمایش‌های فیزیکی از قبیل تعیین PH خاک مناطق، تعیین درصد رطوبت، آزمایش‌های دانه‌بندی و اتربرگ احتیاج است. به این ترتیب می‌توان به خواص مکانیکی و فیزیکی از قبیل مقاومت برش و تنش خاک، حدود روانی و پلاستیکی و انقباض خاک، نفوذپذیری، درصد تحکیم و تراکم خاک پی برد. برای مثال، اگر طرح‌های عمرانی شامل احداث موج‌شکن، اسکله، جاده، پل، فرودگاه‌های محلی، کارخانه‌های سنگین و به طور کلی توسعه‌ی شهری در این مناطق مدنظر باشد، می‌باید قبل از اقدام به طراحی و ساخت، شناخت دقیق و کافی از مسائل ژئوتکنیکی به دست آورد.

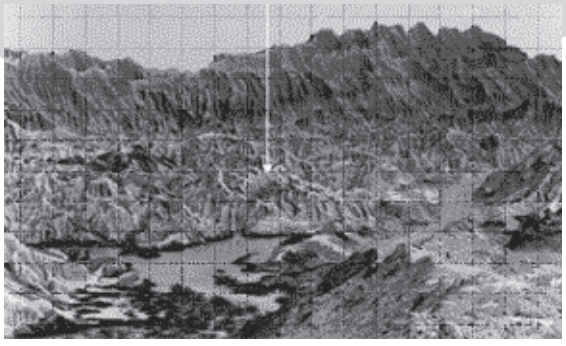
هم‌چنین لازم است، اطلاعاتی در رابطه با نشست کلی منطقه با توجه به بارگذاری‌های احتمالی، تعیین میزان شوری آب دریا و مسئله‌ی خورندگی و تأثیر آن روی سازه‌های فلزی، و با تشخیص مناطق سیلابی با توجه به سیلاب‌های فصلی که همه ساله در این مناطق به وقوع می‌پیوندد، به دست آورد.

اهمیت اقیانوس‌ها تا حدی است که امروزه اقیانوس را یک سیاره در نظر گرفته‌اند و بررسی‌های اقیانوس‌شناسی از جمله زمین‌شناسی دریایی ابعاد، گسترده جهانی یافته است









بررسی‌های زیست محیطی نوار ساحلی و پهنه‌های آب

آلودگی پهنه‌های آبی و نوار ساحلی متأثر از عوامل طبیعی و عوامل مصنوعی است. عوامل طبیعی همان عناصر سنگین موجود در رسوبات و آب‌ها هستند که در اثر انحلال سنگ‌ها ایجاد و در چرخه‌ی آب‌های سطحی یا زیرزمینی وارد پهنه‌های آبی می‌شوند. ولی عمده‌ترین منابع آلوده‌کننده‌ی محیط‌های آبی، عوامل مصنوعی هستند. این عوامل عبارت‌اند از: زباله‌های صنعتی، نفتی، خانگی، کشاورزی و... درگیری‌های منطقه‌ای و غرق‌شدن نفت‌کش‌ها در سال‌های اخیر، سبب آلودگی‌های وسیعی در پهنه‌های آبی شده است. این موضوع به ویژه در آلودگی سواحل و آب‌های دریای عمان و خلیج‌فارس بسیار مؤثر شناخته شده است. به‌طور کلی با بررسی و مطالعات آلودگی آب دریاها می‌توان به اهداف زیر نایل آمد:

۱. تعیین محدوده و دامنه‌ی آلودگی آب‌ها و رسوبات؛

۲. تعیین نوع آلاینده‌ها؛

۳. تعیین خاستگاه آلاینده‌ها؛

۴. تعیین رابطه‌ی آلاینده‌ها با بیماری‌ها؛

۵. ارائه ی راه حل‌های مناسب برای جلوگیری از انتشار آلاینده‌ها و نحوه‌ی پاک‌سازی آن‌ها؛

۶. ارائه‌ی الگوی مناسب برای بازیافت مواد آلاینده و مطالعه‌ی اقتصادی آن؛

۷. شناسایی آلودگی فلزات سنگین از قبیل سرب، روی، کروم، نیکل، وانادیم، کادمیم و غیره.

فعالیت‌های انجام شده در ایران

«مرکز تحقیقات زمین‌شناسی دریایی خلیج‌فارس و دریای عمان»، سال گذشته هم‌زمان با روز ملی خلیج‌فارس (۱۰ اردیبهشت ۱۳۸۷)، با تلاش مدیریت زمین‌شناسی دریایی «سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور» راه‌اندازی شد.

مدیر زمین‌شناسی دریایی سازمان گفت: «اولین پایگاه تحقیقاتی، با تجهیز به بخش‌های فنی، آزمایشگاهی، اداری و آزمایشگاه رسوب‌شناسی با مدرن‌ترین تجهیزات دانه‌بندی رسوبات ساحلی و دریایی و با هدف تمرکززدایی، ایجاد اشتغال و آموزش نیروهای بومی، آغاز به‌کار کرده است.

وی افزود: «این مرکز به یک فروند شناور فایبر گلاس ۱۵ متری با تجهیزات تخصصی هیدروگرافی، بسترشناسی، ژئوفیزیک دریایی، امکانات نمونه‌برداری رسوب و آب دریا برای مطالعات زمین‌شناسی

دریایی در مناطق کم‌عمق مجهز است.»

هم‌چنین، در خصوص اهداف تأسیس این مرکز در سواحل جنوب کشور گفت: «گشت دریایی این مرکز به بررسی‌های رسوب‌شناسی ژئوشیمی رسوبی، پالئوکلیماتولوژی، پالئواکولوژی، پالئوژئوگرافی، هیدروشیمی و هیدروژئوشیمی می‌پردازد و در نظر دارد همه‌ی گستره‌ی خلیج‌فارس تا مرز آب‌های کشور را مورد بررسی‌های زمین‌شناسی دریایی قرار دهد. در همین راستا، تعداد ۵۶ ایستگاه سنجش پارامترهای فیزیک و شیمیایی آب خلیج‌فارس در امتداد عمود بر ساحل انتخاب و در هر ایستگاه، سه نمونه آب (لایه‌ی سطحی، میانی و نزدیک بستر) برداشت شده است. علاوه بر آن، دو مغزه‌ی بلند به طول‌های ۱۰ و ۱۵ متر که بیانگر تاریخ چند هزار ساله‌ی خلیج‌فارس و مناطق جنوبی کشور است تهیه شده و نمونه‌های به‌دست آمده از خلیج‌فارس با آخرین روش‌ها و امکانات روز دنیا مورد آزمایش قرار می‌گیرند.»

نتایج مطالعات این مرکز در اکتشافات منابع معدنی، شناسایی آلودگی‌های فلزات سنگین و مسائل زیست‌محیطی، شناسایی مخاطرات دریایی، تعیین آب و هوا و جغرافیای گذشته و اهداف سیاسی و امنیتی کاربرد دارد.

«گروه ژئوفیزیک دریایی» مدیریت زمین‌شناسی دریایی برای اولین بار در خلیج چابهار به مطالعه‌ی رسوبات زیر بستر تا عمق ۵۰ متر و با قدرت تفکیک بالا به کمک دستگاه‌های پیشرفته اقدام کرد و به‌طور هم‌زمان، تصویربرداری از بستر دریا توسط دستگاه‌های دیگر و هم‌چنین طبقه‌بندی رسوبات نیز در حال انجام است. این مطالعات برای نخستین بار توسط کارشناسان ایرانی و به‌منظور مطالعات زمین‌شناسی دریایی، آنالیز حوضه‌ی رسوبی، تعیین پیشروی و پسروی آب دریاها، اکتشاف مواد معدنی، شناخت ریخت‌شناسی بستر دریا و تغییرات آن طی زمان انجام می‌شود. هم‌اکنون یک کشتی ۵۵ متری نیروی دریایی ارتش جمهوری اسلامی ایران برای بررسی‌های زمین‌شناسی دریایی خلیج‌فارس تجهیز شده و به‌صورت شبانه‌روزی در حال نمونه‌برداری است. هم‌زمان سه گروه دریایی نیز در مناطق ساحلی و کم‌عمق با استفاده از قایق در حال نمونه‌برداری هستند.

در این پروژه‌ی تحقیقاتی، به‌منظور سنجش پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب، در ۵۵ ایستگاه ۱۶۵ نمونه آب از سطح، نزدیک بستر و بخش میانی تهیه شده است. برداشت حدود ۵۰۰ نمونه رسوب سطحی، ۴۰ متر حفاری در بندرعباس، بوشهر و دهانه‌ی اروندرود و تهیه‌ی حدود ۲۰ عدد مغزی کوتاه، از دیگر برنامه‌های این پروژه تحقیقاتی است.

استان سیستان‌و بلوچستان یکی از استان‌های محروم کشور محسوب می‌شود و با در برگرفتن بخش مهمی از دریای عمان، ظرفیت بسیار خوبی برای توسعه دارد. پیداست که توسعه‌ی شهرهای ساحلی و مجاور دریا، بدون مطالعات زیربنایی زمین‌شناسی مهندسی در بخش ساحلی و کم‌عمق دریا و شناخت ویژگی‌های رسوبی، فیزیکی و شیمیایی دریا، امری غیر ممکن و غیر اصولی است. برای انجام این مطالعات، با امکانات محدود فعلی بررسی‌های جامع و کاملی نمی‌توان انجام داد. اولین ابزار مورد نیاز در اختیار داشتن شناور تحقیقاتی مناسب و مطابق با استانداردهای روز دنیاست. هم اکنون سازمان زمین‌شناسی و معدنی کشور، دارای یک شناور کوچک ۱۵ متری با قابلیت فعالیت در مناطق کم‌عمق دریای عمان و خلیج‌فارس است که برای مناطق عمیق مناسب و مطمئن نیست.

هم‌چنین، لازم است یک مرکز تحقیقات زمین‌شناسی دریایی ساحلی در چابهار احداث شود. هم اکنون یک قطعه زمین ساحلی به وسعت ۷۲۰۰ متر مربع در چابهار برای این منظور در اختیار سازمان زمین‌شناسی قرار گرفته که برای احداث یک مرکز تحقیقاتی مطابق با سایر مراکز دریایی دنیا و مجهز به آزمایشگاه‌های پیشرفته در مرکز چابهار اختصاص داده شده است. علاوه بر شناور و مرکز تحقیقات ساحلی، لازم است تجهیزات و امکانات ژئوفیزیک دریایی، تجهیزات نمونه‌برداری مغزه، رسوب و آب، و سایر تجهیزات ناوبری و الکترونیکی شناور تأمین شود.

دریاچه‌های ایران

به گودی‌های بزرگ سطح زمین که به‌وسیله‌ی آب پر

بسیاری از مواد معدنی تحت تأثیر پدیده‌های جزر و مد، حرکت امواج و حرکت آب‌های ساحلی، در فاصله‌ای نه چندان دور از خط ساحل به‌صورت نوارهایی، جایگاه ویژه‌ی تمرکز ماسه‌های کروم‌دار، تیتان‌دار به‌صورت ایلمنیت و روتیل، زیرکونیم، طلا، کاسیتریت و غیره هستند که می‌باید مورد بررسی‌های ژئوشیمیایی قرار گیرند

شده و با آب‌های آزاد تماس نداشته باشند، دریاچه اطلاق می‌شود. این فرورفتگی‌ها به علت فرسایش و یا عوامل داخلی سطح زمین پدید می‌آیند. دریاچه‌ها در نواحی کوهستانی، دشت‌ها، در بالای کوه‌ها، در ته دره‌ها و هم‌چنین در سواحل دریا تشکیل می‌شوند. دریاچه‌ها در معتدل کردن آب و هوا نقش مهمی دارند و میزان باران سالانه را زیاد می‌کنند. حدود ۱/۸ درصد سطح زمین را دریاچه‌ها تشکیل می‌دهند.

ایران بخشی از سرزمین‌های نیمه‌خشک و خشک آسیا با بارش سالانه‌ی به نسبت کم است. از همین‌رو، آب‌های داخلی (دریاچه‌ها) آن کم، و اغلب در فروافتادگی‌های زمین‌ساختی جوان، قرار دارند. با وجود این، پاره‌ای از دریاچه‌های ایران، مانند دریاچه‌های تار و گَهَر در بلندی‌ها واقع شده‌اند.

دریاها و دریاچه‌های ایران، به‌جز مطالعات پراکنده، چندان مورد توجه نبوده‌اند. به همین دلیل، اطلاعات زمین‌شناسی چندانی از آن‌ها در دسترس نیست، درحالی‌که سازوکار تشکیل و تأثیر آن‌ها بر زمین‌شناسی و اقتصاد ایران درخور توجه است و باید مورد توجه ویژه قرار گیرد؛ به گونه‌ای که «زمین‌شناسی دریایی» یکی از شاخه‌های فعال علوم زمین ایران باشد.

دریاچه‌های دائمی ایران بیش‌تر به مناطق پرباران شمال‌غربی و جنوب‌غربی ایران محدودند. در مناطق خشک و صحرایی، دریاچه‌ها از نوع فصلی و پایانه‌ای‌اند و آب شور دارند. به دلیل اهمیت دریاچه‌ها در ادامه به شرح مختصری درباره‌ی دریاچه‌های ایران می‌پردازیم:

✓ **دریاچه‌ی ارومیه:** دریاچه‌ی ارومیه که در گذشته «چی‌چست» و «کبودان» نام داشته، بزرگ‌ترین و شورترین دریاچه‌ی دائمی ایران و یکی از دریاچه‌های فوق‌اشتباع از نمک دنیاست که از این نظر با دریاچه‌ی بزرگ نمک آمریکا شباهت دارد.

در ازای آن ۱۴۰ و پهنای آن میان ۱۵ تا ۵۰ کیلومتر و مساحت آن بین ۵۰۰۰ تا ۶۰۰۰ کیلومترمربع (برحسب میزان بارش و تبخیر) است. این دریاچه در یک فرونشست کم‌ژرفای وسیع، با میانگین ژرفای ۶ متر قرار گرفته است. ژرف‌ترین نقطه‌ی آن با ۱۳ متر عمق، در گوشه‌ی شمال باختری جای دارد. سطح آن نسبت‌به سطح آب دریاهای آزاد، ۱۳۰۰ متر بالاتر قرار دارد. در دریاچه‌ی ارومیه بیش از ۱۰۲ جزیره وجود دارد که شکل و اندازه‌ی آن‌ها با میزان بارش سالانه تناسب دارد.

آب دریاچه‌ی ارومیه با pH از ۷/۲ تا ۷/۶ از نوع کلریدسدیم، منیزیم و سولفات سدیم و در حالت زیرقلیایی است. تغییر شوری آب، رابطه‌ی عکس با ژرفای دریاچه دارد و با افزایش ژرفا، شوری کمتر می‌شود. میزان شوری آن هنگام پرآبی، ۲۲۰ گرم در لیتر است و در تابستان تا ۲۸۰ گرم در لیتر افزایش می یابد. سطح آب در فصل‌های متفاوت تا یک متر در نوسان است. به همین دلیل در مواقع پر آبی، بخش‌هایی از ساحل آن به زیر آب می‌رود. به‌رغم شوری زیاد، جلبک‌های سبز مانند «Dundella»، سخت‌پوستان «Artemia salina» و باکتری‌ها، از موجودات زنده‌ی دریاچه هستند. این جان‌داران در دوام دریاچه نقش مؤثر دارند و از نابودی آن جلوگیری می‌کنند (م. شهرابی، ۱۳۶۱).

مطالعات اکتشافی انجام شده برای استحصال نمک از دریاچه‌ی ارومیه نشان داده است که مجموع ته‌نشست جامد دریاچه به بیش از پنج میلیارد تن می‌رسد. در این میان، پتاسیم حدود ۲۷ میلیون تن، سولفات پتاسیم حدود ۶۰ میلیون تن، منیزیا ۲۴۴ میلیون تن، برومید حدود ۲۸ تن و لیتیم حدود ۲۵۰ تن براورد شده است [سازمان صنایع و معادن آذربایجان غربی، ۱۳۸۰]. بنابراین، پس از مطالعات فراوری، استحصال نمک‌های دریاچه‌ی ارومیه با احداث حوضچه‌های تبخیر خورشیدی و کارخانه‌ی فراوری امکان‌پذیر است.

✓ **دریاچه‌ی بختگان ـ** طَشک: این دریاچه‌ها دو فرونشست میان‌کوهی هستند و ارتفاع آن‌ها از سطح دریای آزاد حدود ۱۵۵۸ متر است. دریاچه‌ی بختگان در باختر نیریز قرار دارد و به‌صورت یک فروافتادگی کشیده به طول تقریبی ۷۰ تا ۱۰۰ کیلومتر است که روند شمال باختر ـ جنوب خاور دارد. سطح زیر پوشش آن حدود ۲۰۰۰ کیلومتر مربع است. سواحل آن با رسوبات سفیدرنگ تبخیری پوشیده شده‌اند، ولی در سواحل نزدیک به سنگ‌های افیولیتی، دارای رنگ تیره‌تر است. دریاچه‌ی طَشک نیز با وسعت تقریبی ۸۰۰ کیلومتر مربع، در شمال باختری دریاچه‌ی بختگان و ۱۶۰ کیلومتری خاور شیراز قرار دارد.

تنها راه ارتباطی این دو دریاچه، از طریق دلتای رود کُر است که بخشی از آن به دریاچه‌ی بختگان و بخش دیگر به دریاچه‌ی طشک می‌ریزد. دریاچه‌ی طشک ژرفایی کمتر از بختگان دارد و در فصول خشک، ارتباط آن با بختگان قطع می‌شود. ترکیب شیمیایی آب دو دریاچه از نوع کلریدسدیم، کلرید منیزیم، و سولفات سدیم است. بررسی‌های اکتشافی انجام‌شده برای استحصال پتاسیم و منیزیم، رضایت‌بخش نبوده است [وزارت صنایع و معادن، ۱۳۸۱].

✓ **دریاچه‌های تار و هَویر:** دریاچه‌های زمین‌ساختی تار و

هویر در ۳۰ کیلومتری خاور شهرستان دماوند، از جمله دریاچه‌های آب شیرین کوهستانی هستند که در ارتفاع بیش از ۲۹۰۰ متر از سطح دریا قرار دارند و راه ارتباطی آن‌ها، جاده ماشین روی دماوند- دریاچه‌ی تار است. این دو دریاچه در فاصله‌ی حدود ۵۰۰ متری از یکدیگر قرار دارند. بیشترین درازای دریاچه‌ی تار ۱/۳ کیلومتر و میانگین پهنای آن ۴۰۰ متر و درازای دریاچه‌ی هویر حدود ۹۰۰ متر و میانگین پهنای آن ۱۵۰ متر است. دو دریاچه روی هم نزدیک به ۰/۷ کیلومتر مربع وسعت دارند. سرشاخه‌ی آب‌هایی که به این دریاچه‌ها می‌ریزند، چشمه‌ساران کوه‌های قره‌داغ، سیاه‌چال و شاه‌نشین در شمال و آبراهه‌های فصلی از جنوب است که قسمتی از آب آن‌ها وارد دریاچه‌ها می‌شود و قسمتی دیگر، آب رودهای تار و هویر را تأمین می‌کند.

