رشد آموزش
زمین‌شناسی
۹۷
فصل‌نامهٔ آموزشی، تحلیلی و اطلاع رسانی
دورهٔ بیستم ● شمـــارهٔ ۲ ● زمستان ۱۳۹۳
ISSN 1735-4838

بسم الله الرحمن الرحیم

- **بلایای طبیعی و مقابله با آن‌ها** / سردبیر ۲
- **گردش زمین‌شناسانه در تنگ‌های ساواشی (فیروزکوه)** / محمدحسن نبوی ۴
- **کانی پوتنی سیت**/ مترجم: فرخ برزگر ۱۱
- **درآمدی بر زمین‌شناسی خاورمیانه** / سیدعلی آقانباتی ۱۲
- **بنتونیت**/ مازیار نظری، مژگان خجو ۲۰
- **پَهبادهای کوچک در خدمت بررسی زمین** / مترجم: فرخ برزگر ۳۰
- **سمپوزیم بین‌المللی** / مصطفی شهرابی ۳۳
- **یابش اقیانوسی سترگ و پنهان در ژرفای ۶۶۰ کیلومتری زمین** / مترجم: فرخ برزگر ۳۴
- **چگونه جایگاه زمین‌شناسی را در ذهن دانش‌آموزان ارتقا دهیم؟**/ لیلا رحمانی ۳۶
- **معرفی پهنه ساختاری ارومیه ـ دختر با شواهدی از دایک‌های شمال ساوه** / محمدحسن بازوبندی، محمدعلی آرین، محمدهاشم امامی،غلامرضا تاجبخش ۴۰
- **روشی جدید برای جداسازی ماکروفسیل‌ها از سنگ‌های آهکی**/ مترجم: رضانداف ۴۵
- **چگونه سنگ‌ها و کانی‌های کربناتی را در نمونه دستی تشخیص دهیم؟** / سیدمجید میرکاظمیان ۵۰
- **طرح درس** / سیدابوالقاسم مرکبی ۵۴
- **معرفی وبگاه‌های زمین‌شناسی و معدن** / رضا جلیلوند ۵۹
- **معرفی کتاب: اطلس رسوبات و سنگ‌های رسوبی تخریبی** / سمانه دلپاک ۶۴

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
دفتر انتشارات تکنولوژی آموزشی

مدیر مسئول: محمد ناصری
سردبیر: مصطفی شهرابی
مدیر داخلی: مریم عابدینی
هیئت تحریریه(به ترتیب حروف الفبا):
سیدعلی آقا نباتی،
محمدحسن بازو بندی،
فرخ برزگر، سهیلا بوذری،
مریم پیش‌بین، جهانبخش دانشیان،
مریم عابدینی،
مازیار نظری
ویراستار: مرتضی حاجعلی فرد
طراح گرافیک: زهره محمودی
نشانی دفتر مجله: تهران، ایرانشهر شمالی پلاک ۲۶۶
صندوق پستی ۶۵۸۵ -۱۵۸۷۵
تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱ (داخلی ۲۶۸)
نمابر: ۸۸۳۰۱۴۷۸
پیام‌نگار: Zamin shenasi@roshd.ir
وبگاه: www.roshdmag.ir
پیامک: ۳۰۰۰۸۹۹۵۱۷
تلفن پیام گیر نشریات رشد: ۸۸۳۰۱۴۸۲
کد مدیر مسئول: ک ۱۰۲
کد دفتر مجله: ک۱۱۳
کد امور مشترکین: ۱۱۴
تلفن: ۷۷۳۳۶۶۵۵-۷۷۳۳۶۶۵۶
شمارگان: ۴۰۰۰ نسخه
چاپ: شرکت افست (سهامی عام)

شرح روی جلد: این نگاره فضایی توسط ماهواره لندست -۷ در تاریخ ۲۲ سپتامبر ۲۰۰۲ از دلتای یوکان در الاسکا تهیه شده است. دریاچه‌ها و برکه‌های بی‌شمار پراکنده بر روی این دلتا که یکی از گسترده‌ترین دلتاهای جهان است به‌عنوان پناه‌گاه ملی حیات‌وحش مورد نگاهبانی قرار دارد. آبراهه‌ها و رودخانه‌های سینوسی‌شکل، به‌سان رگ‌های جان‌افزای یک موجود زنده در این نگاره خودنمایی می‌کنند. تهیه شده توسط سازمان ناسا

قابل توجه نویسندگان و مترجمان:

● مجله رشد آموزش 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 برنامهٔ آموزش و پدیده‌های زمین‌شناسی ایران به‌طور مستقیم و غیرمستقیم در جهت رفع نیازهای آموزشی زمین‌شناسی در نظام آموزشی کشور باشد، به مقالاتی که در مورد آموزش زمین‌شناسی ایران باشند اولویت داده می‌شود. ● مقالات ارسالی باید با معیارهای تحقیق و پژوهش‌های مطرح شده در کتاب‌های درسی وزارت آموزش‌وپرورش هماهنگی داشته باشند (ارجاع دقیق - استفاده از منابع دست‌اول- رعایت اصول تحقیق و پژوهش و ...) ● مقالات باید حروف‌چینی شده و یا با خط خوانا روی کاغذ A۴ و با فاصلهٔ مناسب بین سطرها و بدون خط‌خوردگی با رعایت حاشیه‌بندی مناسب نوشته شوند. ● حجم مقالات حداکثر ۱۰ صفحه دست‌نویس باشد. ● تصویر عکس نمودار یا جدول مورد نیاز 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 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. ● معرفی‌نامهٔ کوتاهی از نویسنده یا مترجم همراه یک قطعه عکس عناوین و آثاری وی پیوست باشد. ● آرای مندرج در مقالات بیانگر نظریه مجله نیست و نویسنده مسئول هرگونه پاسخگویی به آن است. ● فصلنامه رشد آموزش زمین‌شناسی در رد یا قبول مقالات ویرایش علمی و فنی و ادبی و افزایش کاهش حجم آن‌ها مختار است ● مقالات دریافت شده بازگردانده نمی‌شوند ● مقالاتی مورد بررسی قرار می‌گیرند که اصل آن‌ها همراه با نسخهٔ اصل تصویرها و نمودارها تحویل مجله شود. لطفاً از ارسال کپی خوداری فرمایید.

بلایای طبیعی و

زمین‌لرزه ویرانگر اواخر مردادماه ۹۳ (زمان نگارش این نوشتار) در منطقه آبدانان (مورموری) که خبر آن از رسانه‌ها به اطلاع همگان رسید یکی از بلایای طبیعی به‌شمار می‌رود و با توجه به موقعیت جغرافیایی- زمین‌شناسی کشورمان، از اهمیت خاصی برخوردار است. به همین مناسبت لازم دیدم یک‌بار دیگر چند کلامی درباره بلایای طبیعی تقدیم دوستان نمایم.

در تقویم سالانه ما مناسبت‌های فراوانی به چشم می‌خورند که هر کدام ویژگی های خاص خود را دارند و معمولاً در آن‌ها برنامه‌هایی نیز اجرا می‌شوند. این برنامه‌ها، هر یک، یادمانی هستند برای آن‌که مناسبت مورد نظر مشمول مرور زمان نشود و از یادها نرود.

یکی از این مناسبت‌ها در تقویم کشورمان، روز بیستم مهرماه است که روز «ایمنی در برابر بلایای طبیعی» و یا ۱۸ آذر که روز مانور زمین‌لرزه نام‌گذاری شده است. در بعضی نقاط کشور به‌ویژه مدارس، ایمنی در برابر زمین‌لرزه در مکان و زمان محدودی تمرین می‌شود و بعد هم می‌رود تا یک‌سال دیگر و روز بیستم مهرماه و ۱۸ آذر سال بعد. گویی بلایای طبیعی فقط زمین‌لرزه است و آن هم ممکن است در سال یک‌بار و در تاریخ معینی رخ دهد!

ما بارها در صفحات این فصل‌نامه انواع بلایای طبیعی و موقعیت کشورمان را در این خصوص بررسی کرده و لزوم آموزش‌هایی در جهت مقابله با آن‌ها را یادآور شده‌ایم. گفته‌ایم که کشورمان جزو ده کشور اول بلاخیز جهان و دارای بلایای

مقابله با آن‌ها

طبیعی است. باز گفته‌ایم که با توجه به موقعیت زمین‌ساخت جهانی، ایران‌زمین در کمربند کوه‌زایی آلپ- هیمالیا قرار گرفته و در آن زمین‌لرزه از محتمل‌ترین بلایای طبیعی است که در کشور خودمان بارها شاهد آن بوده و هستیم. زمین‌لرزه‌های ویرانگر بوئین‌زهرا (۱۳۴۱)، طبس (۱۳۵۷)، رودبار (۱۳۶۹)، بم (۱۳۸۱) و آخرین آن‌ها یعنی زمین‌لرزه آبدانان مورموری (۱۳۹۳) از جمله این زمین‌لرزه‌ها هستند که از چگونگی آن اطلاع پیدا کرده‌ایم. در زمین‌لرزه اخیر شانس بزرگ آن بود که زمان وقوع روز بود و وقوع چند پیش‌لرزه نیز از قبل به مردم هشدار داده بود، و لذا خوشبختانه با تلفات جانی همراه نشد، ولی هر از گاهی خبر وقوع سیلاب و زیان‌های جانی و مالی آن از گوشه دیگری از مملکت می‌رسد.

در جای (سیستان) خبر از توفان‌های شنی گزارش می‌شود و کوه رانش‌ها در منطقهٔ دیگر.

زمین‌لرزه، آتش‌فشان، طوفان‌های شنی، کویرزایی، زمین‌رانش، کوه‌ریزش، سیل، خشک‌سالی و... همگی از بلایای طبیعی هستند که نقاط مختلف کشورمان برحسب موقعیت اقلیمی با آن دست به گریبان‌اند، می‌پرسید چاره چیست و چگونه می‌توان با این همه بلایای طبیعی مقابله کرد؟

اگر در بایگانی مجله‌تان به شماره ۵۲ این فصل‌نامه با عنوان «ویژه‌نامه» نگاهی بیندازید، مطلب مهمی را درباره آینده زمین خواهید دید. در آن شماره یادآور شده‌ایم، با توجه به خطر نابودی که در کمین کره زمین، این تنها زیستگاه بشر در منظومه شمسی نشسته، سال ۲۰۰۸ از سوی سازمان ملل متحد، سال «سیّاره زمین» نامیده شد و به همین دلیل راهکارهایی برای پیشگیری از این نابودی پیشنهاد شده بود و بخشی از آن به علوم زمین مربوط می‌شد و در این‌جا فرازهایی از آن بازگو می‌شود.

● امروزه دانشمندان علوم زمین نقش‌آفرینان کلیدی در پایداری زمین هستند.

● از دانشمندان علوم زمین انتظار می‌رود، با به‌کارگیری این علم که ما امروز بسیار نیازمند آن هستیم، با تحقیق و بررسی درباره چگونگی تأمین انرژی‌های مورد نیاز بشر که خاستگاه زمینی دارند، مسائل و مشکلات کره زمین را ارزیابی کنند و آن را از خطر نابودی نجات دهند. این دانشمندان در واقع خادمان اصلی سیاره زمین هستند.

● امروز کار دانشمندان علوم زمین به‌گونه‌ای است که از کلیه اعمال و ارتباطات بین زمین، حیات، آب و هوا آگاه‌اند و به دقت آن‌ها را زیر نظر دارند. اکنون دانشمندان علوم زمین به‌گونه‌ای پیشرفت کرده‌اند که نه‌تنها از گذشته کره زمین دانسته‌های بسیار با ارزشی به‌دست می‌دهند، بلکه بسیاری از وقایع آینده آن را نیز می‌توانند پیش‌بینی کنند.

بلی با بهره‌گیری از توانایی‌های دانشمندان علوم زمین می‌توان در بسیاری از موارد به مقابله با بلایای طبیعی کشور رفت و بر آن‌ها چیره شد. به یکبار امتحانش می‌ارزد.

گردش زمین‌شناسانه در تنگ‌های ساواشی (فیروزکوه)

محمدحسن نبوی

مقدمه

در سرزمین ما ایران[1]، به هرجا که برویم، پدیده‌های دلکش و چشم‌نوازی خواهیم دید که بسیاری از آن‌ها هم خوشایندند و هم سؤال‌برانگیز که چگونه پدید آمده‌اند و اینکه چرا برخی از آن‌ها تنهای تنهایند و تا فرسنگ‌ها دورتر، همانندی ندارند و برخی حتی در سراسر ایران زمین بی‌همتای‌اند.

دریغ است که این پدیده‌های ریختاری طبیعی با همه زیبایی که دارند، از دیدگاه زمین‌شناسی پژوهیده نشوند. اگر خاستگاه، جایگاه و زادگاه آن‌ها برای دیگران که در این زمینه‌ها دانسته‌ای ندارند، شناسانده شوند، بی‌گمان ارزش زمین‌شناسی و جایگاه راستین آن برای همگان روشن خواهد شد. تنگ‌ها[2] که در کوه‌ها و به‌ویژه در سنگ‌آهک‌ها درست شده‌اند خواه در آن‌ها رودی جاری باشد و خواه خشک باشند، پدیده‌هایی هستند که بسیار نگاه برانگیزند. چنانچه از بالا و از نزدیکی لبه‌ها به پایین نگاه شود، به راستی ترسناک‌اند، چون ژرفای برخی از آن‌ها بیش از ۷۰ تا ۸۰ متر است. در حالی که پهنای آن‌ها گاهی از چند متر بیشتر نیست.

این پدیده‌ها در سراسر ایران، به‌ویژه در **کوهستان هزارتنگ** (زاگرس)[3] فراوان‌اند و بُن پایه بود شدن آن‌ها، توانایی حل شدن سنگ‌آهک‌هاست که در راستای گسستگی‌ها مانند مه‌درزه‌ها و گسله‌ها و یا زون‌های گسله‌ای بسیار آشکارتر و گویاتر می‌شود.

آب‌های روان (رودها) یا زیرزمینی با حل کردن سنگ‌آهک‌ها در درازنای چندین ده هزار سال، ریخت تنگ‌ها را تعیین کرده‌اند. درباره نزدیک‌ترین تنگ به تهران که گردشگران بسیاری را به خود کشانده است، از چندین زمین‌شناس، پرسیده‌ام که شوربختانه یا نام آن را نشنیده بودند یا می‌دانستند، اما آن را ندیده بودند!

در این نوشتار، سخن درباره تنگ‌هایی است که نزدیک فیروزکوه‌اند و رود ساواشی از درون آن‌ها بیرون می‌آید و پس از گذشتن از روستای جلیزجند، در جنوب آن به رودخانه[4] فیروزکوه می‌رسد که تراز پایه فرسایش[5] آن است. در این تنگ‌ها به روشنی می‌توان نشانه‌های حل شدن سنگ‌آهک به سن ژوراسیک (سازندلار) و هم‌چنین گذر گسله‌ها و مه‌درزه‌ها، دیگ غول[6]، آبشار چند پله‌ای[7]، آبشار واریخته خاست[8] (که بی‌همتاست) و ... را دید. در این نوشتار، چند نگاره از آن‌ها گنجانیده شده و همه آن‌ها در روز ۱۳۹۰/۷/۲۰ خورشیدی گرفته شده‌اند.

کلیدواژه‌ها: گردش زمین‌شناسانه، تنگ واشی، تنگ ساواشی (فیروزکوه)، جایگاه جغرافیایی، آبشار ساواشی

جایگاه جغرافیایی ساواشی

دره ـ رودخانه ساواشی، به شوند (دلیل) نزدیکی به تهران، بسیار نامور شده و گردشگاه چند ماه از سال به‌ویژه در تابستان است. در جاده تهران ـ فیروزکوه، راه رسیدن به تنگ‌ها، از دست چپ به‌سوی روستای جلیزجند، ساخته شده و آسفالتی است. این راه در چهار کیلومتری فیروزکوه آغاز می‌شود.

این روستا وابسته به شهر فیروزکوه و نزدیک به پانزده کیلومتری شمال آن است. با درست کردن دو پارکینگ در پانصد متری پایانه تنگ، راه رسیدن بسیار آسان‌تر می‌شود و گروه‌های گردشگران و خانواده‌ها در روزهای هفته به این جایگاه می‌روند. برای دیدن آبشار ساواشی، ناگزیر باید از درون تنگ و رود ساواشی با پای پیاده یا کرایه کردن استر بگذرند. در پیکره ۱ «جایگاه تنگ ساواشی» روی نقشه راه‌های ایران نشان داده شده است.

پیکره ۱: جایگاه تنگ‌های ساواشی روی نقشه با مقیاس ۱:۱/۰۰۰/۰۰۰ متعلق به سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح (نشانه‌های XX)؛ رودخانه ساواشی با پیکان نموده شده است.

تنگ‌های ساواشی

در شمال روستای جلیزجند، کوهی به نام واشی است که در سنگ آهک سازندلار خودنمایی می‌کند. درازای دره ـ رودخانه، ساواشی که از کشتزار سا آغاز شده، در کوه تا قدیسی سا و کوه‌های دیگر تا کوه واشی و برون‌رفت از این کوه نزدیک به پنج کیلومتر است. در این درازا جز ۳ و۲ کیلومتر میانی آن‌ها دره بسیار تنگ می‌شود و پهنای آن در برخی جاها از ۳ متر نیز کمتر است و دیواره‌های آن تا فرازای ۲۰۰ تا ۲۵۰ متری کشیده شده‌اند.

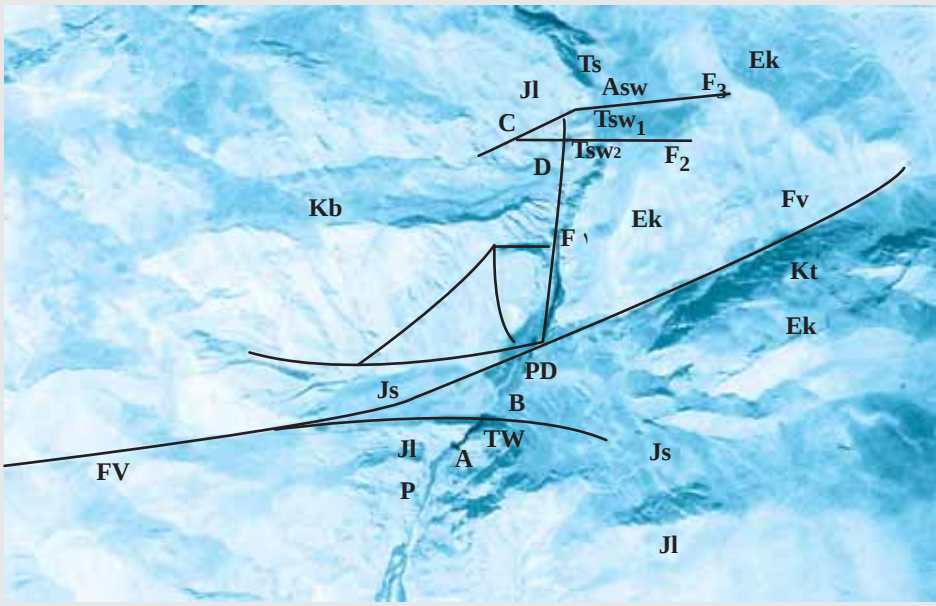
نام تنگ از کشتزار سا تا آبشار ساواشی «تنگِ سا» و از آبشار تا پهن‌دره میانی به نام «تنگ ساواشی» است. رود واشی از دست چپ به رود سا می‌رسد. نام رود و رودخانه آن ساواشی است که درون کوه

در سرزمین ما ایران، به هرجا که برویم، پدیده‌های دلکش و چشم‌نوازی خواهیم دید که بسیاری از آن‌ها هم خوشایندند و هم سؤال‌برانگیز که چگونه پدید آمده‌اند و اینکه چرا برخی از آن‌ها تنهای تنهایند و تا فرسنگ‌ها دورتر، همانندی ندارند و برخی حتی در سراسر ایران زمین بی‌همتای‌اند

واشی به آن تنگ واشی می‌گویند.

کم‌وبیش همه گردشگران از آبشار ساواشی دورتر نمی‌روند و بنابراین تنگ «سا» را نمی‌بینند، چون راهی دشوار و خسته‌کننده دارد. در این نوشتار نیز از تنگ «سا» سخنی به‌میان نمی‌آید.

در نگاره ماهواره‌ای که از گوگل گرفته شده است، سراسر دره ـ رودخانه ساواشی و رودخانه واشی به خوبی دیده می‌شود و بر پایه آن، از جنوب به شمال، تنگ‌ها شماره‌گذاری شده‌اند. در این نگاره، واحدهای سنگ‌چینه‌ای، گسله‌ها و جای آبشارها نشانه‌گذاری و در زیرنویس نگاره برگویی (توضیح داده) شده‌اند.



در بخش میانی دره ـ رودخانه که پوشیده از آبرفت است، تنها شیل‌های سازند شمشک و کمی هم توف‌ها و مارن‌های سازند کرج (EX) برون‌زد دارند که در راستای گسله واشی خودنمایی کرده‌اند. این پهن‌دره پس از پایانه تنگ ساواشی است و تا آغاز تنگ واشی نزدیک به ۱/۳ کیلومتر طول آن است

نگاره ۱: گذر دره ـ رودخانه ساواشی و شاخه دست چپ آن که پهن و در راستای گسله واشی است (Fv) روی نگاره ماهواره‌ای نموده شده است. گسله‌های F۱، F۲، و F۳ نیز در دگرراستایی تنگ اثرگذار بوده‌اند. نام واحدهای سنگی چینه‌سازی در این نگاره از کهن به جوان چنین است (P= پارکینگ ماشین‌ها).

- سازند شمشک (JS) شتیل و ماسه‌سنگ با فرسایش‌پذیری بالا که بخش میانی و پهن‌تر دره ـ رودخانه ساواشی در آن است. نهشته‌های دشت سیلابی دو سوی رودخانه نیز روی این سازند بر جای مانده‌اند.
- سنگ‌آهک سازند لار (Je): بر پایه نقشه زمین‌شناسی چهارگوش سمنان (۱/۲۵۰/۰۰۰) تنگ‌های یاد شده در شمال پهن دره در سنگ‌آهک‌های سازند لارند، اما در دیوار روی زمین، سنگ‌آهک‌های به سن کرتاسه به نام سازند تیزکوه خوانده و در بیشتر جاها دیده می‌شوند.
- بازالت‌های کرتاسه (Kb) و روی آن‌ها سنگ‌آهک سازند تیزکوه (k۲).
- توف‌ها و مارن‌های سازند کرج (EK) که روی سازند تیزکوه در دره ـ رودخانه واشی گسترش دادند. بخش‌های چهارگانه دره ـ رودخانه ساواشی از شمال به جنوب چنین نام‌گذاری شده‌اند:
- TS: تنگ سا. از کشتزار سا تا آبشار ساواشی (ASW)؛
- TSW۱ و TSW۲ تنگ‌های بالایی و پایینی ساواشی، C= آبشار چندپله‌ای، D= پایانه تنگ ساواشی؛
- PD: پهن دره میانی که پیوندگاه دو رودخانه واشی و ساواشی در آن‌جاست؛
- TW: تنگ واشی که جنوبی‌ترین تنگ و آغاز گردشگری از آن‌جاست (AB).

۱.۳. تنگ واشی (TW)

این تنگ در لایه‌های کم‌شیب سنگ آهک لار، در راستای مه‌درزه‌ها و گسله به ریخت (شکل) کنونی درآمده و رود ساواشی در کف آن به‌سوی جنوب روان است. افراز (ارتفاع) دیواره‌های آن به ۱۰۰ متر نیز می‌رسد. دیدارکنندگان برای رسیدن به آبشار ساواشی ناگزیر باید از درون آن بگذرند. تکه‌سنگ‌هایی با بزرگی نیم متر در کف تنگ، افراد پیاده را وادار به آرام رفتن می‌کنند. برخی از آن‌ها که خزه‌پوش شده‌اند، لیزند و سریدن را بیشتر می‌کنند.

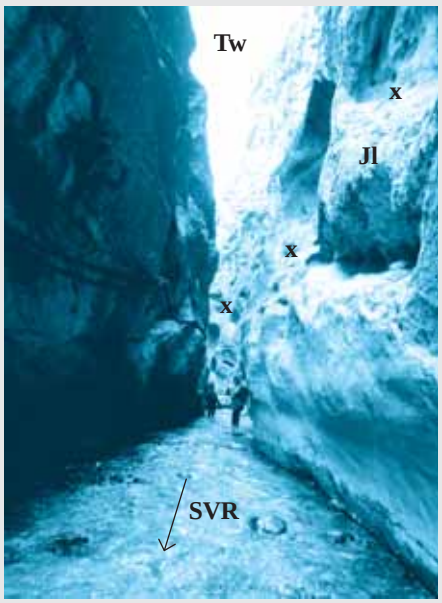
در این تنگ که گاهی آن را تنگه هم می‌گویند. به روشنی می‌توان زون گسله، کاواک‌های حل شدن سنگ‌آهک و بازمانده‌های دیگ غول را باز شناخت.

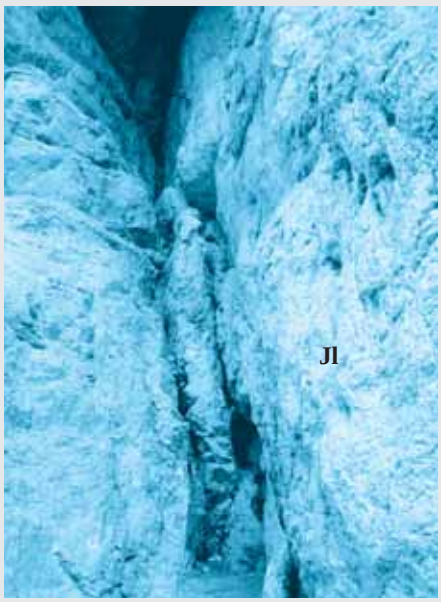
درازای آن نزدیک به ۲۵۰ متر است و راه گردشگران به‌سوی آبشار. پس از این تنگ هموار می‌شود و نیازی به کرایه کردن استر ندارند. خرسنگ‌هایی با درازای ۲ تا ۳ متر نیز اینجا و آنجا در کف تنگ دیده می‌شوند که بی‌گمان از بالای دیواره‌ها فرو افتاده‌اند.

در نیمه پایینی، در دیواره دست چپ تنگ، سنگ‌نگاره‌ای کنده شده است که شکارگری فتحعلی شاه قاجار را چند بار نشان می‌دهد (۱۹۰ سال پیش). در نگاره ۲ این سنگ‌نگاره دیده می‌شود.

برای نشان دادن همه ویژگی‌های این تنگ، بایسته است چندین نگاره را گزینش کرد که چون لایه‌های فصلنامه یارای چنین روشی را ندارد. تنها دو نمود از این تنگ در نگاره ۳ آمده است.

نگاره ۲: نگارگری برجسته‌ای در دیواره دست چپ تنگ واشی که فتحعلی شاه قاجار را با نیزه و تیر و کمان، هنگام شکار نشان می‌دهد. درازای سنگ‌نگاره ۷ متر و ارتفاع آن (افراز آن) ۶ متر است. در پایین این سنگ‌نگاره، نیم چامه (مصراع) بسیار مشهوری از استاد توس، فردوسی بزرگوار را روی سنگ نوشته‌اند. «چو ایران نباشد تن من مباد» ویران‌گران یادگار نویس روی این سنگ‌نگاره را نیز آلوده کرده‌اند.





نگاره ۳: نمایی از بخش تنگ‌تر تنگ واشی در ۱۳۹۰/۷/۲۰ خورشیدی. پهنای این بخش از تنگ ۳ متر کمتر است. در سراسر دیواره‌ها، نشانه‌های بازمانده از دیگ غول (X) آشکارند. درست شدن این پدیده‌های مکانیکی-سایشی از چرخش فتاده سنگ‌ها در گودی‌ها در اثر نیروی آب گذرنده است، فرایندی که به پهن‌تر شدن تنگ یاری می‌رساند. داغاب در پادیواره‌ها نشانگر بیشتر بودن آب گذرنده بوده است. در نگاره دست چپ زون گسله در سنگ آهک سازندلار (Je) و هم‌چنین کاواک‌های حل شدن سنگ آهک به‌خوبی شناخت‌پذیرند. SVR رود ساواشی است (TW = تنگ واشی).

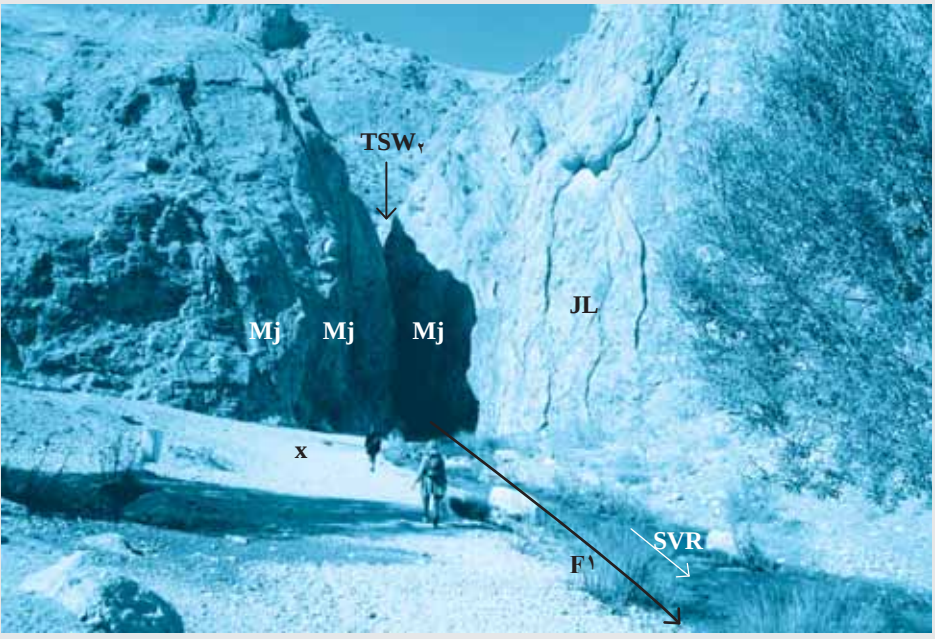
دره-رودخانه ساواشی، به‌شوند (دلیل) نزدیکی به تهران، بسیار نامور شده و گردشگاه چند ماه از سال به‌ویژه در تابستان است. در جاده تهران-فیروزکوه، راه رسیدن به تنگ‌ها، از دست چپ به‌سوی روستای جلیزجند، ساخته شده و آسفالتی است. این راه در چهار کیلومتری فیروزکوه آغاز می‌شود

۲-۳. تنگ ساواشی TSW

در بخش میانی دره-رودخانه که پوشیده از آبرفت است، تنها شیل‌های سازند شمشک و کمی هم توف‌ها و مارن‌های سازند کرج (EK) برون‌زد دارند که در راستای گسله واشی خودنمایی کرده‌اند. این پهن‌دره پس از پایانه تنگ ساواشی است و تا آغاز تنگ واشی نزدیک به ۱/۳ کیلومتر درازای آن است.