✓ **دریاچه‌ی پریشان** (فامور): دریاچه‌ی پریشان یا فامور، در ۱۵ کیلومتری جنوب خاوری شهرستان کازرون قرار دارد و نام دریاچه از کوه فامور، در شمال خاوری آن گرفته شده است. آب دریاچه شیرین است و بخش بیشتر آن، از آبراهه‌هایی است که از کوه فامور سرچشمه می‌گیرند و بخشی نیز از منابع زیرزمینی تأمین می‌شود. ژرفای کم دریاچه سبب می‌شود که در فصول خشک بخشی از آن زیر پوشش نهشته‌های تبخیری قرار گیرد. دریاچه‌ی پریشان با حدود ۴۳ کیلومتر مربع وسعت، در فرونشست کم‌ژرفایی تشکیل شده که از سطح دریا حدود ۸۲۰ متر بلندتر است. پیرامون آن رخنمون‌های مرتفع از واحدهای سنگ‌چینه‌ای زاگرس دیده می‌شود که به سن کرتاسه‌ی پسین تا کواترنر است. از دیدگاه ساختاری و زمین‌شناسی، دریاچه‌ی فامور در پهنه‌ی زاگرس چین‌خورده قرار گرفته است. شهرابی (۱۳۷۳) بر این باور است که حرکت‌های جوان گسل فعال کازرون و گسل‌های وابسته که در فاصله‌ی کمی از دریاچه قرار دارند، در شکل‌گیری فرونشست کازرون و لغزش سازند نامقاوم گچساران نقش داشته‌اند. نام‌برده وجود چندین زمین‌لغز از سازند گچساران را تأییدی بر نظر خود می‌داند.

✓ **دریاچه‌ی جازموریان (جزموریان)**: هامون جازموریان، یک فرونشست زمین‌ساختی جوان در ۱۵۰ کیلومتری باختر ایرانشهر است که بلندی آن از سطح دریای آزاد به ۳۵۰ متر می‌رسد. وسعت این هامون در فصول پرباران، ۳۳۰۰ کیلومتر مربع است و به دلیل شرایط اقلیمی ویژه، در بیشتر مواقع سال، بخش اعظم آن به کفه‌ی نمکی و کفه‌های رسی تبدیل می‌شود. رودها و آبراهه‌های متعدد دائمی و موقت، به این هامون می‌ریزند که از میان آن‌ها، رود بَمپور و هلیل‌رود اهمیت بیشتری دارند.

درباره‌ی شوری رودهای وارده و درصد نمک آب دریاچه گزارش‌های موجود هماهنگی دارند. در گزارش اوبرلندر (۱۹۸۸)، آب هامون قابل شُرب دانسته شده است. ولی فیشر (۱۹۶۸) آب هامون را شور می‌داند. بنابر دانسته‌های موجود، شوری آب جازموریان تا حد فوق اشباع از نمک است.

✓ **دریاچه‌ی حوض‌سلطان:** دریاچه‌ی حوض‌سلطان یا دریاچه‌ی شاهی، فروافتادگی نامتقارنی با ۳۳۰ کیلومتر مربع وسعت، در ۳۵ کیلومتری شمال قم و در شمال باختری دریاچه‌ی نمک است. این دریاچه شامل دو چاله‌ی جدا از هم، یکی به نام «حوض‌سلطان» و دیگری به نام «حوض‌مره» است که با آبراهه‌ی باریکی به هم وصل می‌شوند. حوضه‌ی باختری (حوض‌سلطان) دارای بلندی ۸۰۶ متر از سطح دریاست که به‌طور معمول از روان‌آب‌های سطحی تغذیه می‌شود.

مطالعات مستوفی (۱۳۵۰) نشان می‌دهد که آب ابتدا وارد حوض‌مره می‌شود و پس از پر شدن آن، از مسیل دو حوض می‌گذرد و به حوض‌سلطان می‌رسد. هنگامی که آب در حوض‌سلطان چند متر بالاتر آمد، به طرف حوض‌مره بازمی‌گردد و سرریز این دو حوض، در دریاچه‌ی نمک تخلیه می‌شود. پوسته‌ی نمکی با پنج سانتی‌متر ضخامت، شامل نوارهای هم‌مرکز سفید و خاکستری است. زیر آن، سیلت‌های رسی و خاکستری رنگ مرطوب قرار دارد. این زون (پوسته‌ی نمکی) به‌طور فصلی با آب پوشیده می‌شود، ولی مناطق مرکزی آن ممکن است در تمام سال آب‌دار باشد.

✓ **دریاچه‌ی زریوار (زره‌وار):** دریاچه‌ی زریوار در هشت کیلومتری باختر مریوان واقع است. از دریاچه‌های آب‌شیرین کوهستانی است که در ارتفاع ۸۱۸ متر از سطح دریا قرار دارد و حدود ۲۰۰ متر پایین‌تر از شهر مریوان است. بیشترین درازای زریوار پنج کیلومتر و میانگین پهنای آن ۱/۷ کیلومتر است. این دریاچه با وسعت حدود ۸/۵ کیلومتر مربع، در یک فرونشست محلی به نسبت باریک در پهنه‌ی سنندج- سیرجان تشکیل شده که دو سوی خاوری و باختری آن، به گسل طولی شمال باختری- جنوب خاوری محدود است. احتمال می‌رود که دو گسل یاد شده در تشکیل و تکوین این دریاچه نقش داشته باشند.

✓ **باتلاق گاوخونی** (گاوخانی): باتلاق گاوخانی (چاه‌بزرگ) که به گاوخونی مشهور است، در حدود ۶۰ کیلومتری جنوب

اصفهان قرار گرفته است. وسعت آن نزدیک به ۲۸۰ کیلومتر مربع است و در ارتفاع ۱۴۷۰ متری از سطح دریاهای آزاد قرار دارد. پیرامون این باتلاق را تا فواصل زیاد، دشت‌های آبرفتی و یا تپه ماهورهای کم‌ارتفاع تشکیل داده‌اند که بیشینه‌ی ارتفاع آن‌ها از ۲۲۰ متر تجاوز نمی‌کند. زاینده‌رود که از کوه‌های زردکوه سرچشمه می‌گیرد، تغذیه‌کننده‌ی اصلی این باتلاق است.

✓ **دریاچه‌ی گَهَر**: در دامنه‌ی جنوبی اشتران‌کوه، دو دریاچه‌ی آب‌شیرین به نام «گَهَر بالا» و «گَهَر پایین» وجود دارد که از یکدیگر حدود ۱۰۰ متر فاصله دارند. دریاچه‌ی پایینی بزرگ‌تر از بالایی است و فاصله‌ی خطی دو دریاچه، حدود ۱۶۰۰ متر است. سطح دریاچه‌ی گَهَر به ارتفاع ۲۳۰۰ متر می‌رسد. و از شهرهای دورود و ازنا به‌ترتیب ۸۵۰ و ۴۳۰ متر بالاتر است. درازای گَهَر حدود ۲۱۰۰ متر، میانگین پهنای آن ۳۵۵ متر و مساحت آن حدود ۰/۷۵ کیلومتر مربع است (نبوی، ۱۳۶۴).

✓ **دریاچه‌ی مهارلو**: دریاچه‌ی مهارلو در حدود ۱۸ کیلومتری جنوب خاوری شیراز قرار دارد. ارتفاع این دریاچه، ۱۴۶۰ متر از سطح دریا و بیشینه‌ی ژرفای آن ۳ متر گودی است. به همین دلیل میزان تبخیر آن بالاست و بخشی از بستر آن را لایه‌ای از نمک می‌پوشاند. فقط در بخش‌های شمالی و مرکزی آن، آن هم به ژرفای خیلی کم (حداکثر ۵۰ سانتی‌متر) و شوری زیاد، آب وجود دارد. تأمین‌کننده‌ی اصلی آب این دریاچه رودها و آبراهه‌هایی هستند که از شمال باختری و جنوب خاوری در آن تخلیه می‌شوند. مساحت آن در فصل‌های گوناگون متفاوت و تابع بارش‌های جوی است. جدا از تبخیر زیاد، نهشته‌های گچی سازند ساچون و دو گنبد نمکی واقع در خاور این دریاچه، در شوری بی‌اندازه‌ی آن تأثیر بسزایی دارند (ر.لک، ۱۳۸۷).

آب این دریاچه از نوع کلریدسدیم، کلرید منیزیم و سولفات سدیم است. از نمک آن برای صنایع پتروشیمی استفاده می‌شود. بالا بودن پتاسیم و به‌ویژه منیزیم در شورابه‌های دریاچه‌ی مهارلو، امکان استحصال اقتصادی نمک‌های منیزیم به‌عنوان فراورده‌ی اصلی و پتاسیم به‌عنوان محصول فرعی را امکان‌پذیر نشان می‌دهد.

✓ **دریاچه‌ی نمک**: از این دریاچه به نام‌های دیگری هم‌چون دریاچه‌ی نمک کاشان، دریاچه‌ی نمک قم، دریاچه‌ی قم، دریاچه‌ی آران و دریاچه‌ی مسیله یاد می‌شود، اما نام دریاچه‌ی نمک بیشتر به کار می‌رود. انتخاب این نام به دلیل

مدیریت زمین‌شناسی دریایی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور برای اولین بار در خلیج چابهار به مطالعه‌ی رسوبات زیر بستر تا عمق ۵۰ متر و با قدرت تفکیک بالا به کمک دستگاه‌های پیشرفته اقدام کرد و به‌طور هم‌زمان، تصویربرداری از بستر دریا توسط دستگاه‌های دیگر و هم‌چنین طبقه‌بندی رسوبات نیز در حال انجام است

شوری بسیار زیاد دریاچه است؛ به‌طوری که در فصل تابستان قطعات نمک روی آن شناور می‌شود. این دریاچه، با درازای ۸۰ و پهنای ۳۰ کیلومتر، یک فرونشست زمین‌ساختی است که در ارتفاع حدود ۷۹۵ متر از سطح دریای آزاد تشکیل‌شده و فاصله‌ی آن تا قم حدود ۶۲ کیلومتر است. وسعت و شکل دریاچه‌ی نمک متناسب با آب‌های تغذیه‌کننده و میزان بارندگی، تغییرات زیاد دارد. وسعت آن همراه با کفه‌های گلی پیرامون، حدود ۱۹۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلومتر مربع است.

✓ **دریاچه‌ی هامون**: دریاچه‌ی هامون با حدود ۱۸۰۰ کیلومترمربع وسعت، بزرگ‌ترین حوضه‌ی دریاچه‌ای خاور ایران است که از سه حوضچه‌ی اصلی یوزک، صابری و هیرمند تشکیل شده است. سه حوضچه‌ی مذکور در فصول کم‌باران و در زمان بادهای ۱۲۰ روزه از هم جدا می‌شوند و در زمان‌های پرباران، دریاچه‌ی واحدی را تشکیل می‌دهند. هیرمند در ایران، و بخشی از صابری در افغانستان است. رودها و ابراهه‌های زیادی در این دریاچه و باتلاق‌های اطراف آن تخلیه می‌شوند که از میان آن‌ها، رود هیرمند بیشترین آب‌دهی را دارد.

✓ **دریاچه‌ی آب بوندار**: این دریاچه در حدود ۶۰ کیلومتری باختر تا شمال باختری شهرستان دهدز قرار دارد. ازجمله دریاچه‌های آب‌شیرین کوهستانی ایران است که در یک فروافتادگی زمین‌ساختی قرار گرفته است و از سطح دریا حدود ۸۵۰ متر بلندی دارد. بیشینه‌ی درازای آن دو کیلومتر و پهنای میانگین آن ۱/۶ کیلومتر است. آب این دریاچه، به‌طور عمده از چشمه‌های کارستی زیر دریاچه و به مقدار کم از نهرهای کوچکی که در فصول پرباران آب دارند، تأمین می‌شود.

✓ **دریاچه‌ی مورد زرد زیلایی**: این دریاچه در حدود ۱۸۰

کیلومتری شمال باختری یاسوج و در ارتفاع ۲۱۸۰ متری از سطح دریا قرار دارد. «برم‌مورزرد زیلایی» و «برم‌دلی‌بو» نام‌های دیگر آن است. به نظر می‌رسد که این دریاچه از انواع کارستی باشد و آب آن از چشمه‌های کارستی و روان‌آب‌های سطحی تأمین شود.

✓ **دریاچه‌ی سیران‌گل:** دریاچه‌ی سیران‌گل در جنوب دریاچه‌ی ارومیه و در کناره‌ی باختری جاده‌ی ارومیه- مهاباد قرار دارد. فاصله‌ی آن از ارومیه ۸۵ کیلومتر است و در ۲۰ کیلومتری شمال خاوری نقده قرار دارد. آب این دریاچه از رودهای فرعی و غالباً فصلی تأمین می‌شود و به مقدار کمتر، چشمه‌های زیردریاچه‌ای نیز در این امر مشارکت دارند. برخلاف دریاچه‌ی ارومیه که فوق‌اشباع از نمک است، آب این دریاچه از انواع شور است (م. شهرابی، ۱۳۷۳).

✓ **دریاچه‌ی قوری‌گل:** این دریاچه در ۱۸ کیلومتری شمال باختری بستان‌آباد تبریز قرار دارد و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۸۹۰ متر است. آب آن بیشتر از رودها و آبراهه‌های فصلی و سیلابی و به مقدار کمتر، از طریق چشمه‌های زیردریاچه تأمین می‌شود و شیرین است.

✓ **دریاچه‌ی بَزَنگان:** دریاچه‌ی بزنگان در بلندی‌های کپه‌داغ در ۱۳۰ کیلومتری جاده‌ی مشهد- سرخس قرار دارد. این دریاچه دارای آب شیرین بوده و مساحت آن، حدود ۸۰ هکتار و بیشینه‌ی عمق آن ۱۲ متر است.

✓ **دریاچه‌ی شط‌تمی:** این دریاچه یک دریاچه‌ی کوهستانی در کوه‌های زاگرس است که در نزدیکی کوه منار قرار دارد. راه ماشین‌رو ندارد و می‌توان از الیگودرز یا فریدونشهر، ابتدا به روستای دستگرد و بعد به دریاچه رسید. دریاچه‌ی شط‌تمی، به احتمال از منشأ چشمه‌های کارستی است و به دلیل قرارگیری در زون راندگی‌ها، ممکن است منشأ زمین‌ساختی داشته باشد.

✓ **دریاچه‌ی شورابیل اردبیل:** دریاچه‌ی شورابیل با مساحت تقریبی ۶۴ کیلومتر مربع در جنوب اردبیل قرار دارد و از دریاچه‌های شور است. بستر آن پوشیده از گل‌ولای و لجن سیاه‌رنگ است و نمک به ضخامت پنج تا هشت سانتی‌متر روی آن را می‌پوشاند.

✓ **دریاچه‌ی یا برکه‌ی نئور اردبیل:** این دریاچه در ۴۸ کیلومتری جنوب خاوری اردبیل به طرف خلخال و در فاصله‌ی ۱۸ کیلومتری خاور جاده، در منطقه‌ی کوهستانی قرار دارد. مساحت کل دریاچه در حدود ۲/۱ کیلومترمربع و ژرفای متوسط آن حدود ۳ متر است. هنگام تابستان، به‌علت کم‌آبی، به دو دریاچه‌ی کوچک و بزرگ تقسیم می‌شود. آب آن شیرین است.

سخن آخر

با توجه به اهمیت دریاها و مناطق ساحلی کشور در توسعه‌ی پایدار ملی، می‌باید گام‌های بزرگی درجهت مطالعه و شناخت سواحل و پهنه‌های آبی ایران برداشته شود. اهمیت این موضوع، حساسیت بیش از پیش مسئولین امر را می‌طلبد. البته تا رسیدن به اهداف نهایی، راه درازی در پیش است. بنابراین ضرورت دارد با نگرش ویژه به مطالعات زمین‌شناسی دریایی و همکاری گروه‌های مطالعاتی و تحقیقاتی ارگان‌های گوناگون کشور، مانند گروه‌های رسوب‌شناسی و زمین‌شناسی دریایی، ژئوشیمی، ژئوفیزیک، اکتشاف، زمین‌شناسی مهندسی سواحل، ژئومورفولوژی، شیمی دریا، فیزیک دریا و تحقیقات آزمایشگاهی بررسی‌های نظام‌مند زیر را محقق سازیم:

- تهیه‌ی نقشه‌های زمین‌شناسی و معدنی سواحل ایران؛
- مطالعات زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک؛
- بررسی ساختارهای تکتونیکی سواحل و مناطق دریایی ایران؛
- مطالعات زمین‌ریخت‌شناسی و بررسی نقش فرسایش سواحل و تغییرات سطح دریاها؛
- بررسی‌های شیمیایی و ژئوشیمیایی دریاها؛
- بررسی‌های ژئوفیزیک دریایی.

پی‌نوشت

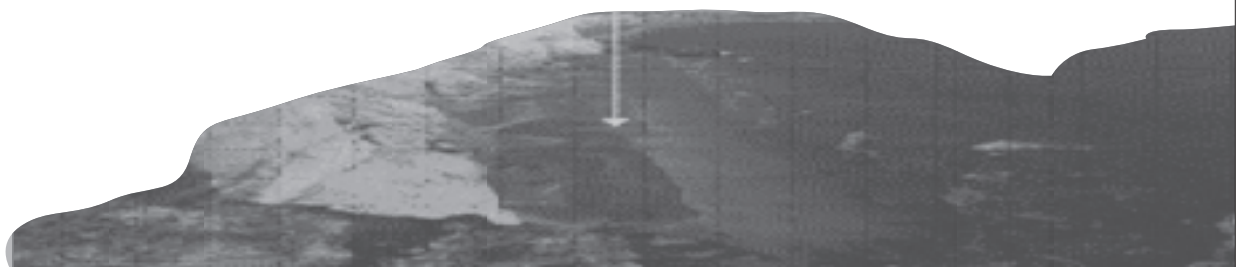
1. Coastal line
2. Beach Zone
3. Coastal safe line
4. Bathymetry

منابع

۱. شهرابی، مصطفی (۱۳۷۳). دریاها و دریاچه‌های ایران، سازمان زمین‌شناسی کشور.

۲. غضبان، فریدون (۱۳۸۱). زمین‌شناسی زیست‌محیطی. انتشارات دانشگاه تهران.

2. http://www.ngdir.com
3. http://www.ebo.iau.ir
4. http://www.grcir.com
5. http://www.geoaria.blogfa.com
6. http://www.adinebook.com
7. http://www.sarmayeh.net
8. http://www.azut.blogfa.com
9. http://www.iran.ir
10. http://www.magiran.com
11. http://www.civilica.com
12. http://www.khabarfarsi.com
13. http://www.gsi.ir
14. http://www.iran-eng.com



پرسش‌های سومین المپیاد زمین‌شناسی

قسمت دوم

در شماره‌ی گذشته، بخشی از پرسش‌های سومین المپیاد زمین‌شناسی چاپ شد که ادامه، آن را به نظر گرامی‌تان می رسانیم.

مسعود کیمیاگری

مدرس مراکز تربیت معلم استان اصفهان

۳۶. در شکل زیر یک ساختمان رسوبی ساخته شده از ماسه را می‌بینید. بیش‌ترین باد غالب در کدام جهت می‌وزد؟ (۱ نمره)

الف) از پایین سمت راست به بالا سمت چپ

ب) از بالا سمت راست به پایین سمت چپ

پ) از بالا سمت چپ به پایین سمت راست

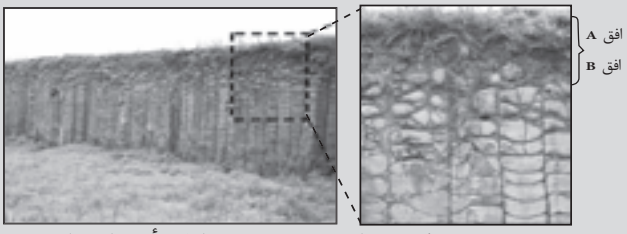
ت) از پایین سمت چپ به بالا سمت راست

ث) هیچ جهت قابل تشخیصی برای باد غالب وجود ندارد.

۳۷. عکس‌های زیر در جزیره‌ای کم‌ارتفاع و بازالتی گرفته شده‌اند. این جزیره در منطقه‌ای حاره‌ای قرار دارد. افق‌های A و B در نیم‌رخ خاک جزیره به رنگ قهوه‌ای مایل به قرمزند. مهم‌ترین عامل تشکیل این نوع خاک چیست؟ (۱ نمره)

الف) نوع گیاهان ب) اقلیم

پ) الگوی پستی و بلندی‌ها ت) نسیم دریا



۳۸. درشکل‌گیری دامنه‌های زیر چه‌عواملی تأثیرداشته‌اند؟

الف) جریان واریزه‌ها ب) سنگ‌ریزش

پ) فرسایش جویباری ت) میان‌بر کانالی

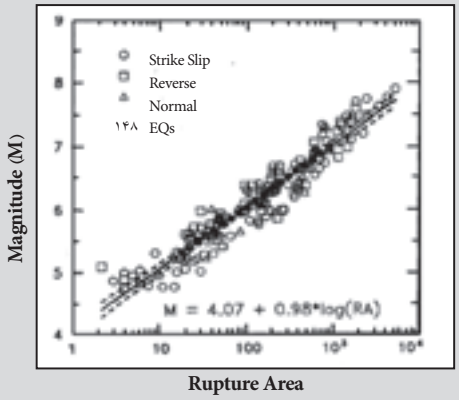
ث) فرسایش ساحل رودخانه

۳۹. کدام نوع سنگ فراوان‌ترین سنگ پشته‌های میان اقیانوسی است؟

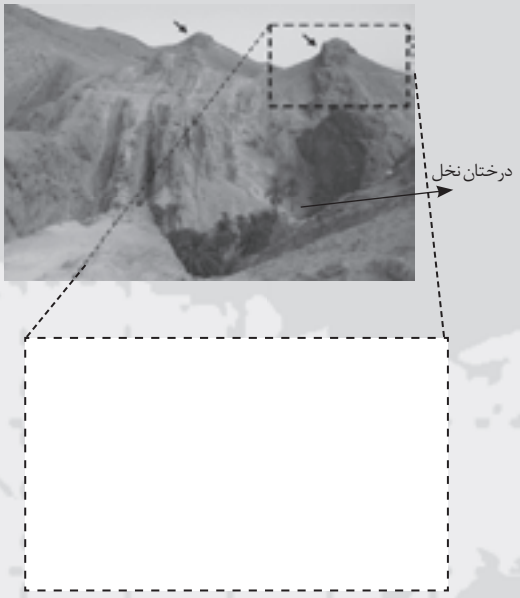
الف) گرانیت ب) ریولیت پ) داسیت

ت) بازالت ث) ماسه‌سنگ

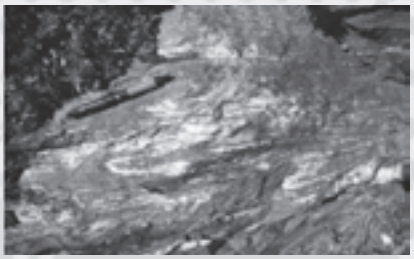
۴۰. شکل زیر رابطه‌ای تجربی بین بزرگای زمین‌لرزه و منطقه‌ی گسیختگی (RA) در امتداد سطح گسل را نشان می‌دهد. فرض کنید گسیختگی زمین‌لرزه‌ی ۱۲ می سال ۲۰۰۸ در چین (بزرگا= ۸) درون یک سطح مستطیل‌شکل با عمق حداکثر ۱۵ کیلومتر و شیب ۳۰ درجه رخ داده باشد. اگر سطح گسل به سطح زمین رسیده باشد، طول گسیختگی را براورد کنید. (محاسباتتان را کنار شکل بنویسید، ۳ نمره)



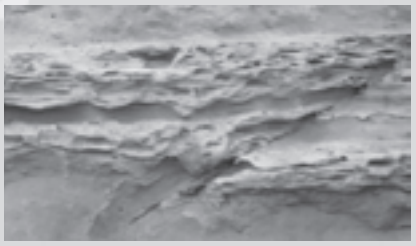
۴۱. فرض کنید در امتداد حاشیه‌ی شمالی صحرای کبیر آفریقا، جایی که به‌خاطر تنک بودن پوشش گیاهی سنگ‌بستر به‌خوبی دیده می‌شود (عکس زیر را ببینید)، مسافرت می‌کنید. این نوع توپوگرافی خشن شامل تعداد زیادی برآمدگی کوچک است (که با فلش مشخص شده‌اند). لطفاً یک مقطع عرضی ترسیم کنید که ارتباط بین سنگ‌شناسی و توپوگرافی را نشان دهد. برای نمایش گل‌سنگ از حرف M و برای ماسه‌سنگ از حرف S استفاده کنید.



۴۲. کدام‌یک از شکل‌های زیر یک ساختمان اولیه را نشان می‌دهند؟ (۱ نمره)

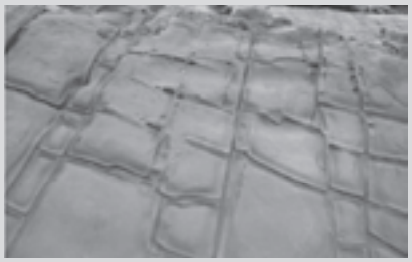


الف) سطح محوری چین

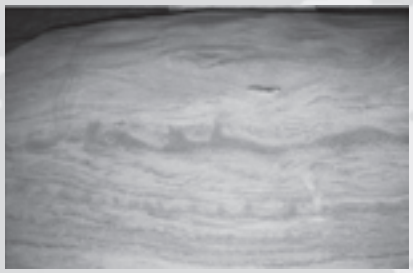


ب) گسل

پ) خطوارگی ناشی از کشیدگی کانی‌ها



ت) درزه



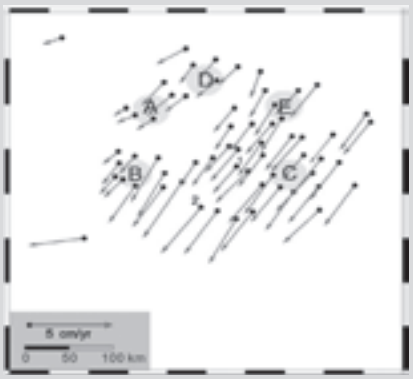
ث) ساختمان شعله‌ای (قالب وزنی)

۴۳. در یک محیط اتمسفری کم‌اکسیژن قدیمی‌تر از دو میلیارد سال، احتمال وقوع کدام رویداد زیادتر است؟ (احتمال زیاد را با حرف H و احتمال کم را با حرف L نشان دهید.)

الف) ------ پروکاریوت‌های فتوسنتزکننده

ب) ------ تشکیل سازندهای آهن نواری

۴۴. در نقشه‌ی زیر، سرعت سطحی افقی براساس اندازه‌گیری‌هایی که به کمک GPS انجام گرفته‌اند، نمایش داده شده است. در هر نقطه، طول فلش مقدار سرعت و جهت آن راستای جابه‌جایی را نشان می‌دهد. لطفاً به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



۱) براساس تغییرات مکانی سرعت‌ها، کدام‌یک از دسته‌های زیر نوع تنش حاکم در این محیط را نشان می‌دهد؟

الف) A: تراکمی- B: کششی- C: برشی

ب) A: برشی- B: تراکمی- C: کششی

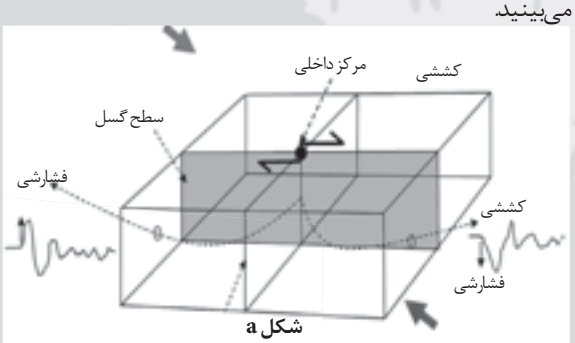
پ) A: کششی ـ B: برشی ـ C: تراکمی

ت) A: تراکمی ـ B: برشی ـ C: کششی

۲) لطفاً براساس سرعت سطحی، آهنگ واتنش بین نقاط ۱ و ۲ را برآورد کنید. محاسباتتان را بنویسید و پاسختان را به‌صورت نماد علمی با دو رقم معنی‌دار نشان دهید. (راهنمایی: واحد سرعت واتنش در سال است، ۳ نمره)

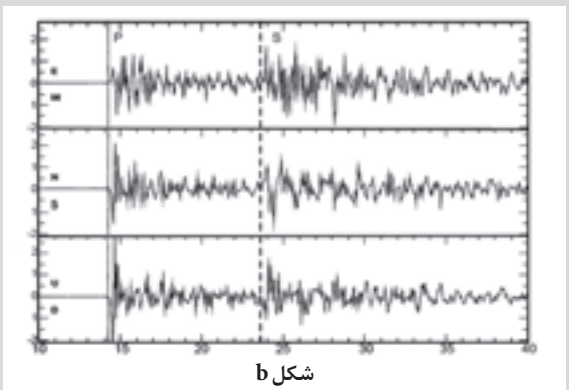
۳) فرض کنید آهنگ شتابان‌تر واتنش نشانه‌ی فعالیت لرزه‌ای زیادتر است. روی نقشه در کدام منطقه‌ی C، D یا E فعالیت زمین‌لرزه‌ها بیشتر است؟ (۱ نمره)

۴۵. می‌دانیم الگوی انتشار شعاعی امواج لرزه‌ای به هندسه‌ی گسل وابسته است. قطبیت (جهت) نخستین موج P یک زمین‌لرزه که وارد هر ایستگاه می‌شود، در ایستگاه‌های گوناگون متفاوت است. در شکل a این مفهوم را در مورد یک زمین‌لرزه‌ی امتدادلغز روی یک گسل عمودی می‌بینید.



شکل a

اولین جابه‌جایی برای ایستگاه‌هایی که مواد نزدیک گسل به طرفشان حرکت می‌کنند، «راندن» و برای ایستگاه‌هایی که جابه‌جایی درجهت دور شدن از آن‌هاست، «کشیدن» است. نخستین حرکت رو به پایین نشان می‌دهد که موج P از جایی منتشر شده که کانون آن به‌طور نسبی فشرده شده است. این موضوع در چارک پایینی سمت راست شکل نشان داده شده است.


شکل b

در شکل b، لرزه‌نگاشت‌های سه‌مؤلفه‌ای ثبت‌شده در ایستگاهی را که ۸۵ کیلومتر از مرکز سطحی زلزله فاصله دارد، می‌بینید که به‌ترتیب حرکات شرقی‌غربی، شمالی‌جنوبی و بالاپایین را ثبت کرده‌اند. لطفاً براساس شکل‌های a و b به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۱) کدام‌یک از توضیح‌های زیر درست است؟ (۲ نمره)

الف) نخستین موج P مستقیم از چارک کششی و اولین موج S مستقیم از چارک تراکمی منتشر می‌شود.

ب) نخستین موج P از چارک تراکمی و اولین موج S از چارک کششی منتشر می‌شود.

پ) هر دو نوع موج P و S از چارک کششی انتشار پیدا می‌کنند.

ت) هر دو نوع موج P و S از چارک تراکمی انتشار پیدا می‌کنند.

۲) موقعیت ایستگاه ثبت‌کننده نسبت به مرکز سطحی براساس نخستین حرکات را استنباط کنید. (۲ نمره)

الف) شمال ـ شمال‌غرب　　ب) جنوب ـ جنوب‌غرب

پ) شمال ـ شمال‌شرق　　ت) جنوب ـ جنوب‌شرق

۴۶. مناسب‌ترین کانی یا سنگ را از فهرست زیر انتخاب کنید.

الف) کوارتز	ب) بیوتیت	پ) هورنبلند
ت) روتیل	ث) گارنت	ج) ارتوکلاز
چ) کلسیت	ح) هالیت	خ) بریل
د) الماس	ذ) بازالت	ر) گابرو
ز) آندزیت	ژ) گرانیت	س) ریولیت
ش) شیل	ف) مرمر	ق) اسلیت
ک) چاک (گل سفید)		گ) چرت

۱) ماده‌ی خالص، دو عنصری، کانی فراوان، بلورهای منشوری هگزاگونال

۲) فرورانش، سنگ حاصل از فوران، آتش‌فشان، کمان جزیره‌ای

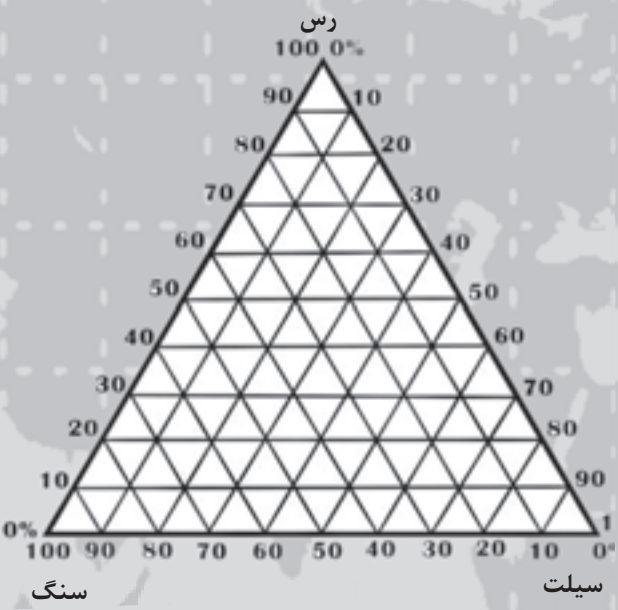
۳) پوسته‌ی قاره‌ای، فلسیک، باتولیت، درشت‌بلور

۴) سنگ دگرگون‌شده، کربنات، سنگ آهک، بازبلورینه‌شدن

۴۷. در جدول زیر نتایج بررسی اندازه‌ی دانه‌های پنج نمونه خاک را می‌بینید.

نمونه	A	B	C	D	E
رس (درصد)	۸۰	۳۰	۵۰	۱۰	۲۰
سیلت (درصد)	۱۰	۴۰	۱۵	۲۰	۶۵
ماسه (درصد)	۱۰	۳۰	۳۵	۷۰	۱۵

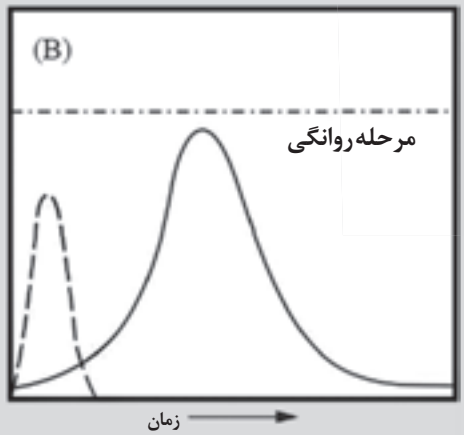
۱) با استفاده از داده‌های جدول، نمونه‌های A، C و D را با یک نقطه (●) روی نمودار زیر مشخص کنید. لطفاً در کنار هر نقطه حرف مربوط به آن را بنویسید. (۲ نمره)

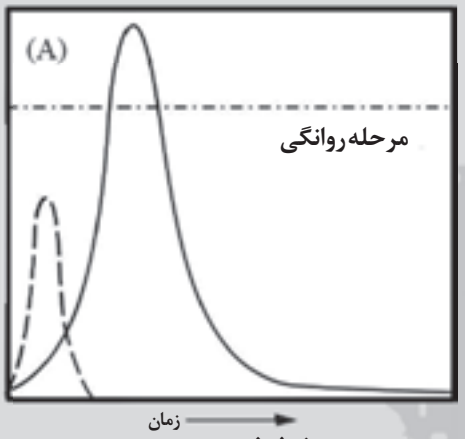


۲) بیشترین تخلخل را کدام نمونه دارد؟ (۱ نمره)

۴۸.

۱) آب‌نگارهای زیر شرایط آب‌دهی یک حوضه‌ی آب‌ریز را قبل و بعد از شهرسازی نشان می‌دهند. در این شکل‌ها به زمان تأخیر در هر دو آب‌نگار توجه کنید. لطفاً زمان تأخیر را در هر دو نمودار با نشانه‌ی «LT» نشان دهید. (۲ نمره)



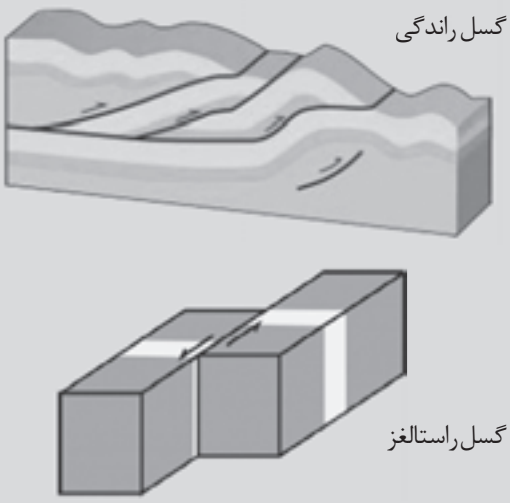


۲) کدام آب‌نگار حوضه‌ی آب‌ریز را پیش از شهرسازی نشان می‌دهد؟ (۱ نمره)

۳) با مراجعه به نمودارهای بالا جدول زیر را با استفاده از علامت + برای بیشتر، بلندتر یا بزرگ‌تر و علامت - برای نمایش پایین‌تر، کوتاه‌تر یا کوچک‌تر تکمیل کنید. (۲ نمره)

متغیرها	پیش از شهرسازی	پس از شهرسازی
شدت بارش		
زمان تأخیر		
بزرگای سیلاب		

۴۹. نام گسل را به شکل مناسب وصل کنید. (۲ نمره)

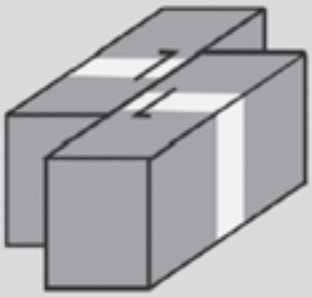


گسل راندگی

گسل راستالغز

گسل راستالغز چپ‌گرد

گسل راستالغز راست‌گرد



۵۰. در شکل زیر تغییرات ایزوتوپ دوتریوم (δD)، تراکم اتمسفری CH_4، CO_2، و N_2O مربوط به هوای محبوس‌شده درون مغزه‌های یخی قاره‌ای جنوبگان را می‌بینید. بخش‌های سایه‌دار دوره‌های گرم بین یخبندان را نشان می‌دهند. در قسمت پایین نمودار، پیشینه‌ی میزان ایزوتوپ اکسیژن ۱۸ ($\delta^{18}O$) را در روزن‌داران کفزی می‌بینید. این مقدار نمایه‌ی نوسان‌های حجم جهانی یخ است. روندهای رو به پایین $\delta^{18}O$ افزایش حجم یخ در خشکی را نشان می‌دهند. ستاره‌هایی که رنگ‌های گوناگونی دارند، تراکم N_2O، CH_4 و CO_2 را در هواکره در سال ۲۰۰۷ نشان می‌دهند. (۱ka=۱۰۰۰ سال پیش، ۰ka=۱۹۵۰ بعد از میلاد ـ منبع: AR4 IPCC، ۲۰۰۷).