درازای تنگ ساواشی نزدیک به ۵۵۰ متر است که از آبشار تا آغاز پهن‌دره، سراسر آن در سنگ‌آهک‌های سازندلار (و شاید سازند تیزکوه) است و با همان فرایندهای سازنده تنگ واشی (توان حل شدن سنگ آهک، مه‌درزه‌ها و گسله‌ها و رود ساواشی و سیلاب‌های آن) پایه‌گذاری شده است. نشانه‌های حل شدن سنگ آهک در این تنگ پیشرفته‌تر از تنگ واشی است.

با نگاهی به نگاره ۱ (ماهواره‌ای) به روشنی دیده می‌شود که این تنگ چند راستایی است و گسله‌های تراگذر[۹]، این دگر راستایی بوده‌اند و هستند. بر پایه این راستاها در تنگ ساواشی، می‌توان دو بخش بالایی و پایینی را جداسازی کرد.



نگاره ۴: پایانه تنگ ساواشی که پس از آن پهن‌دره میانی است. گسله F۱ (در راستای شمالی جنوبی در درست شدن تنگ بسیار اثرگذار بوده است و مه‌درزه‌های موازی آن در سنگ آهک (Je) از بام تا پای کوه دیده می‌شوند. رودخانه ساواشی (SVR) پس از تنگ نیز هم‌چنان در راستای این گسله است (تا پیوندگاه با F۷).
این بخش از تنگ همان تنگ ساواشی پایینی (TSWZ) و پهنای آن نزدیک به ۳ متر است.

۱-۲-۳. بخش پایینی تنگ ساواشی (TSW۲)

این بخش از تنگ در راستای گسله F۱ (نگاره ۱) درست شده است و دو گسله تراگذر نیز F۲ و

F۱ نیز درون تنگ شناخت‌پذیرند. نیمه پایانی آن در راستای گسله است و مه‌درزه‌ها (Mj) در سنگ آهک به‌خوبی دیده می‌شوند که بسیار پرشیب و حتی عمودند (نگاره ۴).

در کف تنگ پایینی ساواشی، ریگ و کمی قلوه‌سنگ بر جای مانده و رود ساواشی بسیار آرام روان است. در هر دو بار که پیاده از این تنگ به‌سوی آبشار می‌رفتم یاد پدر چکامه‌سرایان پارسی، رودکی بزرگ را زنده کردم که سروده است «ریگ آموی و درشتی‌های او، زیر پایم پرنیان آید همی». به راستی هم پس از گذشتن از تنگ واشی با آن کف ناهموار و گاه آزاردهنده، در این بخش پایانی تنگ ساواشی، کف پا بی‌نیاز از کفش بسیار نرم و روان بود.

در این بخش پایینی سنگ دو پدیده در خور نگریستن دیده می‌شود که (وجود) آن‌ها می‌تواند چگونگی درست شدن تنگ را هم نشان دهد:

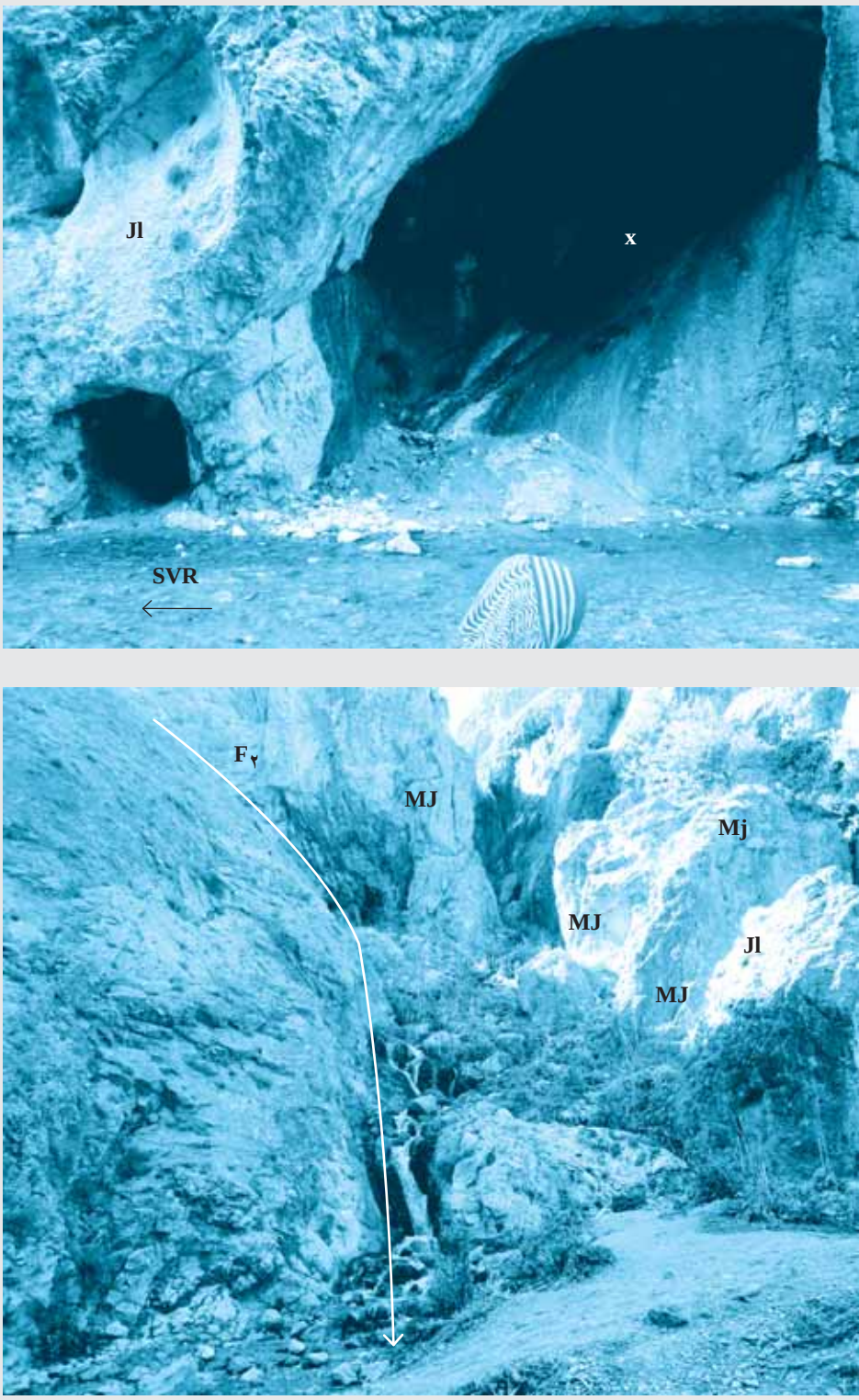
الف: پدیده‌های کارستی (حل شدن سنگ آهک) که در دست راست به‌سان غارچه بر جای مانده‌اند و روبه‌روی آن‌ها در دست چپ نیز چنین فضای غارگونه دیده می‌شود که به احتمال بسیار، با هم یک غار بزرگ‌تر بوده‌اند که تنگ کنونی آن را دو نیمه کرده است. در این‌جا دره (تنگ) پهن‌ترین بخش است (پهنای آن بیشتر از پانزده متر شده است).

ب. در یک دره ـ آبراهه که در دره‌ای تنگ است، یک آبشار چند پله‌ای در مهر ماه ۱۳۹۰ دیده شد که گردشگران را به‌سوی خود می‌کشاند. در این دره ـ آبراهه، مه‌درزه‌های کم‌وبیش عمود نیز به‌خوبی آشکارند، اما راستای آن‌ها با محور تنگ بیشتر از ۷۰ درجه است و موازی گسله F۲ هستند.

در نگاره ۵ هردو پدیده یاد شده را می‌بینیم که نزدیک آغاز تنگ پایینی‌اند و پهنای تنگ بسیار بیشتر از بخش پایانی (نگاره ۴) شده است. از همین جایگاه، راستای تنگ تغییر کرده و بر پایانه تنگ واشی بالایی (TW۱) می‌رسیم.

درازای تنگ پایینی ساواشی نزدیک به ۳۵۰ متر است و دیواره‌های آن بسیار بلندتر از تنگ واشی‌اند و به ۴۰۰ متر نیز می‌رسند. در سوی دیگر، گسله F۳، شیب لایه بسیار کمتر شده و نزدیک به افقی‌اند.

از آن‌جا که برای برنویسی (توضیح) بیشتر پدیده‌ها بایسته است نگاره‌های آن‌ها نیز آورده شود. بنابراین از برگویی دیگر پدیده‌ها چشم‌پوشی شده است تا گنجایش فصلنامه رشد زمین‌شناسی برای دیگر نوشتارها گرفته نشود.



نگاره ۵: در پهن‌ترین بخش تنگ پایینی ساواشی، بازمانده یک غار بزرگ که در هردو سوی دست راست (نگارنده بالایی) و دست چپ تنگ دیده می‌شود. یک غارچه کوچک نیز در دست راست دیده می‌شود که شاید دست‌کاری شده باشد. شیب لایه‌ها ۲۵ درجه به سوی جنوب باختری است. گسله (F۲)، مه‌درزه‌ها (MJ) و آبشار چند پله‌ای در نگاره پایینی دیده می‌شوند.

۳-۳. تنگ بالایی ساواشی (TSW۱)

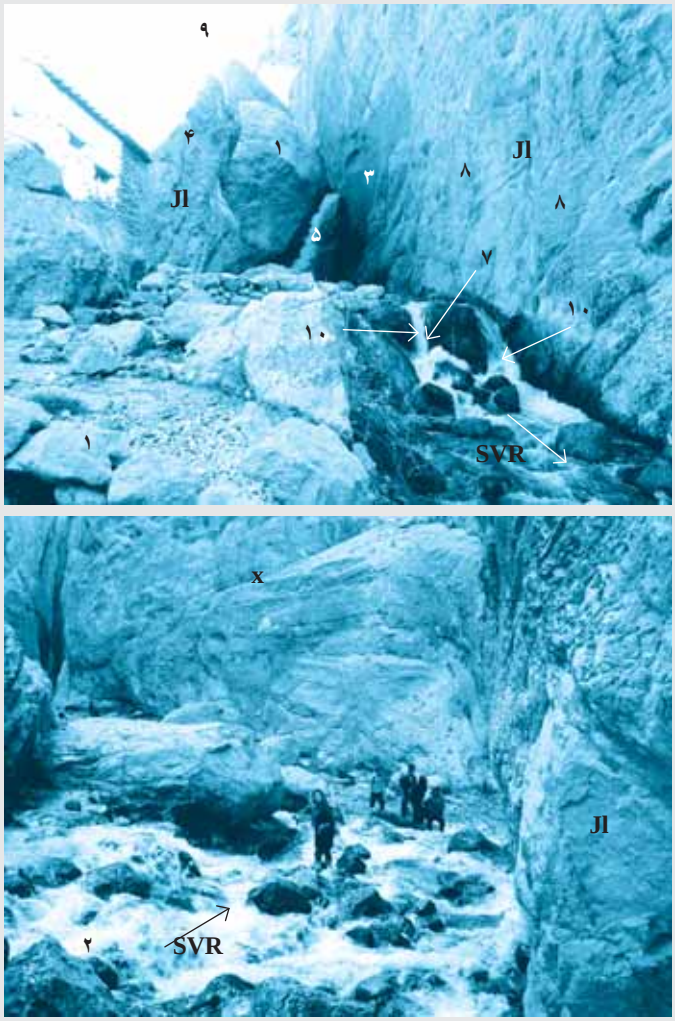
زیبایی این بخش از تنگ بسیار دل‌نوازتر و چشم‌نوازتر از دو تنگ دیگر است، چون بخشی از آن تنگ‌ترین است (پهنای ۲ متر) و بخش دیگر آن که پهن‌تر و کف آن بسیار ناهموارتر است. آبشار نامور این گستره، آبشار ساواشی است که در گونه خود، همتای آن را تاکنون ندیده‌ام و جا دارد که در نوشتاری جداگانه درباره آن و تنگ سا، برگویی شود. در نوشتار مجید اسکندری به نام «آبشارهای ایران» (۱۳۸۷، انتشارات ایران‌شناسی) که نگاره بیش از ۸۰ آبشار ایران‌زمین را نشان داده است، هیچ‌یک از آن‌ها از گونه آبشار ساواشی نیستند.

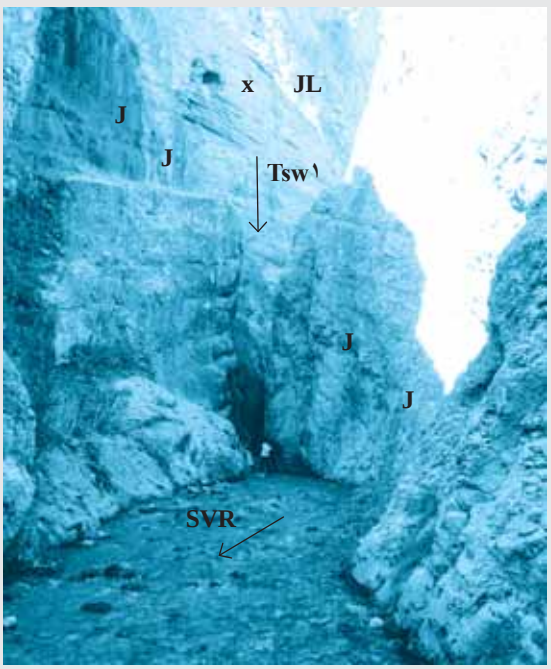
در نوشتار ایشان به خاستگاه آبشارها پرداخته نشده است.

تنگ‌ترین بخش آن که پهنایش ۲ متر است در نگاره ۶ دیده می‌شود که دو انسان تنومند در کنار هم نمی‌توانند از آن بگذرند. نمای آن مانند یک شکاف پهن و فراخ است که ژرفای آن ۲۵ متر است، اما دیواره دست راست آن افرازی (ارتفاعی) بیش از ۲۰۰ متر دارد.

از این بخش بسیار تنگ که درازای آن ۷۰ تا ۷۵ متر است، به‌سوی آبشار، دره پهن‌تر و کف آن بسیار ناهموار می‌شود، چون بلوک سنگ‌های کوچک و بزرگ در کف آن پخش شده‌اند.

در بخش پهن‌تر که از سرشگاه آب آبشار تا آغاز بخش تنگ‌تر نزدیک به ۱۲۵ متر است، انباشته‌ای از بلوک سنگ‌های بسیار بزرگ و کوچک‌تر از ۱/۲





نگاره ۶: هردو بخش تنگ بالایی ساواشی، بسیار تنگ (TSW۱) و پهن با کف بسیار ناهموارند که از پای آبشار ساواشی تا آغازگاه بخش بسیار تنگ چنین است. در پی سُرش آب از روی بلوک سنگ‌های بسیار بزرگ که کم‌کم به‌سوی پایین‌دست تا بخش تنگ‌تر کوچک‌تر شده‌اند، آبشارک‌ها و تنداب‌هایی درست شده‌اند که بلندترین آن‌ها نزدیک به چهار متر است و خود آبشار نیز افراز سرش آب آن نزدیک چهارده متر است. شماره‌هایی که در نگاره دست چپ نوشته شده در زیرنویس نگاره ۲ برنویسی شده‌اند.

در یک دره ـ آبراهه که در دره‌ای تنگ است، یک آبشار چندپله‌ای، در مهر ماه ۱۳۹۰ دیده شد که گردشگران را به‌سوی خود می‌کشاند. در این دره ـ آبراهه، مه‌درزه‌های کم‌وبیش عمود نیز به‌خوبی آشکارند، اما راستای آن‌ها با محور تنگ بیشتر از ۷۰ درجه است و موازی گسله F۲ هستند

حوضچه‌پای آبشار که درون توده‌واریخته سنگ‌هاست. آب‌های سرریزی از آن روی سنگ‌های فروریخته پایین‌دست، مانند دو آبشارک سرازیر می‌شوند

نگاره ۷: نمای آبشار ساواشی که از جاهای بسیار دور و نزدیک، گردشگران ایرانی به دیدن آن می‌روند و ناگزیر با پای پیاده از درون آب (رود ساواشی) می‌گذرند.
چوپان‌ها از کنار و بالای این آبشار به‌سوی کشتزار سا، گوسفندان را می‌گذرانند. شماره‌های روی نگاره در رویه دیگر آمده است. سنگ‌های دیواره تنگ از لایه‌های سنگ‌آهک سازند لار است (Je) که در سمت چپ آبشار و تنگ دیده می‌شود (شماره ۸).
۱. بزرگ‌ترین بلوک سنگی است که همه پهنای تنگ میان دست چپ و دست راست (شماره ۴) را در بر گرفته است. درازای آن بیشتر از پانزده متر است. این خرسنگ میان دو برآمدگی سنگ‌آهکی دو دیواره گیر افتاده است. این بلوک سنگی در نگاره ۶ بهتر دیده می‌شود.
۲. بلوک سنگ کوچک‌تر که مانند یک کوه میان دیواره دست چپ تنگ و سنگ شماره ۱ افتاده و آب از زیر آن گذشته و به‌سوی پایین شریده است.
۳. در زیر خرسنگ که روی کهن واریخته‌ها جای گرفته یک فضای تهی پرپیچ‌وخمی است که گردشگران به درون آن می‌روند و به دیواره دست چپ می‌رسند. درازای این جای تهی، نزدیک به چهار متر است.
۵. آب شریده به‌سوی پایین‌دست؛ همان رود ساواشی است. افراز لبه شرشگاه تا حوضچه نزدیک به چهارده متر است.
۶. حوضچه پای آبشار که درون توده واریخته سنگ‌هاست. آب‌های سرریزی از آن روی سنگ‌های فروریخته پایین‌دست، مانند دو آبشارک سرازیر می‌شوند. افراز آن‌ها نزدیک به چهار متر است و این دو آبشارک در نگاره ۶ با شماره ۱۰ نموده شده‌اند.
۷. بلوک سنگ‌هایی که آب از روی آن‌ها می‌گذرد، با پوشش خزه‌ها لیز و سُرنده پاهای گردشگران می‌شوند.
۹. پشت آبشار، تنگ سا تا کشتزار سا را مشاهده می‌کنیم که دیواره دست چپ آن در نگاره دیده می‌شود.

مترمکعب پخش شده که از دیواره دست راست تنگه فرو افتاده‌اند.

این انباشته بلوک سنگ‌ها در سوی دیگر آبشار، درون تنگ سا نیز دیده می‌شود که با هم یک توده به‌شمار می‌آیند. پیش از این رویداد فروریزی واریخته‌های توده سنگی، تنگ سا و تنگ ساواشی، یک تنگ بوده‌اند و واریخته‌ها در آن انباشته شده و تا افراز بیشتر از بیست متر آن را به دو بخش کرده‌اند. چندوچون و چرایی این رویداد نیازمند بررسی‌هایی است که تاکنون انجام نشده‌اند.

آبشار ساواشی با افراز چهارده متر نیز در این انباشته واریخته‌ای است که در جای دیگری از ایران‌زمین همانند آن دیده نشده و بی‌همتاست.

بر پایه خاستگاه آن، نام آبشار واریخته خاست را از آن‌رو پیشنهاد کرده‌ام که برای نخستین بار در فصلنامه رشد آموزش زمین‌شناسی در میان نهاده می‌شود، چون هنوز نوشتار «۱۰۱ پدیده بی‌همتا در ایران‌زمین» به‌گونه دست‌نوشت روی میز است تا انتشار یابد.

در پایان این گردش زمین‌شناسانه، نگاره‌ای نزدیک از این آبشار که گردشگران را به‌سوی خود می‌کشاند، در نگاره ۷ با زیرنویس بسنده‌ای آمده است.

پی‌نوشت‌ها

۱. ایران‌زمین در روزگاران گذشته بسی بزرگ‌تر از ایران کنونی بوده است. اما در سرزمین‌های آن روزگاران که اکنون در کشورهای افغانستان، پاکستان، ترکیه، عراق و ... است، هیچ‌یک نام ایران را با خود ندارند. بنابراین ایران‌زمین، بی‌گمان همین سرزمین گرامی ما خواهد بود.

۲. تنگ (gorge). تنگه واژه‌ای است همانند تنگ، ولی درازای بسیار کمتری دارد.

۳. نام زاگرس که شوربختانه در نوشتارها آمده و نخست گردشگران ایرانی (آن‌ها که ایرانی نیستند) و پس از آن جغرافی‌دانان و سپس زمین‌شناسان به‌کار برده‌اند، یک نام ایرانی نیست و هیچ‌گاه نیز نبوده است. نه در نوشتارهای هرودوت و گزنفون و نه در نوشتارها و یادداشت‌های نیارکوس، سردار اسکندر ؟ نیامده است. هیچ معنای درستی هم در این واژه یونانی که فلوبیوس یونانی آن را آفریده، شناخته نشده است. بنابراین باید کم‌کم یک نام ایرانی جایگزین آن شود. پیشنهاد نام هزار تنگ است، چون تنگ‌ها در این کوهستان بسیارند.

۴. رودخانه یا خانه رود. یک پدیده جایگاهی است که شوربختانه در نوشتارها آن را با رود که عامل سازنده است، در هم آمیخته‌اند. گفتن و نوشتن اینکه رودخانه از جایی سرچشمه می‌گیرد و به جای دیگری می‌رود، بسیار نادرست است. این رود است که از سرچشمه خود روان می‌شود. به دوردست‌ها می‌رود.

۵. تراز پایه فرسایش (base level) که در خشکی‌ها از گونه درون خشکی‌اند (local) و ...

۶. دیگ غول (pot hole) که گاهی هم به آن دیگ جن گویند، نام ایرانی نیست و همان غول بسنده است.

۷. آبشار چند پله‌ای: Cascad

۸. آبشار واریخته خاست: Rock fall bearing

۹. واریخت سنگ: Rock fall

کانی پوتنی سیت

مترجم: فرخ برزگر

کلیدواژه‌ها: کانی، پوتنی‌سیت، سنگ‌های آتشفشانی، فرایند تفریق

نام کانی پوتنی سیت[1] از نام یک زوج دانشمند که هر دو از اساتید دانشگاه مونستر[2] آلمان بودند، یعنی خانم دکتر کریستین پوتنیس و پروفسور اندرو پوتنیس[3] گرفته شده است.

این دو پژوهشگر در دانش کانی‌شناسی و به‌ویژه در علوم مربوط به فاز تغییر شکل[4] در کانی‌ها و شناخت رویه کانی‌ها (رشد بلور و فرایند تفریق[5]) نقش مهم و برجسته‌ای دارند.

فرمول این کانی عبارت است از:

$SrCa_4Crg^{3+}(CO_3)8(SO_4)(OH)_{16}{,}25H_2O$

رنگ آن ارغوانی بنفش است و در سیستم ارتورمبیک[6] متبلور می‌شود. این کانی دارای رخ‌های خوب در سطوح [۰۰۱] و [۰۱۰] و [۱۰۰] است و به‌طور نامساوی شکنندگی دارد. سختی این کانی در سامانه موهس[7]، ۱/۵ تا ۲ است و رگه‌های آن صورتی رنگ‌اند.

کانی پوتنی سیت در سال ۲۰۱۴ میلادی در قاره خرس قطبی[8]، یعنی استرالیای باختری و به‌هنگام عملیات معدن کاوی پیدا شد و چنان‌که از فرمول آن برمی‌آید دارای خواص شیمیایی بی‌همتایی است که به‌نظر نمی‌رسد به هیچ یک از خانواده‌های کانی‌شناختی ارتباطی داشته باشد.

پوتنی سیت به‌صورت بلورهای شبه‌مکعب کوچک با اندازه ۲۰/۵ میلیمتر در سنگ‌های آتش‌فشانی یافت می‌شود و بلورهای آن به رنگ ارغوانی مات با طیف چندرنگی[9] مشخصی (از ارغوانی مات تا خاکستری آبی مات بر حسب زاویه نگرش) هستند و هنگامی‌که روی سطح صاف ساییده شود از خود رگه‌های صورتی بر جای می‌گذارد.

پی‌نوشت‌ها

1. Putnisite 2. Munster 3. Christine & Andrew Putnis
4. Transformation Phase 5. Dissolution Process
6. Orthorhombic 7. Mohs 8. Polar Bear
9. Pleochroism

منبع: وبگاه‌های گوناگون

درآمدی بر زمین‌شناسی خاورمیانه

سیدعلی آقانباتی

چکیده

منطقه خاورمیانه افزون بر موقعیت ویژه ژئوپولتیکی آن از دیدگاه‌های زمین‌شناسی و وجود ذخایر معدنی در آن نیز از معدود نقاط جهان است که اعتبار و اهمیت ویژه دارد. در این نوشتار چکیده‌ای از ویژگی‌های اقلیمی و زمین‌شناسی خاورمیانه در ارتباط با موقعیت ممتاز آن می‌آید.

در گستره پهناور خاورمیانه شرایط اقلیمی بسیار متفاوتی حاکم است. این منطقه در کشورهایی مانند ایران و عربستان صحراهای سوزانی چون کویر لوت و صحرای عربستان بخشی از رویه آن را تشکیل داده‌اند. چکادهای کوه‌های هندوکش و قره‌قوروم در افغانستان و پاکستان، مناطق کوهستانی مرتفعی با بلندی‌های بیش از ۸۶۰۰ متر را تشکیل داده‌اند. در ارتفاعات شمال پاکستان نیز سیرک‌های یخچالی وجود دارند. سرگذشت زمین‌شناسی در این گستره پهناور بسیار متفاوت است. عواملی چون ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پوسته زمین، چگالی، دگرشکلی، ستبرا و... سبب شده است تا این تفاوت‌ها بر گونه‌ای چشم‌گیر جلوه کنند.

به وجود آمدن این گستره پهناور را به کوه‌زار آلپی ـ هیمالیا نسبت داده‌اند که از کناره‌های خاوری اقیانوس اطلس تا کناره باختری اقیانوس آرام، اثر و عملکرد آن دیده می‌شود.

در تئوری تکتونیک، خاورمیانه را متشکل از سه ورق اصلی توران، ورق ایران و ورق عربستان می‌دانند که از این سه ورق با یکدیگر تفاوت‌های عمده زمین‌شناسی دارند. برای مثال یکی از ویژگی‌های بارز و متفاوت ورق ایران با ورق‌های مجاور، فراوانی سنگ‌های ماگمایی به دیرینگی‌های گوناگون است، در حالی که در ورق‌های توران و عربستان این گونه سنگ‌ها در کمترین مقدارند.

پژوهش‌های معدنی و معدن کاری‌ها در این گستره نشان داده‌اند که پرارزش‌ترین ذخایر معدنی اعم از فلزی و غیرفلزی در آن موجودند که در اثر رخدادهای زمین‌ساختی به‌ویژه ماگمایی ایجاد شده‌اند. در این ارتباط در بخش خاورمیانه‌ای ورق عربی به جز سپر عربی، ذخایر پرارزشی از طلا، نقره، روی، مس و... و در سایر بخش‌ها (پلات‌فرم عربی) ذخایری از نوع غیرفلزی وجود دارند.

کلیدواژه‌ها: زمین‌شناسی، خاورمیانه، اقلیم، فرهنگ، فلززایی، ذخایر معدنی، زغال‌سنگ، نفت، گاز

در گستره بسیار پهناور خاورمیانه (ایران، افغانستان، پاکستان، عراق، ترکیه، عربستان و...) شرایط اقلیمی بسیار متفاوتی حاکم است که از آن جمله می‌توان به صخره‌های سوزان عربستان، ایران، خاور پاکستان، باختر عراق و... اشاره کرد

اقلیم و فرهنگ

در گستره بسیار پهناور خاورمیانه (ایران، افغانستان، پاکستان، عراق، ترکیه، عربستان و...) شرایط اقلیمی بسیار متفاوتی حاکم است که از آن جمله می‌توان به صخره‌های سوزان عربستان، ایران، خاور پاکستان، باختر عراق و... اشاره کرد. در ایران، صحرای لوت (شکل ۱) گستره‌ای پهناور است که براساس داده‌های مستند، گرم‌ترین نقطه جهان در آن جای دارد. این در حالی است که در شمال افغانستان و پاکستان، چکادهای هندوکش و قره‌قوروم مناطقی کوهستانی و مرتفع‌اند که قله‌هایی به بلندای ۶۰۰۰ تا ۸۶۱۱ متر دارند، به‌گونه‌ای که در گستره‌ای به شعاع ۱۸۰ کیلومتر، از میان ۳۰ تا بلندترین قله جهان، ۱۳ قله آن در پاکستان واقع شده که ۵ قله آن بیش از ۸۰۰۰ متر و بقیه قله‌ها بلندتر از ۷۰۰۰ مترند. برای نمونه، قله موسوم به K_2 (شکل ۲) در هندوکش ۸۶۱۱ متر بلندی دارد که در بیش از ده ماه از سال ریزش برف دارد و داشتن یخچال‌های دائمی از ویژگی‌های بارز آن است، به‌گونه‌ای که برف و یخ موجود در قره‌قوروم در مقایسه با سایر مناطق بیرون از قطب به مراتب بیشتر است. یخچال‌های موجود در ارتفاعات شمال پاکستان از نوع سیرک‌های یخچالی کوچک تا دره‌های یخچالی عظیم از نوع آلپ‌اند که گاهی تا حدود ۶۰۰ متر ضخامت دارند (شکل ۳).