۱) در ۶۵۰ هزار سال گذشته چه هنگامی میزان CH_4 بیشتر از امروزه بوده است؟ (۱ نمره)

الف) ۴۴۰ هزار سال پیش ب) ۱۲۵ هزار سال پیش

پ) ۳۱۵ هزار سال پیش ت) هیچ کدام

۲) بزرگی $\delta^{18}O$ به‌طور مستقیم به حجم یخ روی خشکی بستگی دارد (به مقیاس معکوس نمودار دقت کنید). نزدیک‌ترین زمان به ا مروز که حجم یخ روی خشکی‌ها بیشینه بوده، چه هنگامی بوده است؟ (۱ نمره)

الف) ۴۲۰ هزار سال پیش ب) ۲۲۰ هزار سال پیش

پ) ۱۲۵ هزار سال پیش ت) ۲۰ هزار سال پیش

ث) ۰ هزار سال پیش

۳) محتمل‌ترین عامل چرخه‌های یخبندان بین‌یخبندان که در شکل زیر نمایش داده شده‌اند..... است. (۱ نمره)

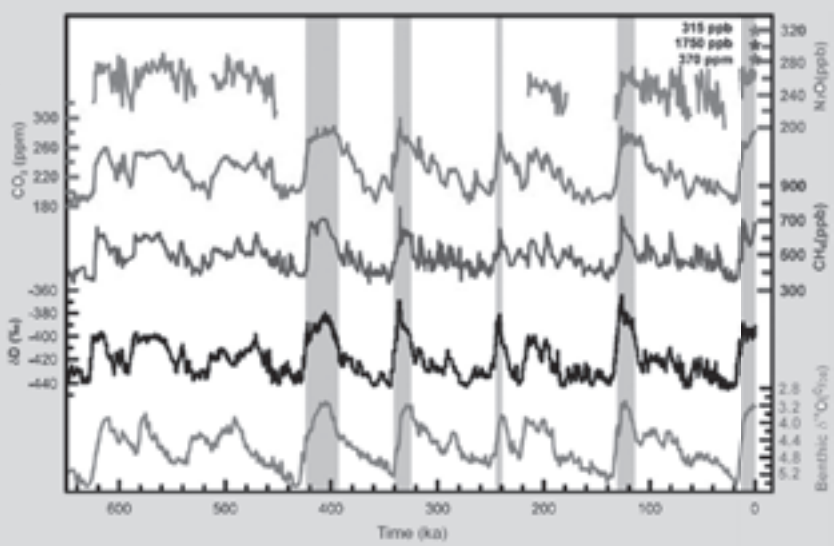
الف) نوسان‌های در $\delta^{18}O$ روزن‌داران کفزی

ب) نوسان‌های مدار زمین

پ) نوسان‌های حرکات ورقه‌ها در خشکی شمالی

ت) نوسان‌های حرکات ورقه‌ها در خشکی‌های جنوبی

ث) احتراق سوخت‌های فسیلی



پی‌نوشت

۱. Typhoons

طوفان‌های سیکلونی حاره‌ای

2. Fault propagation fold
3. Debris flow
4. Rill erosion
5. Chanel cutoff
6. Strain rate

فرهنگ اصطلاحات علوم زمین

علیرضا سپاسدار
کارشناس ارشد تکتونیک با گرایش ژئوفیزیک
دبیر زمین‌شناسی آموزش و پرورش شیراز

درآمد

در کتاب علوم زمین‌شناسی پیش دانشگاهی اصطلاحاتی بکار رفته است که نیاز به توضیح بیشتر دارد از جمله مبحث مغناطیس که در ذیل به برخی از آن‌ها می‌پردازیم

کلیدواژه‌ها: مغناطیس، میدان مغناطیسی، قطب مغناطیسی، مواد فرومغناطیس.

تعریف مغناطیس

به خاصیتی که باعث می‌شود یک جسم آهنی جذب یا دفع شود، خاصیت مغناطیس می‌گویند.

تعریف میدان مغناطیسی

به فضای اطراف یک آهن‌ربا که خاصیت مغناطیسی دارد، میدان مغناطیسی می‌گویند.

تعریف شدت میدان مغناطیسی

به نیروی وارد شده از طرف میدان مغناطیسی بر یک جسم آهنی را شدت میدان مغناطیسی می‌گویند.

نکته: واحد شدت میدان مغناطیسی «تسلا» نام دارد که معادل 10^4 گوس (اورستد) است و آن‌را با حرف B نمایش می‌دهند.

انواع میدان مغناطیسی

میدان مغناطیسی یکنواخت

به میدانی که شدت آن در تمام نقاط میدان یکسان باشد، میدان مغناطیسی یکنواخت می‌گویند.

میدان مغناطیسی غیر یکنواخت

به میدان مغناطیسی که شدت آن در نقاط گوناگون میدان، متفاوت باشد، میدان مغناطیسی غیر یکنواخت می‌گویند.

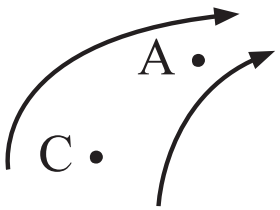
تعریف خطوط میدان مغناطیسی

برای درک بهتر میدان مغناطیسی از یک سلسله خطوط استفاده می‌کنند که به آن‌ها خطوط میدان مغناطیسی می‌گویند.

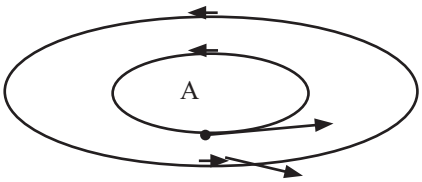
ویژگی خطوط میدان مغناطیسی

۱. خطوط میدان مغناطیسی هیچ‌گاه یکدیگر را قطع نمی‌کنند.

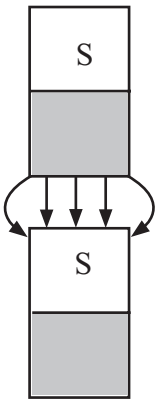
۲. خطوط میدان مغناطیسی هرجا که به هم نزدیک شوند، شدت میدان مغناطیسی افزایش می‌یابد و هرجا که خطوط میدان مغناطیسی از هم دور شوند، شدت میدان مغناطیسی کاهش می‌یابد.



۳. بردار مماس بر منحنی شدت مغناطیسی جهت میدان مغناطیسی را در آن نقطه نمایش می‌دهد.



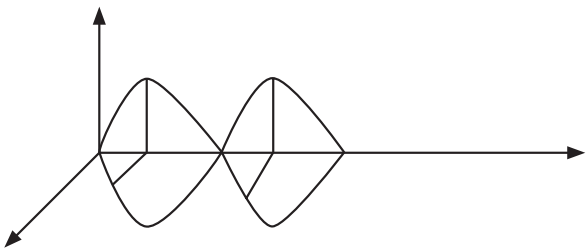
۴. جهت خطوط مغناطیسی در اطراف یک آهن‌ربا از قطب شمال به جنوب است.



دلیل ایجاد میدان مغناطیسی

هرگاه یک ذره باردار شروع به حرکت کند، علاوه بر میدان الکتریکی، میدان مغناطیسی ایجاد می‌شود.

نکته: میدان مغناطیسی و میدان الکتریکی بر هم عمود و هم فازند.



قطب‌های مغناطیسی

به نقاطی از یک آهن‌ربا که شدت مغناطیسی آن‌ها از همه بیشتر است، قطب‌های مغناطیسی می‌گویند (قطب شمال و قطب جنوب).

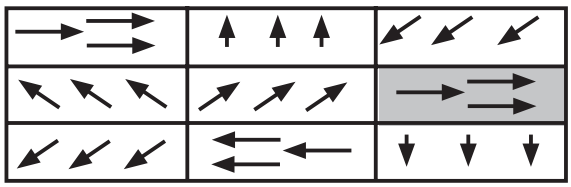
دو قطبی مغناطیسی

هرگاه یک آهن‌ربا را قطعه قطعه کنیم، باز هم دو قطب شمال و جنوب در آن وجود دارد. هرگاه این قطعه قطعه کردن تا جایی ادامه یابد که دیگر قطب‌ها وجود نداشته باشند، به آن قطعه‌ای که بعد از آن با قطعه قطعه کردن آن قطب‌ها از بین می‌روند، دو قطبی مغناطیسی می‌گویند.

نکته: در مقیاس اتمی، همه‌ی مواد مغناطیسی هستند که آن هم به دلیل وجود اسپین‌های الکترون‌ها در درون اتم است.

حوضه‌ی مغناطیسی

به مجموعه‌ی دو قطبی‌های هم جهت حوضه‌ی مغناطیسی می‌گویند.



مواد فرومغناطیسی

به موادی که تمامی حوضه‌های مغناطیسی آن‌ها هم جهت باشند، مواد فرومغناطیسی می‌گویند.

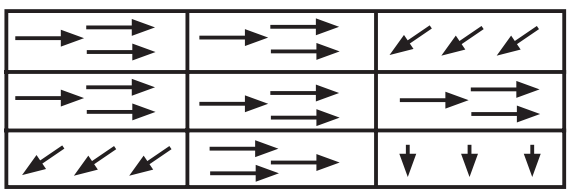
مغناطیس اشباع

به حداکثر حوضه‌های مغناطیسی که در یک ماده هم‌سو می‌شوند، اشباع مغناطیس می‌گویند.

انواع مواد فرومغناطیس

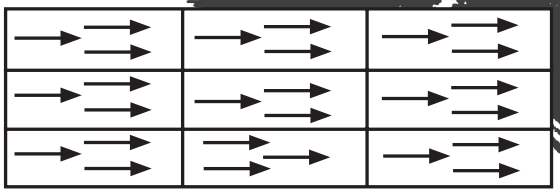
الف) مواد فرومغناطیس نرم

چنان‌چه پس از حذف میدان مغناطیس خارجی، برخی از حوضه‌های مغناطیسی تغییر جهت بدهند، به آن‌ها مواد فرومغناطیس نرم می‌گویند؛ مانند آهن.



ب) مواد فرومغناطیس سخت

چنان‌چه پس از حذف میدان مغناطیس خارجی، تمام حوضه‌های مغناطیسی تغییر جهت ندهند، به آن‌ها مواد فرومغناطیس سخت می‌گویند؛ مانند فولاد.



مواد پارامغناطیس

موادی هستند که در مجاورت میدان مغناطیسی خارجی حوضه‌های مغناطیسی، تقریباً در جهت این میدان خارجی قرار می‌گیرند و خاصیت مغناطیسی ضعیفی پیدا می‌کنند و با حذف آن حوضه‌ها، تغییر جهت می‌دهند؛ مانند اولیوین، پیروکسن و آمفیبول.

مغناطیس بازماند (دیرینه‌ی مغناطیس)

هرگاه پس از حذف میدان مغناطیس خارجی، برخی از حوضه‌ها هم‌چنان در جهت میدان خارجی باقی بمانند، در جسم یک خاصیت مغناطیسی القایی ایجاد می شود که آن را باز ماند مغناطیسی می‌گویند.

به دلیل همین باز ماند مغناطیسی است که برخی از اجسام مغناطیس می‌شوند و برخی دیگر به دلیل نداشتن بازماند مغناطیسی مغناطیس نمی‌شوند.

دلیل ایجاد میدان مغناطیسی زمین

برای وجود میدان مغناطیسی زمین نظریات متفاوتی ارائه شده‌اند که در ادامه برخی از آن‌ها را آورده‌ایم و جدیدترین نظریه‌ای را که مورد قبول اکثریت دانشمندان است، در پایان بیان می‌کنیم.

نظریه‌ی ویلیام گیلبرت

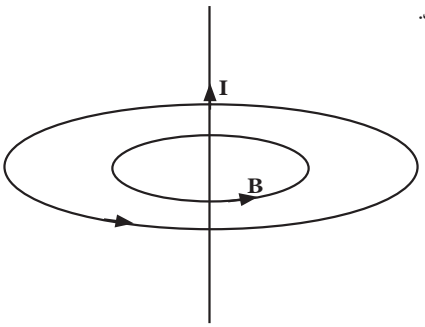
فیزیک‌دان انگلیسی و نخستین کسی بود که کوشید چگونگی عملکرد قطب‌های مغناطیسی را دریابد. وی اظهار داشت که کل زمین نیز یک آهن‌ربای بزرگ است که میدان آن روی تمام آهن‌ربای کوچک‌تر، به‌ویژه عقربه‌ی قطب‌نما اثر می‌گذارد.

اشکال نظریه‌ی گیلبرت

اگرچه با فرض وجود آهن‌ربای دو قطبی درون زمین، خواص مشاهده شده‌ی میدان مغناطیسی آن را به‌خوبی می‌توان توجیه کرد، اما این مدل یک نقص اساسی دارد؛ گرما باعث از بین رفتن خاصیت مغناطیسی می‌شود. بدین ترتیب که اگر دمای یک جسم مغناطیسی از دمای معینی به نام «نقطه‌ی کوری» بالاتر برود، جسم خاصیت مغناطیسی خود را از دست می‌دهد. پس این تصور که در نزدیکی مرکز زمین چیزی شبیه به یک آهن‌ربای میله‌ای و یا مواد مغناطیسی وجود داشته باشد، به رغم جور بودن این مدل با مشاهدات میدان مغناطیسی زمین، منتفی است.

نظریه‌ی آمپر

به نظر وی، جریان الکتریکی درونی ـ میدانی ایجاد می‌شود که این میدان، شبیه میدان اطراف سیمی است که جریانی از درون آن می‌گذرد.



اشکال نظریه‌ی آمپر

او نتوانست منشأ جریان الکتریکی درون زمین را که به میدان مغناطیسی زمین منجر می‌شود، بیان کند.

نظریه‌ی السایر و بولارد (نظریه‌ی امروزی)

پس از کشف میدان مغناطیسی زمین در آغاز قرن هفدهم، اظهار شد که در درون زمین آهن فراوانی وجود دارد (شواهد چگالی، بررسی‌های ژئوفیزیکی و بسیاری از شواهد دیگر، وجود هسته‌ی آهنی ـ نیکلی را تأیید می‌کنند). هسته‌ی غنی از آهن ـ نیکل رسانای الکتریکی خوبی است و بخش سیال بیرونی هسته، از طریق جریان همرفتی به بارهای الکتریکی اجازه حرکت می‌دهد. لذا السایر و بولارد نشان دادند که حرکت بارهای الکتریکی در هسته‌ی بیرونی، این میدان مغناطیسی را به وجود می‌آورند؛ درست مانند یک دینامو الکتریکی. بدین ترتیب که زمین را به‌عنوان یک دینامو خود القای غول‌پیکر در نظر گرفتند که حرکت الکترون‌ها در آهن مذاب موجود در هسته‌ی خارجی آن، مولد میدان مغناطیسی است. زمین، هم در گردش وضعی و هم در گردش انتقالی خود، پیوسته خطوط میدان مغناطیسی خورشید را قطع می‌کند. حرکت دورانی زمین و هم‌چنین اختلاف دمای هسته‌ی داخلی و گوشته، سبب ایجاد جریان‌های همرفتی در آهن مذاب هسته‌ی خارجی می‌شود.

از سوی دیگر، قطع شدن میدان مغناطیسی خورشید توسط آهن مذاب در حال حرکت، جریان الکتریسیته ایجاد می‌کند. این جریان‌ها میدان مغناطیسی زمین را پدید می‌آورند که خود مولد جریان الکتریکی قوی‌تری می‌شوند. این جریان‌ها به نوبه‌ی خود

میدان مغناطیسی قوی‌تری را به‌وجود می‌آورند.

نکته: با توجه به توضیحات داده شده به این نتیجه می‌رسیم که منشأ میدان مغناطیسی زمین طی یک فرایند پویا تشکیل می‌شود نه ایستا.

تغییرات دیرپای مغناطیسی

دلیل مغناطیس زمین چرخه باشد، مشاهدات ۴۰۰ سال گذشته نشان می‌دهد که زاویه‌ی انحراف، زاویه‌ی میل و شدت میدان مغناطیسی زمین طی پدیده‌ای به نام تغییرات دیرپای مغناطیسی، همواره در حال تغییر است. تغییرات میدان مغناطیسی زمین شدت و ضعف دارد، اما به‌طور کلی می‌توان گفت این تغییرات بین ۰/۱ تا ۰/۲ درجه در سال است. این تغییر در مقایسه با سایر پدیده‌های زمین‌شناسی دارای آهنگ بیشتری است.

دلیل تغییر میدان مغناطیسی زمین

بسیاری از دانشمندان بر این باورند که حرکت مواد مذاب در هسته‌ی خارجی زمین، نه تنها باعث ایجاد میدان مغناطیسی، بلکه باعث نوسان‌های میدان مغناطیسی زمین می‌شود. بدین ترتیب که ایجاد گرداب‌های کوچک در دل حرکت همرفتی بزرگ مواد مذاب می‌تواند دلیل اصلی تغییرات دیرپای میدان مغناطیسی زمین باشد.

مغناطیس سنگ‌ها

سنگ‌ها هنگام تشکیل می‌توانند اثر میدان مغناطیس زمین را خود ثبت کنند. کمی پس از تشکیل، این اثر در کانی‌های سنگ حفظ می‌شود و پس از سخت شدن سنگ تغییر زیادی می‌کند. این مغناطیس را مغناطیس بازماند طبیعی می‌گویند.

انواع مغناطیس بازماند

الف) مغناطیس بازماند اولیه

● اگر مغناطیس بازماند هنگام تشکیل سنگ به وجود آید، به آن مغناطیس بازماند اولیه می‌گویند که دو نمونه از آن عبارت‌اند از: بازماند مغناطیس گرمایی، و بازماند مغناطیس رسوبی.

●بازماندمغناطیس گرمایی: این نوع مغناطیس در سنگ‌های آذرین و گدازه‌ها در زیر نقطه‌ی کوری تشکیل می‌شوند؛ مانند مغناطیس بازماند موجود در بازالت‌ها.

● **بازماند مغناطیس رسوبی:** در بستر رسوبی و طی فرایند «دیاژنز» و اثر میدان مغناطیس زمین روی رسوبات، بازماند مغناطیس رسوبی تشکیل می‌شود و تا میلیون‌ها سال باقی می‌ماند.

ب) بازماند مغناطیس ثانویه

اگر مغناطیس شدن سنگ‌ها پس از تشکیل آن‌ها به وجود آید، به آن مغناطیس ثانویه می‌گویند. سه نمونه از آن عبارت‌اند از: بازماند مغناطیس شیمیایی، بازماند مغناطیس همدما، بازماند مغناطیس وشکسان (ویسکوز).

● **بازماند مغناطیس شیمیایی:** چنان‌چه کانی‌های آهن‌دار یک سنگ در اثر واکنش شیمیایی مانند اکسایش باعث شود که مغناطیس قبلی از بین برود و مغناطیس جدید در آن تشکیل شود، به آن بازماند مغناطیس شیمیایی می‌گویند؛ مانند تبدیل مگنتیت به هماتیت.

● **بازماند مغناطیس همدما:** چنان‌چه یک سنگ تحت تأثیر یک میدان مغناطیسی قوی قرار گیرد که مغناطیس اولیه از بین برود و مغناطیس جدیدی در آن القا شود، به آن بازماند مغناطیس همدما می‌گویند؛ مانند برخورد یک شهاب‌سنگ به زمین.

● **بازماند مغناطیس وشکسان:** چنان‌چه یک سنگ که حاوی کانی‌های آهن‌دار است، به مدت زمان طولانی در یک میدان مغناطیسی ضعیف قرار گیرد، رفته رفته مغناطیس اولیه از بین می‌رود مغناطیس جدیدی در آن القا می‌شود.

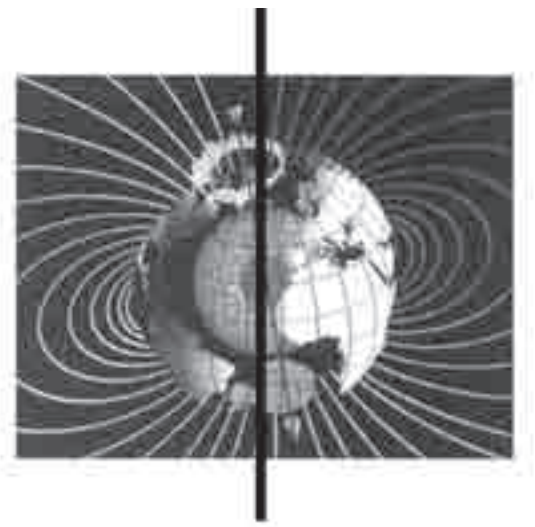
کاربرد بازماند مغناطیس (دیرینه مغناطیس)

دانشمندان با استفاده از انواع بازماند مغناطیس برای بازسازی تاریخ میدان مغناطیسی زمین، بخش‌های گوناگون آن‌را بررسی کردند. آن‌ها پس از گردآوری سنگ‌های قدیمی تمام قاره‌ها، سن و خصوصیت مغناطیسی آن‌ها را با اندازه‌گیری شدت، سمت و زاویه‌ی مغناطیس بازماند مغناطیس تعیین کردند که نهایتاً به کشف دو پدیده‌ی مهم، یکی سرگردانی قطبی و دیگری واژگونی میدان مغناطیسی زمین منجر شد.

هر گاه پس از حذف میدان مغناطیس خارجی بر خی از حوضه‌ها هم چنان در جهت میدان خارجی باقی بمانند در جسم یک خاصیت مغناطیسی القایی ایجاد می‌شود که آن را با زماند مغناطیسی می گویند

روش تعیین قطب مغناطیس دیرین

با استفاده از مدل دو قطبی میدان مغناطیسی می‌توان میدان مغناطیس زمین را در هر نقطه‌ای پیش‌بینی کرد. با این فرض و بر پایه‌ی رابطه‌ی $\tan Q = 0/5 \tan I$، می‌توان زاویه‌ی میل و عرض جغرافیایی دیرینه‌ی سنگ را پیدا کرد. برای این کار لازم است مانده‌ی مغناطیس گرمایی و رسوبی سنگ‌های متعلق به یک سن خاص در هر قاره اندازه‌گیری شود با دانستن عرض جغرافیایی دیرینه و سمت مانده‌ی مغناطیس می‌توان موقعیت تقریبی قطب‌های مغناطیس زمین را در آن سن خاص تعیین کرد. بدین ترتیب که بعد از نمونه‌برداری، با استفاده از یک دستگاه مغناطیس‌سنج بسیار حساس، جهت و شیب محور مغناطیس هر نمونه اندازه‌گیری می‌شود. از شیب مغناطیسی اندازه‌گیری شده، عرض جغرافیای زمان تشکیل سنگ از رابطه‌ی بالا به‌دست می‌آید. برای مثال، اگر زاویه‌ی میل مغناطیس گذاره‌ی بازالتی زیاد باشد، معلوم می‌شود که سنگ در نزدیکی یکی از دو قطب‌های شمال یا جنوب متبلور شده است و اگر زاویه‌ی میل مغناطیسی کم باشد، نشان دهنده‌ی تبلور در نزدیکی استوا است.



سرگردانی قطبی

منظور از سرگردانی مغناطیسی آن است که جهت میدان مغناطیسی زمین با گذشت زمان تغییر کرده است و با آن‌چه که امروزه وجود دارد، اختلاف دارد. لذا می‌توان نتیجه گرفت که قطب مغناطیسی در تاریخ زمین‌شناسی حرکت کرده یا به عبارت دیگر، قطب مغناطیسی نسبت به قطب چرخش جابه‌جا شده است و یا این‌که قطب‌ها ثابت بوده‌اند و قاره‌ها حرکت کرده‌اند.

مسیر سرگردانی مغناطیسی

اگر مکان قطب‌های مغناطیسی در زمان‌های گوناگون را تعیین و آن‌ها را به هم وصل کنیم، مسیر سرگردانی قطب‌های مغناطیسی مشخص می‌شود (ارجاع کنید به کتاب زمین‌شناسی دوره‌ی پیش‌دانشگاهی).

قطبیت عادی

وضعیت کنونی قطبیت زمین را به عنوان قطبیت عادی در نظر می‌گیرند که منطبق بر هنجارهای مثبت است. این قطبیت از ۷۳۰۰۰ سال پیش برقرار بوده و به افتخار پژوهشگر آن، به عنوان «قطبیت برونه» نام‌گذاری شده است.

قطبیت معکوس

به وضعیتی که در آن جهت میدان مغناطیسی ۱۸۰ درجه با وضعیت کنونی تفاوت داشته باشد، وضعیت معکوس می‌گویند.

اشکوب یا دور قطبیت

دوره‌های زمانی غالب بودن یک قطبیت خاص را «اشکوب» یا «دور قطبیت» می‌گویند. هر دور قطبیت به افتخار دانشمندانی که مطالعات اخیر خود را روی این موضوع قرار داده‌اند، به چهار دور به نام‌های برونه، ماتویاما، گوس و گیلبرت نام‌گذاری شده است.

رویداد قطبیتی

به نظر می‌رسد که هر دور قطبیت نزدیک به نیم میلیون سال ادامه می یابد. البته طی این مدت، دوره‌های کوتاه مدت و زودگذری نیز وجود دارد که در آن قطبیت برای مدت کوتاهی واژگون می‌شود. به این مدت کوتاه رویداد قطبیتی یا مغناطیسی می‌گویند.

واژگونی میدان مغناطیسی زمین

بر اساس نتایج مطالعات انجام شده نتیجه گرفته شد که شدت مغناطیسی زمین در طول زمان تغییر می‌کند و قطبیت این میدان در اثر تغییر شدت میدان، به‌طور متناوب واژگون می‌شود. بدین ترتیب که قطب شمال مغناطیسی به قطب جنوب مغناطیسی تبدیل می‌شود و در زمانی دیگر، دوباره به قطب شمال تبدیل می‌شود. محاسبه‌ی دقیق نشان می‌دهد که کاهش شدت میدان مغناطیسی زمین از حدود ۲۰۰۰ سال پیش که شدت آن ۱/۶ برابر شدت کنونی بود، شروع شده است و تا به حال ادامه دارد. در سده‌ی اخیر، شدت میدان مغناطیسی

زمین پنج درصد کاهش یافته‌است. پیش از آن نیز از حدود ۳۵۰۰ سال پیش از میلاد مسیح، شدت میدان مغناطیسی از مقداری اندک که حدود نصف شدت کنونی بود، روبه افزایش گذاشته است. پیش از این دوره نیز، حدود ۶۵۰۰ سال پیش از میلاد مسیح شدت میدان مغناطیسی دوباره از مقداری معادل ۱/۵ برابر شدت کنونی روبه کاهش بوده‌است اگر شدت میدان مغناطیسی با سرعت کنونی روبه کاهش برود، تا ۲۰۰۰ سال دیگر مقدار آن به صفر می‌رسد و آن‌گاه جهت میدان مغناطیسی واژگون می‌شود. واژگونی قطب‌ها در محدوره‌ی زمانی ۱/۰۰۰ تا ۲۵ میلیون سال رخ می‌دهد و در حین یک واژگونی، میدان مغناطیسی در دوره‌های ۱۰/۰۰۰ ساله کاهش یافته وطی ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ سال واژگون می‌شود و باگذشت زمان، ۱۰/۰۰۰ سال دیگر به شدت قبلی خود می‌رسد.

در هر حال براساس مطالعاتی که روی سنگ‌های هفت میلیون سال اخیر انجام شده، دیده می‌شود که نیمی از سنگ‌ها در جهت مخالف میدان مغناطیسی کنونی زمین مغناطیس شده‌اند که این امر بر واژگونی قطب‌های مغناطیسی دلالت دارد.

برخی از نظریات مبنی بر واژگونی میدان مغناطیسی زمین

نظریه‌ی ماتویاما

این دانشمندان ژاپنی با مطالعه روی سنگ‌های آتشفشانی ژاپن دریافت که میدان مغناطیسی برخی از سازندها، علی‌رغم آن که حاوی مگنتیت هستند، میدان مغناطیسی ضعیف‌تری نسبت به سایر سازندها دارند. وی برای حل این مسئله (بی‌هنجاری منفی) از نقاط متفاوت نمونه‌برداری کرد و مورد آزمایش قرار داد و نتیجه گرفت که بی‌هنجاری مغناطیسی را می‌توان در دو گروه کاملاً مجزا قرار داد: یکی در جهت شمال و پایین و تقریباً موازی میدان مغناطیسی کنونی زمین و دیگری به سمت جنوب و بالا که مخالف میدان کنونی است.

نظریه‌ی رکتیاکه

رکتیاکه مدلی مکانیکی از ژنراتور زمین به شکل یک دینامو‌ی دو صفحه‌ای ارائه کرد که می‌تواند قطبیت خود را واژگون کند.

نظریه‌ی اویدا (نظریه‌ی خود واژگونی)

وی سنگی را کشف کرد که در حین سرد شدن در میدان مغناطیسی عادی زمین، می‌توانست قطبیت واژگون در خود ثبت کنند و این پدیده را خود واژگونی نامید. در این مدل، تغییر قطبیت

منظور از سرگردانی مغناطیسی آن است که جهت میدان مغناطیسی زمین با گذشت زمان تغییر کرده است و با آن‌چه که امروزه وجود دارد، اختلاف دارد

زمین ضروری نیست و این خصلت به خواص برخی کانی‌های موجود در سنگ مربوط می‌شود. در دهه‌ی ۱۹۵۰ چند کانی طبیعی و مصنوعی دیگر کشف شدند که این خاصیت عجیب را از خود نشان می‌دادند. بر اساس نظریه‌ی خود واژگونی، این کانی‌ها در تمام سنگ‌های مغناطیسی واژگون وجود دارند.

نظریه‌ی آلن کاکس

او در اوایل دهه‌ی ۱۹۶۰، روی نمونه‌ی بازالتی انجام داد تا نشان دهد نظریه‌ی واژگونی میدان مغناطیسی زمین درست است یا خود واژگونی. اگر نظریه‌ی واژگونی میدان مغناطیسی زمین درست باشد، از آن‌جا که مغناطیس زمین پدیده‌ای جهانی است، بنابراین همه‌ی سنگ‌هایی که در یک زمان خاص در سراسر دنیا تشکیل شده‌اند، می‌باید قطبیت مشابهی داشته باشند. و اگر خود واژگونی باشد، نباید الگوی منظمی از پراکندگی زمانی سنگ‌ها دیده شود. کاکس با آزمایشات پیشرفته و سن‌سنجی سنگ‌ها به این نتیجه رسید که نمونه‌هایی که سن آن‌ها در یک طیف زمانی خاص قرار می‌گرفت، به سمت شمال مغناطیسی شده بودند و قطبیت عادی داشتند. اما نمونه‌هایی با طیف سنجی خاص دیگر، قطبیتی واژگون داشتند. از طرف دیگر، چون کانی‌های خود واژگون در قطبیت کمیاب هستند، لذا نظریه‌ی خود واژگونی از بین رفت و نظریه‌ی واژگونی میدان مغناطیسی زمین مورد تأیید قرار گرفت.

نظریه‌ی اخیر دانشمندان

دلیل واژگونی میدان مغناطیسی زمین هنوز ناشناخته است، اما احتمالاً نتیجه ناپایداری حرکات درون هسته است. یعنی در این ارتباط که آیا میدان به‌طور کامل از بین می‌رود و آن‌گاه در جهت مخالف ساخته می‌شود، یا این‌که به آسانی تاب می‌خورد، جابه‌جا می‌شود و قطبی وجود ندارد. امروزه مشخص شده است که انرژی برخورد سیارک‌ها و شخانه‌ها به زمین به قدری زیاد است که می‌تواند حرکت نسبی گوشته و هسته را تغییر دهد و میدان را واژگون کند. در مقیاس زمان زمین‌شناسی، واژگونی میدان مغناطیسی زمین کلاً یک پدیده‌ی ناگهانی محسوب می‌شود.

درسی با حضور معلمان شیراز

زهرا سلطانی مقدم
کارشناسی ارشد رسوب‌شناسی

گزارش جلسه گروه‌های آموزشی درس زمین‌شناسی در شیراز

این گردهمایی به منظور بررسی مشکلات کتاب‌های درسی زمین‌شناسی سال سوم دبیرستان و پیش‌دانشگاهی و ارائه‌ی نظر و راه‌حل برای بهبود آموزش کتاب درسی زمین‌شناسی و انعکاس این نظریات در مجله‌ی «رشد آموزش زمین‌شناسی»، روز ۲۷ خرداد ۱۳۸۹ در «مجتمع آموزش و پرورش شیراز» برگزار شد.

سرکار خانم پسران سرگروه آموزشی زمین شناسی استان فارس در رابطه با فعالیت‌های این گروه به موارد زیر اشاره کرد:

۱. برگزاری مسابقه‌ی درس زمین شناسی در سطح کشور و پذیرفته شدن چهار نفر در استان فارس؛

۲. مسابقه‌ی تولید محتوای آموزشی؛

۳. راه‌اندازی سایت گروه آموزشی زمین‌شناسی با توجه به مشکلات و محدودیت‌های زیاد از نظر فناوری.

سپس ایشان خانم **عابدینی**، مدیر داخلی رشد آموزش زمین‌شناسی را معرفی کرد و رشته‌ی سخن را به وی سپرد. خانم عابدینی در دو بخش سخنان خود را ایراد نمودند:

- نقد و بررسی کتاب؛
- چالش‌ها و فرصت‌ها در رشته‌ی زمین‌شناسی و مجلات رشد.

از آن‌جا که فرصت کم بود، ادامه‌ی جلسه به همکاران سپرده شد.

در ادامه دبیران زمین‌شناسی از ناحیه‌های مختلف آموزش و پرورش شیراز و استان فارس انتقادات خود را نسبت به کتاب و هم‌چنین راه‌حل‌هایی را نیز برای رفع مشکلات به شرح زیر بیان کردند:

* خانم **فیروزه میرحسینی دبیر زمین‌شناسی داراب:**

حجم زیاد کتاب درسی و مدت زمان کم برای تدریس آن، یکی از مشکلات اصلی تدریس کتاب زمین‌شناسی به ویژه کتاب سال سوم (نیم‌سال دوم) به چشم می‌خورد. فرصت کم برای امتحان گرفتن، تهیه‌ی پوستر و حتی گاهی اتمام کتاب درسی و در نهایت برگزاری کلاس‌های فوق‌العاده، ناشی از همین مشکل حجم زیاد کتاب است. ترجیح دارد برای رفع این مشکل تعداد فصل‌های کتاب کمتر، ولی کتاب پر محتواتر شود و به جزئیات و مسائل غیرضروری کمتر پرداخته شود. هم‌چنین ضروری است، امکان آموزش

به‌صورت عملی برای کمک به فهم بیشتر مطالب درسی برای دانش‌آموزان نیز فراهم شود.

* خانم **فارسی**، دبیر زمین‌شناسی ناحیه‌ی ۲:

کتاب زمین‌شناسی سال سوم، فصل‌های اول کتاب (فصل دوم و سوم) در مورد جغرافیاست، در صورتی که زمین‌شناسی و جغرافیا دو مقوله‌ی کاملاً جدا هستند. بهتر است که این دو فصل حذف شوند. هم‌چنین پیشنهاد می‌کنم، مطالب سخت را در اول کتاب قرار دهند. چون با توجه به کمبود وقت، در انتهای نیم‌سال معلمان مجبور به گذاشتن کلاس فوق‌العاده می‌شوند. از آن‌جا که در ابتدای سال تحصیلی دانش‌آموزان انرژی بیشتری دارند، بهتر است مباحث مهم‌تر و سخت‌تر، مانند فصل سنگ‌های رسوبی در ابتدای کتاب و شروع سال گفته شود. علاوه بر این، برگزاری فیلدهای آموزشی توسط آموزش و پرورش و برگزاری دوره‌های ۷ ـ ۶ ماهه برای معلمان در دانشگاه، به منظور یادآوری مطالب عملی فراموش شده و ارتقای دانش دبیران نیز مفید خواهد بود.

* **علی‌رضا سپاسدار**، دبیر ناحیه‌ی ۳:

کتاب زمین‌شناسی پیش‌دانشگاهی مشکلات بسیار زیادی دارد؛ برای مثال:

● در بیشتر فصل‌های آن باید تلفیقی از فیزیک و زمین‌شناسی با هم باشد و زمین‌شناسی باید از حالت محض خارج شود. به‌عنوان نمونه، در فصل اول کتاب با عنوان «حرکت زمین» دانش‌آموز باید حرکت نوسانی ـ دورانی آونگ و اثر دوپلر را بداند. در فصل «ساختار درونی زمین»، دانش‌آموزان باید موج‌های p و s، کاربرد این موج‌ها و نحوه‌ی تبدیل آن‌ها را به یکدیگر بدانند. در فصل «نیروی گرانش»، باید نیروی جاذبه و فرمول آن و در فصل «مغناطیس دیرین» که فصل مهمی است باید دینام را بدانند. در فصل کانی‌شناسی شیمی را نیز باید بدانند. با توجه به پایین بودن پایه‌ی دانش‌آموزان و ضعف آن‌ها در فیزیک، شیمی و ریاضی به شرح این مطالب پرداخته شود.

در فصل ۱۱ در ترسیم نقشه، اصول و چارچوب رسم نقشه و مقیاس‌بندی رعایت نشده است.

بهتر است نظریات قدیمی سال ۱۹۹۵ را به‌کار نبریم و از نظریات جدید سال ۲۰۱۰ استفاده

کنیم. بعضی نظریه‌ها به‌طور کامل ارائه نشده‌اند (نظریه‌ی وگنر).

کتاب زمین‌شناسی پیش‌دانشگاهی ادامه‌ی کتاب زمین‌شناسی سال سوم نیست.

* **زهرا درجه** دبیر زمین‌شناسی ناحیه‌ی ۱ شیراز:

هماهنگ نبودن مطالب کتاب سال سوم در نیم سال‌های اول و دوم یکی از مشکلات کتاب است. نیم سال اول بیشتر در مورد اقیانوس‌شناسی و هواشناسی است و دانش‌آموزان چنین تصور می‌کنند که درس کم اهمیت است، ولی در نیم سال دوم مطالب سخت هستند و دانش‌آموز با حجم زیادی از واژه‌ها و اسم‌های سخت کانی ها و سنگ‌ها مواجه می‌شود. هم‌چنین بهتر است برخی از فصل‌های کتاب، برای مثال فصل‌های «فرسایش» و «عوامل هوازدگی» با هم ادغام شوند.

* آقای **هوشنگ شعبانی**، دبیر زمین‌شناسی مرودشت:

این‌که درس زمین‌شناسی در کنکور ضریب ندارد، مهم‌ترین دلیل انگیزه‌ی کم و بی‌رغبتی دانش‌آموزان است. متأسفانه، ضعیف بودن پایه‌ی دانش‌آموزان در فیزیک، شیمی و ریاضی یکی دیگر از مشکلات آموزش است. از مشکلات اصلی کتاب حجم زیاد مطالب درسی و مدت زمان کم برای آموزش و اتمام کتاب درسی است. هم‌چنین، مطالب به‌صورت تخصصی ارائه شده‌اند که بهتر است به‌صورت پایه و کلی ارائه شوند. در هر مبحث نیز اهداف مربوط به آن فصل نوشته شود.

* خانم **لیلا قاسمی**، دبیر زمین‌شناسی استهبان:

بهتر است در کتاب زمین‌شناسی پیش‌دانشگاهی، موضوعات کمتر ولی پرمحتواتر و توضیحات بیشتر شوند. هم‌چنین، ابهام برخی مطالب کتاب رفع شود. برای مثال، فصل مغناطیس بسیار مبهم است.