شکل ۱ - نمایی از صحرای لوت

شکل ۳ - نمایی از سیرک‌های یخچالی شمال پاکستان

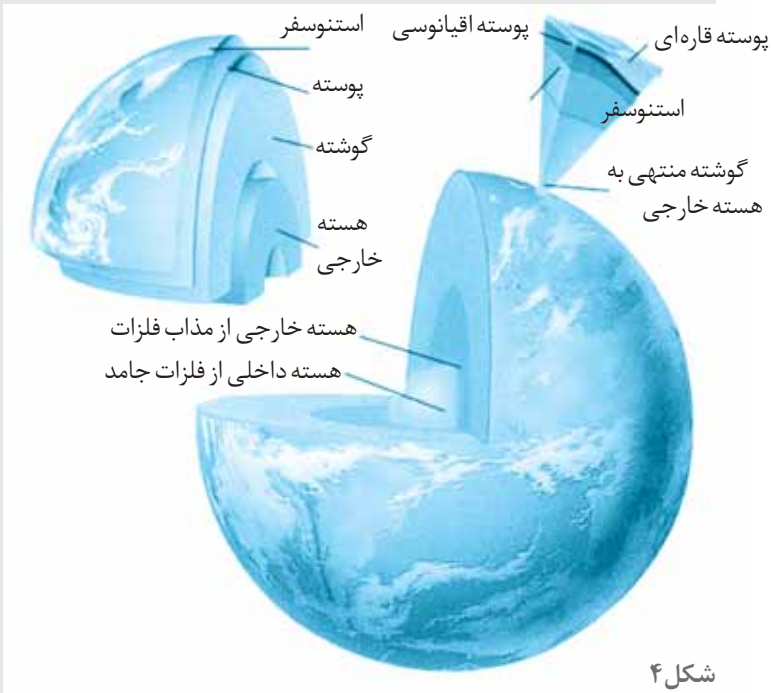
شکل ۲ - نمایی از قلهٔ موسوم به K_2 در کوه‌های هیمالیا

ساکنان کشورهای خاورمیانه آمیزه‌ای از نژادها و اقوام گوناگون‌اند که از آن جمله می‌توان به اقوام ایرانو- آریایی، ترک، عرب، هندو، بلوچ، کرد و... اشاره کرد که بسیاری از آن‌ها تاریخ تمدنی کهن دارند. برای نمونه باکو که پایتخت و بزرگ‌ترین شهر جمهوری آذربایجان است از زمان پارینه‌سنگی به بعد محل سکونت مردمی با فرهنگ‌های گوناگون بوده و دیواره‌های دفاعی ساخته‌شده در آن، در قرن ۱۲ میلادی، روی باقی‌مانده‌های باستانی قرون ۶ و ۷ پیش از میلاد ساخته شده است.

خاورمیانه مهد ادیان الهی است که بیشترین جمعیت آن را مسلمانان تشکیل می‌دهند. زرتشتیان، مانوی‌ها، هندوها، بودایی‌ها و... نیز از جمله مردم خاورمیانه‌اند.

زمین‌شناسی خاورمیانه

پیش از پرداختن به ویژگی‌های زمین‌شناسی خاورمیانه، نگاهی به ساختمان زمین می‌تواند در بیان و درک مسائل زمین‌شناسی مورد بحث مفید باشد. سیاره زمین که سومین سیاره منظومه شمسی نسبت به خورشید است، در یک نگاه، ساختمانی سه قسمتی دارد که از بیرون به درون شامل پوسته، گوشته و هسته است (شکل ۴).



شکل ۴

پوسته که قشری کم‌ستبرا و موضوع اصلی مطالعات زمین‌شناسی است، ویژگی‌های فیزیکو-شیمیایی همسان ندارد، به‌گونه‌ای که از این نگاه پوسته را می‌توان به دو نوع پوسته قاره‌ای و پوسته اقیانوسی تقسیم کرد. این دو نوع از نظر چگالی، دگرشکلی، ستبرا و... با یکدیگر تفاوت‌های بارزی دارند. از همین‌رو پاسخ‌گویی آن‌ها به پدیده‌های زمین‌شناسی یکسان نیست. برای نمونه، تحت رژیم‌های فشارشی، چین‌خوردگی، افزایش ستبرا و گسلش از ویژگی‌های پوسته قاره‌ای است، در حالی که در شرایط مشابه پوسته‌های اقیانوسی به درون گوشته فرورانش می‌کنند و از بین می‌روند.

در گستره‌هایی پهناور از خاورمیانه، پوسته از نوع سیالیک و قاره‌ای است. با وجود این، پوسته‌های اقیانوسی موجود در بسترهای دریای سیاه، دریای عمان، خزر جنوبی، دریای سرخ و خلیج عدن، نشان می‌دهند که بخشی اندک از پوسته خاستگاه اقیانوسی یاد شده، در امتداد بعضی از زون‌های گسلی درون‌قاره‌ای، دارای باقی‌مانده‌هایی ناپیوسته از پوسته‌های اقیانوسیِ نابرجاست که مشخص‌کننده حد قاره‌های کهن‌اند، به‌گونه‌ای که می‌توان گفت در خاورمیانه، پوسته عبارت است از مجموعه‌ای از کوچک‌قاره‌های به‌هم پیوسته که پوسته‌های اقیانوسی حد فاصل آن‌ها می‌تواند نشانگر حد قاره‌ها و خردقاره‌های قدیمی باشد.

ضخامت: برخورد ورق‌های همگرا سبب شده است تا در زون‌های برخوردی، نظیر فصل مشترک ورق عربستان و ورق ایران، زاگرس مرتفع و زون‌های سنندج- سیرجان یا در محل برخورد قاره گندوانا و اورازیا (کوه‌های هیمالیا) پوسته از ۶۰ تا ۷۸ کیلومتر ستبرا داشته باشد، ولی به‌طور کلی، براساس داده‌های گرانی‌سنجی، میانگین ستبرای پوسته قاره‌ای ۴۰ کیلومتر است.

ژئودینامیک پوسته: به‌وجود آمدن بخش بزرگی از کشورهای خاورمیانه ناشی از کوه‌زاد آلپ- هیمالیا است؛ یعنی کوه‌زادی که از کناره خاوری اقیانوس اطلس آغاز می‌شود و تا کرانه‌های باختری اقیانوس آرام ادامه دارد.

درباره چگونگی پیدایی این کوه‌زاد دو نظریه «بزرگ ناودیس» و «تکتونیک صفحه‌ای» عرضه شده است. داده‌های زمین‌شناسی کشورهایی مانند ایران، تفاوت‌های بارزی با اصول نظریه ژئوسنکلاین‌ها دارد. ولی با توجه به پوسته‌های اقیانوسی موجود و سایر داده‌های مستند، توصیف ژئودینامیک پوسته و جایگاه خشکی‌ها و دریاها با نظریه تکتونیک صفحه‌ای هماهنگی بیشتری دارد، به‌گونه‌ای که به یقین می‌توان بر این باور بودکه سرزمین خاورمیانه متشکل از چند و به عبارتی چندین قطعه قاره‌ای است که از زمان ترشیریِ پسین به یکدیگر پیوسته‌اند تا پدیدآورنده سرزمینِ خاورمیانه باشند.

باقی‌مانده‌های افیولیت (اقیانوسی) و منشورهای برافزایشی که در محل زمین‌درزها گسترشی درخور توجه دارند، نشانگر آن‌اند که آن‌ها ، در بخشی بزرگ از فانروزوئیکِ قطعه‌های قاره‌ای خاورمیانه، به مدد محیط‌های اقیانوسی از یکدیگر جدا بوده‌اند. اگرچه گاهی این اشتقاق‌ها به بزرگی اقیانوس اطلس دانسته شده‌اند، ولی

خاورمیانه مهد ادیان الهی است که بیشترین جمعیت آن را مسلمانان تشکیل می‌دهند. زرتشتیان، مانوی‌ها، هندوها، بودایی‌ها و... نیز از جمله مردم خاورمیانه‌اند

به‌نظر می‌رسد اشتقاق‌های مورد نظر از جمله اشتقاق موجود در حاشیه شمال خاوری صفحه عربی، اشتقاق درون‌قاره‌ای از نوع دریای سرخ که حاشیه شمالی گندوانا (ورق ایران) را از قسمت‌های گندوانا جدا می‌کرده است.

شکل ۵- ورق‌های اصلی خاورمیانه

شمار ورق‌ها: جدا از ورق‌های کوچک‌اندازه، نظیر خردقاره ایران مرکزی، ورق پونتید ترکیه و... سه ابر ورق نیز در خاورمیانه شناسایی شده‌اند (شکل ۵):

۱. **ورق توران** در شمال زمین درز تتیس دیرین که لبه قاره اورازیا است.

۲. **ورق ایران**، زمین‌های واقع مابین تتیس دیرین و جدید است که تا ۲۴۰ میلیون سال پیش (تریاس میانی) در حاشیه شمالی گندوانا بوده، ولی در این زمان از گندوانا جدا شده و به اورازیا پیوسته است.

۳. **ورق عربستان** که در حاشیه شمال‌خاوری آفریقا جای دارد و در اوایل دوران میانه زیستی ابتدا از ورق ایران و در زمان ترشیری با پیدایی کافت‌های خلیج عدن و دریای سرخ از بخش شمالی قاره آفریقا جدا شده است تا بزرگ‌ترین شبه‌جزیره جهان را تشکیل دهد.

یکی از ویژگی‌های بارز و متفاوت ورق ایران با ورق‌های مجاور، فراوانی سنگ‌های ماگمایی به دیرینگی‌های گوناگون است، در حالی‌که در ورق توران و ورق عربی این‌گونه سنگ‌ها در کمترین مقدارند.

در مورد فراوانی سنگ‌های ماگمایی در ورق ایران، مجموعه عواملی همچون تنش‌های وارد شده از دو ورق عربی توران، عملکرد گسل‌ها، پدیده فرورانش و کافت‌های قاره‌ای نقش مشترک داشته‌اند.

فراوانی سنگ‌های ماگمایی که نشانه پویایی ورق ایران است، به‌لحاظ پیدایی ذخایر معدنی، به‌ویژه از نوع فلزی و در حجم‌های زیاد، سبب شده است تا این ورق امروزه ارزش اقتصادی ویژه داشته باشد.

ذخایر معدنی خاورمیانه

در مورد ذخایر معدنی خاورمیانه، اشاره به نکات زیر ضروری به‌نظر می‌رسد.

الف. پرارزش‌ترین ذخایر معدنی خاورمیانه از انواع فلزی هستند که پاره‌ای از آن‌ها از نظر مقدار و خلوص در مقیاس جهانی‌اند.

ب. ذخایر معدنی خاورمیانه، به‌ویژه انواع فلزی آن، پیوندی بسیار نزدیک با رخدادهای زمین‌ساختی به‌ویژه ماگمازایی دارند.

ج. ماگمازایی بسیار گسترده ورق ایران سبب شده است تا در ترکیه، ایران، افغانستان و بخشی از پاکستان، ذخایر فلزی متمرکز باشند.

د. در بخش خاورمیانه‌ای ورق عربی، به‌جز سپر عربی که ذخایری پرارزش از طلا، نقره، روی، مس و... دارد، در سایر بخش‌ها (پلاتفرم عربی) ذخایر از نوع غیرفلزی است.

هـ در کشورهای خاورمیانه، معدن‌کاوی تاریخچه‌ای کهن دارد. برای نمونه در ترکیه قدمت معدن‌کاوی به ۷ تا ۱۵ هزار سال قبل می‌رسد. در عربستان معدن‌کاری طلا قدمت ۵۰۰۰ ساله دارد و مهم‌تر اینکه براساس مطالعات سازمان میراث فرهنگی آلمان، ایرانیان نخستین اقوامی بوده‌اند که فلز و ذوب فلز را شناخته‌اند.

ساکنان کشورهای خاورمیانه آمیزه‌ای از نژادها و اقوام گوناگون‌اند که از آن جمله می‌توان به اقوام ایرانو- آریایی، ترک، عرب، هندو، بلوچ، کرد و... اشاره کرد که بسیاری از آن‌ها تاریخ تمدنی کهن دارند

دوره‌های متالوژنی خاورمیانه

گفته شد که ذخایر معدنی خاورمیانه همانند سایر ذخایر جهانی بستگی کامل به رخدادهای زمین‌ساختی دارد، به‌گونه‌ای که در این مورد دوره‌های متالوژنی زیر را می‌توان شناسایی کرد.

۱. دوره متالوژنی پروتروزوئیک- کامبرین پیشین (۸۳۰ -۵۱۷ Ma) که حاصل آن ذخایری پرارزش

یکی از ویژگی‌های بارز و متفاوت ورق ایران با ورق‌های مجاور، فراوانی سنگ‌های ماگمایی به دیرینگی‌های گوناگون است، در حالی که در ورق توران و ورق عربی این گونه سنگ‌ها در کمترین مقدارند

از سنگ آهن رسوبی و رسوبی- آتش‌فشانی، سرب و روی، طلا، آنتیموان، آرسنیک طلادار، فسفات رسوبی، پتاس سنگی و کانی‌های پرتوزاست.

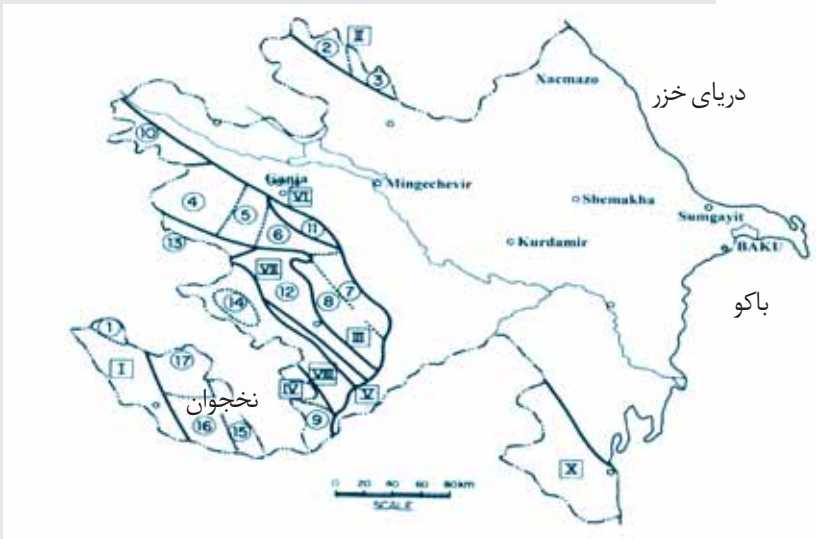
۲. دوره متالوژنی پالئوزوئیک پیشین (Ma ۴۳۹- ۴۸۸) که فسفرزایی رسوبی پرارزش‌ترین ذخایر آن است.

۳. دوره متالوژنی پالئوزوئیک پسین- تریاس (Ma ۲۳۰- ۲۹۹) همراه با پیدایی ذخایر مس و سرب، روی تیپ سولفید توده‌ای، تنگستن، بوکسیت، باریت و فلوریت.

۴. دوره تشکیل ذخایر زغال‌سنگی تریاس پسین- ژوراسیک میانی (Ma ۱۶۵- ۲۳۵).

۵. دوره متالوژنی ژوراسیک میانی- کرتاسه پسین با دو خاستگاه متفاوت ماگمایی و رسوبی.

۶. دوره متالوژنی کرتاسه پسین- پالئوژن (Ma ۴۴/۶- ۵۵/۸)؛ ذخایر کرتاسه پسین این فاز نظیر کروم، نیکل، منگنز و... وابسته به پوسته‌های اقیانوسی‌اند.



شکل ۶- پهنهٔ متالوژنیک جمهوری آذربایجان

ایالت‌های فلززایی خاورمیانه

ایالت‌های فلززایی عمده خاورمیانه می‌تواند شامل سه ورق توران، ورق ایران و ورق عربی باشد.

پهنه‌های اشتقاقی خاورمیانه نوع چهارم ایالت‌های کانی‌سازی‌اند.

۱. در **ورق توران**، وجود میدان‌های گازی عظیم، بارزترین ویژگی اقتصادی آن است (در منابع انرژی‌زا به آن اشاره خواهد شد)

۲. **ورق ایران:** به‌لحاظ تکاپوهای ماگمایی پرکامبرین- کواترنری و پیامدهای ناشی از آن، به‌ویژه گوناگونی و متاسوماتیسم توانسته است بیش از ۹۵ درصد ذخایر معدنی خاورمیانه را در برداشته باشد. برای مثال می‌توان به نمونه‌های زیر اشاره کرد:

الف. در جمهوری آذربایجان، ۱۰ پهنه متالوژنیک و ۱۷ منطقه کانه‌دار شناسایی شده است که ذخایر همچون مس، مولیبدن، سولفید پلی‌متال، ذخایر هیدروترمال، طلا، آرسنیک، کبالت و... دارند (شکل ۶).

ب. در افغانستان ۲۱ زون متالوژنیک وجود دارد که شامل ۳۷ منطقه معدنی، ۱۴۲۸ ذخیره و نشانه و ۱۰ گروه معدنی است.

در این کشور، جدا از ذخایر فلزی نظیر فلزات آهنی (آهن، منگنز و کروم) و فلزات غیرآهنی (مس، سرب، روی، آلومینیوم، مولیبدن، تنگستن، قلع، بیسموت و...) باید به فلزات کمیاب مثل بریل (۸ ناحیه)، لیتیوم (۱۲ ناحیه)، تانتالیوم، سزیوم و روبیدیوم اشاره کرد که در میان آن‌ها ذخایری پرارزش از مس وجود دارد که با ذخایر مس موجود در زامبیا درخور قیاس است. هم‌چنین بزرگ‌ترین ذخیره مس خاورمیانه به‌نام حاجی‌گک در افغانستان است.

ج. در ترکیه، معدن‌کاوی تاریخچه کهن دارد. جدا از ذخایر معدنی سنتی نظیر سرب، مس، روی، آهن، کروم، جیوه و... در این کشور بیشتر از ۳۰ نوع سنگ و کانی معدنی اقتصادی وجود دارد که در مقیاس جهانی قابل بهره‌برداری هستند. برای نمونه، ذخیره بُراکس ترکیه بیشتر از نصف ذخایر جهان است.

د. در ایران جدا از ذخایر آهن پرکامبرین که بخشی از آهن‌زایی جهانی پرکامبرین است، ذخایری از سرب و روی و مس پورفیری وجود دارد که از نوع بسیار بزرگ در مقیاس جهانی هستند.

ه. در شمال خاوری عراق که بخشی از ورق ایران است، تکاپوهای ماگمایی برای پیدایش ذخایر معدنی فلزی با منشأ گرمابی اثر درخور توجهی داشته است، مثل ذخایر سرب و روی سرگُزا یا ذخایر آهن موجود در زمین‌درز زاگرس، ذخایر آهن مرپستا و کروم‌های پنجوین.

۳. **ورق عربی:** در ورق عربی، با توجه به خاستگاه، دو پهنه متفاوت پی‌سنگ ولکانوژنیک دگرگون پرکامبرین، موسوم به سپر عربی و نهشته‌های رسوبی روی پی‌سنگ را می‌توان شناسایی کرد. در پی‌سنگ ولکانوژنیک پرکامبرینِ سپر عربی، استحصال طلا قدمت ۵۰۰۰ ساله دارد، در حال حاضر، سنگ‌های طلادار عربستان عبارت‌اند از ماسیو سولفیدهای چینه‌کران، پهنه‌های هیدروترمالی دگرسان، رگه‌های اپی‌ترمال و رگه‌های فروترمال در سنگ‌های نفوذی، که طلای آن‌ها با استفاده از فناوری‌های پیشرفته، استحصال می‌شود. افزون بر طلا، فلزاتی چون نقره، روی، مس و... نیز از ذخایر سپر عربی هستند.

در نواحی پلاتفرمی عربستان-عراق، مواد معدنی از نوع غیرفلزی (لاتریت، بوکسیت، فسفریت، سلستیت و...) هستند، ولی وجود شرایط لازم نظیر سنگ منشأ، سنگ مخزن و پوش‌سنگ به دیرینگی‌های گوناگون سبب شده است تا بخش پلاتفرمی ورق عربی در مناطق زاگرس، عراق، عربستان، خلیج‌فارس، قطر، امارات متحده و عمان، یکی از نفت‌خیزترین حوضه‌های رسوبی جهان باشد.

۴. **ذخایر زون‌های اشتقاقی:** در این زون‌ها که خاستگاه اقیانوسی دارند، برتری با ذخایری از نوع کروم، منگنز، منیزیت، مس توده‌ای و... است. برای نمونه می‌توان به ذخایر کروم در پوسته‌های اقیانوسی ترکیه، خاور و جنوب‌خاوری ایران، کرومیت‌های موجود در افیولیت‌های اسلام باغ پاکستان اشاره کرد.

ذخایر انرژی‌زا

ذخایر انرژی‌زای خاورمیانه در سه گروه زیر جای دارند:

۱. زغال‌سنگ؛ ۲. کانی‌های پرتوزا؛ ۳. ذخایر هیدروکربنی (گاز و نفت).

افزون بر ذخایر یادشده باید به انرژی زمین‌گرمایی در ایران و ترکیه نیز اشاره کرد که در اثر زمین‌ساخت ناشی از برخورد، موجب اثرگذاری گوشته بر قسمت‌های کم‌ژرفای پوسته، پیدایی اطاق‌های ماگمایی گرم، و در نتیجه موجب تولید و انتقال دمای ناهنجار و ایجاد سامانه زمین‌گرمایی شده‌اند.

در باختر ترکیه، سامانه زمین‌گرمایی در ژرفای ۲۵۰۰ متر و دارای دمای ۲۳۲ درجه سانتی‌گراد است که بخشی از آن برای تولید انرژی الکتریکی و مقادیری ناچیز از آن برای گرمایش، گردشگری زمین‌شناسی و درمان استفاده می‌شود.

شکل ۷- محل‌های جغرافیایی ذغال‌سنگ پاکستان

در مورد فراوانی سنگ‌های ماگمایی در ورق ایران، مجموعه‌عواملی همچون تنش‌های وارد شده از دو ورق عربی توران، عملکرد گسل‌ها، پدیده فرورانش و کافت‌های قاره‌ای نقش مشترک داشته‌اند

● **زغال‌سنگ**

جدا از زغال‌سنگ‌های موجود در قسمت‌هایی از ورق توران -نظیر زغال‌سنگ‌های موجود در شمال‌شرق ایران (آق‌بند) و شمال افغانستان- سایر زغال‌سنگ‌های عمده خاورمیانه در ورق ایران جای دارند. زغال‌سنگ‌های موجود در ورق عربی را فقط می‌توان در جلگه ایندوس پاکستان دید.

در ایران و افغانستان که گستره‌های وسیعی از ورق ایران را دربردارند، زغال‌سنگ‌های اقتصادی به دیرینگی تریاس پسین- اواسط ژوراسیک میانی‌اند که در حوضه‌های پیش‌لادی ناشی از کوه‌زایی سیمرین پیشین انباشته شده‌اند. ولی در ترکیه جدا از زغال‌های کربونیفر، زغال‌سنگ‌ها از دو نوع لیگنیت و زغال سخت‌اند. ذخایر لیگنیتی ترکیه به سن الیگوسن، میوسن و پلیوسن‌اند که روی هم ۸/۳۷۴/۳۷۲ هزار تن ذخیره دارند. ذخیره زغال‌سنگ سخت (آنتراسیت) ترکیه ۱/۱ بیلیون تن است. با وجود این، ترکیه سالانه حدود ۴۵ میلیون تن زغال وارد می‌کند.

پاکستان، ذخایری بزرگ از زغال‌سنگ کم‌کیفیت از نوع لیگنیت و زغال‌سنگ قیری به سن ترشیری دارد که عمدتاً در حوضه ایندوس جای دارند (شکل ۷). مهم‌ترین این ذخایر، میدان زغال‌سنگی تار[1] است که با ۱۸۴/۱۲۵ بیلیون تن ذخیره، یکی از بزرگ‌ترین ذخایر لیگنیتی جهان است (ذخایر لیگنیتی پاکستان روی همه ۶۳ میلیون تن است).

● **عناصر پرتوزا**

افغانستان، پاکستان و ترکیه سه کشوری هستند که داده‌هایی از عناصر رادیواکتیو دارند. از سایر کشورها داده‌ای در دست نیست. در پاکستان کوه‌پایه‌های سلیمان‌رنج، نواری از سنگ‌های اورانیوم‌دار وجود دارد که دارای ۷ آنومالی شدید است. میانگین عیار آن ۰/۱۳۸ درصد در U_3O_8 است. کانی پرتوزا از نوع هیدرات کلسیم و اورانیوم

در ترکیه، معدن کاوی تاریخچه کهن دارد. جدا از ذخایر معدنی سنتی نظیر سرب، مس، روی، آهن، کروم، جیوه و... در این کشور بیشتر از ۳۰ نوع سنگ و کانی معدنی اقتصادی وجود دارد که در مقیاس جهانی قابل بهره‌برداری هستند. برای نمونه، ذخیره بُراکس ترکیه بیشتر از نصف ذخایر جهان است

تخریب‌شده[۲] است که پوششی به رنگ زرد مایل به سبز روی دانه‌های ماسه‌ای دارد و با دو لایه شیلی دربرگرفته شده است.

عناصر رادیواکتیو و خاک‌های نادر افغانستان در استان هلمند در ناحیه موسوم به کانشین شناسایی شده‌اند که در مجموعه‌ای از کربناتیت‌های آتشفشانی کواترنر پایین قرار دارند.

● **توانایی‌های هیدروکربنی خاورمیانه**

در حاشیه جنوبی ورق توران (جمهوری آذربایجان، دریای خزر، ترکمنستان و بخش شمالی افغانستان) و نیز در گستره‌هایی وسیع از ورق عربی (عراق، کویت، باختر و جنوب باختری ایران، عربستان، قطر، دبی، ابوظبی، عمان) ذخایری بزرگ و گاه عظیم از هیدروکربن (بیش از نیمی از ذخایر جهانی) وجود دارد، به‌همین خاطر خاورمیانه قطبی شناخته شده برای این‌گونه ذخایر است و شهرت جهانی دارد.

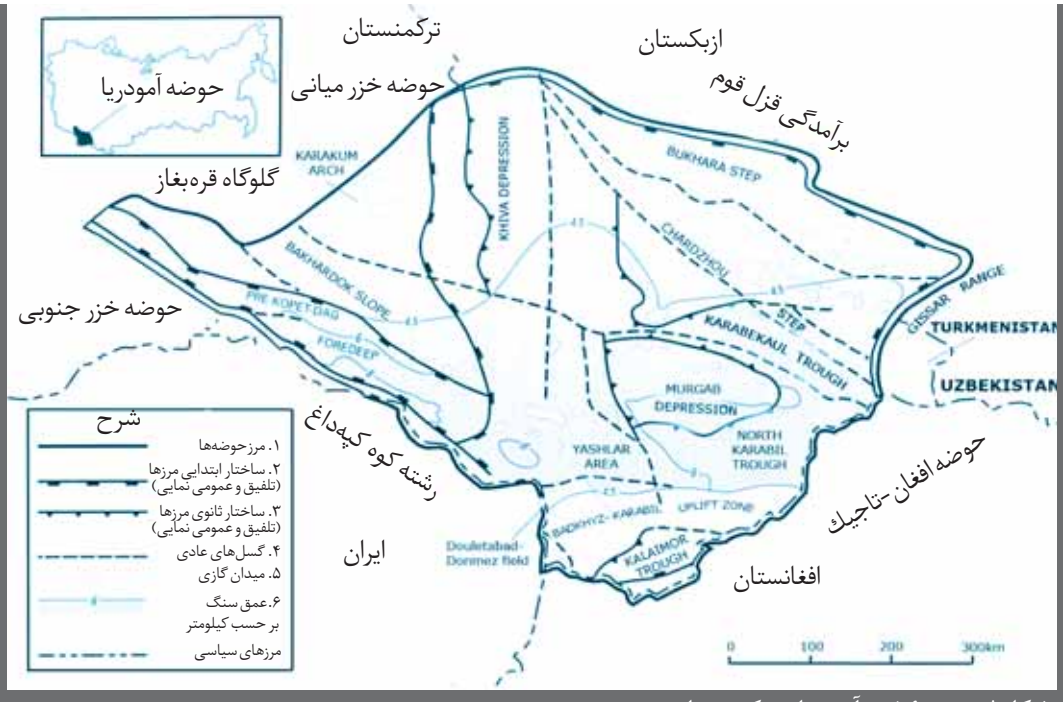
گفتنی است که در دو پهنه زمین‌ساختی ورق توران و ورق عربی، نفت‌زایی به‌ویژه از نگاه سنی تفاوت‌های بارز دارند. در ورق عربی، سامانه‌های هیدروکربنی به دیرینگی پالئوزوئیک، مزوزوئیک و سنوزوئیک‌اند، در حالی‌که در ورق توران، سامانه‌های مورد نظر از آن پلیوسن‌اند.

در آذربایجان، اکتشاف نفت از ۱۸۷۱ آغاز شده است. از آن زمان به بعد، تلاش‌های مستمر به میزانی بوده است که تاکنون بیشتر از ۲۱۰۰۰ حلقه چاه در مناطق اکتشاف حفر شده و شبه جزیره آپشرون، فلات قاره کاسپین و فرونشست کورا برای اکتشاف مورد مطالعه بوده‌اند. براساس برآوردهای به‌عمل آمده، مجموعه ذخایر نفت و گاز قابل بازیافت آذربایجان ۹/۶ بیلیون تن است. بیشترین میزان ذخیره گاز طبیعی قابل بازیافت یک تریلیون مترمکعب و مجموع ذخایر گاز ۲ تا ۷ تریلیون برآورد شده است.

در ایران، ایرانیان باستان آتش را مقدس می‌دانستند و چشمه‌های گاز طبیعی را که به هر علت آتش می‌گرفته، «آتش جاویدان» می‌دانستند و در اطراف آن آتشکده بنا می‌کردند. در ایران، نخستین فعالیت‌های اکتشافی نفت در سال ۱۸۷۲ میلادی آغاز شد و در حال حاضر در دریای خزر و کرانه‌های جنوبی آن به‌ویژه در زاگرس شواهدی مستند از وجود هیدروکربن وجود دارد که از میان آن‌ها زاگرس یکی از حوضه‌های نفت‌خیز و معروف در مقیاس جهانی است.