خانم **زهرا پسران**، دبیر زمین‌شناسی و سرگروه ناحیه‌ی ۲ شیراز:

خیلی بهتر است که از دوران ابتدایی مبانی زمین‌شناسی را به دانش‌آموزان یاد دهند تا آن‌ها درباره‌ی این درس اطلاعات کلی داشته باشند. هدف از نوشتن کتاب باید مشخص شود و براساس آن کتاب نوشته شود. بهتر است مطالب پایه به‌صورت کلی‌تر و عمیق‌تر گفته شود. مثلاً کتاب به مسائلی که باید توضیح داده شود مانند «تشکیل فسیل» اشاره کند.

نباید به‌خاطر بالا بردن اعتبار درس زمین‌شناسی، مطالب دشواری به دانش‌آموزان یاد بدهیم. هم‌چنین، پیشنهاد می‌کنم از به کار بردن واژه‌های سخت مثل اسامی کانی‌ها پرهیز شود، زیرا یادگیری اسامی تمام کانی‌ها بدون دیدن آن‌ها برای دانش‌آموزان ضرورتی ندارد. آوردن تفسیر نقشه در کتاب نیز لزومی ندارد و حتی نیازی به افزایش ساعات درسی نیست. بلکه مهم ارائه‌ی مطالب به‌صورت کلی و عمیق است.

در مورد امکانات مدارس نیز بهتر است تجهیزات آزمایشگاهی در اختیار مدارس قرار گیرد و برای کارهای آزمایشگاهی جزوه‌ی عملی تهیه شود. «دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی» نیز از مؤلفینی استفاده کند که هم از نظر علمی آگاه باشند هم معلم باشند.

خانم **فروغ راستیان**، ناحیه‌ی ۲ شیراز:

مؤلفین کتاب نظر معلمان را برای تألیف بخواهند، چون معلم مطالب را عمیق فهمیده است و می‌خواهد آن‌را در کلاس بیان کند. مؤلفان خودشان نیز حتماً باید معلم باشند.

* خانم **مرجان احسن، دبیر زمین‌شناسی ناحیه‌ی ۱**:

مهم‌ترین عامل در پیشرفت علم زمین‌شناسی در کشور، اهمیت دادن نظام آموزشی به این درس و هم‌چنین کاربردی‌تر شدن آن است. بهتر است که در نظام آموزشی یک ساعت به تعداد ساعات آموزشی این درس اضافه شود. استفاده از سی‌دی‌های انیمیشن نیز در آموزش مؤثر خواهد بود. فقط کسانی که دارای مدرک زمین‌شناسی هستند، مجازند به تدریس این درس بپردازند.

* خانم **اشرف ارجمند**، ناحیه‌ی ۳ شیراز:

یک عامل مهم در تدریس این درس اشاره به کاربردهای آن است. برای مثال، فصل «زمین در خدمت انسان» که به کاربردها و استفاده‌های زمین‌شناسی در زندگی انسان می‌پردازد و به منابع انرژی اشاره می‌کند، بهتر است که در اول کتاب بیاید تا در ابتدا علاقه و جاذبه‌ای نسبت به این درس در دانش‌آموزان به‌وجود آید. به‌علاوه، لازم است بیشتر به مطالب کاربردی اشاره کنند و از مطالبی که جنبه‌ی حفظ کردن دارند بکاهند.

چون خوش‌بختانه در دوره‌ی راهنمایی تحصیلی در درس علوم به زمین‌شناسی اشاره شده است، دیگر لزومی ندارد بعضی مباحثی در این دوره باز هم تکرار شود. برای مثال، فصل اول کتاب زمین‌شناسی سال سوم در شیمی سال اول دبیرستان گفته شده است که اگر حذف شود بهتر است. برای برخی از کلمات که به توضیح مختصری و تلفظ درست نیاز دارند، پاورقی در زیر صفحه‌ی کتاب آورده شود. منابع و سایت‌های معتبر در آخر کتاب آورده شود.

هم‌چنین، در انتهای کتاب سؤالات فنی و خوبی مطرح شوند. اگر کتاب به مطلبی اشاره می‌کند، آن را درست شرح دهد یا این‌که اصلاً نگوید (برای مثال، در کتاب پیش‌دانشگاهی دو صفحه‌ای آخر در مورد «ژنز» به صورت جزئی صحبت شده است.) بهتر است برای آموزش بهتر، با هر کتابی سی‌دی‌های آموزشی به شکل انیمیشن ارائه شود.

یکی دیگر از مشکلات نظام آموزشی وجود نیروهای غیرتخصصی است . با توجه به آمار گرفته شده، ۱۳۸۴ نفر در استان فارس زمین‌شناسی درس می‌دهند، ولی فقط ۱۰ درصد نیروی تخصصی هستند و لیسانس‌های زیست‌شناسی و حتی سایر رشته‌ها مثل مامایی و ادبیات نیز به تدریس این درس می‌پردازند. بهتر است دبیران زیست‌شناسی و حتی سایر علوم به تدریس این درس نپردازند. زیرا زمین‌شناس باید اطلاعاتی در مورد ژئوشیمی و ژئوفیزیک داشته باشد، ولی کسی با مدرک تحصیلی زیست‌شناسی این اطلاعات را ندارد.

برگزاری کلاس ضمن خدمت برای معلمان مفید است که استقبال زیاد از این کلاس‌ها، با افزایش ساعات درس زمین‌شناسی و به دنبال آن جذب معلمان بیشتر و افزایش جمعیت دبیران زمین‌شناسی امکان‌پذیر است. چون در حال حاضر دبیران زمین‌شناسی در اقلیت هستند.

هدف ما از آموزش درس زمین‌شناسی تدریس پایه و عمومی این درس است. ترجیح دارد مطالب را به‌صورت عمیق‌تر و کلی بازگو کنیم و از تعداد فصل‌های کتاب بکاهیم. ولی آیا هدف از درس زمین‌شناسی تربیت یک متخصص زمین‌شناسی است؟

فروغ راستیان در گفت‌وگو با رشد زمین‌شناسی می‌گوید:

زمین‌شناسی را با علاقه انتخاب کردم

مریم عابدینی
دبیر آموزش و پرورش منطقه ۵ تهران

به قصد گفت‌وگویی دیگر با یکی از دبیران باسابقه‌ی درس زمین‌شناسی، به شهر شیراز سری زدیم و پای صحبت‌های فروغ راستیان نشستیم.

راستیان با مدرک کارشناسی زمین‌شناسی، در سال ۱۳۵۸ از دانشگاه اصفهان فارغ‌التحصیل شد و از سال ۱۳۶۲ تدریس در آموزش و پرورش را آغاز کرد. راستیان می‌گوید: «اگر الان هم به من بگویند می‌توانی رشته‌ای را انتخاب کنی و در دانشگاه ادامه بدهی، باز هم زمین‌شناسی را انتخاب می‌کنم.»

❍ چرا زمین‌شناسی را به‌عنوان رشته‌ی تحصیلی‌تان انتخاب کردید؟

● من زمین‌شناسی را واقعاً با علاقه انتخاب کردم. در سال ۱۳۵۴ وارد دانشگاه شدم. در آن زمان شرایط مثل الان نبود که این‌طور به دانشگاه‌ها هجوم بیاورند. هر دانشگاهی هم جداگانه کنکور برگزار می‌کرد. من دانشگاه‌های شیراز، اهواز، مشهد و اصفهان را انتخاب کرده بودم و رشته‌ی اول انتخابی‌ام هم در همه‌ی این دانشگاه‌ها زمین‌شناسی بود. در دوره‌ی تحصیل در دانشگاه چندبار امکان تغییر رشته برایم پیش آمد، اما این کار را نکردم.

علاقه‌ام به زمین‌شناسی، از کتاب «تکامل و زمین‌شناسی» سال چهارم رشته‌ی طبیعی شروع شد و در امتحان نهایی از این درس، نمره‌ی ۱۹/۵ گرفتم.

بین چهار دانشگاه هم خودم اصفهان را انتخاب کردم، ولی سه دانشگاه دیگر را هم قبول شده بودم. وقتی برای ثبت‌نام به دانشگاه رفتم، متوجه شدم که در این رشته ۸ دختر و ۲۰ نفر پسر پذیرفته شده‌اند. همان موقع

خانواده‌ام گفتند تغییر رشته بده. دخترها کمتر در این رشته تحصیل می‌کنند و با مشکلاتی مواجه می‌شوند. اما من این کار را نکردم.

الان هم اگر به من بگویند که می‌توانی در دانشگاه رشته‌ای را انتخاب کنی و ادامه دهی، باز هم زمین‌شناسی را انتخاب می‌کنم؛ با وجود این که مشکلات استخدامی زیاد داشتم. من سال ۱۳۵۸ فارغ‌التحصیل شدم و سال ۱۳۶۲ به استخدام آموزش و پرورش درآمدم؛ یعنی چند سال بی‌کار ماندم. با وجود این، علاقه‌ام به زمین‌شناسی اصلاً کم نشد.

○ به نظر شما دانش‌آموزان سال‌های اخیر چه تفاوتی با دانش‌آموزان اوایل خدمتتان دارند؟ آیا علاقه به درس زمین‌شناسی در آن‌ها بیشتر است؟

● در اوایل خدمتم در سال ۱۳۶۲، به‌صورت حق‌التدریس در کازرون مشغول به کار شدم و دانش اجتماعی، تعلیمات دینی، املا و انشا درس می‌دادم. سال اول اصلاً زمین‌شناسی درس نمی‌دادم. اما چون علاقه‌ی زیادی به این رشته داشتم، سعی‌ام بر این بود که حتی اگر شده، ۲-۴ ساعت زمین‌شناسی درس بدهم. بالاخره توانستم ساعات تدریسم را به ۴-۶ ساعت برسانم. بعدها بیشتر ساعات تدریسم را به زمین‌شناسی اختصاص دادم.

اوایل سال‌های خدمتم، مثل امروز نبود و بچه‌ها، زمین‌شناسی را هم مثل بقیه‌ی درس‌ها می‌خواندند. مثل الان بین درس‌ها این‌طور فاصله نیفتاده بود و بچه‌ها این همه اضطراب کنکور نداشتند. زمین‌شناسی را راحت می‌خواندند و به‌عنوان یک درس قبولش داشتند. بعضی‌ها هم واقعاً به این درس علاقه‌مند بودند و حتی می‌آمدند و اشکالاتشان را خارج از کلاس می‌پرسیدند.

بعد از شش سال من به شیراز منتقل شدم و چون تعداد مدرسه‌ها زیاد بود، ۲۴ ساعت تدریسم را زمین‌شناسی درس می‌دادم. البته به من پیشنهاد می‌دادند که چون قبلاً زیست‌شناسی هم درس داده‌ام، این درس را هم قبول کنم، اما من جواب می‌دادم: «قبلاً به خاطر ساعات کم زمین‌شناسی مجبور بودم زیست‌شناسی درس بدهم.»

اما چون شیراز شهر بزرگ‌تری بود، بچه‌ها بیشتر حرص دانشگاه داشتند. (در سال‌های ۱۳۶۸ و ۱۳۶۹، بچه‌های شهرستان خیلی در خط قبولی دانشگاه نبودند). به همین دلیل کمی نسبت به زمین‌شناسی سرد شدند، ولی در همان زمان هم من دانش‌آموزانی داشتم که واقعاً به زمین‌شناسی علاقه داشتند.

○ آیا شما طرح درس یا روش تدریس خاصی داشتید که دانش‌آموزان را به درس زمین‌شناسی علاقه‌مند می‌کرد؟

● من کلاس‌هایم را واقعاً جدی می‌گرفتم. خیلی از همکاران بودند که از روی بی‌علاقگی درس می‌دادند و حتی بعد از چند سال، تدریس را رها می‌کردند و معاون یا مدیر مدرسه می‌شدند. اما من با وجود این‌که پیشنهادهایی برای مدیریت یا معاونت مدرسه داشتم، به خاطر عشق به تدریس و برای این‌که کنار بچه‌ها باشم، نپذیرفتم. همیشه هم به بچه‌ها می‌گویم که من روبه‌روی شما قرار گرفته‌ام تا مطالبی را که اندکی بیشتر از شما می‌دانم، به شما یاد بدهم و همیشه هم در کنارتان هستم.

کلاسم را هم جدی می‌گیرم و اجازه نمی‌دهم دانش‌آموز کلاس را کنترل کند. در عین حال با بچه‌ها هم مشکلی ندارم و هیچ‌وقت با آن‌ها برخوردی نداشته‌ام. بعضی از دبیران، از رفتار بچه‌ها خیلی عصبانی می‌شوند و از کلاس بیرون می‌آیند.

به‌خصوص کسانی که روی این درس خیلی حساسیت دارند؛ نمی‌توانند حرکات بچه‌ها را تحمل کنند و سریع جوش می‌آورند، قهر می‌کنند و کلاس را ترک می‌کنند. من به بچه‌ها می‌گویم: بچه‌ها! من آدمی نیستم که کلاس را ترک کنم و همیشه می‌مانم.

همیشه هم طرح درس داشته‌ام. اول سال تحصیلی که سر کلاس می‌روم، به بچه‌ها می‌گویم کتابی که قرار است من تا آخر سال برایشان تدریس کنم، شامل چه بخش‌هایی است و یک خلاصه‌ی کوتاه از همه‌ی بخش‌ها برای آن‌ها می‌گویم. به این شکل در ذهن بچه‌ها تصویری از درس ساخته می‌شود و آن‌ها می‌دانند که برنامه‌ی کلاس تا آخر سال چیست. من حتی امتحاناتی را که می‌خواهم تا آخر سال بگیرم، مشخص می‌کنم و برنامه را طبق همان روال جلسه‌ی اول ادامه می‌دهم و تغییری هم در برنامه‌ام نمی‌دهم؛ مگر این‌که استثنائاتی به‌وجود بیاید و یا بچه‌ها مشکلاتی داشته باشند که در آن صورت با هم کنار می‌آییم.

بچه‌ها هم می‌گویند ما شاید به درس زمین‌شناسی علاقه نداشته باشیم، اما به خودتان علاقه داریم و درستان را که کمی سخت است، به‌خاطر خودتان می‌پذیریم. واقعاً هم باید بگویم که کلاس من برخلاف خیلی از کلاس‌های زمین‌شناسی، شلوغ و درهم‌وبرهم نیست. به طوری که معلمان دیگر از من می‌پرسند تو چه‌طور این بچه‌ها را ساکت نگه می‌داری؟

مخصوصاً این‌که در ناحیه‌ای که من تدریس می‌کنم، بچه‌ها همه در خط پزشکی و دندان‌پزشکی‌اند. از خانواده‌های متمولی هستند، معلم خصوصی دارند و همه‌ی اطرافیان از آن‌ها می‌خواهند این رشته‌ها را ادامه دهند و زمین‌شناسی را تا حدی دست‌کم می‌گیرند. با این وصف، در

کلاس‌های من این مسائل کاملاً حل شده است و بچه‌ها به کلاس می‌آیند.

من حدود ۱۰ سال، سرگروه زمین‌شناسی ناحیه‌ی ۲ بوده‌ام و دو سال هم به‌عنوان همکار خانم پسران، در گروه زمین‌شناسی استان فعالیت کرده‌ام و بازدیدهای زیادی از مدارس داشته‌ام. گلایه‌ی بیشتر دبیران این است که دانش‌آموزان سرکلاس زمین‌شناسی نمی‌آیند، غیبت می‌کنند و یا وقتی می‌خواهیم امتحان بگیریم، فقط ۱۰ نفر سر جلسه حاضر می‌شوند. متأسفانه بعضی از مدیران هم این رفتارها را تأیید می‌کردند و می‌گفتند به بچه‌ها اجازه بدهید هروقت می‌خواهند سر کلاس بیایند. من با خود دبیران که صحبت می‌کردم، می‌گفتم: کلاس مال خود شماست و مدیر نمی‌تواند در کلاس دخالت کند. شما باید دانش‌آموز را سرکلاس بکشانید و کلاستان را اداره کنید.

اما کلاس‌های من این‌طور نبود. مثلاً من ساعت ۱۱ صبح کلاس داشتم و می‌دیدم که بچه‌ها وارد مدرسه می‌شوند. وقتی می‌پرسیدم کجا بوده‌اید، جواب می‌دادند که ساعت قبل مثلاً زبان یا معارف داشتیم و سرکلاس نیامدیم، ولی به خاطر کلاس شما آمدیم. در مدارس متفاوتی هم درس داده‌ام، مثل مدارس نمونه‌ی دولتی، تیزهوشان، مدارس عادی و مدارس بزرگ‌سالان، در تمام این مدارس وضعیت به گونه‌ای بود که بچه‌ها کلاس مرا ترک نمی‌کردند و همیشه سرکلاس حاضر بودند.

برخورد دوستانه با دانش‌آموزان

❍ شما چه روشی را به معلمان زمین‌شناسی تازه‌کار یا کسانی پیشنهاد می‌کنید که دوست دارند زمین‌شناسی را به شیوه‌ای تدریس کنند که بچه‌ها بهتر این درس را یاد بگیرند؟

● اول این‌که، بچه‌ها و کلاً جوان‌ها، اگر بدانند کسی می‌خواهد جلوی آن‌ها جبهه بگیرد و یا برخوردش طوری است که می‌خواهد خودش را از آن‌ها برتر بداند، جلوی او می‌ایستند. در خانه هم همین‌طور است. اگر دختر من فکر کند که من می‌خواهم جلویش بایستم، او هم جلوی من می‌ایستد. اما اگر با آن‌ها دوستانه برخورد کنم و بگویم من به اجبار روبه‌روی شما هستم، ترجیح می‌دهم در کنار شما باشم و به درد دل‌های آن‌ها گوش کنم، بهتر است. من با وجود این‌که دو ساعت در هفته بیشتر با بچه‌ها درس ندارم، اما اگر به کلاس بروم و ببینم که بچه‌ها برافروخته‌اند و مثلاً امتحان ساعت قبلشان را خراب کرده‌اند، درس را شروع نمی‌کنم و می‌پرسم که چه اتفاقی افتاده. چرا امروز حالتان خوب نیست؟

همیشه هم بعضی از بچه‌ها تعریف می‌کنند که چه اتفاقی افتاده و مثلاً فلان معلم چه کرده است. به حرف‌های آن‌ها گوش می‌دهم. به این ترتیب بچه‌ها تخلیه می‌شوند و بعد مطالب را بهتر می‌پذیرند. شما حساب کنید وارد چنین کلاسی شوید و بخواهید مبحث کانی‌ها را شروع کنید. اصلاً دانش‌آموز در فضای کلاس نیست. اول باید به بچه‌ها کمی آرامش داد و بعد درس را شروع کرد. من وقتی برای بازدید مدارس می‌رفتم و پای درددل بچه‌ها می‌نشستم، این حرف‌ها را از بچه‌ها می‌شنیدم.

مطلب دیگر این‌که دبیر باید برای مطلبی که می‌خواهد درس بدهد، آمادگی کامل داشته باشد. چون این روزها، اگر یک بار تپق‌زدی و یا مطلبی را خلاف آن‌چه که هست گفتی، باعث سوءاستفاده بچه‌ها می‌شود. حتماً معلم روی تمام مطلب تسلط کامل ندارد، حتماً باید روی آن بخشی که می‌خواهد درس بدهد، تسلط کامل داشته باشد.

نکته‌ی دیگر این‌که معلم نباید سؤال دانش‌آموز را بی‌پاسخ بگذارد. چون دانش‌آموز آن را به حساب نقطه‌ی ضعف معلم می‌گذارد. حتی اگر جواب سؤال خیلی طولانی است، معلم باید به طور خلاصه و در حدی که دانش‌آموز بفهمد، جواب آن را بدهد و مثلاً بگوید که اگر بخواهید مطلب بیشتری بدانید، می‌توانید فلان کتاب را بخوانید یا در سال آینده بیشتر در این مورد خواهید دانست. در زمین‌شناسی از این نوع مطالب زیاد داریم. خیلی از مطالب کتاب سال سوم با مباحثی مشابه آن، در کتاب پیش‌دانشگاهی تکمیل می‌شود. مثلاً وقتی ساختار بستر اقیانوس‌ها را درس می‌دهیم، سؤالات زیادی برای دانش‌آموز پیش می‌آید.

من هیچ‌وقت به دانش‌آموز نمی‌گویم صبر کن سال دیگر می‌خوانی. یک توضیح کوتاه به او می‌دهم و می‌گویم بحث کامل‌تر را در کتاب پیش‌دانشگاهی داریم و یا کتاب‌هایی در سطح دانش‌آموزان به آن‌ها معرفی می‌کنم. چون اگر سؤال دانش‌آموز را جواب ندهیم، دیگر به بقیه‌ی مطالب توجه نمی‌کند.

❍ البته الان اطلاعات علمی بیشتری در دسترس دانش‌آموزان است و مثلاً ممکن است دانش‌آموز با استفاده از مطالب یک سایت، سؤالی را مطرح کند که خود معلم هم جوابش را نداند. در چنین مواردی معلم باید چه روشی را در پیش بگیرد؟

● اگر معلم اطلاع ندارد، نباید جواب بدهد. مثلاً می‌تواند بگوید که من در این مورد اطلاع ندارم و جوابش را پیدا می‌کنم و بعداً به شما می‌گویم. یا می‌تواند از آن‌ها بخواهد به سایت‌های زمین‌شناسی مراجعه کنند.

اگر به قول معروف، معلم بخواهد دانش‌آموز را بپیچاند، او سریع می‌فهمد و کلاس بی‌اعتبار می‌شود. من خودم از کلاس‌های متفاوتی بازدید کرده‌ام و یکی از دردِدل‌های دانش‌آموزان این است که می‌گویند ما وقتی از دبیرمان سؤالی می‌پرسیم، جواب ما را نمی‌دهد. و وقتی ما جواب سؤال‌مان را نگرفته‌ایم، مطلب بعدی را که معلم می‌گوید نمی‌فهمیم و همین باعث می‌شود، دیگر سر آن کلاس حاضر نشویم.

همین که دبیر برای اولین بار وارد کلاسی می‌شود، دانش‌آموزان با سؤالاتشان به سرعت او را آزمایش می‌کنند. شاید حتی سؤالاتی مطرح کنند که جوابشان را می‌دانند، ولی عمداً می‌پرسند تا دبیر را بیازمایند. این است که من به دبیران حق‌التدریس و تازه‌کار توصیه می‌کردم، حتماً با آمادگی کامل به سر کلاس بروند و اگر جواب سؤالی را هم نمی‌دانند، خیلی راحت به بچه‌ها بگویند نمی‌دانم.

روش‌های جدید، خوب ولی وقت‌گیر

○ از بین روش‌های تدریس متفاوتی که جدیداً مورد استفاده قرار می‌گیرند، مثل کاوشگری، بارش فکری، سخن‌رانی و... فکر می‌کنید، کدام روش، با کتابی که در حال حاضر داریم بیشتر می‌تواند هماهنگ باشد؟

● من این روش‌ها را سر کلاس پیاده کرده‌ام. مثلاً در روش هم‌یاری، دانش‌آموزان را دسته‌بندی و کار را تقسیم می‌کنیم. مشکل اصلی این روش‌ها آن است که وقت‌گیرند و ظرف دو ساعتی که به درس زمین‌شناسی اختصاص دارد، با این حجم از کتاب، قابل استفاده نیستند. من، استفاده از این روش‌ها، من یک یا حداکثر دو صفحه از کتاب را در زمان دو ساعته‌ی کلاس می‌توانستم درس بدهم. من برای این که مشارکت بچه‌ها را در کلاس افزایش بدهم، پنج نمره‌ی مستعد آن‌ها را برای تحقیقات کلاسی اختصاص داده‌ام. بچه‌ها از اینترنت، مجلات و کتاب‌های علمی مطالبی را می‌آورند و در حد ۵-۱۰ دقیقه در کلاس ارائه می‌دهند. من دیدم که به این شکل بچه‌ها بیشتر به زمین‌شناسی علاقه‌مند می‌شوند. حتی از آن‌ها می‌خواهم

اوایل سال‌های خدمتم، مثل امروز نبود و بچه‌ها، زمین‌شناسی را هم مثل بقیه‌ی درس‌ها می‌خواندند

که در مورد سؤالات دوستانشان تحقیق کنند و در جلسات بعدی جواب آن‌ها را ارائه دهند. گاهی بچه‌ها مطالبی را جمع‌آوری می‌کنند که خودم از آن‌ها اطلاع ندارم.

○ آیا بچه‌ها از شبکه‌ی رشد هم استفاده می‌کنند؟

● بله، بعضی از بچه‌ها سایت رشد را به عنوان منبع تحقیقشان معرفی می‌کنند. چون سایت رشد به زبان فارسی است، با آن راحت‌ترند.

○ آیا به نظر شما سطح مطالب این شبکه برای دانش‌آموزان مناسب است؟

● بله، به نظر من مطالب آن قابل فهم است و آن‌قدر سنگین نیست که دانش‌آموزان مطالب را نفهمند. خود من هم گاهی به سایت رشد مراجعه می‌کنم و مطالب مورد نظرم را می‌خوانم. به نظرم مطالب خوبی دارد. خود بچه‌ها هم راضی هستند. حتی گاهی برای تحقیقاتشان کل مطلب را از سایت رشد کپی می‌کنند و ارائه می‌دهند

همیشه به بچه‌ها می‌گویم، من به اجبار روبه‌روی شما قرار گرفته‌ام تا مطالبی را که اندکی بیش از شما می‌دانم، به شما یاد بدهم، اما همیشه کنارتان هستم

که به نظر من این کار هم به آن‌ها کمک می‌کند. چون مجبور می‌شوند مطلب را برای ارائه در کلاس مطالعه کنند و یاد بگیرند.

مقایسه‌ی کتاب‌های نظام قدیم و جدید

○ شما در نظام قدیم هم تدریس کرده‌اید؛ آیا روش تدریس‌تان در این دو نظام فرقی کرده است و اصلاً به نظر شما، کتاب نظام‌قدیم بهتر بود یا کتاب جدید بهتر است؟

● سرفصل‌های کتاب نظام قدیم نسبت به کتاب نظام جدید کمتر بود، اما مطالب را بیشتر باز می‌کرد. البته الان مطالب جدیدترند. مثلاً در کتاب قدیم، درباره‌ی گسترش بستر اقیانوس‌ها، خیلی گذرا و کم بحث شده بود، اما الان کامل‌تر صحبت شده است. اما من گاهی اوقات، وقتی می‌خواهم مطالب را بازتر بگویم، از همان مطالب کتاب قدیم استفاده می‌کنم یا از شکل‌های آن کتاب که بهتر بود، استفاده می‌کنم. یا این که در مورد «تکامل» در کتاب قدیم کامل‌تر بحث شده بود. در کتاب جدید، در بحث تکامل انسان فقط این جمله در کتاب آمده است: «انسان در این دوره، پا به عرصه‌ی وجود گذاشت» که برای دانش‌آموزان بسیار سؤال برانگیز است. ظاهراً در کتاب زیست‌شناسی

هم مطالبی در مورد تکامل آمده است. حتی سر یکی از کلاس‌ها، بچه‌ها این موضوع را مطرح کردند که معلم زیست‌شناسی هم به‌جای پاسخ به سؤالات آن‌ها در مورد تکامل، از آن‌ها خواسته بود، توضیحات بیشتر را از معلم زمین‌شناسی بخواهند. من هم چون فرصت محدودی داشتم، از آن‌ها خواستم اگر واقعاً می‌خواهند بیشتر در این مورد بحث کنند، یک جلسه‌ی فوق‌العاده بیایند و سؤالاتشان را مطرح کنند.

○ برای معلمان جوان و تازه‌کار چه راهنمایی‌ها و توصیه‌هایی دارید؟

● کسانی که سر کلاس می‌روند باید بدانند، بچه‌ها برای یادگیری درس زمین‌شناسی هیچ انگیزه‌ای ندارند و اگر خود دبیر هم انگیزه‌اش را از دست بدهد، مطمئن باشید که به هیچ نتیجه‌ای نمی‌رسد. معلم باید با علاقه‌مندی مطالب را بیان کنند، نه به صورت باری به هر جهت. بچه‌ها به خود من می‌گویند: شما چه‌قدر با حرارت حرف می‌زنید. ما احساس می‌کنیم، همه‌ی وجودتان در کلماتی است که می‌گویید. واقعاً هم همین‌طور است. من وقتی سر کلاس می‌روم، اگر مشکلی داشته باشم، همه چیز را فراموش می‌کنم و فقط به مطلبی توجه دارم که درس می‌دهم.

معلم نباید فکر کند که من این مطلب را گفتم و فرقی نمی‌کند که دانش‌آموز یاد بگیرد یا نه. اگر با احساس حرف بزنی و مطالب را بیان کنی، حتی شیطان‌ترین دانش‌آموز هم جذب درس می‌شود. ولی اگر بگویی امروز برای این درس بالاخره مطلبی می‌گویم و آن را گذرا در نظر بگیری، دانش‌آموز هم همان‌طور با شما برخورد می‌کند. مخصوصاً معلمان تازه‌کار باید به این مسائل توجه کنند و با تمام وجود سر کلاس بروند، نه این‌که فقط جسمشان سر کلاس باشد و روحشان در جای دیگری. باید بدانند با این روش نمی‌توانند موفق باشند.

یک نکته‌ی دیگر این‌که سنگ‌های محدوده‌ی خودشان را بشناسند. چون بچه‌ها معمولاً از همان منطقه سنگ‌هایی را پیدا می‌کنند و به کلاس می‌آورند تا نامشان را از معلم بپرسند.

○ البته این هم ممکن است که بچه‌ها وقتی به مسافرت می‌روند، نمونه‌ی سنگ‌هایی را پیدا کنند و همراه بیاورند.

● بله، اتفاقاً سال گذشته، یکی از بچه‌ها به قبرس رفته بود و از آن‌جا نمونه‌های خیلی جالبی را آورده بود. پرسیدم چه شد که در مسافرت هم به فکر جمع‌آوری سنگ بودی، گفت: «من از نمونه‌هایی که شما سر کلاس آوردید، خیلی خوشم آمد. در سفر دنبال نمونه‌هایی به زیبایی آن‌ها بودم و می‌خواستم هدیه‌ای هم به عنوان عیدی به شما بدهم و فکر کردم که برای شما چه هدیه‌ای بهتر از نمونه سنگ‌های جالب.»

این دانش‌آموزم چند نمونه‌ی جالب به من هدیه داد. به نظر من، بچه‌ها با شما همان‌طور برخورد می‌کنند که شما با آن‌ها رفتار می‌کنید. در واقع، نسبت به عمل شما عکس‌العمل نشان می‌دهند. وقتی می‌بینند، جعبه‌ی سنگ خودت را سر کلاس می‌بری، سنگ‌ها را بین آن‌ها توزیع می‌کنی، و حتی وقتی نمونه‌ها را می‌شکنند، عکس‌العمل شدیدی نشان نمی‌دهی و برایشان توضیح می‌دهی، علاقه‌مند می‌شوند. البته در این‌جا هم مشکل زمان مطرح است.

○ عملی بودن درس کمک زیادی به یادگیری و علاقه‌مندی بچه‌ها به درس می‌کند. ولی وقتی درس فقط تئوری باشد و آن حداقل که جعبه‌ی سنگ است هم نباشد، بحث پیش نمی‌رود. مثلاً در مورد منشأ سنگ‌های رسوبی حتماً نیاز است، از نمونه‌های سنگی استفاده شود.

● بله، یا در مورد سنگ‌های دگرگونی، اگر بچه‌ها سنگ‌هایی را که حالت جریانی دارند، نبینند، اصلاً مطلب را درک نمی‌کنند. اما وقتی آن را می‌بینند و می‌فهمند این سنگ به صورت طبیعی به این شکل درآمده و این رگه‌ها در آن به وجود آمده است، در چهره‌شان اشتیاق را می‌شود دید.

○ از خاطرات شیرین و تلخ دوران تدریستان برای ما بگویید.

● یکی از خاطرات شیرین دوران تدریس من این است که چند سال قبل، همایشی با شرکت استادان زمین‌شناسی دانشگاه برگزار شد. یکی از استادان که خانم دانشجوی دکترا هم بود، برای صحبت کردن روی صحنه رفت. من وقتی نگاهش کردم، احساس کردم که چهره‌اش برایم آشناست، اما یادم نیامد که کیست. خود او از بالا مرا دید و شناخت. اتفاقاً اردیبهشت بود و نزدیک روز معلم. او پایین آمد و دست مرا بوسید و پرسید: خانم راستیان مرا می‌شناسید؟ گفتم: چهره‌ات آشناست، اما یادم نمی‌آید که از کجا می‌شناسمت. گفت: من در «دبیرستان سمیه» شاگردتان بودم و الان دانشجوی دکترای سنگ‌شناسی هستم. هرچه هم دارم از شماست. گفتم: چرا این فکر را می‌کنی؟

کسانی که سر کلاس می‌روند باید بدانند، بچه‌ها برای یادگیری درس زمین‌شناسی هیچ انگیزه‌ای ندارند و اگر دبیر هم انگیزه‌اش را از دست بدهد، به هیچ نتیجه‌ای نمی‌رسد

گفت: علاقه‌ی من به زمین‌شناسی و سنگ‌شناسی زمانی شروع شد که شما اولین جعبه‌ی سنگ را به کلاس آوردید.

در آن زمان بود که فهمیدم آوردن یک جعبه‌ی سنگ به سر کلاس چه‌قدر می‌تواند تأثیرگذار باشد در آن زمان بود که نور امیدی در قلب من درخشید.

خاطره‌ی ناخوشایند هم مربوط به یکی از دانش‌آموزان دارم. دانش‌آموزی داشتم که همیشه ته کلاس می‌نشست و کار خودش را انجام می‌داد. مثلاً تست می‌زد و اصلاً هم به حرف‌های من گوش نمی‌کرد. چند بار بعد از درس، به شوخی گفتم: «بچه‌ها مطالب من تمام شد. بعضی‌ها گوش دادند. خانم فلانی هم که کار خودش را انجام داد. عذرخواهی می‌کنم که در حین انجام کارهایش حرف زدم و مزاحم کارش شدم. شاید مطالبی را به خاطر این که من حرف می‌زدم، درک نکرد.»

اما دیدم با این حرف‌ها او توی خط نمی‌آید. بعد که با مشاور مدرسه در موردش صحبت کردم، گفت: «این دانش‌آموز اصلاً تست هم کار نمی‌کند. شاید کتاب تست جلویش باشد، اما آن را هم نمی‌خواند. او مشکل روحی دارد و مشکلش فقط با درس شما نیست.

من خیلی با خودم فکر کردم که چه‌طور او را به سر کلاس بیاورم. حتی با خانواده‌اش هم صحبت کردم، اما با آن‌ها هم مشکل داشت و مشکل او ربطی به کلاس من نداشت.

یک خاطره‌ی دیگرم هم مربوط به زمانی است که چهارم نظام قدیم را درس می‌دادم. من بچه‌ها را حتماً به گردش علمی می‌بردم. یک سال «غار شاپور» را که در نزدیکی کازرون است، برای گردش علمی انتخاب کردم. بچه‌ها هم با آن‌که مسیری طولانی را باید کوهنوردی می‌کردند تا به غار که نزدیک قله است برسند، عجیب از این بازدید لذت بردند. حتی سال‌های بعد که مرا می‌دیدند از آن سفر به عنوان یکی از بهترین خاطراتشان یاد می‌کردند.

بعد از آن سفر، وقتی که به مدرسه برمی‌گشتیم، یکی از بچه‌ها به من گفت: «سفر خیلی خوبی بود و به ما هم خیلی خوش گذشت. اما اگر آن بالا برای یکی از بچه‌ها اتفاقی می‌افتاد، شما چه می‌کردید؟»

با این سؤال یک لحظه دنیا پیش چشمم سیاه شد. فکر کردم که او حقیقت را می‌گوید. اگر آن بالا بدون دسترسی به امکانات پزشکی، برانکارد و سایر امکانات اتفاقی می‌افتاد، من چه باید می‌کردم؟ کم‌کم بازدید از غارشاپور را حذف کردم.

○ حتی گردش علمی در محیطی دور و بر مدرسه، مثل پارکی که نمونه‌های سنگ در آن پیدا شود، ممکن است جواب‌گو باشد. البته خود معلم از قبل باید به آن منطقه برود و بداند که چه سنگ‌هایی در آن‌جا وجود دارد. این باعث می‌شود که علاقه‌ی بچه‌ها به درس بیشتر شود. خود من به یاد می‌آورم که در یک نمایشگاه بین‌المللی سنگ بود که به زمین‌شناسی علاقه‌مند شدم. سنگ‌ها را از نزدیک می‌دیدیم و شرکت‌های حاضر در نمایشگاه به ما بچه‌ها نمونه‌ی سنگ هدیه می‌دادند. من بعد از این مدت، خیلی از آن‌ها را هنوز هم نگه داشته‌ام. بازدید از چنین جاهایی بچه‌ها را به درس علاقه‌مند می‌کند.

● بله، علاقه‌مندی بچه‌ها به سنگ‌ها، در آن‌ها انگیزه ایجاد می‌کند و حتی برخی از آن‌ها رشته‌ی زمین‌شناسی را ادامه می‌دهند. خیلی وقت‌ها، من بعد از چند سال بچه‌ها را می‌بینم و می‌پرسم که چه خوانده‌اند و آن‌ها می‌گویند که رشته خودت را ادامه داده‌ام.

معلمی را واقعاً دوست دارم

○ اگر با این تجربه، به سال‌های قبل برگردید، باز هم زمین‌شناسی و معلمی را انتخاب می‌کنید؟

● بله. من همیشه در بازدیدهای علمی گروه، نفر اول بوده‌ام. به بچه‌ها و همسرم هم گفته‌ام که اگر بازدید علمی باشد، من باید حتماً در آن شرکت کنم. معلمی را هم واقعاً دوست دارم. پیشنهادهایی هم داشتم که معاون یا مدیر شوم، اما گفتم به شرطی معاون می‌شوم که چند ساعت تدریسم را داشته باشم. یک بار به صورت آزمایشی در تابستان معاون شدم و همان موقع تصمیم گرفتم که فقط تدریس کنم. به قول یکی از همکارانم، «دبیری و وزیری». وقتی سر کلاس می‌روی، فقط خودت می‌دانی و دانش‌آموزانت. خیلی‌ها به من گفتند که این چند سال آخر معاون باش که اشل حقوقی‌ات برای بازنشستگی بالا برود، اما گفتم: «نه، برای من همین دبیری بهتر است. من واقعاً به دبیری علاقه دارم.»

گزارش چهارمین همایش چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی در شهر شیراز

زهرا سلطانی مقدم
کارشناس ارشد رسوب‌شناسی

چهارمین همایش «انجمن دیرینه‌شناسی ایران» در روزهای ۲۸ و ۲۹ اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۹ در «دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز» برگزار شد. این همایش با حضور استادان و جمعی از زمین‌شناسان سراسر کشور به منظور هم‌اندیشی، تبادل‌نظر درباره‌ی مباحث علم چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی، ارائه‌ی مقالات علمی به صورت سخن‌رانی و پوستر و ارتقای دانش زمین‌شناسی کشور برگزار شد. استادان حاضر در این گردهمایی عبارت بودند از دکتر خسرو تهرانی، مدیر گروه دکترای دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات، دکتر علی‌رضا عاشوری ریاست محترم دانشگاه مشهد و معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز، دکتر مسیح افقه(دبیر همایش)، دکتر احمدی (مدیر گروه رشته‌ی زمین‌شناسی کارشناسی و کارشناسی ارشد) و جمعی دیگر.