ایران با داشتن ۱۳۰/۷ بیلیون بشکه نفت، ۱۲ درصد نفت خام جهانی را دارد و سهم این کشور در تولید انرژی حدود ۴۰ درصد است. ذخیره گاز ایران نیز ۲۶/۹۶ تریلیون مترمکعب برآورد شده که ۱۵/۲ درصد سهم جهانی است.

در افغانستان، ذخایر عمدتاً از نوع گاز است که به‌ویژه در شمال افغانستان و در ادامه میدان‌های



شکل ۸- حوضهٔ نفتی آمودریا در ترکمنستان

گازی ترکمنستان قرار دارد. ذخیره برآورد شده در این کشور ۲ میلیارد مترمکعب است.

در پاکستان، عمده‌ترین حوضه نفتی، حوضه ایندوس است که ۷۲ میدان گازی و ۲۴ میدان نفتی از نوع کوچک‌اندازه دارد. میزان ذخیره گاز قابل بازیافت بیشتر از ۴۲/۷ تریلیون فوت‌مکعب است.

در ترکمنستان، حوضه آمودریا (شکل ۸) با نزدیک به ۴ میلیون کیلومترمربع وسعت، بزرگ‌ترین میدان هیدروکربنی است که به‌سمت جنوب تا ایران و افغانستان ادامه دارد. آمودریا فرونشستی ژرف (۱۰/۰۰۰- ۴۵۰۰ متر) است که رسوب‌های حاشیه‌ای غیرفعال ژوراسیک - پالئوژن آن به‌ویژه دو سازند گوردک (J_3) و شاتلیک (K_1) در سامانه‌های هیدروکربنی آن، اثر بنیادی دارند. در حوضه آمودریا ۲۳۰ تریلیون فوت‌مکعب گاز و کمتر از دو بیلیون بشکه نفت وجود دارد. تعداد میدان هیدروکربنی آن نیز ۲۵۰ میدان است که تنها نیمی از آن‌ها ارزش اقتصادی دارند.

در عربستان، از سال ۱۹۳۳ به بعد، شرکت‌های نفتی خارجی فعالیت‌های گسترده داشته‌اند و این کشور با اکتشاف میدان‌های نفتی عظیم، توانسته است از جمله بزرگ‌ترین تولیدکنندگان نفت جهان باشد. حوضه‌های نفتی عربستان دربردارنده ۲۶ درصد از ذخایر نفت جهان شناخته شده‌اند که در سه حوضه موسوم به گوتینا، خلیج‌فارس و جنوب خلیج‌فارس جای دارند.

به‌جز قطر، ابوظبی و دبی که میدان‌های نفتی آن‌ها مشابه عربستان است، باید به توان هیدروکربنی عُمان اشاره کرد که ۶۴ میدان نفتی در خشکی و چندین چاه در مناطق دور از ساحل دارد. برخلاف عربستان، بخشی بزرگ از مخازن نفتی عمان به سن پروتروزوئیک و وابسته به سنگ نمک کروژن‌دار است، و از این نظر با سیبری و استرالیا شباهت دارد.

در عراق، از زمان سومری‌ها، یعنی از حدود ۴۰۰۰ سال پیش از میلاد، از قیر طبیعی برای عایق‌سازی قایق‌ها و نیز ساخت ساروج استفاده کرده‌اند.

نخستین چاه عراق در سال ۱۹۱۹ به نفت رسید. براساس خبرنامه رسمی سالانه اوپک، در بازه زمانی ۲۰۰۴- ۱۹۶۴ میزان تولید نفت عراق ۱۱۵ میلیون بشکه و میزان نفت گاز ۳۱۷۰ بیلیون مترمکعب است که به‌ویژه در چهار میدان کرکوک، رومیلا، زبیر و بی‌حسن جای دارند.

دریای خزر، بزرگ‌ترین دریاچه دنیاست که در حدود ۱۱۰۰۰ سال پیش، از دریای سیاه و دریای مدیترانه جدا شده است. بارزترین ویژگی این دریا، جدا از ماهی‌های خاویاری، داشتن ذخایر هیدروکربنی درخور توجه است که از قرن پنجم میلادی به بعد مورد توجه بوده‌اند. در سال‌های اخیر، سالانه ۵۰ تا ۶۰ میلیون تن نفت و ۱۴ تا ۱۵ میلیارد مترمکعب گاز از آن استخراج می‌شود.

ورق ایران: به‌لحاظ تکاپوهای ماگمایی پرکامبرین- کواترنری و پیامدهای ناشی از آن، به‌ویژه گوناگونی و متاسوماتیسم توانسته است بیش از ۹۵ درصد ذخایر معدنی خاورمیانه را در برداشته باشد

پی‌نوشت‌ها

1. Thar 2. Tyuyamanite

منابع

منابع در دفتر مجله موجود می‌باشد.

در ایران، ایرانیان باستان آتش را مقدس می‌دانستند و چشمه‌های گاز طبیعی را که به هر علت آتش می‌گرفته، «آتش جاویدان» می‌دانستند و اطراف آن آتشکده بنا می‌کردند. در ایران، نخستین فعالیت‌های اکتشافی نفت در سال ۱۸۷۲ میلادی آغاز شد و در حال حاضر در دریای خزر و کرانه‌های جنوبی آن به‌ویژه در زاگرس شواهدی مستند از وجود هیدروکربن وجود دارد که از میان آن‌ها زاگرس یکی از حوضه‌های نفت‌خیز و معروف در مقیاس جهانی است

نخستین چاه عراق در سال ۱۹۱۹ به نفت رسید. براساس خبرنامه رسمی سالانه اوپک، در بازه زمانی ۲۰۰۴- ۱۹۶۴ میزان تولید نفت عراق ۱۱۵ میلیون بشکه و میزان نفت گاز ۳۱۷۰ بیلیون مترمکعب است که به‌ویژه در چهار میدان کرکوک، رومیلا، زبیر و بی‌حسن جای دارند.

بنتونیت

خاک صدکاره

مازیار نظری، عضو هیئت علمی گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آشتیان
مژگان خجو، دبیر زمین‌شناسی آموزش و پرورش تهران، منطقه ۱۵

چکیده

بنتونیت یک ماده معدنی از گروه رس‌هاست که با توجه به ویژگی‌های گوناگونی که دارد، امروزه نقش مهمی در صنعت ایفا می‌کند. نوع خاصی از بنتونیت فعال طبیعی از دیرباز با نام «گِل سرشور» برای ما ایرانیان شناخته شده بوده و از خواص چربی‌زدایی و پاک‌کنندگی آن آگاهی داشته‌ایم. پس از کشف نفت، بنتونیت به‌عنوان یکی از اجزای اصلی تهیه گل حفاری در کنار صنایع نفتی و حفاری‌های چاه‌های آن برای زمین‌شناسان نامی آشنا شد. اما کاربردهای بی‌شمار دیگری در طی قرن گذشته برای این ماده معدنی موسوم به «خاک صدکاره» پیدا شده که آگاهی از آن‌ها ضروری به نظر می‌رسد. مهم‌ترین مصارف بنتونیت پس از تهیه گل حفاری، تهیه ماسه ریخته‌گری، گندله‌سازی مواد معدنی و خوراک حیوانات اهلی، تصفیه شربت، آب و روغن، رنگ‌زدایی از روغن‌های حیوانی، نباتی و معدنی و سرانجام استفاده از آن به‌عنوان جاذب آب و روغن و پرکننده است. نگاهی دوباره به بنتونیت و کاربردهای آن زمانی اهمیت ویژه می‌یابد که بدانیم کشورمان از ذخایر قابل توجهی از انواع بنتونیت برخوردار است. اما در حال حاضر بهره‌برداری و استفاده از آن تنها منحصر به نوع سدیم‌دار آن در صنعت تهیه گل حفاری است.

کلیدواژه‌ها: بنتونیت، کانی‌شناسی، بنتونیت کلسیم، بنتونیت سدیم، خاک اسیدی، گل حفاری، ماسه ریخته‌گری، گندله‌سازی، کاتالیزور، تولید بنتونیت

مهم‌ترین مصارف بنتونیت پس از تهیه گل حفاری، تهیه ماسه ریخته‌گری، گندله‌سازی مواد معدنی و خوراک حیوانات اهلی، تصفیه شربت، آب و روغن، رنگ‌زدایی از روغن‌های حیوانی، نباتی و معدنی و سرانجام استفاده از آن به‌عنوان جاذب آب و روغن و پرکننده است

مقدمه

هزاران سال پیش از آنکه نایت[1] زمین‌شناس نام بنتونیت را برای خاک رسی که از شیل‌های بنتون در کوه فورت بنتون واقع در چهارصد کیلومتری شمال رودخانه راک به‌دست می‌آمد انتخاب کند، انسان با خواص رنگ‌بری، چربی‌زدایی و پاک‌کنندگی نوعی از بنتونیت فعال طبیعی آشنایی داشت. گل سرشوی از دیرباز نامی آشنا برای ایرانیان بوده و از خواص آن در مصارف بهداشتی، صنایع غذایی و نساجی بهره می‌برده‌اند.

بنتونیت یکی از خاک‌های صنعتی است که مخلوطی نسبتاً پیچیده از چندین کانی رسی به حساب می‌آید و خاستگاه‌های متنوع شکل‌گیری آن ارائه تعریفی ثابت از بنتونیت را به‌عنوان یک خاک صنعتی دشوار می‌کند. نخستین‌بار در اوایل قرن بیستم چندین زمین‌شناس بنتونیت را خاکی مرکب از یک شبه رس متبلور معرفی کردند که حاصل شیشه‌زدایی از توف و خاکسترهای آتش‌فشانی و تبلور آن‌هاست. وجود کانی‌های آذرین متبلور مانند فلدسپات‌ها، کوارتز، بیوتیت، پیروکسن‌ها و زیرکن همراه بنتونیت و بافت موروثی توف یا خاکستر آتش‌فشانی این نظریه را تأیید می‌کرد. اما این تعریف نمی‌توانست ذخایر عظیم بنتونیت با ساخت رسوبی و خاستگاه مبهم یا فاقد بقایای آتش‌فشانی را شامل شود.

بنتونیت یکی از خاک‌های صنعتی است که مخلوطی نسبتاً پیچیده از چندین کانی رسی به حساب می‌آید و خاستگاه‌های متنوع شکل‌گیری آن ارائه تعریفی ثابت از بنتونیت را به‌عنوان یک خاک صنعتی دشوار می‌کند

کانی‌شناسی بنتونیت

براساس تعریف جامعی که در سال ۱۹۷۲ در کنفرانس بین‌المللی AIPEA در مادرید اسپانیا مطرح شد، بنتونیت نوعی خاک رس است که بدون در نظر گرفتن خاستگاه آن، عمدتاً از کانی‌های خانواده اسمکتیت تشکیل شده است. با این تعریف، بنتونیت مخلوطی از چندین کانی رسی است که عمده آن‌ها عبارت‌اند از:

مونت‌موریونیت (Montmorillonite)

$m[Mg_3(Si_4O_{10})(OH)_2][P(Al,Fe)_2...(Si_4O_{10})(OH)_2].nH_2O$

بیدلیت (Beidellite)

$AL_2[Si_4O_{10}][OH]_2.nH_2O$

نونترونیت (Nontronite)

$(Fe, Al)_2[Si_4O_{10}][OH]_2.nH_2O$

ساپونیت (Saponite)

$[(Mg, Al, Fe)_3(OH)_2(Si, Al)_4O_{10}.?]$

هکتوریت (Hectorite)

$Mg_3(Al_{.33}Na_{.33})Si_4O_{10}.(Fe,OH)_2$

ساکونیت (Sauconite)

$[(Zn, Mg, Al, Fe)_3(OH)_2(Si,Al)_4O_{10}.?]$

تالک (Talc)

$Mg_3Si_4O_{10}.(OH)_2$

پیروفیلیت (Pyrophyllite)

$Al_2Si_4O_{10}.(OH)_2$

آتاپولژیت (Attapulgite) (پالیگورسکیت)

$(Mg, Al)_2Si_4O_{10}.(OH).4H_2O$

این گروه از کانی‌های رسی از نظر شیمیایی سیلیکات‌های آبدار آلومینیم هستند. البته برخی از آن‌ها علاوه بر آلومینیم فلزاتی چون منیزیم و آهن دارند و حتی برخی بدون آلومینیم‌اند. فرمول شیمیایی اغلب آن‌ها از توانایی تبادل و تعویض کاتیونی برخوردار است و این ویژگی، فرمول شیمیایی آن‌ها را باز و تغییرپذیر می‌کند. نسبت Si/AI در ترکیب این گروه از رس‌ها یکسان نیست و مقدار آب ساختاری، آهن، منیزیم، کلسیم و سایر فلزات قلیایی نیز در ترکیب آن‌ها متفاوت است. در نتیجه فرمول شیمیایی آن‌ها نیز گویای خواص فیزیکی مشابه نیست و ساختار آن‌ها بیشتر از فرمول شیمیایی‌شان اهمیت دارد.

بنتونیت فعال طبیعی علاوه بر مونت‌موریونیت دارای مقادیری آتاپولژیت، ایلیت، نانترونیت و کائولینیت است

گروه فوق بدون در نظر گرفتن پیروفیلیت، آتاپولژیت و تالک، گروه اسمکتیت نامیده می‌شود. بنابراین گروه اسمکتیت گروهی از کانی‌های رسی است که مونت‌موریونت کانی اصلی آن را تشکیل می‌دهد و واژه اسمکتیت، هم به خود کانی مونت‌موریونیت و هم به گروه مونت‌موریونیت گفته می‌شود.

کانی اصلی این گروه، مونت‌موریونیت است که دارای دو نوع سدیم‌دار و کلسیم‌دار است. ساپونیت، اسمکتیت منیزیم‌دار، اسمکتیت لیتیم-منیزیم‌دار و هکتوریت جزء کانی‌های اصلی این گروه‌اند. به‌دلیل دانه‌ریز بودن کانی‌های رسی به‌دست آوردن اطلاعات ساختاری آن‌ها مانند بقیه کانی‌های ساده نیست.

ساختار عمومی گروه مونت‌موریونیت از دو ورقه سیلیکاتی تترائدری تشکیل شده که یک ورقه اکتائدری را در میان گرفته‌اند و می‌توان فرمول کلی $Si_8AL_4O_2(OH)_4.nH_2O$ را برایشان در نظر گرفت. این ترکیب به‌صورت تئوریک از ۶۶/۷ درصد SiO_2، ۲۸/۳ درصد AL_2O_3 و ۵ درصد H_2O تشکیل شده است. جانشینی مقادیر مختلف AL^{3+} به‌جای Si^{4+} و سایر کانی‌های فلزی به‌جای AL^{3+} در لایه اکتائدری موجب جذب کاتیون‌های فلزی گوناگون تا رسیدن به توازن بارهای الکتریکی می‌شود و تنوع چشمگیری در ترکیب شیمیایی کانی‌های این گروه به‌وجود می‌آورد.

مصرف عمده خاک اسیدی به‌عنوان جاذب برای نفت و گریس است و در پوشش کف لانه حیوانات اهلی و خانگی نیز از این دانه‌ها استفاده می‌شود، چون علاوه بر گرم و نرم بودن در کف لانه، فضولات حیوانات را جذب می‌کند

با توجه به آنچه گفته شد فرمول کلی بنتونیت را می‌توان به‌صورت $M(Al,Fe,Mg)_4(Al,Si)_8O_{20}(OH)_4.nH_2O$ در نظر گرفت که در آن M= Ca ،Mg ،Na ،K ،Li است. مقادیر AI، Fe، Mg داخل پرانتز تثبیت شده و n تعداد مولکول آب ساختاری را نشان می‌دهد.

بنتونیت فعال طبیعی علاوه بر مونت‌موریونیت دارای مقادیری آتاپولژیت، ایلیت، نانترونیت و کائولینیت است. در بیشتر بنتونیت‌های فعال طبیعی یا رس‌های جاذب نسبت Si/Al بالا و بین ۴ تا ۶ است. هم‌چنین این بنتونیت‌ها حاوی مقادیر بالایی سیلیس آبدار هستند که ممکن است در خاصیت رنگ‌زدایی بنتونیت مؤثر باشند. برخی از بنتونیت‌ها با اینکه فاقد هرگونه اسید آزاد در ترکیب خود هستند، خاصیت اسیدی و قدرت جذب مواد قلیایی را دارند.

کاربردهای بنتونیت

کاربردهای فراوان انواع بنتونیت‌ها به‌شدت متأثر از فرمول شیمیایی آن‌هاست. بر این اساس بنتونیت‌ها را در سه گروه دسته‌بندی می‌کنند.

- بنتونیت سدیم‌دار که در آن M=Na است. این نوع بنتونیت وقتی به آن آب اضافه شود مولکول‌های آب را در میان صفحات تترائدری خود جذب کرده، در نتیجه متورم شده، ته‌نشین نمی‌شود و توده‌های ژل‌مانندی را تشکیل می‌دهد.

- بنتونیت کلسیم‌دار که در آن M=Ca است. ظرفیت تورمی بنتونیت‌های کلسیم‌دار در مقایسه با بنتونیت‌های سدیم‌دار کمتر و تنها اندکی از رس‌های معمولی بیشتر است. این رس در آب به‌صورت گلوله‌های ریز یا دانه‌های به‌هم‌چسبیده درمی‌آید.

- بنتونیت معروف به خاک اسیدی (Acid Earth) که در آن بخشی از فلزات قلیایی و قلیایی خاکی (Na ,K ,Mg ,Ca) سایت M با H جانشین شده است. این هیدروژن در محیط محلول قابلیت تعویض با کاتیون‌های قلیایی را دارد. این خاصیت موجب می‌شود این خاک با اینکه فاقد خاصیت اسیدی است بتواند عناصر قلیایی محیط را جذب کند و موجب خنثی شدن بازها شود.

کاربرد این بنتونیت‌ها به‌طور خلاصه به شرح زیر است.

بنتونیت کلسیم

در ماسه ریخته‌گری، جاذب‌های روغن و گریس، فیلتر کردن و تصفیه، غذای دام و حیوانات اهلی.

بنتونیت سدیم

گل‌های حفاری، ماسه ریخته‌گری، گندله‌سازی، غذای حیوانات، نیازهای مهندسی عمران.

مونت‌موریونیت معروف به خاک اسیدی

پوشش کف لانه‌های حیوانات خانگی، جذب گریس و روغن، روان‌سازی، ناقل رنگ و غیره. بنتونیت کلسیم و خاک‌های طبیعی فعال بیشتر به‌دلیل خواص جاذب بودن کاتالیزوری، توان تعویض کاتیونی و چسبانندگی آن‌ها ارزشمند هستند.

گل حفاری

بنتونیت، به‌دلیل تعلیق‌پذیری و ویسکوزیته استاندارد در غلظت‌های بالا و قدرت آب‌بندی در اثر تورم، از حدود ۷۰ سال پیش به‌عنوان گل حفاری مصرف می‌شود. این نوع بنتونیت بیشتر

از نوع سدیک یا تورم‌پذیر است. بنتونیت کلسیم یا خاک اسیدی به‌ندرت برای این کار مصرف می‌شود.

برای این کار آن‌ها را به‌صورت گل (مخلوط ساده بنتونیت با آب) که به گل وانیلا[۲] معروف است درمی‌آورند و در چاه‌ها وگمانه‌های حفاری تزریق می‌کنند تا دیواره آن‌ها را به‌صورت ژل بپوشاند، ترک و شکاف‌های دیواره گمانه‌ها را پر کند و موجب کاهش آب تزریقی در گمانه شود. لیزی و سیلان آن (در اثر جریان‌یابی) حرکت دستگاه حفاری را در گمانه‌های آسان‌تر می‌کند.

در گمانه‌هایی که نزدیکی دریا یا در میان سازندهای آبدار حفر می‌شوند، تزریق بنتونیت به‌تنهایی یا مخلوط با مواد دیگر مانع نفوذ بیش از حد آب به داخل این گمانه‌ها می‌شود.

بیشترین کاربرد بنتونیت برای گل حفاری در فاصلهٔ بین سال‌های ۱۹۷۱تا ۱۹۸۱ در سال ۱۹۸۱ بوده است، چنان‌که کشورهای غربی در این سال حدود ۱/۸ میلیون تن بنتونیت در چاه‌های نفت مصرف کردند که اغلب از نوع سدیک بوده است. در این میان ایالات متحده بزرگ‌ترین مصرف کننده در این صنعت به‌شمار می‌رود، به‌طوری که در سال ۱۹۸۱ به تنهایی حدود ۹۴۰ هزار تن، یعنی نصف مصرف دنیای غرب را به خود اختصاص داده است.

ماسه ریخته‌گری

ماسه به‌تنهایی قابلیت چسبندگی ندارد. اگر قالب‌های ریخته‌گری با ماسه خالص ساخته شوند قبل یا در موقع ریخته‌گری از هم پاشیده می‌شوند. برای جلوگیری از این نقیصه از خاصیت چسبندگی بنتونیت استفاده می‌شود. به ماسه‌های ریخته‌گری مقداری بنتونیت که از ۱۵ درصد تجاوز نمی‌کند، می‌افزایند. این ماسه‌های بنتونیت‌دار برای فرم دادن فلزات و آلیاژها به‌صورت ریخته‌گری بارها مورد استفاده قرار می‌گیرند. فاصله زمانی استفاده مجدد ممکن است از یک ساعت کمتر باشد و چون فلزات با دمای بالایی داخل قالب ریخته می‌شوند، ممکن است باعث از بین بردن خواص مطلوب بنتونیت که به آن خاصیت چسبندگی

رس‌های مونت‌موریونیتی در برخی از صنایع کشاورزی کاربرد دارند که عبارت‌اند از: تهیهٔ سموم کشاورزی به‌عنوان ناقل، کودهای کشاورزی برای حاصل‌خیزی خاک و گلوله‌سازی غذای حیوانات

می‌دهد شوند. چون سطحی که در تماس مستقیم با فلز است بیشترین صدمه را می‌بینید، در بعضی ریخته‌گری‌ها قالب دو قسمتی تهیه می‌کنند و فقط بنتونیت قسمت رویی را ترمیم می‌کنند. هرچه این قسمت نرم‌تر و صاف‌تر باشد محصول ریخته‌گری هموارتر است و احتیاج به سوهان‌کشی و پرداخت کمتری خواهد داشت. بنابراین باید خاک‌هایی به‌کار گرفته شوند که با ماسه سازگاری بهتری داشته باشند. به‌طوری کلی بنتونیت‌های سدیم‌دار با ماسه سازگارترند. در مواردی که بنتونیت سدیم‌دار در دسترس نباشد از بنتونیت‌های کلسیم‌دار استفاده می‌شود و افزودن کربنات سدیم به آن‌ها خاصیت چسبندگی می‌بخشد. اصولاً هر نوع ریخته‌گری بر حسب نوع فلز، حجم قالب و مقدار تولید برای خود مشخصه‌هایی از نظر مقاومت در برابر حرارت و غیره برای بنتونیت قائل است.

گندله‌سازی در صنعت فولاد

از خاصیت چسبانندگی بنتونیت برای گلوله کردن سنگ آهن کنسانتره استفاده می‌شود. برای این منظور بنتونیت را به‌صورت مرطوب با کنسانتره سنگ آهن مخلوط می‌کنند و از روی یک صفحه مدور گردان عبور می‌دهند. در اثر نیروی گریز از مرکز و غلتیدن مخلوط، دانه‌های گردنخودی شکلی از آن حاصل می‌شود. این دانه‌های نخودی‌شکل که گندله نامیده می‌شوند، در کوره پخته و مقاوم می‌شوند تا هنگام ذوب خرد نشوند. بنتونیتی که بدین منظور به‌کار می‌رود از نوع چسبنده بوده و باید مقاومت کافی در حالت تر و خشک داشته باشد. برای آزمایش مقاومت در حالت تر و خشک، آن‌ها را روی یک صفحه گردان پرتاب می‌کنند و درصد خرد شدن و میزان مقاومت آن‌ها را اندازه می‌گیرند.

دانه‌های جاذب

مصرف عمده خاک اسیدی به‌عنوان جاذب برای نفت و گریس است و در پوشش کف لانه حیوانات اهلی و خانگی نیز از این دانه‌ها استفاده می‌شود، چون علاوه بر گرم و نرم بودن در کف لانه، فضولات حیوانات را جذب می‌کند.

مشخصه‌هایی از نظر سختی و سفتی برای رس‌های جاذب ارائه نشده است و اغلب از موارد ارزان‌قیمت استفاده می‌کنند. معمولاً «بنتونیت مصرفی در این صنعت به‌صورت دانه‌ای (غیر پودر) در بازار عرضه می‌شود. شاید ۵۵ تا ۷۰ درصد مصرف ایالات متحده در سال برای مصرف در لانه حیوانات اهلی و خانگی باشد.

بی‌رنگ کننده (رنگ‌زدایی یا سفید کردن)

از بنتونیت به‌طور وسیع در رنگ‌زدایی روغن‌ها استفاده می‌شود و هدف از آن، تصفیه‌سازی و حذف بعضی مواد از روغن است که البته وجود این مواد در محصول نهایی روغن مطلوب نیست.

رنگ‌زدایی در مورد همه انواع روغن‌های حیوانی، نباتی و معدنی انجام می‌شود. روغن‌هایی از قبیل تخم کتان، سویا، نارگیل و غیره نیز با بنتونیت رنگ‌زدایی و خالص می‌شوند تا در ساخت صابون، رنگ‌ها و محصولات خوراکی به‌کار روند. ضدعفونی کردن، هیدروژن‌زدایی، خنثی‌سازی و رنگ‌زدایی روغن نیز با بنتونیت انجام می‌شود.

برای تصفیه روغن، مقدار ۰/۵ تا ۳۰ درصد وزنی آن از خاک استفاده می‌شود، ولی به هنگام فیلتر کردن آن اگر این خاک به اندازه کافی فعال نشده باشد ممکن است مقداری از روغن را در خود نگه دارد. خاک‌هایی که بدین منظور به‌کار می‌روند یا به‌صورت طبیعی فعال‌اند (خاک طبیعی فعال) یا پس از فعال‌سازی شیمیایی یا فیزیکی به‌صورت فعال درمی‌آیند. برای این منظور سه نوع خاک فعال کاربرد دارد: ۱. خاک‌های طبیعی فعال؛ ۲. خاک‌های فعال‌شده بنتونیتی؛ ۳. بوکسیت فعال‌شده.

رس‌های طبیعی فعال در طبیعت به همان صورت که در صنعت به‌کار می‌روند وجود دارند و احتیاج به فعال کردن اسیدی ندارند. پلاستیسیته این خاک‌ها زیاد نیست، آب فراوان دارند و ساختمان آن‌ها ورقی‌شکل است و با از دست دادن آب به زبان می‌چسبند که این از ویژگی‌های بارز آن‌هاست.

بنتونیت‌های فعال‌شده نیز از خاک‌های بنتونیتی که توانایی فعال شدن با اسید معدنی را دارند به روش مخصوص تهیه می‌شوند و قدرت رنگ‌بری آن‌ها چندین برابر رس‌های طبیعی فعال است. این خاک‌ها به‌ویژه برای ساختن کاغذهای کاربن بدون کربن به‌کار می‌روند.

بوکسیت‌های فعال‌شده نیز از حرارت دادن ماده معدنی بوکسیت به‌دست می‌آیند و فقط برای تصفیه روغن‌های نفتی و به‌صورت دانه‌ای به‌کار می‌روند.

بیشتر گلیسرین‌هایی که از گیاهان یا حیوانات به‌دست می‌آیند باید قبل از مصرف بی‌رنگ شوند. برای این منظور از رس‌های رنگ‌زدا با دو

بنتونیت به‌صورت گل در نیازهای مهندسی عمران در پی‌ریزی‌ها به‌صورت دیواره‌های ساختمان، شمع کوبی، دوغاب کردن و روان‌سازی مصالح بنایی به‌کار می‌رود. هم‌چنین در کارهای مختلف تونل‌سازی نیز کاربرد دارد

روش تصفیه فیزیکی با بخار و شیمیایی استفاده می‌شود. در تصفیه فیزیکی ناخالصی‌های روغن را با تبخیر کردن آن قبل از سفید کردن جدا می‌کنند و سپس با اسید سولفوریک یا اسید سیتریک و ۰/۵ تا ۲ درصد خاک بی‌رنگ کننده فعالی آن را بی‌رنگ می‌کنند. این عمل در زمانی معادل ۱۰ تا ۱۵ دقیقه و در ۹۰ درجه سانتی‌گراد در خلأ انجام می‌شود. از این روش بیشتر برای بی‌رنگ کردن روغن نخل استفاده می‌شود، ولی گاه روغن ذرت، سویا، شغلم روغنی، چربی دانه‌های روغنی و چربی‌های حیوانی را با این روش بی‌رنگ می‌کنند.

در روش شیمیایی نمک‌ها و صمغ را به کمک اسید جدا می‌کنند یا روغن خنثی شده با قلیا را برای جدا کردن هر نوع اسید چرب آزاد با آب می‌شویند و سپس خاک فعال شده به آن اضافه می‌کنند و به مدت ۲۰ تا ۳۰ دقیقه در ۹۰ درجه سانتی‌گراد و در خلأ (برای روغن نخل در ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد) نگه می‌دارند. کیفیت خاک فعال‌شده بسته به رنگی است که انتظار دارند روغن رنگ مزبور را به خود بگیرد و معمولاً مقدار این خاک ۰/۲۵ تا ۲ درصد است.

به روغن‌های بَزرک و سویا که مصارف فنی دارند، مشابه روغن‌های خوراکی خاک می‌افزایند و ۲۰ تا ۳۰ دقیقه آن را در ۸۰ تا ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد حرارت می‌دهند.

برای تهیه صابون‌های سفیدکننده معمولاً لازم است که روغن‌ها و چربی‌های مورد استفاده را قبل از تبدیل به صابون سفید کنند و بدین منظور روغن و چربی‌ها را با ۲ تا ۴ درصد خاک سفید کننده به مدت ۲۰ تا ۳۰ دقیقه در ۹۰ تا ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد حرارت می‌دهند و سپس فیلتر می‌کنند.