مراسم افتتاحیه‌ی همایش، با سخن‌رانی جناب آقای دکتر علیرضا عاشوری شروع شد. ایشان ضمن خوشامدگویی به استادان، دانشجویان و پژوهشگران علم دیرینه‌شناسی، رونق و پیشرفت این همایش‌ها را در گرو فعالیت‌های دانشجویان دانست و اظهار داشت، دست‌یابی دانشگاه به جایگاهی که شایسته آن است، جز با تلاش و فعالیت‌های علمی – پژوهشی میسر نیست؛ فعالیت‌هایی شایسته از بعد علمی و صادقانه. هم‌چنین، هدف از برگزاری همایش‌ها را ارائه‌ی دستاوردهای جدید دانشجویان اعلام کرد. در انتها ایشان از ریاست محترم دانشگاه، هیئت رئیسه‌ی محترم دانشگاه، مدیریت مجموعه‌ی گروه زمین‌شناسی و سایر مسئولین دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز تشکر کرد.

پس‌ازسخن‌رانی‌ایشان‌مقالات‌پذیرفته‌شده‌برای‌سخن‌رانی‌ومقالاتی‌درقالب‌پوسترارائه‌شدند.

اختتامیه

در مراسم اختتامیه، جناب آقای دکتر علی‌رضا عاشوری، در قدردانی از آقای دکتر خسرو تهرانی فرمودند: «سهم ادای دین دانشگاه آزاد اسلامی شیراز به آقای دکتر خسرو تهرانی، قابل محاسبه نیست.» دکتر عاشوری به وجود آمدن تمام رشته‌های کارشناسی ارشد به ویژه گرایش چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز را مدیون پدری‌های ایشان دانست.

در پایان دکتر خسرو تهرانی بیاناتی را برای دانشجویان و رهروان این علم بیان کردند و از ایشان تقدیر به عمل‌آمد.

در حاشیه همایش

در خلال برنامه‌های همایش فرصتی دست داد تا با سرکار خانم مهندس بیات گفت‌وگویی داشته باشیم. مشروح مصاحبه با ایشان را در ادامه می‌خوانید.

خانم بیات، کارشناس ارشد زمین‌شناسی، گرایش چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی از «دانشگاه شهید بهشتی» و عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی شیراز با ۱۴ سال سابقه‌ی تدریس در دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز می‌باشند.

○ به نظر شما وظیفه‌ی «انجمن دیرینه‌شناسی» به غیر از برگزاری همایش‌ها چیست؟

● به عقیده‌ی من، اگر امکان رفتن به گردشگری آموزشی به وجود آید، بسیار خوب خواهد بود. هم‌چنین، برگزاری همایش‌های علمی در سطح دانشجویی نه در سطح ملی، برای این‌که دانشجویان بتوانند کارهای تحقیقاتی خود را بهتر ارائه بدهند، لازم است. به علاوه، ضرورت دارد دسترسی دانشجویان به منابع اینترنتی بیشتر شود.

○ بسیاری از دانشجویان، به ویژه دانشجویان دوره‌های کارشناسی ارشد و دکترا، برای تشخیص و شناسایی فسیل‌ها با مشکل نسبی کمبود منابع مواجهه هستند. نظر شما در مورد این مشکل چیست؟ آیا امکان ایجاد سایت‌های حفاظت شده‌ی طبیعی، حداقل در مورد فسیل‌شناسی ایران امکان‌پذیر است؟

● زمانی که منطقه‌ای معرفی می‌شود و امکانات دسترسی به آن منطقه را مهیا می‌کنند، منطقه از شرایط طبیعی خارج می‌شود و به اعتقاد بعضی‌ها، اصلاً اگر معرفی نشود بهتر است تا زمانی که امکانات محافظتی پدید آید. بازدید به صورت آزاد و بدون برنامه‌ریزی، چنین مشکلی را پدید می‌آورد که متأسفانه نظارتی بر آن‌ها نشده و بیشتر بازدیدها به صورت آزاد است. چنان‌چه در برخی از کشورهای جهان، دانشجویان از مسیرهای مشخصی رد می‌شوند و حتی اجازه‌ی یک قدم این طرف و یا آن طرف را ندارند. هم‌چنین، اجازه‌ی برداشت فسیل‌ها را ندارند. بازدیدهای بدون برنامه باعث می‌شود که منطقه از حالت بکر و طبیعی خود خارج شود.

○ نظر شما در مورد ایجاد سایت‌های معتبر اینترنتی در این زمینه چیست؟

● بیشتر سایت‌های اینترنتی و کتاب‌خانه‌های دیجیتال در اختیار اعضای هیئت علمی و استادان است. باید امکان دسترسی دانشجویان به سایت‌ها نیز امکان‌پذیر شود.

○ نبود مجلات دیرینه‌شناسی در کشور مشهود است. موانع موجود بر سر راه با گرفتن مجوز و انتشار این نشریات با رتبه‌ی علمی پژوهشی و ISI چیست و چرا هیچ دانشگاه یا مؤسسه‌ای در این زمینه اقدامی نمی‌کند؟

● خوش‌بختانه در کشور ما واحدها و مراکزی که بتوانند مجوز بگیرند، وجود دارند، ولی بعضی مراکز، مثل دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز، برای تهیه‌ی مجلات به امکانات بیشتری از نظر هیئت علمی و کارهای پژوهشی نیاز دارند.

○ ایران به دلیل تنوع حوضه‌ی رسوبی و وجود توالی‌های دریایی، از نظر فسیل دارای منابع متنوع و زیادی است. نظر شما در مورد تأسیس موزه‌ها و برپایی نمایشگاه‌های فسیل‌شناسی به صورت تخصصی در استان فارس چیست؟

● سازندهای استان فارس همانند سازند آسماری، جهرم، کژدمی، تاربور و... دارای فسیل‌های منحصر به فردی در ایران و حتی در دنیا هستند و جزو سازندهای پر فسیل محسوب می‌شوند. لذا باید برنامه‌ریزی دقیق و اساسی‌تری صورت بگیرد. باید کمیته‌ای تشکیل شود و با برنامه‌ریزی اساسی کمیته، متخصصان دور هم جمع شوند و برنامه‌ای به آن‌ها داده شود. متأسفانه هر کسی به صورت انفرادی کار می‌کند. باید ارگانی پدید آید و این‌ها را زیر نظر بگیرد و مجموعه‌ی فسیل‌های استان فارس را به صورت موزه‌ی تخصصی درآورد. چنین موزه‌هایی برای دانشجویان و علاقه‌مندان خارج از کشور نیز بسیار جذاب خواهد بود.

○ نظر شما درباره‌ی علم فسیل‌شناسی در ایران و ارزش‌دادن به این رشته چیست؟

● علم فسیل‌شناسی علم بسیار زیبایی است، ولی متأسفانه جایگاه ارزشی مشخص نیست. جایگاه استفاده از این علم در کارهای تحقیقاتی است و کارهای تحقیقاتی را صرفاً افراد خاصی انجام می‌دهند. افراد زیادی به این رشته علاقه‌مند هستند، ولی چون آینده‌ی خود را مبهم می‌بینند، به دنبال این رشته نمی‌آیند.

معرفی بخش زمین‌شناسی موزه‌ی تاریخ طبیعی و فناوری دانشگاه شیراز

معرفی مناطق قابل بازدید علمی زمین شناسی

محبوبه حسینی
کارشناس ارشد زمین شناسی

اطلاعاتی که از مطالعه‌ی زمین به دست می‌آیند، صرف نظر از جنبه‌های صرفاً علمی آن‌ها، یعنی شناخت زمین و کشف رازهای آن، در خدمت رفع نیازهای انسان نیز قرار دارند. چرا که بسیاری از موادی که بشر برای ادامه‌ی زندگی بدان‌ها محتاج است، از جمله مواد خام مورد نیاز صنایع، سوخت لازم برای به حرکت آوردن کارخانه‌ها، مصالح ساختمانی، کودهای شیمیایی و بسیاری از مواد دیگر، همه از زمین به دست می‌آیند. مطالعه‌ی پدیده‌های زمین‌شناسی و ماهیت و منشأ سنگ‌های گوناگون پوسته‌ی زمین به ما می‌آموزد که کجا و چگونه به جست‌وجوی منابع طبیعی بپردازیم و آسان‌ترین و درست‌ترین راه بهره‌برداری از منابع طبیعی را بیابیم.

در همین راستا، بخش زمین‌شناسی موزه‌ی تاریخ طبیعی و فناوری دانشگاه شیراز، کوشیده است با استفاده از امکانات آموزشی و پژوهشی موجود، حوادث مهمی را که طی دوران‌های متفاوت زمین‌شناسی به وقوع پیوسته، بررسی و بازسازی کند؛ با این هدف که بستر مناسبی برای رشد توانایی‌ها و استعدادهای دانش‌آموزان، دانشجویان و دانش‌پژوهان این مرز و بوم فراهم آید.

بخش زمین‌شناسی به صورت سالنی مجزا در ضلع شرقی طبقه‌ی دوم موزه واقع شده است و مشتمل بر نمونه سنگ‌ها، کانی‌ها، فسیل‌ها، ساختارهای رسوبی و آذرین از جمله کنکرسیون، ریپل مارک، ندول، پیلولاوا و ...، ماکت‌های تکتونیکی انواع چین (نرمال، خوابیده و رورانده) و گسل (نرمال، معکوس، مرکب و رورانده) و تابلوهای آموزشی است. هر کدام از این دسته‌ها نیز براساس طبقه‌بندی‌های موجود در موزه‌های زمین‌شناسی سایر نقاط دنیا طبقه‌بندی و در ویترین‌های ویژه‌ای جای گرفته‌اند. این بخش برای تمامی دوره‌های تحصیلی، از جمله دوره‌های راهنمایی و متوسطه و حتی دانشجویان از نظر علمی بسیار سودمند است و می‌توان از آن به عنوان ابزار کمک آموزشی قوی استفاده کرد. در بخش زمین‌شناسی موزه، گروه‌های متفاوت کانی‌ها شامل عنصرها، سولفیدها، سولفات‌ها، نمک‌ها، سیلیکات‌ها، غیر سیلیکات‌ها و ... غنی‌ترین قسمت را به خود اختصاص داده‌اند. طبقه‌بندی کانی‌ها نیز براساس رده‌بندی رایج آن‌ها، یعنی سیلیکات‌ها و غیر سیلیکات‌ها صورت گرفته است.

مجموعه‌ی کانی‌های قیمتی و نیمه قیمتی منحصر به فردی هم‌چون یاقوت سرخ، زمرد، عقیق، توپاز، کوارتز دلربا، آمیتیست و ... که از سراسر ایران جمع‌آوری و خریداری شده‌اند و در ویترین جداگانه‌ای به نمایش گذاشته شده‌اند که جذابیت ویژه‌ای به این قسمت داده است.

مجموعه سنگ‌های آذرین درونی و بیرونی (اسیدی تا فوق بازی)، آذرآواری، دگرگونی (ناحیه‌ای و مجاورتی) و رسوبی (آواری و شیمیایی)، هر کدام با تنوع‌های متفاوت که طی عملیات‌های صحرایی متعدد از سراسر ایران جمع‌آوری شده‌اند، از دیگر قسمت‌های جالب موزه است. تعدادی از این نمونه‌ها را می‌توان جزو ایده‌آل‌ترین سنگ‌ها طبقه‌بندی کرد. سنگ‌های نما و تزئینی استان فارس نیز در ویترین مجزایی طبقه‌بندی شده‌اند.

فسیل‌های جانوری (بی‌مهرگان) این بخش مربوط به دوران‌های گوناگون زمین‌شناسی هستند و براساس شاخه به پنج گروه اسفنج‌ها، بازوپایان، نرم‌تنان، بندپایان و خارپوستان تقسیم بندی شده‌اند. هر کدام از این شاخه‌ها خود دارای رده، زیررده و راسته‌های متعددی است که همگی براساس طبقه‌بندی‌های علمی و نظام‌مند در ویترین‌ها جای گرفته‌اند. علاوه بر این، در بخش مهره‌داران نمونه‌های بی‌نظیری از فسیل‌های ماهی (شاخه‌ی کورداتا) با سن ائوسن به همراه ماکت‌هایی از سر و ردپای دایناسور موجود است.

به جرأت می‌توان گفت که مجموعه‌ی فسیل‌های گیاهی البرز

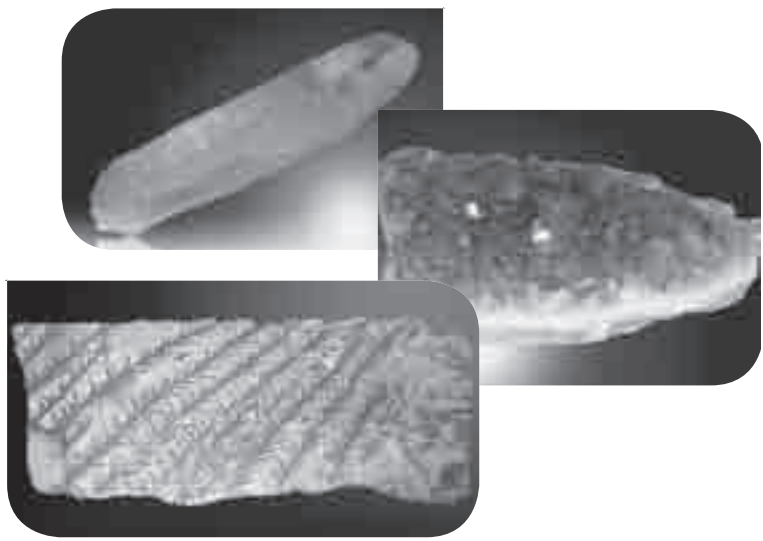
و ایران مرکزی، مربوط به دوران دوم زمین شناسی (تریاس بالایی ـ ژوراسیک میانی) نیز متعلق به این موزه، در نوع خود از بهترین‌هاست. فسیل‌های مذکور مربوط به سه راسته‌ی بزرگ سرخس‌ها، بنتیتال‌ها و نیلسونیاها هستند و از سازند شمشک در نواحی گوناگون شمال کشور جمع‌آوری شده‌اند. هر کدام از این راسته‌ها خود به جنس‌هایی نظیرNilssonia، Pterophyllum، coniopteris، klukwia و cladoplebis تقسیم‌بندی شده است.

ماکت‌ها تکتونیکی انواع گسل و چین موجود در این بخش که در کمتر موزه‌ای از موزه‌های ایران یافت می‌شود، یادگیری مبانی زمین‌شناسی ساختمانی را تسهیل بیشتری می‌بخشد. از دیگر ماکت‌های موجود می‌توان به ماکت مخروط افکنه اشاره کرد.

برخی موارد آموزشی دیگر موجود در بخش زمین‌شناسی موزه عبارت‌اند از:

- ماکت چرخان کره‌ی زمین به قطر ۲/۵ متر که روی آن موقعیت قاره‌ها، اقیانوس‌ها و پستی و بلندی‌های زمین به خوبی نشان داده شده است.
- فیلم‌های آموزشی زمین‌شناسی.
- نمونه‌هایی از سنگ‌های کره‌ی ماه.
- قسمتی از سنگ مخازن نفتی ایران.
- قسمتی از سنگ دیواره‌ی برلین.
- چرخه‌ی تشکیل نفت به همراه مشتقات آن.

- تابلوهای آموزشی حاوی ساختار درونی زمین، مشخصات کلی زمین (سن،جرم، سمت چرخش، چگالی و...) آشنایی با مفاهیم سنگ و کانی، شرایط تشکیل فسیل، چرخه‌ی آب، پوسترهای رنگی (۱۴۰×۹۰) کانی‌های کمیاب جهان، تریلوبیت‌ها، شکم پایان و آمونیت‌ها، مقاطع نازک انواع سنگ‌ها و طلا زیر میکروسکوپ، ساختار آتشفشان، و کاربرد کانی‌ها (ژیپس و آنیدریت).



وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

دفتر انتشارات کمک آموزشی

با مجله‌های رشد آشنا شوید

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

مجله‌های دانش‌آموزی

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

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

مجله‌های بزرگسال عمومی

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

رشد آموزش 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 تهیه و منتشر می‌شوند.

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

◆ **تلفن و نمابر:** ۸۸۳۰۱۴۷۸ ـ ۰۲۱

بخش زمین‌شناسی مشتمل بر نمونه سنگ‌ها، کانی‌ها، فسیل‌ها، ساختارهای رسوبی و آذرین از جمله مجموعه‌ی فسیل‌های گیاهی البرز و ایران مرکزی، مربوط به دوران دوم زمین‌شناسی (تریاس بالایی ـ ژوراسیک میانی) نیز متعلق به این موزه، در نوع خود از بهترین‌هاست

پذیرفتن سفارش تهیه و آماده‌سازی جعبه‌های آموزشی سنگ، فسیل و کانی، همراه با سی‌دی و برشورهای آموزشی، برای استفاده در مدرسه‌ها، دانشگاه‌ها، پژوهشکده‌ها و... نیز از دیگر فعالیت‌های این بخش است.

برنامه‌های آتی بخش زمین‌شناسی موزه نیز از این قرارند:

۱. اختصاص قسمتی از سالن زمین‌شناسی به آزمایشگاه «فتوژئولوژی» تا از این طریق، دانش آموزان، دانشجویان و دیگر علاقه‌مندان به علم شگفت‌آور زمین‌شناسی بتوانند با استفاده از دستگاه ساده‌ی استریوسکوپ، عکس‌های هوایی مناطق متفاوت را به‌صورت سه بعدی مشاهده کنند و ناظر کوه‌ها، دره‌ها و حتی پوشش‌های گیاهی و جنگل‌ها به صورت سه بعدی باشند. به موازات این اقدام، برای دانش‌آموزان دوره‌های تحصیلی پیش‌دبستانی و دبستان نیز کتاب‌های ویژه‌ای تهیه شده است که دانش‌آموزان می‌توانند با زدن عینک‌های مخصوص، تصاویر کتاب را که بیشتر به دایناسورها و دیگر حیوانات ماقبل تاریخ اختصاص دارند، به صورت سه بعدی مشاهده کنند.

۲. خریداری و تجهیز بخش به میکروسکوپ نوری (عبوری و انعکاسی) و دستگاه ویدیوپروژکتور برای مشاهده‌ی هم‌زمان نمونه‌های دستی و مقاطع میکروسکوپی همان سنگ‌ها زیر میکروسکوپ نیز تهیه شده‌اند.

بی‌شک با پیاده‌شدن چنین طرح‌ها و برنامه‌هایی، علم زمین‌شناسی از حالت کلاسیک که صرفاً شامل مشاهده‌ی نمونه‌های دستی سنگ، فسیل و کانی است، خارج می‌شود و پنجره‌های جدیدی رو به شگفتی‌های این علم گشوده خواهد شد.

همّت مضاعف، کار مضاعف

برگ اشتراک مجله‌های رشد

شرایط:

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

۲. ارسال اصل فیش بانکی به همراه برگ تکمیل شده‌ی اشتراک باپست‌سفارشی. (کپی‌فیش‌را 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 مرکز بررسی آثار: ۱۵۸۷۵/۶۵۶۷

● صندوق پستی امور مشترکین: ۱۶۵۹۵/۱۱۱

● وبگاه: www.roshdmag.ir

● امور مشترکین: ۷۷۳۳۵۱۱۰ ـ ۷۷۳۳۶۶۵۶ 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.