بیشترین مصرف این خاک برای سفید کردن در روغن‌های نباتی و پس از آن روغن نخل است که سالانه حدود ۱۰ میلیون تن روغن نخل تولید می‌شود. تولیدکنندگان عمده روغن نباتی کشورهای آرژانتین، برزیل، کانادا، چین، هند، اندونزی، ایتالیا، مالزی، نیجریه، فیلیپین، ایالات متحده و روسیه هستند.

در گذشته روغن‌های خام در کشورهای مصرف‌کننده (کشورهای صنعتی) رنگ‌زدایی و تصفیه می‌شدند و روغن خام از کشورهای تولیدکننده به همان صورت خام خریداری و به‌صورت فله به کشورهای صنعتی حمل می‌شد، ولی در حال حاضر کشورهای تولیدکننده خود اقدام به تصفیه روغن می‌کنند تا ارزش افزوده را از آن خود کنند.

این موضوع به‌ویژه در مورد مالزی که بزرگ‌ترین تولیدکننده روغن نخل دنیاست، صد درصد صدق می‌کند. روغن نخل بخش بزرگی از دانه‌های روغنی اقتصادی و مفید دنیاست.

از یک هکتار نخل روغنی هر سال بین ۴ تا ۵ تن روغن خوراکی به‌دست می‌آید، گرچه مصارف شیمیایی آن نیز در حال افزایش است. تولید روغن نخل کشورهای آسیایی (اندونزی، مالزی، فیلیپین، سنگاپور و تایلند) حدود ۶ میلیون تن روغن خام نخل، یعنی ۷۰ درصد تولید روغن دنیاست. تولید روغن هسته خرما نیز در آسیا بیشتر از سایر نقاط دنیاست. در سال ۱۹۸۷ مقدار روغن شلغم ۲/۲ میلیون تن و روغن خرما ۷۰۰ تن بوده است.

تحقیقات زیادی در حال انجام است تا بتوانند روغن نخل را به‌صورت یک غذای ویژه باارزش درآورند و به کشورهای توسعه‌یافته صادر کنند تا از افت قیمت آن جلوگیری شود.

در طول عمل فیلتره کردن ۲۰ تا ۳۰ درصد روغن نخل از بین می‌رود. هرچه روغن‌های نباتی افزایش مصرف داشته باشند تقاضا برای خاک بی‌رنگ کننده نیز افزایش می‌یابد و هرچه کشورهای تولید کننده روغن خود به رنگ‌زدایی و تصفیه روغن اقدام کنند، الگوی عرضه و تقاضای دنیا برای بنتونیت بیشتر به‌هم خواهد خورد، مصرف خاک بی‌رنگ کننده در کشورهای مهم صنعتی پایین می‌آید و در کشورهای تولید کننده روغن بالا خواهد رفت. در روغن‌های اصلی معدنی هم مونت‌موریونیت و هم آتاپولژیت برای فیلتر کردن روغن به‌کار می‌روند. انواع روغن‌های اصلی معدنی که بدین وسیله تصفیه می‌شوند عبارت‌اند از: نفت، روغن سوخت، روغن‌های روان‌ساز (روغن موتورها)، واکس‌ها و گریس‌ها.

روغن‌های معدنی روان‌ساز[۳] را برای تصفیه باید تا ۳۰۰ درجه در خلأ حرارت داد. ناگفته نماند که جدا کردن کامل اجزای موجود در روغن‌های مخصوص توربین‌ها و عایق‌های الکتریکی با اسیدسولفوریک قوی و سپس تصفیه آن با خاک انجام می‌گیرد.

خاک‌های فعال شده سفید کننده برای احیای روان‌سازها اهمیت دارد، ولی این امر به‌سادگی تصفیه سایر روغن‌ها در ۸۰ تا ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد نیست. در این مورد روغن‌ها را با اسیدسولفوریک می‌آمیزند تا ناخالصی‌های آن‌ها با اسید ترکیب و به‌صورت رسوب از روغن جدا شود.

مقادیر ناچیز بنتونیت در جذب روغن و گریس در صنایع رنگ‌سازی، تولید کاغذ، محصولات آرایشی، حشره‌کش‌ها و در صنایع سرامیک به‌کار می‌رود

براساس آمار مرکز آمار ایران (۱۳۸۲) و سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده، تولید جهانی بنتونیت در سال ۲۰۰۷ میلادی ۱۱/۸ میلیون تن بوده که از این مقدار ایالات متحده با ۵ میلیون تن، یونان با ۱/۱ میلیون و ترکیه با ۱ میلیون تن مقام‌های نخست تا سوم تولید بنتونیت را در اختیار داشته‌اند

سپس بنتونیت فعال‌شده را به روغن اضافه می‌کنند و ۲۰۰ تا ۳۰۰ درجه حرارت می‌دهند و از داخل آن بخار رد می‌کنند و آن‌گاه خاک مصرف‌شده را با فیلتر جدا می‌کنند. مقدار خاک مورد نیاز برای این عمل ۳ تا ۵ درصد وزن روغن است.

مصارف کشاورزی

رس‌های مونت‌موریونیتی در برخی از صنایع کشاورزی کاربرد دارند که عبارت‌اند از: سموم کشاورزی به‌عنوان ناقل و کودهای کشاورزی برای حاصل‌خیزی خاک، که مصرف آن در این موارد از کشوری به کشور دیگر و از سالی به سال دیگر با توجه به تغییرات آب‌وهوایی در تغییر است.

گندله‌سازی غذای حیوانات

بنتونیت‌های سدیم و کلسیم، هر دو برای گلوله کردن و تشکل غذاهای خشک حیوانی به‌ویژه در آمریکا به‌کار می‌روند. سپیولیت، کائولن، آتاپولژیت و مواد آلی چسباننده چون لیگنوسولفات[۴] نیز بدین منظور به‌کار می‌روند. وقتی بنتونیت به اندازه ۲/۵ درصد کل وزن ماده به غذای حیوانات اضافه شود، شیر گاوها را افزایش می‌دهد و در غذای پرندگان خانگی و بوقلمون نیز کیفیت و کمیت تخم‌مرغ را بالا می‌برد.

در سال ۱۹۸۸ محققان دانشگاه نیوانگلند استرالیا متوجه شدند که اضافه کردن ۱۸ گرم بنتونیت به آب شرب گوسفندها پشم آن‌ها را به اندازه ۲ گرم در روز افزایش می‌دهد. به‌همین دلیل اعلام داشتند که بنتونیت از نظر افزایش تولید پشم پتانسیل خوبی دارد و اضافه کردن آن به آب آبیاری برای ترمیم چراگاه‌ها و ترمیم تغذیه نیز مؤثر است و از مرگ‌ومیر بره‌ها جلوگیری می‌کند.

مواد سمی

سموم به‌صورت گرد یا محلول روغنی تهیه می‌شوند. مونت‌موریونیت‌ها یکی از چندین نوع پودری هستند که در فرمول سموم گردی یا دانه‌ای‌شکل قابل حل در آب وجود دارند. خاصیت مونت‌موریونیت در این سموم ناقل است و برای علف‌کشی و دفع آفات نباتی به‌کار می‌رود و مصرف آن به‌همین جهت در آمریکا در سال ۱۹۸۵ حداکثر ۱۴۹۰۰۰ تن بوده است. آتاپولژیت نیز بدین منظور به‌کار رفته است و حدود ۳ درصد مصرف کل مونت‌موریلونیت آمریکا را تشکیل می‌دهد. بنتونیت سدیم و کلسیم به‌دلیل گران‌تر بودن کمتر از خاک مونت‌موریونیت اسیدی و آتاپولژیت مصرف می‌شوند.

در ژاپن بنتونیت برای تهیه حشره‌کش مصرف می‌شود و در سال ۱۹۸۳ مقدار آن ۴۶۹۰۰ تن (یعنی حدود ۱۳ درصد کل مصرف بنتونیت ژاپن) گزارش شده است.

آمار مصرفی در اروپا در این‌باره داده نشده و به احتمال زیاد به‌دلیل وجود بارندگی شدید در فصول سمپاشی به‌نظر می‌رسد که کشورهای اروپایی از سموم گردی استفاده نمی‌کنند، بلکه از سموم روغنی بهره می‌گیرند. اندازه ذرات بنتونیت ناقل ۰/۵ تا ۴ میکرون است و مقدار آن در حشره‌کش‌های گردی نیز شاید ۱ درصد باشد ولی معمول آن ۵ تا ۱۰ درصد است. انتخاب نوع ناقل مربوط به عوامل فنی از قبیل اندازه ذرات، قابلیت تر شدن با آب و قیمت آن است. با توجه به کنترل‌های محیط‌زیستی شدید، میزان استفاده از سم‌های گردی‌شکل پایین آمده است.

از مونت‌موریونیت، آتاپولژیت و سپیولیت در بریتانیا برای تهیه دانه‌های حشره‌کش (نه به‌صورت گرد) استفاده می‌شود.

بعضی کشورها به‌جای مصرف بنتونیت از دیاتومیت و باطله‌های زغال‌سنگ استفاده می‌کنند. دیاتومیت ماده خوبی است، ولی گران‌تر از رس‌هاست.

کودها

در کودها نیز مونت‌موریونیت به‌عنوان ناقل کاربرد دارد، گرچه مقدار مصرف آن در این صنعت زیاد نیست، ولی به‌هرحال مصرف دارد، به‌طوری که در آمریکا حدود ۲ درصد کل مصرف بنتونیت را تشکیل می‌دهد. خاک مونت‌موریونیت اسیدی بیشتر از همه انواع مصرف می‌شود.

آتاپولژیت نیز کم‌وبیش در آمریکا بدین منظور مصرف می‌شود و در سال‌های ۱۹۸۰ مقدار مصرف آن حدود ۴۳۰۰۰ تا ۵۶۰۰۰ تن در سال بوده است.

نیازهای مهندسی عمران

بنتونیت به‌صورت گل در نیازهای مهندسی عمران در پی‌ریزی‌ها به‌صورت دیواره‌های ساختمان، شمع‌کوبی، دوغاب کردن و روان‌سازی مصالح بنایی به‌کار می‌رود. هم‌چنین در کارهای مختلف تونل‌سازی نیز کاربرد دارد.

گل‌های محتوی ۴ تا ۸ درصد بنتونیت برای

دوغاب کردن به‌کار می‌روند. این گل مانع حرکت آب در داخل خاک می‌شود. هم‌چنین از حرکت آب در داخل شکاف‌ها و درزه‌های سنگ و ساختمان‌های با بنای سنگی جلوگیری می‌کند. برای مثال می‌توان در صورت تزریق گل از جریان آب در شن‌های ساحلی جلوگیری کرد. هم‌چنین مانع نفوذ آب استخر به آن طرف دیواره‌ها می‌شود و در صورتی که به داخل ماسه‌ها تزریق شود احتیاج به دیواره‌سازی ندارد و سدی در مقابل آب خواهد شد. بنتونیت به‌عنوان روان‌ساز در حفر گمانه‌ها و در مصالح ساختمانی برای بتن و شفته‌ریزی به‌کار می‌رود.

اگر گل بنتونیتی دو دوغاب‌های بنتونیتی به‌تنهایی به‌کار روند، ممکن است ژل‌های تشکیل‌شده در اثر لرزش شکسته شوند و به‌هم بریزند. برای جلوگیری از این کار باید بنتونیت را با سیمان یا سیلیکات‌های اصلی مخلوط کرد.

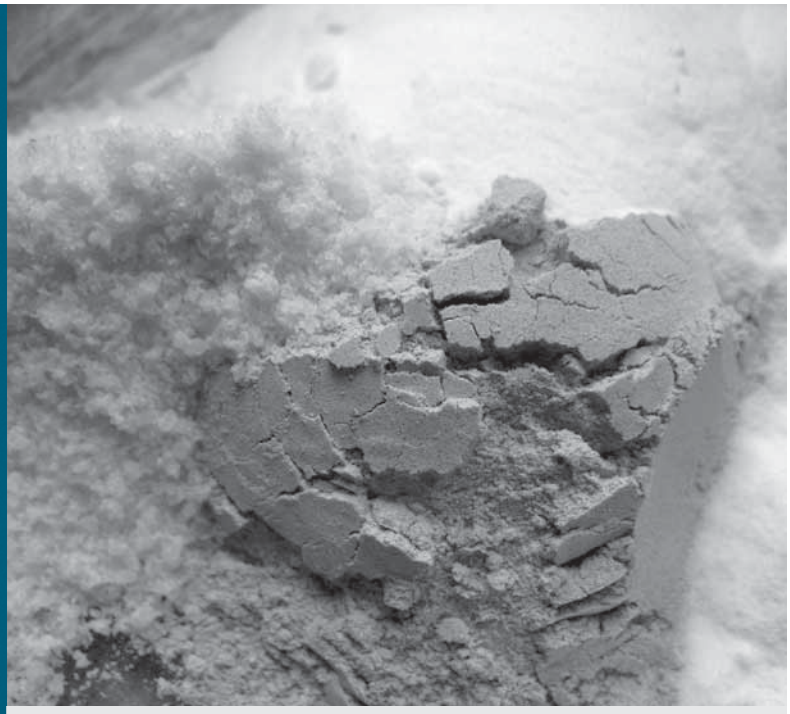
یکی از مصارف عمده بنتونیت در مهندسی عمران تهیه بتون‌های پلاستیک است. اختلاط آن با سیمان یا بتون دوامی بیشتر از سنگ نسوز سخت بدان می‌بخشد و از ترکیدن آن جلوگیری می‌کند. بتون پلاستیکی را برای ساختن دیوارهای غیرقابل نفوذ در استخرهای بزرگ آب و هم‌چنین در اطراف کارگاه‌های شیمیایی به‌کار می‌برند.

کاتالیزور

بنتونیت نیز همچون مواد آلی مختلف دارای خاصیت کاتالیزوری است، ولی این خاصیت در همه انواع آن به یک اندازه نیست. این خاصیت همراه با خواص دیگر نقش مهمی در استفاده صنعتی از این خاک‌ها دارد که از آن جمله تهیه گازوئیل و بعضی از روغن‌های بی‌رنگ است. تولید موفقیت‌آمیز کاتالیزورهای خاکی برای تجزیه و رقیق کردن نفت[5] و تهیه گازوئیل اهمیت ویژه‌ای دارد. انواع خاک‌هایی که بدین منظور استفاده می‌شوند عبارت‌اند از: مونت‌موریونیت، هالویزیت و کائولینیت. آهن موجود در چنین مونت‌موریونیتی باید خیلی کم باشد.

مصالح ساختمانی

بنتونیت در بعضی از مصالح ساختمانی از جمله آجرها، سیمان پرتلند، مخلوط با گچ، لوله‌های فاضلاب و رنگ‌های ساختمانی به‌کار می‌رود. اطلاعات مربوط به این مصارف برای بهبود بخشیدن به کیفیت مواد مذکور جزو اسرار شرکت‌ها



به‌حساب می‌آید و آماری از این نظر ارائه نمی‌شود.

سایر مصارف

علاوه بر کاربردهای فوق، بنتونیت کاربردهای دیگری نیز در بعضی صنایع دارد که آماری از آن‌ها در دست نیست.

این کاربردها به شرح زیر است:

سرامیک‌های بدنه سفید دارای مقادیر قابل توجهی مونت‌موریونیت و مقداری خاک رس‌های نوع دیگر هستند.

تصفیه آب: این مصرف محدود است و بیشتر اختصاص به جمع کردن خمیرهای کاغذ از آب‌های کثیف و آلوده دارد.

بنتونیت به خصوصی از نوع سدیم در جوش‌کاری برای کمک به خارج کردن قسمت ذوب شده به‌کار می‌رود.

ژل‌های بنتونیتی برای تغلیظ صابون‌هایی چون صابون لیتیوم و کلسیم و سدیم به‌کار می‌رود. مقدار ۵ تا ۱۰ درصد بنتونیت به روغن‌های معدنی مخصوص تهیه گریس در حرارت‌های بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ درجه می‌افزایند تا غلظت آن‌ها را بالا ببرند.

در داروسازی و خمیرهای زیبایی نیز انواعی از بنتونیت مصرف می‌شود، مثل کرم‌ها، پودرهای پا و بدن، کرم‌های صورت و گل‌های درمانی. برای این

کاربردها بنتونیت سدیم بر بنتونیت کلسیم برتری دارد.

در کاغذسازی برای غیرشفاف کردن کاغذهای نازک و کاغذهای کپی‌دار بدون کاربن نیز بنتونیت به‌کار می‌رود.

هم‌چنین این ماده به‌عنوان ناقل در تهیه انواعی از مرکب مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بنتونیت برای تهیه مدادهای گرافیتی به‌عنوان چسباننده نیز کاربرد دارد.

در معادن زغال‌سنگ برای جلوگیری از خودسوزی زغال‌سنگ روی سنگر زغال و هم‌چنین دیواره حائل کارگاه‌های استخراج‌شده دوغاب بنتونیت پاشیده می‌شود تا از نفوذ هوا و در نتیجه خودسوزی آن جلوگیری به‌عمل آید. هم‌چنین به قسمت آتش گرفته نیز دوغاب و پودر بنتونیت برای مسدود کردن هوای ورودی به آن قسمت پاشیده می‌شود.

برای تعویق انداختن آتش‌سوزی به‌ویژه در آتش‌سوزی جنگل‌ها بنتونیت به‌صورت پودر مرطوب روی درخت‌های سالم پاشیده می‌شود.

بنتونیت نوع سدیم‌دار متورم‌شونده در بسیاری از پاک‌کننده‌های منسوجات به‌کار برده می‌شود.

به‌عنوان پرکننده یا چسباننده در ترکیب عایق‌های الکتریکی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

از بنتونیت کلسیم‌دار یا انواع متورم‌شونده آن در ساختن حباب چراغ‌ها استفاده می‌شود.

سایر موارد کاربرد بنتونیت عبارتند از:

آب‌بندی و درزگیری برکه‌های آب.

استخرهای موادلبنی، فاضلاب، موادغذایی و غیره.

تصفیه آب و فاضلاب.

حوضچه‌های نگه‌داری مایعات خطرناک و غیرخطرناک.

جاذب کلیه بوهای طبیعی.

حمام مواد معدنی و سمی به‌عنوان جاذب.

پاک‌سازی ماسک‌های زیبایی صورت به‌منظور جذب ناخالصی‌ها.

تزریق به درون ترک‌ها و شکستگی‌ها برای جلوگیری از ورود آب به تأسیسات.

مقادیر ناچیز بنتونیت در جذب روغن و گریس در صنایع رنگ‌سازی، تولید کاغذ، محصولات آرایشی، حشره‌کش‌ها و در صنایع سرامیک به‌کار می‌رود.

فرایند ساخت الکل.

تولید برخی از صابون‌ها.

کنترل گرد و غبار.

ضدآب کردن پی و سازه‌های زیرزمینی.

تثبیت درازمدت خاک.

پاک‌کنندگی روده بزرگ.

مصارف خوراکی و درمانی.

پوشش عایق مخازن و لوله‌های فاضلاب خانگی.

روان‌ساز و پرکننده در عملیات شمع‌کوبی مهندسی عمران.

هکتوریت (مونت‌موریونیت منیزیم و لیتیوم) در رنگ‌سازی به‌عنوان مواد پرکننده به‌کار می‌رود.

در صنعت پرورش کرم ابریشم.

جدا کردن لجن‌های اسیدی از روغن‌های صنعتی.

شکل‌گیری ذخایر بنتونیت

به‌طور کلی کانی‌های رسی حاصل تخریب مکانیکی و شیمیایی سنگ‌ها هستند. شکل‌گیری بنتونیت و کانی‌های سازنده آن نیز بر همین اصل استوار است. اما شیوه‌های گوناگون تأثیر عوامل تخریب مکانیکی و شیمیایی روندهای گوناگون شکل‌گیری بنتونیت را در پنج گروه زیر جای می‌دهد.

۱. بنتونیت‌های حاصل از فرسایش و هوازدگی آب و هوایی سنگ‌های آتش‌فشانی و سایر سنگ‌های آذرین؛

۲. بنتونیت‌های حاصل از هوازدگی سنگ‌های اولیه و سپس حمل شدن به یک محیط رسوبی و نهشته شدن در آنجا؛

۳. بنتونیت به‌صورت برجای مانده روی سنگ مادر هوازده؛

۴. بنتونیت حاصل از دگرسانی گرمابی گسترده سنگ‌های آتش‌فشانی یا آذرآواری؛

۵. بنتونیت‌های دارای منشأ نامشخص و مبهم.

بنتونیت در ایران

ذخایر و منابع بنتونیت ایران در شش ناحیه متمرکز شده‌اند:

۱. ناحیه بنتونیتی سمنان- ترود

ذخایر بنتونیت واقع در این محدوده از نظر کیفیت بسیار مرغوب و از دیدگاه حجم ذخیره قابل توجه‌اند. از معادن فعال بنتونیت این ناحیه می‌توان به معادن رشم و سوسن‌دار اشاره کرد.

۲. ناحیه بنتونیتی البرز- آذربایجان

ذخایر بنتونیت این ناحیه بیشتر وابسته به

بنتونیت نیز همچون مواد آلی مختلف دارای خاصیت کاتالیزوری است، ولی این خاصیت در همه انواع آن به یک اندازه نیست. این خاصیت همراه با خواص دیگر نقش مهمی در استفاده صنعتی از این خاک‌ها دارد که از آن جمله تهیه گازوئیل و بعضی از روغن‌های بی‌رنگ است

دگرسانی رسوبات آذرآواری ائوسن هستند. کیفیت و حجم ذخایر واقع در بخش البرز در مقایسه با آذربایجان چشم‌گیرتر است. معادن بنتونیت فاجان، گویچ و اوشار از مهم‌ترین ذخایر بنتونیت فعال در این ناحیه‌اند.

۳. ناحیه بنتونیتی خاور ایران

ذخایر بنتونیت واقع در این ناحیه که از دیدگاه جغرافیایی عمدتاً در استان خراسان جنوبی قرار دارند از کیفیت مرغوب و حجم ذخیره قابل توجهی برخوردارند. معادن خوشاب، گل‌کن و گناباد در این ناحیه واقع شده‌اند.

۴. ناحیه بنتونیتی ایران مرکزی

ذخایر بنتونیت ایران مرکزی عمدتاً در سازندهای آذرآواری و توف‌های آتش‌فشانی تشکیل شده‌اند که در گستره زمانی- مکانی وسیعی در حد فاصل ائوسن تا ائوسن بالایی، الیگوسن و میوسن (؟) تشکیل شده‌اند. با این همه در این زون کانسارهای پراکنده‌ای نیز به چشم می‌خورند که از دیدگاه چینه‌شناسی قابل ردیابی نیستند. کانسارهای مهریجان در استان اصفهان، سیاه‌کوه در استان تهران و چاه‌کم در طبس از مهم‌ترین این ذخایرند.

۵. ناحیه بنتونیتی تفرش- تکاب

این ناحیه که در راستای محور تفرش- ساوه- آوج- جنوب زنجان تا تکاب کشیده شده یک افق بنتونیتی شده از نوع استراتیفرم با سن الیگوسن را شامل می‌شود که ذخایر آن از کیفیت خوب اما حجم متغیر برخوردارند.

۶. ناحیه بنتونیتی زاگرس

ذخایر بنتونیت این ناحیه عمدتاً از نوع رسوبی‌اند و ذخایر مناسب کوچک و بزرگی را شامل می‌شوند، اما به‌دلیل شرایط استخراج زیرزمینی‌شان در حال حاضر بهره‌برداری از آن‌ها مقرون به صرفه نیست.

ذخایر بنتونیت مانیان جهرم و سپیدان فارس از ذخایر بنتونیت این ناحیه به شمار می‌روند.

تولید بنتونیت در ایران و جهان

براساس آمار مرکز آمار ایران (۱۳۸۲) و سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده، تولید جهانی بنتونیت در سال ۲۰۰۷ میلادی ۱۱/۸ میلیون تن بوده که از این مقدار ایالات متحده با ۵ میلیون تن، یونان با ۱/۱ میلیون تن و ترکیه با ۱ میلیون تن مقام‌های نخست تا سوم تولید بنتونیت را در اختیار داشته‌اند.

ایران با همین میزان تولید بنتونیت نیازهای داخلی خود را برطرف می‌کند، اما با داشتن بیش از یک‌صد معدن و اندیس شناخته شده بنتونیت و داشتن نزدیک به ۲۴/۴ میلیون تن ذخیره قطعی بنتونیت با تولید ۱۹۳/۰۰۰ تن بنتونیت در سال ۱۳۸۳ تنها سهمی معادل ۱/۸ درصد از تولید جهانی را در اختیار دارد و در مقام دوازدهمین تولیدکننده این ماده معدنی قرار گرفته است. در همین سال ایران ۱۱۸/۰۰۰ تن بنتونیت صادر و ۹۴۰ تن از همین ماده معدنی را وارد کرده است.

نتیجه‌گیری

بنتونیت یکی از مواد معدنی است که از دیرباز ویژگی‌های سودمندش برای ایرانیان شناخته شده بوده، اما با وجود کاربردهای نوین صنعتی که در دو قرن اخیر برای انواع آن تعریف شده، بهره‌برداری از ذخایر متعدد و گوناگون بنتونیت کشور تنها محدود به ذخایر بنتونیت سدیم و عمدتاً برای مصرف در تهیه گل حفاری است. ایران با دارا بودن پتانسیل اقتصادی بهره‌برداری از ذخایر عظیم بنتونیت خود می‌تواند جایگاهی به مراتب بالاتر را در میان تولیدکنندگان این ماده معدنی داشته باشد. صنعت فراوری بنتونیت کلسیم‌دار، تولید بنتونیت فعال و نیز توجه به سایر کاربردهای بنتونیت یکی از افق‌های سودآور صنعت کانی‌های غیرفلزی کشور است که باید مورد توجه قرار گیرد.

ذخایر بنتونیت ایران مرکزی عمدتاً در سازندهای آذرآواری و توف‌های آتش‌فشانی تشکیل شده‌اند که در گستره زمانی- مکانی وسیعی در حد فاصل ائوسن تا ائوسن بالایی، الیگوسن و میوسن (؟) تشکیل شده‌اند. با این همه در این زون کانسارهای پراکنده‌ای نیز به چشم می‌خورند که از دیدگاه چینه‌شناسی قابل ردیابی نیستند

پی‌نوشت‌ها

1. Knight 2. Vanilla 3. Lubriator 4. Lignosolphate 5. Cracking

منابع

۱. قربانی م. (۱۳۸۶)، *زمین‌شناسی اقتصادی ذخایر معدنی و طبیعی ایران*، نشر آرین زمین، ص ۳۸۵-۳۸۱ و ۴۱۶-۴۱۵.

۲. حجازی م. و قربانی م. (۱۳۷۳)، بنتونیت- ژئولیت (زمین‌شناسی ایران، جلد ۱۵)، سازمان زمین‌شناسی کشور.

۳. برزنف س. (۱۳۷۳)، مواد خام غیرفلزی، ترجمه علی میرزائیان، مرکز انتشارات صنعت فولاد، ص ۱۹۸-۱۶۷.

۴. حسینی ع. (۱۳۶۶)، *مواد اولیه فراورده‌های نسوز*، انتشارات امیرکبیر، ص ۶۰-۱.

5. www.texassodiumbentonite.com
6. www.optaminerals.com
7. www.cetoo.com/cn/bentonite.htm
8.www.minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/clays/claysmybo4.pdf

پَهپادهای کوچک درخدمت بررسی زمین

مترجم: فرخ برزگر

کلیدواژه‌ها: پهپاد، بررسی زمین، حسگر، ماهواره، پهپاد بوم‌زیستی

اگرچه واژه پَهپاد (حروف نخست واژه‌های پرنده‌های هدایت‌پذیر از دور) فوری خواننده را به یاد کاربردهای نظامی این پرنده‌ها می‌اندازد، ولی این‌بار پژوهشگران و اندیشمندان از آنان در راستای ارتقای بهبود زندگی و رفاه بشری استفاده کرده و به بهره‌برداری از این سکوها[1]، در بررسی‌های منابع و پدیده‌های رویه‌زمین و دیگر موارد صلح‌آمیز و زیست‌گسترپرداخته‌اند.

اخذ و جمع‌آوری داده‌ها به کمک پهپادهای کوچک برای مطالعه پریم‌های زمین و رویدادهای آن از لزوم تصمیم‌گیری‌های سریع ناشی می‌شوند. اگرچه در حال حاضر داده‌های ماهواره‌ای متفاوتی از داده‌های تصویری با دقت کم (از داده‌های تصویری ماهواره لندست[2] و حسگر مدیس[3] ماهواره‌های آکوا[4] و ترّا[5] به‌صورت رایگان و برخط[6]

گرفته تا داده‌های دقیق [تا ۳۰ سانتی‌متر] مانند تصاویر ماهواره کونیک‌برد[۷] و ورلدویو[۸] که باید هزینه خریداری آن‌ها را پرداخت) در اختیار پژوهشگران علوم زمین قرار دارد، ولی در بسیاری از زمان‌ها داشتن داده‌های با دقت تفکیک زیاد از یک منطقه کوچک و در یک بازه زمانی خاص (برای مثال در مورد پدیده‌های کوتاه عمر مانند سیم‌های محلی، گذرتندبادها و توفان‌های زیان‌آور، آلودگی‌های زیست‌محیطی آنی و محلی و ....) برای شناسایی و تفکیک دقیق محدوده‌های خسارت‌دیده یا در معرض خطر ضروری است و باید این‌گونه داده‌ها را برای استخراج اطلاعات به‌منظور اخذ تصمیم‌گیری‌های سریع، ضروری و مؤثر از طریق این پهپادهای کوچک، تهیه و از آن برای کاهش شدت و وسعت تأثیر زیان‌های مالی و جانی استفاده کرد.

مزیت بسیار مهم دیگر، تهیه و اخذ داده در لحظه رویداد حادثه و آگاهی از محدوده‌های تحت‌تأثیر است که این هدف به ایجاد یک سازوکار پایشی[۹] نیاز دارد تا بتواند در لحظه‌های رویداد برآمد (فاجعه)های طبیعی یا تجاوز و برداشت غیرقانونی از منابع طبیعی، مورد بهره‌برداری مؤثر قرار گیرد.

مزیت دیگر این‌گونه پهپادها (که آن‌ها را پهپادهای بوم‌زیستی[۱۰] نیز می‌خوانند) آن است که در بسیاری از مواقع که از پرواز هواپیماها یا بالگردهای بزرگ به دلیل وجود مخاطرات گوناگون (مانند گسترش ابرها به‌ویژه در مناطق استوایی) شرایط فراهم و پرواز میسر نیست، می‌تواند با بهایی ناچیز به‌کار گرفته شود و جمع‌آوری داده‌ها را با دقت زیاد در کوتاه‌ترین زمان ممکن سازد.

پژوهش روی موضوع کاربری پهپادهای بوم‌زیستی به سال‌های دهه ۱۹۷۰ میلادی بازمی‌گردد و از آن زمان تاکنون پژوهشگران دانش‌های زمین و بوم‌زیست از پهپادهای کوچک دارای شکل و ظاهری متفاوت و اشکال متنوعی مانند هواپیماها و بالگردهای کوچک گرفته تا پرنده‌های عمود پرواز از چند ملخه (۴تا ۸ موتور کوچک ملخ‌دار) استفاده کرده‌اند. همچنین روی آن‌ها حسگرهای[۱۱] گوناگونی چون دوربین عکاسی، دوربین ویدیویی، اسکنرهای لیزری، سامانه‌های رادار کوچک، رادیومتر فروسرخ[۱۲]، رادیومترهای چندین طیفی[۱۳] و حسگرهای ویژه سنجش فراسنج‌های[۱۴] هواشناسی سبک‌وزن، نصب کرده و از آن برای گرفتن داده‌ها، استخراج اطلاعات و مدیریت بهینه منابع و برآمدهای طبیعی استفاده کرده‌اند.

دقت بسیار زیاد داده‌های قابل اخذ و جمع‌آوری آن‌ها به‌وسیله پهپادهای بوم‌زیستی سبب شده است تا پژوهشگران بتوانند از این سکوها برای تهیه نقشه از شکاف‌ها، ترکیب‌ها و درزهای مناطق دارای توان زایش زمین‌رانش، بررسی‌های مربوط به فرسایش خاک، تهیه نقشه دقیق از خطوط ساحلی، بررسی شرایط توده‌های یخ و یخچال‌ها در نواحی قطبی، مدیریت مراتع و بررسی زمین‌های کشاورزی و میزان گسترش آفات، بهره‌برداری در بررسی‌های مربوط به نابودی و تخریب جنگل‌ها، تعیین میزان زیان‌های ناشی از رویداد سیل‌های محلی، فوران آتشفشان‌ها، بررسی آتش‌سوزی در جنگل‌ها، اعلام پیش‌آگاهی از محدوده‌های در معرض خطر (مثل سرعت حمله سیل، راستای پیشروی آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع) محدوده‌های زیان‌دیده ناشی از رویداد زمین‌لرزه یا گذر توفان‌ها، بررسی پیش‌نشانه‌های آغاز فعالیت‌های آتشفشانی (مثل برخاستن گازهای سمی سولفوره و دودهای آتشفشانی از دهانه) - که می‌تواند برای مردم نواحی مسکونی مجاور بسیار خطرناک باشد- استفاده کنند.

دیگر موارد استفاده صلح‌آمیز و زیست‌گستر پهپادهای بوم‌زیستی، که پژوهشگران تاکنون به آن‌ها پی‌برده‌اند، فهرست‌وار به شرح زیر است:

۱. بررسی‌های بوم‌زیستی و برهم خوردن سامانه‌های زیستی مناطق؛
۲. کاهش خسارات ناشی از برآمدها و بحران‌های طبیعی؛
۳. پژوهش‌های مرتبط با سرشماری حیات وحش؛
۴. پژوهش‌های اتمسفری؛
۵. نظارت برشکار وحوش و جلوگیری از شکار غیرقانونی؛
۶. باستان‌شناسی؛
۷. امداد و نجات؛
۸. ارسال بسته‌های بهداشتی، دارویی و کمک‌های اولیه و غذایی به مناطق دارای راه دسترسی محدود و سخت‌گذر (صعب‌العبور) به‌ویژه در مناطق روستایی و روستاهای پراکنده که جمعیتی حدود یک میلیارد نفر را در سراسر جهان شامل می‌شود؛

اخذ و جمع‌آوری داده‌ها به کمک پهپادهای کوچک برای مطالعه پریم‌های زمین و رویدادهای آن از لزوم تصمیم‌گیری‌های سریع ناشی می‌شوند

دقت بسیار زیاد داده‌های قابل اخذ و جمع‌آوری آن‌ها به‌وسیله‌پهپادهای بوم‌زیستی سبب شده است تا پژوهشگران بتوانند از این سکوها برای تهیه نقشه از شکاف‌ها، ترکیب‌ها و درزهای مناطق دارای توان زایش زمین‌رانش، بررسی‌های مربوط به فرسایش خاک، تهیه نقشه دقیق از خطوط ساحلی، بررسی شرایط توده‌های یخ و یخچال‌ها در نواحی قطبی، مدیریت مراتع و بررسی زمین‌های کشاورزی و میزان گسترش آفات، بهره‌برداری که می‌تواند برای مردم نواحی مسکونی مجاور بسیار خطرناک باشد- استفاده کنند

۹. کنترل بزرگ‌راه‌ها و رفت‌وآمد خودروها؛
۱۰. ارسال بسته‌های پستی و محموله‌های کوچک؛
۱۱. روزنامه‌نگاری؛
۱۲. عکس‌برداری از رویدادهای ورزشی.

در حال حاضر و با توجه به گسترش طیف کاربردهای صلح‌آمیز از پهپادهای بوم‌زیستی کوچک، مراکز متعددی چه در بخش خصوصی (مثل کتاب‌فروشی مشهور آمازون که همیشه در استفاده از فناوری‌های روزآمد، سرآمد و زبانزد همگان است) و چه در مراکز پژوهشی و دانشگاهی، به یافتن موارد کاربردهای صلح‌آمیز گوناگون پهپادهای بوم‌زیستی توجه ویژه داشته‌اند و تمام تلاش خود را در این راستا و برای رسیدن به این هدف متمرکز ساخته‌اند.

نکته پایانی و مهم آنکه با توجه به منافع مالی و جانی گسترده و فراوانی که از این پهپادهای کوچک نصیب جامعه انسانی خواهد شد، با اینکه استفاده و به پرواز درآوردن آن‌ها در برخی از ایالات کشور ایالت متحده با رعایت ضوابط و محدودیت‌هایی چون عدم استفاده در حریم فرودگاه‌ها، تأسیسات نظامی، مناطق حساس و امثال آن، برای کاربران قانونی شناخته شده است، اما در برخی از ایالات دیگر بررسی‌های گسترده و بسیاری در جریان است که ضوابط، مقررات و قوانین ضروری ویژه‌ای برای کاربری و پرواز پهپادهای کوچک تدوین شود و سپس نسبت به بهره‌برداری و کاربری آن‌ها اقدام لازم به عمل آید.

برخی از اشکال و کاربردهای پهپاد

- پهپاد شش ملخه عمود پرواز و دوربین ویدیویی زیر آنکه برای بررسی‌های باستان‌شناسی
- پهپاد برای کنترل بزرگ‌راه‌ها ساخته شده به دست پژوهشگران انستیتوی فناوری جورجیا
- پهپاد ساخته شده به دست یک کشاورز آمریکایی برای پایش دایمی مزرعه ۱۵۰۰ جریبی خود با استفاده از یک هواپیمای غول به‌طول ۱/۵ متر (پایین صفحه)
- پهپاد دارای نمای چرخ‌بال و حسگر لیزری در زیر آن
- پهپاد هواپیما شکل ساخته شده در سازمان ناسا برای پایش کوه آتش‌فشان توری آلبا[15] در کاستاریکا و گازهای سولفوره منتشر شده از دهانه آن
- پهپاد بوم‌زیستی برای تهیه‌ی تصویر از آلودگی ناشی از تخلیه پساب
- پهپادهایی که برای تحویل بسته‌های پستی، دارویی، بهداشتی و آموزشی (برای نقاط دوردست) به‌کار گرفته شود.

پی‌نوشت‌ها

1. platforms
2. Landsat
3. Modis
4. Aqua
5. Terra
6. Online
7. Quick- bird
8. Worldview
9. Monitoring Mechanism
10. Eco- drone
11. Sensors
12. Infrared Radiometer
13. Hyperspectral Radiometer
14. parameters
15. Turrialba

سمپوزیوم بین‌المللی

سومین سمپوزیوم بین‌المللی علوم زمین پروژهٔ IGCP۵۸۹ با عنوان «تشکیل قلمرو آسیایی تتیس، زایش، فرایندها و پیامدها» از تاریخ ۲۷ مهرماه تا ۴ آبان ۱۳۹۳ (۲۶-۱۹ اکتبر ۲۰۱۴) با میزبانی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی ایران، با مدیریت پروفسور Junxiaochi از کشور چین در دانشگاه امیرکبیر برگزار شد که در آن تعدادی از پژوهشگران علوم زمین از کشورهای آسیایی، اروپایی و همچنین ایرانی مقالاتی در ارتباط با موضوع یادشده ارائه دادند. با توجه به هماهنگی‌های انجام شده در تنظیم برنامه‌های سمپوزیوم، بازدیدهای صحرایی نیز منظور شده بود که به خوبی برگزار شد.

واقعیت این است که این‌گونه همایش‌ها راه‌گشای اصلی بسیاری مسائل مشترك بین کشورهای جهان به‌ویژه نقاطی است که مرزهای مشترك دارند یا در همسایگی هم قرار گرفته‌اند. به همین دلیل بسیاری از این گردهمایی‌ها، سالانه در نقاط مختلف جهان برپا می‌شوند و نشان داده‌اند که نتایج بسیار گران بهایی نیز به همراه دارند. به عنوان مثال به یاد می‌آوریم رویدادهای همایشی دهه‌های ۸۰-۷۰ به این سوی را و از وقتی که مسائلی چون تکتونیك ورقی (plate Tectonic) و توربیدایت‌ها (Turbidily)، مغناطیس دیرین (paleomagnetic) و نظایر آن‌ها در همایش‌های بین‌المللی مطرح شدند چه دستاورهای مهمی داشتند، و چه نامکشوفه‌هایی کشف شدند و چه تئوری‌هایی به واقعیت‌ها تبدیل شدند.

گفته شده است که برای این همایش اخیر تعداد ۲۰۰ مقاله دریافت شده بود که از آن میان تعدادی مقاله به‌صورت شفاهی و تعدادی به صورت پوستر ارائه گردید. با امید به آنکه نتایجی پر بار از این همایش حاصل شده باشد، از برگزارکنندگان آن جای تقدیر و تشکر دارد.

یابش اقیانوسی سترگ و پنهان در ژرفای ۶۶۰ کیلومتری زمین

مترجم: فرخ برزگر

دانشمندان به شواهد نوین و تازه‌ای دست یافته‌اند که حاکی از وجود مقادیر سترگی از آب نهان در کانی موسوم به رینگوودیت[1] در ژرفای کره زمین و درون گوشته سنگی آن است.

پژوهش این دانشمندان که در شماره ژوئن امسال (سال ۲۰۱۴ میلادی) در ماهنامه وزین و معتبر طبیعت[2] منتشر شده است، نشان می‌دهد که این یافته شگفت‌انگیز بر چرخه آب در کره زمین و تکتونیک صفحه‌ای[3] که در پیوند با لایه بیرونی زمین و تقسیم آن به صفحاتی چند که روی گوشته می‌لغزند تأثیر می‌گذارد و سبب حرکت و جابه‌جایی آب بین رویه سیاره‌ها و مخازن داخلی آن می‌شود.

کلیدواژه‌ها: یابش اقیانوسی، رینگوودیت، ناحیه برزخ، زایش امواج، کانی‌شناسی

دانشمندان به شواهد نوین و تازه‌ای دست یافته‌اند که حاکی از وجود مقادیر سترگی از آب نهان در کانی موسوم به رینگوودیت در ژرفای کره زمین و درون گوشته سنگی آن است

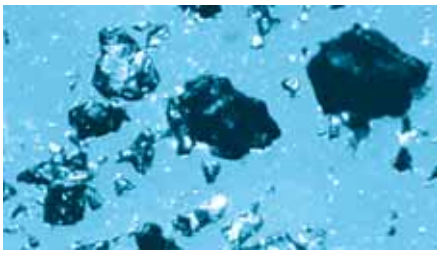
چنان‌که می‌دانیم گوشته، یک لایه سنگی واقع بین هسته و پوسته است و مدت‌های مدیدی است که دانشمندان زمین‌شناسی گمان دارند این لایه ناحیه برزخ[4] بین گوشته بالایی و پایین است که در ژرفای ۴۱۰ تا ۶۶۰ کیلومتری رویه زمین قرار دارد و حاوی آب به دام افتاده در کانی‌های نادر است.

بر مبنای این اندیشه و برای پی بردن به چگونگی نگاه‌داری و وجود مخزنی از آب ژرفایی در این ناحیه (برزخ گوشته) پژوهشگران به بررسی کانی رینگوودیت، تجزیه و تحلیل امواج لرزه‌ای گذرنده از میان گوشته و بهره‌گیری از مدل‌های عددی پرداختند.

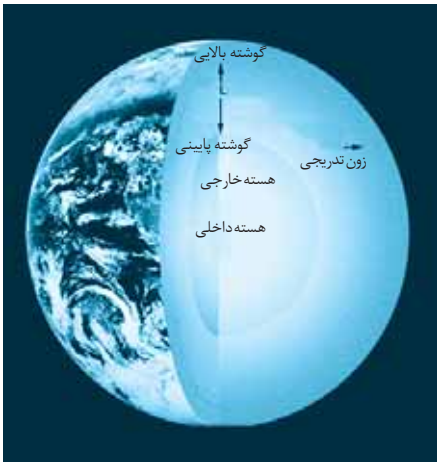
امواج لرزه‌ای انعکاسی از رویه بین مرزی[5] سنگ‌کره[6] و آستنوسفر[7] نشان داد که اگرچه، آستنوسفر در زیر سنگ‌کره قرار دارد، ولی بخشی از گوشته است و از سنگ‌های داغ، ضعیف و جریان‌دار[8] ساخته شده است که در عین حال جامد نیز هست.

رینگوودیت کانی نادر و آبی‌رنگی است که قطعه کوچکی از آن در شکل ۱ نشان داده شده است. این کانی به‌هنگام تبدیل به کانی پروسکیت[9] تحت شرایط فشار و دمای فوق‌العاده بالا همانند شرایط حاکم بر ناحیه برزخ گوشته، آب ذخیره شده و نهان درون خود را از دست می‌دهد. این آب، با گستردگی بسیار، درون گوشته و در ژرفای ۶۶۰ کیلومتری قرار دارد و میزان آن سه برابر حجم آبی است که در اقیانوس‌های رویه‌ای زمین انباشته شده است. بدین ترتیب این یافته می‌تواند با ارائه دلیل زایش و پدیداری حجم گسترده آب‌های روئین اقیانوس‌های کنونی، این انگاره را نیز مطرح کند که خاستگاه آب‌های موجود در اقیانوس‌ها در عمل از آب برون تراویده از این کانی‌ها ناشی شده است.

برای نیل به این یابش نوین، دانشمندان چهار دانشگاه بزرگ، که هدایت آن‌ها را پژوهشگر کانی‌شناس دانشگاه نورث وسترن ایالت ایلینویز آمریکا پروفسور استیون جاکوبسن[10]



قطعاتی از کانی رینگوودیت که دکتر جاکوبسن در آزمایشگاه تولید کرده است.



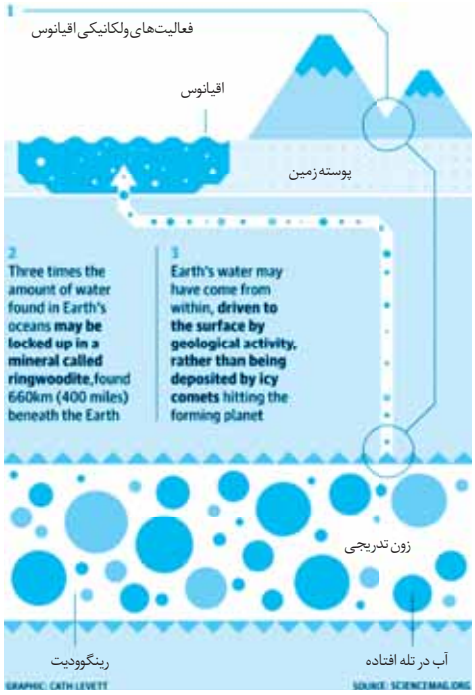
نمایی از کره زمین و لایه‌های داخلی آن که محل ناحیه برزخ در آن با رنگ آبی و باریک بین گوشته بالایی و پایینی نشان داده شده است.

برعهده داشته است، داده‌های آرایه‌ای به‌درازای ۲۰۰۰ کیلومتر از زلزله‌نگارها، زایش امواج و تبدیل‌های امواج P به S لرزه‌های ناشی از زمین‌لرزه‌ها و گذر آن از درون کره زمین را مورد بررسی و مطالعه قرار دادند. چنان‌که می‌دانیم سرعت گذر امواج لرزه‌ای به‌هنگام عبور موج از میان سنگ‌ها با توجه به نوع سنگ متفاوت است و به‌همین دلیل کانی رینگوودیت با توجه به داشتن آب نهان روی سرعت امواج تأثیر گذاشته و سبب آشکاری لایه حاوی آن شده است.

دکتر جاکوبسن توانست با بازسازی کانی مذکور در آزمایشگاه تحت نظر خود به تطابق و همگونی یافته خود با یافته‌های گروه دست یابد و همان‌گونه که یاد شد، دریابد که کانی رینگوودیت تحت شرایط دما و فشار بالا، آب نهان موجود در ساختار خود را پس می‌دهد که این آب در ژرفا و در ناحیه برزخ به دام افتاده است.

ویژگی‌های کانی‌شناسی کانی رینگوودیت به شرح زیر است:

رینگوودیت جزو کانی‌های غیرسیلیکاته و از گروه اسپنیل است با فرمول $(Mg, Fe^{2+})_2(SiO_4)$ که برگ‌های آبی تیره، قرمز و بنفش وجود دارد و حتی در صورتی‌که فرمول آن $Mg_2(SiO_4)$ خالص باشد بی‌رنگ است. این کانی در سیستم مکعبی متبلور می‌شود و وزن مخصوص آن بین ۳/۵۶۴ تا ۴/۸۴۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب تغییر می‌کند که از دیدگاه نوری، ایزوتروپیک است.



نمودار توضیح‌دهنده محل ناحیه برزخ، انباشتگی کانی رینگوودیت و آب به دام افتاده و نهان

۱: آتش‌فشان‌ها سبب فعالیت‌های زمین‌شناسی می‌شوند که ممکن است بر نواحی ژرفی زیر زمین نیز تأثیر بگذارند.

۲: سه برابر آب موجود در اقیانوس‌های رویه زمین ممکن است در ناحیه انباشته شدن کانی رینگوودیت در ژرفای ۶۶۰ کیلومتری رویه زمین وجود داشته باشد.

۳: آب موجود روی زمین و درون اقیانوس‌ها، ممکن است نسبت به انباشته شدن از طریق شهاب‌های یخی برخوردکننده به رویه زمین، بیشتر در نتیجه رخدادهای آتش‌فشانی از ژرفا به سطح رانده شده باشد.

چنان‌که می‌دانیم سرعت گذر امواج لرزه‌ای به‌هنگام عبور موج از میان سنگ‌ها با توجه به نوع سنگ متفاوت است و به‌همین دلیل کانی رینگوودیت با توجه به داشتن آب نهان روی سرعت امواج تأثیر گذاشته و سبب آشکاری لایه حاوی آن شده است

پی‌نوشت‌ها

1. Ringwoodit 2. Nature 3. Plate- Tectonic 4. Transition Zone 5. Interfare 6. LithosPlate 7. Asthenos Phore 8.Flowing 9. Provskite 10. Steven Jacobsen

منبع

- وبگاه دانش پویا

چگونه جایگاه زمین‌شناسی را در ذهن دانش‌آموزان ارتقا دهیم؟

لیلا رحمانی

چکیده

نگرش و طرز تلقی افراد نسبت به دانش زمین‌شناسی از مدرسه شکل می‌گیرد. لذا توجه به این موضوع می‌تواند در تربیت افرادی توانمند و متخصص برای کار در زمینه‌های معدن، نفت، کشاورزی، امور آب و نیز در انجام پروژه‌های زمین‌شناسی بسیار مؤثر باشد.

متأسفانه در نظام آموزش‌وپرورش، هنوز جایگاه واقعی علم زمین‌شناسی برای برخی از مسئولان ناشناخته باقی مانده است. آثار کم‌توجهی به این درس را در ضریب پایین آن در کنکور سراسری، ناآگاهی عمومی نسبت به جایگاه آن و مسائل مورد بحث در زمین‌شناسی، نامناسب بودن محتوای آموزشی موجود در مدارس، بی‌انگیزه بودن دانش‌آموزان، حجم زیاد مطالب درسی و کمبود ساعت تدریس (۲ ساعت در هفته)، تخصیص ندادن ساعت آزمایشگاه زمین‌شناسی در برنامه درسی دانش‌آموزان و نیز به‌کارگیری دبیران غیرتخصصی در تدریس کتاب‌های زمین‌شناسی سال سوم و علوم زمین سال چهارم تجربی می‌توان مشاهده کرد که باید راهکارهایی برای رفع آن‌ها اندیشید.

با توجه به مطالب بالا تلاش شده تا از وسایل کمک‌آموزشی و نرم‌افزارهای زمین‌شناسی به‌صورت پاورپوینت، فیلم آموزشی و انواع روش‌های مشارکتی استفاده کنم و کلاسی فعال و بانشاط داشته باشم تا دانش‌آموزان با میل و رغبت بیشتر در کلاس حاضر شوند.

کلیدواژه‌ها: زمین‌شناسی، یادگیری، تجزیه و تحلیل داده‌ها، آموزش زمین‌شناسی، دانش زمین‌شناسی

بیان مسئله

چگونه می‌توان جایگاه زمین‌شناسی را در ذهن دانش‌آموزان ارتقا داد و در آن‌ها نسبت به یادگیری زمین‌شناسی انگیزه ایجاد کرد.

توصیف وضع موجود (شواهد ۱)

من دارای ۱۶ سال سابقه تدریس در رشته زمین‌شناسی هستم و در حال حاضر در دبیرستان‌های حضرت خدیجه(س) و حضرت مریم(س) در ناحیه ۴ آموزش‌وپرورش کرج به تدریس اشتغال دارم.

در بررسی وضع موجود به هنگام تدریس متوجه شدم که:

۱. دانش‌آموزان هنگام تدریس درس با نفر کناری خود حرف می‌زنند یا می‌خندند.

۲. به سؤالات من جواب‌های بی‌ربط می‌دهند یا پاسخ نمی‌دهند.

۳. از مطالب مهمی که روی تخته‌سیاه نوشته‌ام، نت‌برداری نمی‌کنند.

۴. مطالب درسی دیگر یا تست‌های مربوط به دروسی به غیر از زمین‌شناسی را در ساعت درسی زمین‌شناسی انجام می‌دهند.

۵. گاه و بی‌گاه پارازیت‌های مختلف می‌اندازند، مانند «خسته نباشید!»

تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها

گردآوری اطلاعات

نظرخواهی از دانش‌آموزان برای من بسیار اهمیت داشت، به همین دلیل از آن‌ها خواستم که نظرات، خواسته‌ها و دلیل بی‌علاقگی‌شان به درس زمین‌شناسی را بدون نوشتن مشخصاتشان به من بدهند. علاوه بر نظرخواهی از کلیه دانش‌آموزان با چند تن از دانش‌آموزان ممتاز و برتر و دانش‌آموزان ضعیف مصاحبه‌ای ترتیب دادم که خلاصه آن به شرح زیر است:

دیدگاه‌های دانش‌آموزان

الف. نظر دانش‌آموزان ممتاز و درس‌خوان:

آن‌ها اذعان می‌داشتند که ضریب درس زمین‌شناسی برای رشته‌هایی مثل پزشکی و دندان‌پزشکی در کنکور سراسری صفر است، درس زمین‌شناسی زیاد و زمان آن کم است، کلاس درس خشک و بی‌روح است، دانش‌آموزان از پرسش‌های شفاهی ترس و اضطراب دارند و...

ب. نظر دانش‌آموزان ضعیف:

نداشتن انگیزه و درک درست و روشن از آینده، علاقه نداشتن به مطالعه و آگاه نبودن از نحوه صحیح مطالعه، تحت‌تأثیر محیط قرار گرفتن، نداشتن علاقه به کلاس و درس زمین‌شناسی و... موارد ذکر شده مهم‌ترین مشکلات دانش‌آموزان به‌شمار می‌رفت که حالا جزئی از دغدغه‌های ذهنی من شده بود و باید تا جایی که می‌توانستم در بهبود وضعیت تلاش می‌کردم.

راه‌حل‌های پیشنهادی

با بررسی‌های به عمل آمده، مطالعه کتاب‌های مختلف در ارتباط با روش‌های نوین تدریس و همفکری با همکارانی که سابقه بیشتری در تدریس زمین‌شناسی و کارهای پژوهشی داشتند، راه‌حل‌های زیر جمع‌آوری شد:

۱. توضیح اهمیت میزان تأثیر درس زمین‌شناسی در نمره تراز همه زیرگروه‌های رشته علوم تجربی (به جز زیرگروه ۱ که ضریب صفر دارد)؛

۲. استفاده از روش‌های نوین در تدریس مثل پاورپوینت و فیلم‌های آموزشی از مستندهای جذاب زمین‌شناسی، ضبط شده از تلویزیون؛

۳. دادن تحقیق به دانش‌آموزان و گذاشتن نمره برای آن در موضوعات مورد علاقه و مرتبط با درس؛

۴. نمایش نمونه‌های سنگ و فسیل که خودم در دوران دانشجویی جمع‌آوری کرده بودم یا نمونه‌های موجود در آزمایشگاه مدرسه؛

۵. استفاده از نقشه و نمودار و عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای در تدریس؛

۶. تعریف خاطرات دوران دانشجویی و بیان جذابیت‌های رشته زمین‌شناسی که در گردشگری‌ها و ایران‌گردی‌ها فراوان است.

اجرای راه‌حل‌ها

۱. بعد از بررسی راه‌حل‌ها تصمیم گرفتم در جلسه آغازین درس برای دانش‌آموزان سال چهارم

نظرخواهی از دانش‌آموزان برای من بسیار اهمیت داشت، به همین دلیل از آن‌ها خواستم که نظرات، خواسته‌ها و دلیل بی‌علاقگی‌شان به درس زمین‌شناسی را بدون نوشتن مشخصاتشان به من بدهند. علاوه بر نظرخواهی از کلیه دانش‌آموزان با چند تن از دانش‌آموزان ممتاز و برتر و دانش‌آموزان ضعیف مصاحبه‌ای ترتیب دادم

با توجه به اینکه کل جمعیت گروه تجربی درس زمین‌شناسی میانگین درصد زیر ۱۰ دارند، کسی که بتواند زمین‌شناسی را ۷۰ یا ۸۰ درصد بزند- که خیلی هم غیرممکن به‌نظر نمی‌رسد- ترازش در این تک درس می‌رود به اوج! و این در محاسبه نمره تراز کل آن زیرگروه خیلی تأثیر می‌گذارد

که دغدغه کنکور سراسری دارند، ضرورت نیاز به یادگیری درس زمین‌شناسی را توضیح دهم و اینکه قرار نیست همه دانش‌آموزان در رشته‌های پزشکی یا دندان‌پزشکی قبول شوند که معاف از درس زمین‌شناسی باشند، بلکه باید به رشته‌های دیگری از جمله داروسازی، شیمی و حتی خود زمین‌شناسی و ... هم فکر کنند.

برای درک بهتر دانش‌آموزان، کارنامه دو نفر از شرکت‌کنندگان کنکور سراسری را، که یکی از آن‌ها در تهران امتحان داده بود و دیگری در اصفهان، برایشان تحلیل کردم. به آن‌ها توضیح دادم که: نمره تراز زیرگروه ۱ این دو نفر یکسان شده است (۸۰۱۴) و رتبه این دو نفر هم یکسان شده است (۵۴۵۰). این نمره در زیرگروه ۱، برآیند کلیه دروس عمومی و اختصاصی رشته علوم تجربی (به جز درس زمین‌شناسی) بوده است. چون ضریب زمین‌شناسی در این زیرگروه صفر است. بعد در همان دو کارنامه به سراغ زیرگروه ۲ (که زمین‌شناسی در آن ضریب ۱ دارد) و زیرگروه ۳ (که زمین‌شناسی در آن ضریب ۴ دارد) رفتیم. داوطلب تهرانی زمین‌شناسی را ۱۲ درصد و داوطلب اصفهانی ۹/۴ درصد زده است (اختلاف آن‌ها ۲/۶ درصد است). رتبه داوطلب تهرانی در زیرگروه ۲، ۲۹۶ رتبه بهتر از همتای اصفهانی خود شده، که در اینجا نقش تغییر ضریب زمین‌شناسی از صفر به یک غیر قابل انکار است. حالا اگر این فرد به‌جای ۹/۴ درصد، زمین‌شناسی را ۳۰ درصد بیشتر می‌زد چقدر رتبه‌اش بهتر از رقیبش می‌شد؟ این تأثیر در زیرگروه ۳ (که زمین‌شناسی در آن ضریب ۴ پیدا کرده) بسیار شگرف است. رتبه داوطلب تهرانی در زیرگروه ۳، ۱۲۱۲ رتبه بهتر از داوطلب اصفهانی شده است و ۱۷۵۶ رتبه بهتر از زیرگروه ۱ خودش (البته تأثیر تغییر ضریب درس‌های دیگر از جمله زیست‌شناسی، ریاضی و شیمی در این زیرگروه نیز در این قضایا مؤثر است، ولی سهم عمده این تغییر به‌دلیل تغییر ضریب زمین‌شناسی از صفر به ۴ است). حالا اگر این فرد، زمین‌شناسی را به‌جای ۱۲ درصد، ۵۰ درصد زده بود، رتبه‌اش چقدر بهتر می‌شد؟ خیلی بهتر!

من برای دانش‌آموزانم نقش نمره تراز یک درس را در محاسبه نمره تراز کل توضیح دادم. با توجه به اینکه کل جمعیت گروه تجربی درس زمین‌شناسی میانگین درصد زیر ۱۰ دارند، کسی که بتواند زمین‌شناسی را ۷۰ یا ۸۰ درصد بزند- که خیلی هم غیرممکن به‌نظر نمی‌رسد- ترازش در این تک درس می‌رود به اوج! و این در محاسبه نمره تراز کل آن زیرگروه خیلی تأثیر می‌گذارد. آن وقت اگر مثلاً بخواهد رشته داروسازی را انتخاب کند احتمال قبولی‌اش بسیار بالا خواهد رفت (چون داروسازی در زیرگروه ۲ قرار می‌گیرد که در آن ضریب زمین‌شناسی ۱ است).

۲. در طول سال تحصیلی سعی کردم علاوه بر کتاب درسی از وجود ابزار و منابع تکمیلی همچون مجلات آموزشی و نرم‌افزارهای آموزشی از جمله پاورپوینت استفاده کنم. همچنین فیلم آموزشی زمین‌شناسی از مستندهای تلویزیونی ضبط شده را نمایش دادم.

۳. در دبیرستان حضرت مریم(س) روی سقف یکی از کلاس‌ها طرحی از سیاره‌های در حال چرخش منظومه شمسی و اهله قمر نقاشی شده است. هنگام تدریس فصل اول علوم زمین که موضوع آن (جایگاه زمین در فضا) بود، دانش‌آموزان را به این کلاس بردم. دانش‌آموزان تصور بهتری از منظومه شمسی و همچنین حالت‌های کسوف و خسوف و اهله قمر (محاق، هلال، تربیع و بدر) پیدا کردند و من راحت‌تر توانستم این موضوع درسی را به آن‌ها تفهیم کنم و آنان از این روش نمایشی بسیار لذت بردند.

۴. در دبیرستان حضرت خدیجه(س) که در کلاس سوم تجربی تدریس می‌کنم، درباره موضوعات درسی مربوط به کانی‌شناسی و سنگ‌شناسی که فهم آن برای دانش‌آموزان دشوار بود و از آن ترس و واهمه داشتند، پیشنهاد کردم که همه دانش‌آموزان فلش‌کارت درست کنند و در آن نام کانی‌ها و سنگ‌ها و ویژگی مربوط به آن‌ها، انواع آن‌ها و شرایط تشکیل و محل یافت شدن آن‌ها را مشخص کنند. همچنین در مواقع لزوم جعبه کانی‌ها و سنگ‌ها را به کلاس می‌بردم و به آن‌ها نشان می‌دادم و خودشان هم به‌صورت گروهی نمونه‌ها را بررسی می‌کردند که فایل آن در دوربین مدرسه موجود است. بازخورد این کار هم بسیار رضایت‌بخش بود.

۵. برگزاری آزمون‌های مکرر و اعلام نتیجه آن برای دانش‌آموزان خیلی مهم بود، به‌ویژه آزمون‌های کتبی. دانش‌آموزان به فراگیری ادامه نخواهند داد مگر اینکه نتیجه کار خود را بدانند. آن‌ها از ما بازدهی فوری و صحیح می‌خواهند. بیشتر آن‌ها مایل‌اند معلم، خودش برگه آن‌ها را تصحیح کند، نه همکلاسی‌هایشان! همان‌گونه که ما از دانش‌آموزان می‌خواهیم که آماده و فعال باشند، آن‌ها نیز از ما می‌خواهند در بازگرداندن اوراق و آزمون‌هایشان تأخیر و مسامحه نکنیم.

بازگرداندن اوراق درموقع مقرر و تصحیح آن با علاقه و دقت، این پیام را به دانش‌آموزان می‌دهد که «نتیجه کار آن‌ها واقعاً برای ما مهم است.»

آزمون‌های شفاهی نیز از حساسیت خاصی برخوردارند و توجه به این نکته خیلی مهم است که به دانش‌آموزان، فرصت فکر کردن بدهیم.

۶. ارائه اطلاعات مبنی بر تغییرات ایجاد شده (شواهد۲)

اشتیاق دانش‌آموزان به مباحث مطرح شده مستلزم گذشت زمان بیشتری است، اما تغییرات ایجاد شده در ماه‌های اول مشهود است و روند زمانی بیشتر به افزایش مهارت و پایداری رفتار تغییریافته می‌انجامد. به‌طور کیفی روند تغییرات به شرح زیر است:

۱. حاکم نمودن سکوت در کلاس‌های درس و دعوت دانش‌آموزان به سکوت؛

۲. یادداشت‌برداری از مطالب نوشته شده در تابلو کلاس و پاورپوینت‌های نمایش داده شده؛

۳. اظهار تمایل و علاقه دانش‌آموزان به اینکه خودشان فیلم‌های مستند زمین‌شناسی ضبط کنند یا خودشان پاورپوینت تهیه کنند و در کلاس ارائه دهند؛

۴. درخواست دانش‌آموزان برای معرفی کتاب‌های غیردرسی و همچنین کتاب‌های تست زمین‌شناسی سوم و چهارم دبیرستان؛

۵. ارائه فلش‌کارت‌ها با طراحی‌های متنوع و اظهار اینکه در یادگیری آن‌ها تأثیر بسزایی داشته است.

توصیف وضع موجود (تجدیدنظر نهایی)

۱. ایجاد انگیزه و علاقه به مطالعه زمین‌شناسی و جمع‌آوری نمونه‌های سنگ و کانی و کنجکاوی درباره دانستن نام نمونه‌های جمع‌آوری شده و ارائه پاورپوینت و فیلم‌های مستند زمین‌شناسی؛

۲. تقدیر و تشکر از دانش‌آموزان و اولیای آن‌ها؛

مهم‌ترین مسائلی که دانش‌آموزان برای علاقه‌مند شدن به درس زمین‌شناسی عنوان می‌کردند، عبارت بودند از: نحوه تدریس و برخورد دبیر، ایجاد شور و تنوع در کلاس، استفاده از فیلم‌های آموزشی در موضوعات زمین‌شناسی، تدوین نرم‌افزارهای زمین‌شناسی به‌صورت پاورپوینت با استفاده از خلاصه دروس، تهیه نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی، جمع‌آوری اخبار و اطلاعات زمین‌شناسی استان البرز، صحبت راجع به مسائل و مشکلات جوانان و آینده رشته تحصیلی آن‌ها.

همه این کارها باعث شده بود نظر دانش‌آموزان درباره کلاس زمین‌شناسی تغییر کند و تا حدودی باعث ایجاد علاقه و انگیزه در آن‌ها شود. با این‌حال به‌نظر من هنوز کار تمام نشده است و باید باز هم در این‌باره تحقیق شود.

به امید روزی که بتوانیم بر روند تحصیلی دانش‌آموزان عزیز و توانمندمان اثرگذار باشیم و در راه پیشرفت ایران عزیزمان بیش از پیش قدم برداریم.

پیشنهادها

پیشنهادهایی برای فراگیری بهتر زمین‌شناسی:

۱. آشنا کردن دبیران محترم با انواع روش‌های نوین تدریس در فرایند یاددهی و یادگیری توسط آموزش‌وپرورش؛

۲. مجهز کردن کتابخانه‌های مدارس به کتاب‌های زمین‌شناسی و مجلات آموزشی این رشته؛

۳. افزایش میزان جذابیت کتاب‌های درسی زمین‌شناسی و بازنگری در مورد محتوای درس زمین‌شناسی؛

۴. استفاده دبیران از شیوه ارزش‌یابی مستمر و تهیه چک‌لیست‌های آموزشی- یادگیری؛

۵. استفاده نکردن از دبیران غیرمتخصص برای تدریس زمین‌شناسی؛

۶. اهمیت دادن به دوره‌های تخصصی آموزشی ضمن‌خدمت دبیران زمین‌شناسی و شرکت دادن فعال دبیران در این دوره‌ها؛

۷. برگزاری بازدیدهای علمی زمین‌شناسی برای دانش‌آموزان به‌صورت هدفمند و سازماندهی شده؛

۸. تهیه وسایل کمک‌آموزشی مربوط به آموزش زمین‌شناسی برای مدارس؛ شامل انواع فیلم، سی‌دی و نرم‌افزارهای رایانه‌ای و نقشه؛ البته به شرط استفاده دبیران از این وسایل.

کلام آخر

امیدوارم اهمیت درس زمین‌شناسی برای دست‌اندرکاران امر مشخص شده باشد و با افزایش ضریب درس زمین‌شناسی در کنکور سراسری کمی از مشکلات دبیران زمین‌شناسی حل شود.

با آرزوی توفیق برای تمام کسانی که به زمین‌شناسی عشق می‌ورزند و آن را درسی علمی و کاربردی می‌دانند.

بازگرداندن اوراق درموقع مقرر و تصحیح آن با علاقه و دقت، این پیام را به دانش‌آموزان می‌دهد که «نتیجه کار آن‌ها واقعاً برای ما مهم است.»

منابع

۱. چلاجور، محمد، *پرسش‌های چهارگزینه‌ای علوم زمین*، مبتکران، ۱۳۸۵.

۲. شعبانی، حسن، *مهارت‌های آموزشی، روش‌ها و فنون تدریس*، انتشارات سمت، تهران، ۱۳۸۴.

۳. کرامتی، محمدرضا، *الگوهای برتر تدریس، یادگیری مشارکتی*، مشهد: نشر فراانگیزش، چاپ دوم، ۱۳۸۴.

معرفی پهنه ساختاری ارومیه ـ دختر

محمدحسن بازوبندی، دانشجوی دکترای پترولوژی دانشگاه آزاد، واحد تهران شمال
محمدعلی آرین، عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد، واحد تهران شمال
محمدهاشم امامی، عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد، واحد اسلامشهر
غلامرضا تاجبخش، عضو هیئت علمی دانشگاه یزد

چکیده
بخش‌های مختلف ایران‌زمین از نظر ویژگی‌های زمین‌ساختی، الگوهای دگرشکلی، شرایط رسوب‌گذاری و فعالیت‌های ماگمایی بسیار ناهمگون و متفاوت‌اند و به پهنه‌های رسوبی ـ ساختاری گوناگون تقسیم شده‌اند. یکی از واحدهای مهم در این تقسیم‌بندی‌ها، زون ارومیه ـ دختر است. این کمربند ولکانو ـ پلوتونیکی به‌طول تقریبی ۱۷۰۰ کیلومتر و عرض ۱۰۰ کیلومتر در شمال‌شرق رشته‌کوه زاگرس و به موازات آن واقع شده است. زون مذکور از دیدگاه زمین‌شناسی عمومی و متالوژنی دارای ویژگی‌های خاصی است. در مورد خاستگاه این کمان ماگمایی دو نظریه اصلی وجود دارد: الف) نظرات مربوط به پیدایش ریفت؛ ب) نظرات مربوط به فرورانش. نتایج این پژوهش هیچ‌یك از این دو نظریه را به‌طور کامل تأیید نمی‌کند.

کلیدواژه‌ها: زون ارومیه ـ دختر، پهنه‌های رسوبی ـ ساختاری ایران، فرورانش، ریفت، فلززایی

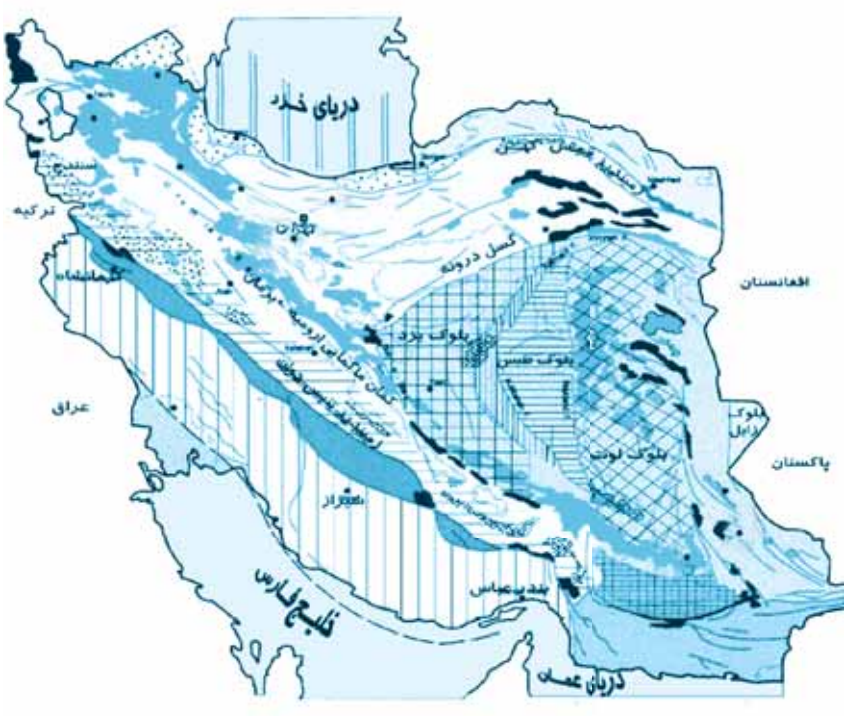
۱. مقدمه
مطالعات زمین‌شناختی ایران‌زمین حکایت از آن دارد که در زمان‌ها و مکان‌های مختلف در این پهنه سرزمینی، بر اثر فرایندهای درونی و بیرونی، پیامدهای متفاوتی ثبت شده است. ناهمسانی رسوبی و زمین‌ساختی به‌حدی است که بیان ویژگی‌های یکسان را برای بسیاری از مناطق ایران ناممکن کرده و نمی‌توان برای کل پهنه ایران‌زمین یك الگوی ساختاری مناسب با تحولات زمین‌ساختی، شرایط رسوبی و چینه‌ای یکسان در دوره‌های مختلف زمین‌شناسی ارائه داد. بر این اساس، از گذشته، تقسیم ایران‌زمین به پهنه‌های رسوبی ـ ساختاری گوناگون مورد توجه بوده است. نخستین‌بار اشتوکلین (۱۹۶۸) با توجه به پیچیدگی‌های ساختاری و شرایط متفاوت رسوبی، ایران را به چند حوضه رسوبی ـ ساختاری جداگانه تقسیم کرد. این تقسیم‌بندی، مبنای مطالعات پژوهشگران بعدی شد. هم‌زمان با افزایش اطلاعات و بررسی‌های علمی دقیق‌تر زمین‌شناسی، تقسیم‌بندی‌های جامع‌تر منطقه‌ای ارائه شد که از آن جمله می‌توان به تقسیم‌بندی نبوی (۱۳۵۵)، افتخارنژاد (۱۳۵۹)، بربریان (۱۹۸۱)، علوی (۱۹۹۱) و آقانباتی (۱۳۸۳) اشاره کرد.

پهنه‌بندی حوضه‌های رسوبی ـ زمین‌ساختی بر پایه معیارهای متفاوت زیر انجام شده است:
- موقعیت پالئوژئوگرافی ایران‌زمین؛
- تحولات زمین‌ساختی از قبیل شدت و سازوکار چین‌خوردگی‌ها، فعالیت‌های ماگمایی، فرایندهای دگرگونی و...؛
- شرایط حاکم بر حوضه‌های رسوبی گذشته،

باشواهدی از دایک‌های شمال ساوه

تفاوت رخساره‌های سنگی ـ زیستی و... .
در این نوشتار سعی بر تلفیق و جمع‌بندی دیدگاه‌های گوناگون ارائه شده درباره پهنه ماگمایی ارومیه ـ دختر شده است.

ماگمایی (خروجی و درونی) و نهشته‌های وابسته است. فعالیت ماگمایی در بخشی از ایران مرکزی به‌نام کمربند ماگمایی ارومیه ـ دختر یا سهند ـ بزمان به‌صورت رشته‌کوه‌هایی از آذربایجان تا



شکل ۱: پهنه‌های رسوبی ـ ساختاری ایران (آقانباتی، ۱۳۸۳)

۲. کمربند ولکانو ـ پلوتونیکی ارومیه ـ دختر

پهنه آتش‌فشانی ارومیه ـ دختر به‌عنوان یکی از مناطق ساختاری ـ ماگمایی مهم ایران‌زمین دربرگیرنده حجم قابل‌توجهی از ردیف‌های

سیستان و بلوچستان امتداد دارد. این کمربند به‌طول تقریبی ۱۷۰۰ کیلومتر و عرض ۱۰۰ کیلومتر، در شمال خاور زون دگرگونی سنندج ـ سیرجان و به موازات منطقه رورانده زاگرس گسترش دارد. فعالیت آتش‌فشانی در این کمربند از

نخستین‌بار اشتوکلین (۱۹۶۸) با توجه به پیچیدگی‌های ساختاری و شرایط متفاوت رسوبی، ایران را به چند حوضه رسوبی ـ ساختاری جداگانه تقسیم کرد. این تقسیم‌بندی، مبنای مطالعات پژوهشگران بعدی شد. هم‌زمان با افزایش اطلاعات و بررسی‌های علمی دقیق‌تر زمین‌شناسی، تقسیم‌بندی‌های جامع‌تر منطقه‌ای ارائه شد که از آن جمله می‌توان به تقسیم‌بندی نبوی (۱۳۵۵)، افتخارنژاد (۱۳۵۹)، بربریان (۱۹۸۱)، علوی (۱۹۹۱) و آقانباتی (۱۳۸۳) اشاره کرد

کرتاسه شروع شده و در دوره ائوسن به‌نهایت شدت خود رسیده است. به‌عقیده بیشتر زمین‌شناسان فعالیت ماگمایی این بخش از ائوسن پایینی شروع شده است (امامی، ۱۳۷۰). به اعتقاد درویش‌زاده (۱۳۷۰) به دنبال فشردگی‌های ناشی از کرتاسه پایانی (رویداد لارامین)، فازهای کششی سراسری موجب ماگمازایی گسترده به‌ویژه در ائوسن و پس از آن در زمان‌های الیگوسن آغازی، میوسن میانی و پلیوسن شده است. حتی آتش‌فشان‌های کواترنری ایران را می‌توان ادامه همین تکاپوهای ماگمایی دانست.

۲-۱. ویژگی‌های زون ماگمایی ارومیه ـ دختر

- روند کلی آن شمال باختری ـ جنوب خاوری است.
- از سنگ‌های ولکانیکی ـ رسوبی تشکیل شده است که سنگ‌های ولکانیکی به‌صورت انواع آذرآواری‌ها، ایگنمبریت‌ها، گدازه‌ها و توده‌های نفوذی کم‌عمق با ترکیبی از بازالت تا ریولیت هستند.
- توده‌های نفوذی بسیاری با ترکیبی از گابرو تا گرانیت سنگ‌های این کمربند را قطع می‌کنند.
- سنگ‌های رسوبی با سنگ‌های ولکانیکی در تناوب‌اند و حجم بزرگ آن‌ها را آواری‌ها تشکیل می‌دهند.

هم‌چنین زون مذکور از دیدگاه فلززایی دارای ویژگی‌های زیر است:

- کانی‌سازی مس ـ مولیبدن از نوع پورفیری که همراه با طلا، نقره و... است.
- تشکیل منگنز، نیکل، آنتیموان، آرسنیک، سرب و روی به همراه طلا، نقره، کادمیوم، ژرمانیوم در ارتباط با ولکانیسم و ماگماتیسم ترشیر است.
- تشکیل آلومینیوم در ارتباط با توده‌های آلونیتی یا سنگ‌های نفلین سینیتی است.

۲-۲. خاستگاه کمان ماگمایی ارومیه ـ دختر

در مورد خاستگاه کمان ماگمایی ارومیه ـ دختر دو نظریه اصلی وجود دارد:

۲-۲-۱. نظرات مربوط به پیدایش ریفت: برخی محققان همچون سبزه‌ای (۱۹۷۴)، عمیدی (۱۹۷۵)، لسکویه و همکاران (۱۹۷۶)، کایا و همکاران (۱۹۷۸) و امامی (۱۹۸۱) معتقدند که ماگماتیسم ایران در ترشیری به‌ویژه در دوره ائوسن به‌علت وجود تیغه‌های حرارتی در زیر بلوك ایران انجام گرفته و پدیده‌ای مشابه آنچه در شرق آفریقا رخ می‌دهد، حاکم بوده است. به‌عبارت دیگر، آن‌ها عقیده دارند که در اثر اعمال یك نیروی کششی در اواخر پالئوزوئیك و در طول مزوزوئیك، سیستم فرازمین و فروزمین ایجاد شده که به پیشروی دریا و عمیق‌تر شدن حوضه‌های رسوبی انجامیده است. فعالیت تیغه‌های حرارتی و ایجاد نیروهای کششی ناشی از این فعالیت، عاملی جهت افزایش عمق و وسعت فروزمین‌ها شده که در آن‌ها ضخامت‌های زیادی از رسوبات عمیق همراه با مواد آتش‌فشانی آلکالن و تولئیتی زیردریایی تشکیل شده است.

۲-۲-۲. نظرات مربوط به فرورانش: گروهی دیگر از محققان نظیر تکین (۱۹۷۱)، یونگ و همکاران (۱۹۷۵)، بربریان (۱۹۸۱)، معین وزیری (۱۳۷۵)، منشأ ماگماتیسم ترشیری ایران را ناشی از فرورانش پوسته اقیانوسی نئوتتیس و برخورد دو بلوك ایران و عربستان می‌دانند.

۳. بحث

ژئوشیمی سنگ‌های آتش‌فشانی ارومیه ـ دختر ماهیتی عمدتاً کالك آلکالن، آلکالن پتاسیك مشابه با محیط‌های قوس قاره‌ای یا فرورانش دارند که ارتباط ناحیه‌ای این سنگ‌ها را با کمربند مس پورفیری ولکانو ـ پلوتونیك ایران مرکزی ثابت می‌کند (آقتابی و عطاپور، ۱۹۹۹). پورحسینی (۱۹۸۱) به دو دلیل زیر توده‌های الیگو ـ میوسن را نتیجه همگرایی صفحه‌های ایران و عربستان

شکل ۲: موقعیت زون‌های ساختاری اصلی؛ ۱. زاگرس چین‌خورده ۲. سنندج ـ سیرجان ۳. ایران مرکزی ۴. کمان ماگمایی ارومیه ـ دختر (سهند ـ بزمان) ۵. بلوك لوت ۶. البرز و کپه‌داغ ۷. شرق ایران و مکران (اقتباس از آ. داورپناه)

می‌دانند:

● روند توده‌های نفوذی مذکور با امتداد پهنه فرورانش تتیس جوان هماهنگی دارد.

● در این توده‌ها نسبت بنیادی استرانسیوم پایین است و به‌نظر می‌رسد که ماگما از ذوب گوشته یا پوسته اقیانوسی حاصل شده باشد و لذا حاصل یك رژیم زمین‌ساختی کافتی نیست.

در مقابل، عمیدی (۱۹۷۵) معتقد است ماگماتیسم ترشیری ایران نمی‌تواند نتیجه فرورانش پوسته اقیانوس نئوتتیس باشد، زیرا:

۱. در مناطق فرورانش جفت نوار دگرگونی (فشار بالا ـ حرارت پایین و فشار پایین ـ حرارت بالا) وجود دارد، حال آن‌که در زون سنندج ـ سیرجان دگرگونی فشار زیاد ـ حرارت پایین (شیست آبی) دیده نشده است.

۲. در یك منطقه فرورانش، سنگ‌ها دارای طبیعت کالك آلکالن هستند، حال آن‌که در طول ترشیری ماگماتیسم آلکالن و تحت اشباع از سیلیس نیز دیده شده است.

۳. اگر در مزوزوئیك، فرورانش پوسته اقیانوسی موجب ماگماتیسم و دگرگونی شده باشد، این فرورانش در کرتاسه بالایی و زمان برخورد عربستان با ایران متوقف شده است؛ بنابراین ماگماتیسم حاصل از آن نمی‌توانسته در طول ترشیری نیز ادامه یابد.

۴. در یك منطقه فرورانش سن آتش‌فشان‌ها در جهت شیب زون بنیوف تنزل می‌یابد، در حالی‌که در طول ائوسن همه نقاط ایران (البرز، ایران مرکزی، بلوك لوت و ارومیه ـ دختر) ولکانیسم به‌طور تقریباً یکسان صورت گرفته است.

۵. سنگ‌های ماگمایی در جهت شیب زون بنیوف از لحاظ K، Rb، Ba، Cs، Pb، Th، U و نیز عناصر کمیاب خاکی سبك افزایش نشان می‌دهند، در حالی‌که چنین نتیجه‌ای از مطالعات ژئوشیمیایی سنگ‌های ماگمایی ایران به‌دست نیامده است.

امامی (۱۳۷۰) و نوگل‌سادات (۱۹۷۸) نیز معتقدند تکتونیك برشی که با فرورانش پوسته اقیانوسی تتیس جوان به زیر ایران مرکزی در مزوزوئیك پایانی در پهنه ارومیه ـ دختر حاکم شده، فضاهای کششی را فراهم ساخته و مواد مذاب از آن خارج شده است. پهنه آتش‌فشانی ارومیه ـ دختر با روند شمال باختری ـ جنوب خاوری در اثر گسل‌هایی با روندهای شمال، شمال باختر ـ جنوب، جنوب خاور مانند سامانه‌های گسلی دهشیر، قم ـ زفره، بیدهند و جنوب ساوه بریده و جابه‌جا شده است. این گسل‌ها به‌عنوان شکستگی‌های کششی در یك سیستم جنبشی برشی تفسیر شده‌اند.

این گسل‌ها هم‌چنین در پیدایش سنگ‌های آتش‌فشانی کمربند آذرین تبریز ـ بزمان نقش مؤثری داشته‌اند (نوگل‌سادات، ۱۹۷۸).

معین وزیری (۱۳۷۵) معتقد است که در محور ارومیه ـ دختر، سری کالك آلکالن فراوان‌تر از سایر سری‌هاست و سنگ‌های آلکالن این محور اغلب سدیك‌اند و از لحاظ حضور سری‌های ماگمایی از ائوسن تفاوتی بین البرز و ارومیه ـ دختر به‌چشم نمی‌خورد. اما بعد از ائوسن، ترکیب شیمیایی سنگ‌های آذرین، از نوار ماگمایی ارومیه ـ دختر به طرف ایران مرکزی و البرز، به‌طور آشکار قطبی می‌شود. بدین ترتیب که نه‌تنها سنگ‌های کالك آلکالن در ایران مرکزی و البرز کمیاب می‌شود، بلکه ترکیب سنگ‌های آلکالن که در محور ارومیه ـ دختر سدیك است، در ایران مرکزی پتاسیك و به‌طرف محور البرز غنی از پتاسیم خواهد شد.

وی در پاسخ عدم وجود نوار دگرگونی فشار بالا و دمای کم به نقل از یاردلی (۱۹۸۹) می‌گوید: بالا آمدن فاسیس‌های دگرگونی فشار بالا از اعماق زمین مستلزم شرایط خاصی است که در همه‌جا تحقق نمی‌پذیرد. با وجود این در منطقه اسفندقه ـ دولت‌آباد وجود شیست‌های آبی و سبز حکایت از دگرگونی فشار بالا ـ حرارت کم در لبه جنوب باختری بلوك ایران‌زمین دارد. هم‌چنین وجود میکاشیست‌های کیانیت یا استارولیت‌دار منطقه ملایر ـ همدان و تویسرکان نشانه شیب زمین گرمایی کمتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد در کیلومتر است و با شیب زمین‌گرمایی مناطق ریفت مغایرت دارد.

در شمال شهر ساوه ردیف‌های ضخیمی از فعالیت‌های آتش‌فشانی ترشیری مشاهده می‌شود که از نظر تقسیم‌بندی زون‌های ساختاری ایران‌زمین، جزو زون ارومیه ـ دختر است. به اعتقاد کایا و همکاران (۱۹۷۸) در این منطقه تکاپوهای آتش‌فشانی ائوسن شامل ۳ بخش سنگ‌های آتش‌فشانی (ریولیت، داسیت و کمی آندزیت) محیط قاره‌ای، به سن لوتسین (در زیر)، سنگ‌های آتش‌فشانی (آذرآواری و کمی روانه‌های گدازه‌ای) با میان‌لایه‌های مارن، ماسه‌سنگ و سنگ آهك، به سن لوتسین پسین (در وسط) و روانه‌های آندزیتی و لاتیتی گاه با بافت پورفیری و لایه‌های آهکی به سن پریابونین (در بالا) است. این سنگ‌ها را دایك‌های متعددی با تنوع سنگ‌شناسی آندزیت تا ریولیت قطع می‌کنند.

در بررسی ابتدایی منطقه ساوه، ۳ نمونه از

زون ماگمایی ارومیه ـ دختر در شمال خاور زمین درز نئوتتیس، شامل انواع سنگ‌های آتش‌فشانی و درونی است که دارای ترکیب شیمیایی و سنگ‌شناسی متفاوتی است. پیچیدگی و تنوع این سنگ‌ها باعث شده است که دو الگوی تکتونیکی ـ کششی و فشاری (پیدایش ریفت و فرورانش)، برای ژنز ماگماهای تشکیل شده در این پهنه، پیشنهاد شود

پهنه آتش‌فشانی ارومیه ـ دختر به‌عنوان یکی از مناطق ساختاری ـ ماگمایی مهم ایران‌زمین دربرگیرنده حجم قابل توجهی از ردیف‌های ماگمایی (خروجی و درونی) و نهشته‌های وابسته است. فعالیت ماگمایی در بخشی از ایران مرکزی به‌نام کمربند ماگمایی ارومیه ـ دختر یا سهند ـ بزمان به‌صورت رشته‌کوه‌هایی از آذربایجان تا سیستان و بلوچستان امتداد دارد.

جدول ۱: نتایج آنالیز شیمیایی نمونه‌ها

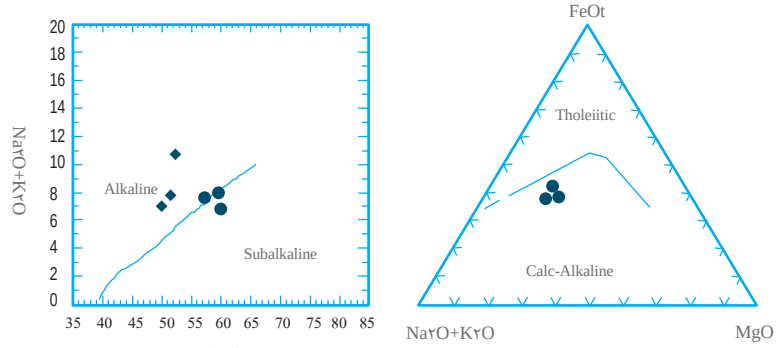
Sample.No	نام سنگ	سن	SiO_2	FeOt	MgO	Na_2O	K_2O
M-۱۴	لاتیت	ائوسن	۵۲/۲۷۴	۹/۷۴۲	۰/۹۳۵	۰/۴۸۵	۱۰/۲۱۷
M-۲۷	بازالت	ائوسن	۵۰/۰۱۵	۹/۲۱۶	۵/۲۷۷	۴/۶۲۸	۲/۳۲۷
M-۲۸	بازالت	ائوسن	۵۱/۴۹۳	۵/۴۷۴	۰/۷۴۸	۳/۲۳۲	۴/۵۱۴
M-۸	تراکی آندزیت	پس از ائوسن	۵۹/۴۸۴	۶/۹۴	۳/۱۸۴	۳/۸۹۱	۳/۹۹۸
M-۱۰	آندزیت	پس از ائوسن	۵۹/۹۵۶	۷/۲۷۵	۳/۰۰۷	۴/۲۱۴	۲/۵۱۲
M-۱۵	آندزیت	پس از ائوسن	۵۷/۲۱۹	۷/۵۰۶	۴/۰۴۹	۴/۰۳۶	۳/۴۹۵

سنگ‌های با سن ائوسن بالایی و ۳ نمونه از دایک‌های جوان‌تر که آن‌ها را قطع کرده‌اند، پس از مطالعه میکروسکوپی، به روش XRF در سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفت (جدول ۱).

در نمودار مجموع آلکالی مقابل سیلیس (Irvine and Barager, 1971)، سنگ‌های آتش‌فشانی ائوسن بالایی دارای ماهیتی آلکالن و دایک‌های تفریق یافته‌تر جوان‌تر ساب آلکالن تا آلکالن نشان می‌دهند (شکل ۳، سمت چپ). دایک‌های آندزیت ـ تراکی آندزیتی جوان‌تر در نمودار سه‌تایی $FeOt-MgO-Na_2O+K_2O$ در محدوده کالک آلکالن قرار می‌گیرند (شکل ۳، سمت راست). این مسئله ناشی از آلایش دوجانبه بین ماگماهای اسیدی حاصل از ذوب پوسته و ماگماهای بازالتی آلکالن قدیمی‌تر است (مسعودی، ۱۳۶۹، طباخ شعبانی، ۱۳۶۹ و منصف، ۱۳۹۰).

۴. نتیجه‌گیری

زون ماگمایی ارومیه ـ دختر در شمال خاور زمین درز نئوتتیس، شامل انواع سنگ‌های آتش‌فشانی و درونی است که دارای ترکیب شیمیایی و سنگ‌شناسی متفاوتی است. پیچیدگی و تنوع این سنگ‌ها باعث شده است که دو الگوی تکتونیکی ـ کششی و فشاری (پیدایش ریفت و فرورانش)، برای ژنزماگماهای تشکیل شده در این پهنه، پیشنهاد شود. بررسی ابتدایی سنگ‌های آذرین منطقه ساوه دو ماهیت آلکالن و کالک آلکالن را نشان می‌دهند که با هیچ‌یک از مدل‌های تکتونیکی یاد شده هم‌خوانی ندارد. بنابراین انجام مطالعات بیشتر برای پیدا کردن الگوی سوم ضروری به‌نظر می‌رسد.



۳. نمودار سه‌تایی $Na_2O+K_2O-FeOt-MgO$ در محدوده کالک آلکالن (راست)؛ نمودار مجموع آلکالی مقابل سیلیس (Irvine and Baragar, ۱۹۷۱). سنگ‌های آتش‌فشانی ائوسن بالایی دارای ماهیتی آلکالن و دایک‌های تفریق‌یافته‌تر جوان‌تر ساب آلکالن تا آلکالن (چپ).

پی‌نوشت

۱. Caillat

منابع

۱. آقانباتی ع. (۱۳۸۹)، *زمین‌شناسی ایران*، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص.

۲. امامی م. ه. (۱۳۷۰)، *شرح نقشه زمین‌شناسی چهارگوش قم با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰*، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۷۹ ص.

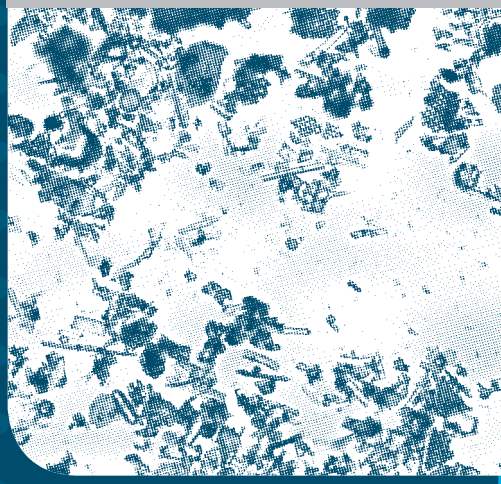
۳. طباخ‌شعبانی، ا. (۱۳۶۹)، «پتروگرافی و پترولوژی توده‌های آذرین نفوذی جنوب بوئین‌زهرا»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت‌معلم تهران، ۱۶۳ ص.

۴. مسعودی، ف. (۱۳۶۹)، «چینه‌شناسی، پتروگرافی و پترولوژی سنگ‌های آتش‌فشانی بوئین‌زهرا»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت‌معلم، ۲۱۲ ص.

۵. معین‌وزیری، حسین (۱۳۷۵)، *دیباچه‌ای بر ماگماتیسم ایران*، انتشارات دانشگاه تربیت‌معلم تهران.

۶. معین‌وزیری، حسین (۱۳۸۳)، «چند نقطه‌عطف در تاریخچه تکتونوماگمایی ایران»، فصلنامه علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی، شماره ۳۹-۳۲ و ۵۰-۴۹.

منابع انگلیسی در دفتر مجله موجود است.



روشی جدید برای جداسازی ماکروفسیل‌ها از سنگ‌های آهکی

رضانداف دبیر زمین‌شناسی شهرستان قوچان

چکیده

در این نوشتار روشی جدید برای جداسازی ماکروفسیل‌های آهکی یا به‌طور بخشی پیریتی شده از سنگ‌ها شرح داده شده است. این روش متکی به تفاوت سرعت انحلال کلسیت میکروکریستالین و ماکروکریستالین در محلول اسید سولفوریک ۳۸ درصد است. مقدار کانی‌های رسی موجود در سنگ میزبان بر میزان تأثیرگذاری اسیدسولفوریک نقش دارد. لذا این روش می‌تواند کاربرد زیادی در جداسازی ماکروفسیل‌ها از سنگ‌های مارنی، سنگ آهک‌های مارنی و سایر سنگ‌های آهکی داشته باشد.

مزایای این روش در مقایسه با سایر روش‌های شیمیایی عبارت است از:

۱. برای انجام این روش زمان زیادی لازم نیست.

۲. امکان زدودن رسوبات از سطح خارجی فسیل‌ها فراهم می‌شود.

۳. در پی انحلال سنگ‌های آهکی فقط مقدار اندکی تخلخل ایجاد می‌شود.

این روش روی ماکروفسیل‌های کرتاسه در حوضه بوهمیا[1] با موفقیت به‌کار برده شده است. سطح ماکروفسیل‌های به‌دست آمده در این روش بدون آسیب‌دیدگی است که حتی جزئیات ظریف سطح اسکلت و قشر نازک روی پوسته و فرسایش زیستی در آن نمایان است.

کلیدواژه‌ها: آماده‌سازی، طرز عمل اسید، اسید سولفوریک، ماکروفسیل‌های آهکی، کربنات‌ها

دیرینه‌شناسان با ماکروفسیل‌های کلسیتی یا کلسیتی شده در میان سنگ‌های سخت آهکی سروکار دارند که برای جداسازی آن‌ها روش‌های مکانیکی و شیمیایی مختلفی را به‌کار می‌گیرند. در حالی‌که آماده‌سازی به روش مکانیکی معمولاً وقت‌گیر است و احتمال صدمه دیدن ساخت‌های سطحی فسیل وجود دارد. بنابراین از روش‌های آماده‌سازی شیمیایی متعددی برای انواع سنگ‌های آهکی استفاده می‌شود.

در بررسی‌های دیرینه‌شناسی روی رسوبات متعلق به کرتاسه بالایی در حوضه بوهمیا مقادیر فراوانی ماکروفسیل جمع‌آوری شد. اما استفاده از روش‌های شیمیایی معمول برای جداسازی برخی از این فسیل‌ها مناسب نیست. بنابراین به‌منظور جداسازی ماکروفسیل‌هایی از جنس کلسیت یا آن‌هایی که بعداً کلسیتی یا به‌طور بخشی پیریتی شده‌اند از سنگ‌های آهکی (سنگ آهک‌مارنی، سنگ مارن و سایر سنگ آهک‌های فشرده) روش شیمیایی جدیدی مورد استفاده قرار گرفته است.

این روش در سال ۲۰۰۳ برای نخستین‌بار با به‌کارگیری اسیدسولفوریک به‌منظور جداسازی ماکروفسیل‌ها مورد آزمایش قرار گرفت و به‌عنوان روشی مؤثر و عالی برای زدودن سنگ‌های مختلف کرتاسه بالایی (مانند سنگ‌های سنومانین بالایی- کنیاسین میانی حوضه بوهمیا و سنگ‌های کامپانین منطقه سفلای ساکسونی در آلمان) از ماکروفسیل‌ها، مورد توجه قرار گرفت. از جمله مواردی که با روش اسید سولفوریک جداسازی شدند، می‌توان به فسیل‌های کرتاسه بالایی مانند اسفنج‌ها (ورازکا[2]، ۲۰۰۵)، بریوزوئرها (زاگورسک[3] و ورازکا، ۲۰۰۶)، اسفنج‌ها، مرجان‌ها، سرپولیدها[4] (از شاخه کرم‌های بندبند- مترجم)، صدف‌های

دیرینه‌شناسان با ماکروفسیل‌های کلسیتی یا کلسیتی شده در میان سنگ‌های سخت آهکی سروکار دارند که برای جداسازی آن‌ها روش‌های مکانیکی و شیمیایی مختلفی را به‌کار می‌گیرند. در حالی‌که آماده‌سازی به روش مکانیکی معمولاً وقت‌گیر است و احتمال صدمه دیدن ساخت‌های سطحی فسیل وجود دارد

مدت زمانی که نمونه‌ها باید در اسید قرار بگیرند بستگی به درجه کانی‌زایی صدف (اسکلت) و مواد رسوبی همراه آن دارد. معمولاً رسوبات روی سطح فسیل‌هایی که در مدت زمانی کمتر از دو ساعت در اسید قرار گرفته‌باشند تحت تأثیر قرار نمی‌گیرندیا این تأثیر بسیار اندک است

اویستر، بازوپایان، اکینودرم‌ها و بریوزوئرها (زیت[5] و همکاران. ۲۰۰۶) و هم‌چنین قالب‌هایی از ماکروفسیل‌های فسفاتی شده اشاره کرد (ورازکا و همکاران- در دست انتشار).

روش کار

آماده‌سازی مکانیکی

اگر بخش سطحی ماکروفسیل با لایه ضخیمی از رسوب پوشیده شده باشد، انجام آماده‌سازی مقدماتی توصیه می‌شود. اسیدسولفوریک نمی‌تواند قشر ضخیمی از سنگ‌های کربناته فشرده موجود در اطراف فسیل را به سرعت حل کند، لذا برای کاهش زمان فرایند تأثیر اسید مواد مذکور باید جدا شوند. برای اینکه عمل زدودن مکانیکی سریع‌تر و مؤثرتر واقع شود، می‌توان از ابزارهای ویبره، چکش، اسکنه، سوزن یا درفشی تیز استفاده کرد. این مرحله زمان زیادی نمی‌گیرد، زیرا تنها باید قشر ضخیم اطراف فسیل برداشته شود. باید مراقب بود تا سطح فسیل خراشیده نشود، بنابراین ضرورت ندارد که تمام رسوبات نازک بر جای مانده روی سطح فسیل در مرحله آماده‌سازی برداشته شوند. استفاده از تکنیک آب پر فشار[6] (ژاکوبسن، ۲۰۰۳؛ نیلسون و ژاکوبسن[7]، ۲۰۰۴) و زدودن مواد با دمیدن جریانی از ذرات ماسه‌ای سخت[8] (برای مثال استوکر[9] و همکاران، ۱۹۶۵، ایچینگر[10]، ۱۹۶۹، هنینبال[11] و همکاران، ۱۹۸۸، هنینبال، ۱۹۸۹) نیز می‌تواند در مرحله آماده‌سازی مکانیکی به‌کار گرفته شود. در روش اول جریان آب، سایش مؤثری را روی نمونه ایجاد کرده است و نسبت به روش دوم آسیب کمتری به نمونه وارد می‌آید. به هر جهت این روش بیشتر برای سنگ آهک‌های نرم توصیه می‌شود.

ماهیت نحوه حفظ شدگی اسکلت آهکی باید به دقت بررسی شود و به‌منظور رؤیت وضعیت اولیه فسیل بخش‌های فاقد رسوب باید ملاحظه شوند. مرحله شیمیایی نیز نباید روی کیفیت حفظ‌شدگی فسیل تأثیر منفی داشته باشد.

خشک کردن نمونه‌ها

برای جلوگیری از کاهش غلظت اسید لازم است فسیل و مواد ضمیمه آن کاملاً خشک باشند. لذا نمونه‌ها را به مدت یک روز در دمای حدود صد درجه سانتی‌گراد خشک می‌کنند. در عین حال این عمل ضروری نیست و می‌توان به‌جای آن نمونه‌ها را در محلی خشک به مدت چندین هفته نگه داشت.

شست‌وشو با اسیدسولفوریک[12]

باید به‌خاطر داشت که در هنگام کار با اسیدسولفوریک باید از عینک ایمنی استفاده نمود و با اینکه تماس کوتاه‌مدت اسیدسولفوریک ۳۸ درصد با پوست بدن نمی‌تواند باعث سوختگی شود، ولی بهتر است از دستکش لاستیکی استفاده شود. مراحل انجام کار باید زیر هود و با تهویه بخار انجام گیرد.

نمونه‌های خشک شده در ظرفی پلاستیکی یا شیشه‌ای محتوی اسیدسولفوریک ۳۸ درصد قرار می‌گیرد. برای حفظ رطوبت داخل ظرف و جلوگیری از تجمع بخارهای ناشی از اسید، لازم است که دهانه ظرف پوشیده باشد.

در مدت انجام واکنش شیمیایی، حباب‌های کوچک گاز کربن دی‌اکسید، بخاری را در بالای سطح هوا- اسید تولید می‌کنند. ذرات ریز رسوبات از سطح فسیل کنده و تبدیل به گلی آبگون می‌شوند. انحلال مواد رسوبی در بخش سطحی فسیل باعث تشکیل پوشش نازکی از مواد نامحلول در سطح آن و در سطح مواد رسوبی می‌شود (برای از بین بردن پوشش مذکور به مرحله نهایی زدودن توجه شود).

مدت زمانی که نمونه‌ها باید در اسید قرار بگیرند بستگی به درجه کانی‌زایی صدف (اسکلت) و مواد رسوبی همراه آن دارد. معمولاً رسوبات روی سطح فسیل‌هایی که در مدت زمانی کمتر از دو ساعت در اسید قرار گرفته باشند تحت تأثیر قرار نمی‌گیرند یا این تأثیر بسیار اندک است. بسیاری از سنگ آهک‌های رسی محتوی فسیل‌های کلسیتی شده می‌توانند بدون اینکه سطح فسیل آسیب ببیند، بیش از پنج ساعت در اسید نگه‌داری شوند. در عین حال زمانی بیش از ۳ تا ۱۰ ساعت احتمال آسیب رساندن به سطح فسیل را افزایش می‌دهد و سبب افزایش ضخامت پوشش نازک مواد نامحلول در سطح فسیل می‌شود.

خنثی‌سازی

بعد از خروج نمونه‌های فسیل از داخل ظرف اسید، باید در داخل ظرفی پلاستیکی یا شیشه‌ای با جریان مداومی از آب فراوان شسته شوند و سپس در محلول آب و کربنات سدیم خنثی‌سازی انجام شود. عمل شست‌وشو با آب باید چندین‌بار تکرار شود، زیرا هنگامی که اسید موجود روی سطح فسیل با آب رقیق می‌شود، غلظت اسیدسولفوریک کاهش و واکنش آن با فسیل‌های کلسیتی افزایش می‌یابد. با توجه به مقدار مواد نامحلولی که به فسیل چسبیده‌اند (رسوبات ناشی از فعل و انفعال شیمیایی، سولفات کلسیم و...) باید زمان شست‌وشو بین ۱ تا ۵ دقیقه طول بکشد. پس از اتمام شست‌وشو بازمانده‌های اسیدسولفوریک باید خنثی شوند. برای این منظور محلول ضعیفی از آب و کربنات سدیم (یک قاشق سوپ‌خوری کربنات سدیم در یک لیتر آب) مناسب است. نمونه‌های فسیل باید بلافاصله بعد از شست‌وشو به مدت ۲ تا ۶ ساعت به‌طور کامل در این محلول قرار گیرند.

تمیز کردن نهایی

مواد باقی‌مانده حاصل از عمل انحلال می‌توانند پس از مرحله خنثی‌سازی جدا شوند. بدین منظور یکی از مراحل زیر انجام می‌شود که تفاوت این مراحل در زمان انجام و میزان تأثیر آن‌هاست.

۱. آب پرفشار

۲. روش مافوق صوت

۳. تمیز کردن با یک قلم‌موی نرم

استفاده از روش آب پرفشار (ژاکوبسن، ۲۰۰۳؛ نیلسون و ژاکوبسن، ۲۰۰۴) برای مرحله پایانی همه ماکروفسیل‌ها مناسب است. در این مطالعه از دستگاهی دستی و سبک از نوع وگنر مدل W۴۰۰SE استفاده شده است که قابلیت تنظیم فشار آب تا ۱۸۰ بار را از مجرای خروجی به قطر ۱۰ میلی‌متر دارد. با تنظیم فشار آب یا تغییر فاصله نسبت به فسیل، شدت فشار دستگاه نیز تغییر می‌کند.

استفاده از دستگاه ماورای صوت[۱۳] (وتزل[۱۴]، ۱۹۵۰) می‌تواند نتایج مفیدی در پی داشته باشد، اما استفاده از آن برای صدف و اسکلت‌های شکننده توصیه نمی‌شود، زیرا با تنظیم در حالت قدرت بالا دستگاه ماورای صوت ممکن است به آن‌ها آسیب برساند.

استفاده از یک قلم‌موی نرم نقاشی برای تمیز کردن فسیل‌ها در زیر جریان آب نیز می‌تواند مفید باشد. در صورتی که در این عمل به‌دقت انجام شود به سطح فسیل نیز آسیب نمی‌رساند. اما رسوباتی که در بخش‌های عمیق سطح فسیل قرار دارند ممکن است در این روش به سختی تمیز شوند یا اصلاً تمیز نشوند. این مشکل برای فسیل‌هایی که سطحی ناهموار دارند (مانند اسکلت اسفنج‌ها) نیز صادق است.

در بعضی مواقع تلفیقی از روش‌های شرح داده شده در بالا برای به‌دست آوردن بهترین نتیجه می‌تواند مناسب باشد. بعد از مرحله تمیز کردن، به‌منظور مطالعه فسیل باید خشک شود.

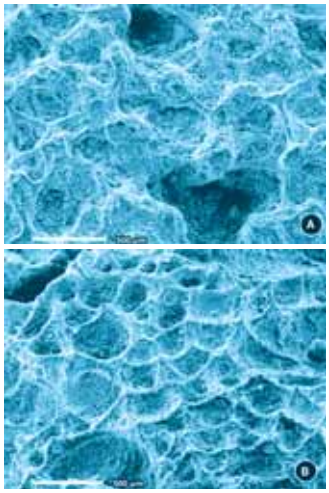
مقایسه با سایر روش‌ها

جداسازی میکروفسیل‌های آهکی از سنگ آهک‌های چاکی از نخستین روش‌های ثبت شده در دیرینه‌شناسی میکروفسیل‌ها بوده است (هرون-آلن[۱۵]، ۱۸۹۴). اگرچه روش کار به‌طور اصولی تا زمان ویلیامز- میشل[۱۶] (۱۹۴۸) شرح داده نشد. از جمله روش‌های جداسازی میکروفسیل‌های آهکی از رسوبات کربناته عبارت‌اند از: حرارت دادن در سولفات سدیم (کرچنر[۱۷]، ۱۹۵۸)، استفاده از ترکیب نفت خام و کربنات سدیم (بولی[۱۸]، ۱۹۵۲)، استفاده از هیدروکسیدسدیم (ویلیامز، میشل، ۱۹۴۸) و استفاده از اسید استیک غلیظ.

با این حال به‌جز روش اسیداستیک خیلی غلیظ، سایر روش‌ها برای جداسازی ماکروفسیل‌های آهکی مناسب نیستند. روش جدیدی که در اینجا شرح داده شد و روش استفاده از اسیداستیک غلیظ، هر دو براساس تفاوت سرعت انحلال کلسیت میکروکریستالین و ماکروکریستالین هستند و بعضی از مراحل مشابه دارند.

محلول ضعیف اسیداستیک باعث انحلال ماده ماتریکس گل سفید (چاک) یا سنگ آهک می‌شود و تنها می‌تواند برای جداسازی فسیل‌های غیرآهکی (به‌ویژه فسیل‌های فسفاتی و سیلیسی) مؤثر باشد (رید[۱۹]، ۱۹۵۸؛ مولر[۲۰]؛ ۱۹۶۲؛ زنکل[۲۱]، ۱۹۶۵؛ رودنر[۲۲]، ۱۹۷۲؛ اپسون[۲۳] و همکاران، ۱۹۹۹، ۱۹۸۵). بوردن[۲۴] (۱۹۶۲، ۱۹۵۶) و پس از او لترز[۲۵] و کراسکواین- سولا[۲۶] (۱۹۸۸) اسیداستیک غلیظ ۹۵ درصد را برای جداسازی میکروفسیل‌های آهکی از رسوبات آهکی به‌کار

استفاده از دستگاه ماورای صوت (وتزل، ۱۹۵۰) می‌تواند نتایج مفیدی در پی داشته باشد، اما استفاده از آن برای صدف و اسکلت‌های شکننده توصیه نمی‌شود، زیرا با تنظیم در حالت قدرت بالا دستگاه ماورای صوت ممکن است به آن‌ها آسیب برساند



شکل۲: ساختار اسکلتی در اسفنج‌ها بعد از تأثیر اسید سولفوریک نمایان می‌شود. عکس‌های SEM. گفتنی است که قبل از عملکرد اسید سطح اسکلتی اسفنج‌ها با لایه‌ای به ضخامت ۲ درصد تا ۱ میلی‌متر از سنگ آهک مارنی پوشیده می‌شود.
A. calicified desman forming choanosomal skeleton of Phymatella intumescens (Roemer, ۱۸۶۴), RV۹۷.
B. calcified and partly pyritized Ychniscs forming choanosomal skeleton of Pyrospongia vrbaei Zahalka, ۱۹۰۰ (RV۹۸)
تمام نمونه‌های مذکور مربوط به تورونین بالایی حوضه کرتاسه بوهمیا هستند. نمونه‌های فوق در سازمان زمین‌شناسی کشور چک در شهر پراگ نگه‌داری می‌شوند.

گرفتند. روش آن‌ها موسوم به «استیله داغ»[۲۷] که با افزودن اسیداستیک و تجزیه رسوبات همراه است برای جداسازی میکروفسیل‌های آهکی از جمله به کمک بوبیک[۲۸] و کاسماک[۲۹] (۱۹۹۱) با موفقیت مورد استفاده قرار گرفت. زاگورسک و واورا[۳۰] (۲۰۰۰) فسیل بریوزوئرها را از تلفیق روش استیله در اسیداستیک و هوازدگی مصنوعی در آزمایشگاه جداسازی کردند. نلسن و ژاکوبسن(۲۰۰۴) روش «اسید-آب داغ» را برای نمونه‌های بزرگ سنگ آهک با نفوذپذیری و تراوایی بالا مطرح کردند. در این روش از اسیداستیک خیلی غلیظ استفاده شد و در واقع این روش به روش اصلاح شده نوت زولد[۳۱] (۱۹۹۵) شباهت داشت. روش اسید استیک غلیظ و روش جدیدی که در این مقاله شرح داده شد، به‌طور هم‌زمان برای شناسایی نمونه‌های حوضه رسوبی بوهمیا[۳۲] به سن کرتاسه آزمایش شد. در مقایسه با روش استیله داغ (استفاده از اسیداستیک غلیظ، به گرین[۳۳] [۲۰۰۱] مراجعه شود) روش اسیدسولفوریک سه برتری دارد:

۱. سریع‌تر انجام می‌گیرد.

۲. تنها رسوبات سطح فسیل حل شده و بخش‌های شکننده و متعدد اسکلت ماکروفسیل از هم جدا نمی‌شوند.

۳. بخشی از رسوبات آهکی در مقایسه با رشو «اسید- آب داغ» نلسن و ژاکوبسن (۲۰۰۴) بازدهی بیشتر آن در انحلال سنگ‌های آهکی بدون تخلخل و نفوذپذیری بالاست.

تاکنون پالینولوژیست‌ها از اسیدسولفوریک (به‌صورت محلول با انیدرید استیک) به‌عنوان ماده کاتالیزور برای زدودن مواد سلولزی زائد در طی فرایند استیلی شدن[۳۴] استفاده می‌کرده‌اند (گرین، ۲۰۰۱).

دستاوردها

در ماکروفسیل‌های رسوبات مربوط به حوضه کرتاسه بوهمیا به سن تورنین بالایی[۳۵] از اسیدسولفوریک استفاده شده است. ماکروفسیل‌هایی با حفظ شدگی خوب از جنس کلسیت، کلسیتی شده یا بخشی از آن پیریتی شده از گروه اسفنج‌ها، اکینودرم‌ها، سرپولیدها، دوکفه‌ها با صدف‌های ضخیم و بازوپایان از میان سنگ آهک‌های مارنی با حدود ۷۰ و ۸۵ درصد کربنات کلسیم جمع‌آوری شده‌اند (سچ[۳۶] و همکاران، ۱۹۹۶). شایان ذکر است که اکثر اسفنج‌های منطقه مورد مطالعه دارای اسکلت سیلیسی از گروه هگزاکتینیلیدها[۳۷] و دموسپونژها[۳۸] هستند و در طی فرایندهای دیاژنز اسکلت آن‌ها کلسیتی یا پیریتی شده است.

برای زدودن رسوبات ضخیم از سطح نمونه‌ها از دستگاه ویبره (Record Power) مدل ۷۴۱۷۰۷۰ استفاده شده است. با قرار گرفتن نمونه‌ها در مکانی خشک به مدت چندین ماه دیگر نیازی به خشک کردن آن‌ها نیست. سپس نمونه‌ها را در ظرف پلاستیکی درپوش‌دار (پلی‌اتیلن) یا ظرف شیشه‌ای محتوی اسید سولفوریک ۳۸ درصد فرو می‌برند. پس از ۲ ساعت نمونه‌ها را از اسید خارج می‌کنند و به مدت ۴ دقیقه آن‌ها را زیر جریان آب به‌دقت شست‌وشو می‌دهند. بعد از آن فسیل در محلول خنثی‌کننده آب و کربنات سدیم به مدت ۳ ساعت قرار می‌گیرد. مرحله نهایی زدودن مواد از سطح فسیل با دستگاه دستی ماورای صوت یا دستگاه آب پرفشار انجام می‌گیرد. استفاده از اسید سولفوریک در فسیل اسفنج‌ها، دو کفه‌ای‌ها با صدف ضخیم، اکینوییدها و سایر اکینودرم‌های کلسیتی شده نتایج خیلی خوبی را نشان می‌دهد. قبل از انجام این روش، سطح خارجی اسفنج‌ها را پوشش نازکی از سنگ آهک مارنی پوشانده که مانع از شناسایی اسپیکول‌ها و هم‌چنین توصیف خصوصیات اسکلتی می‌شود. اجرای روش توضیح داده شده در بالا موجب تمیز شدن سطح فسیل از رسوبات می‌شود. (بخش‌های C، D، G، H، I و J از شکل۱ را مقایسه کنید) و شناسایی فسیل‌ها را براساس خصوصیات اسپیکول‌های آن‌ها امکان‌پذیر می‌سازد. هم‌چنین سطح عاری از رسوب روی اسفنج‌ها موجب رؤیت قشر سطحی آنان می‌شود و بیانگر اطلاعات اکولوژی دیرینه و تافونومی است (بخش D شکل۱). اجرای این روش روی اکینودرم‌ها نیز موفق بوده است (بخش‌های A، B، E و F شکل۱ را مقایسه کنید). فقدان رسوب در سطح اکینوییدها نیز می‌تواند آثار مختلف گازگرفتگی به‌دست شکارچی‌ها (شکل۱B) و سایر ساختارهای زیست فرسایشی[۳۹] و هم‌چنین تغییرات به‌وجود آمده به‌وسیله اویسترها، سرپولیدها و بریوزوئرها را نشان دهد.

سطوح مربوط به ماکروفسیل‌هایی که با اسیدسولفوریک از رسوب زدوده شده‌اند، در میکروسکوپ نوری و هم‌چنین الکترونی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. مشاهده نمونه‌ها با بزرگ‌نمایی ۵۰ برابر نیز مبین صدمه بسیار اندک به اسپیکول اسفنج‌هاست و گاهی هیچ آسیبی ندیده‌اند (شکل ۲A و ۲B). در مورد ایکنوفسیل‌هایی که با رسوبات زیست‌آواری دانه‌ریز تا دانه درشت پر شده‌اند (مانند حفره‌های پسوودوبیلوبیتس روگوسوم[۴۰] و تالاسی نوئیدس[۴۱]) نتایج بسیار خوبی به‌دست آمده است.

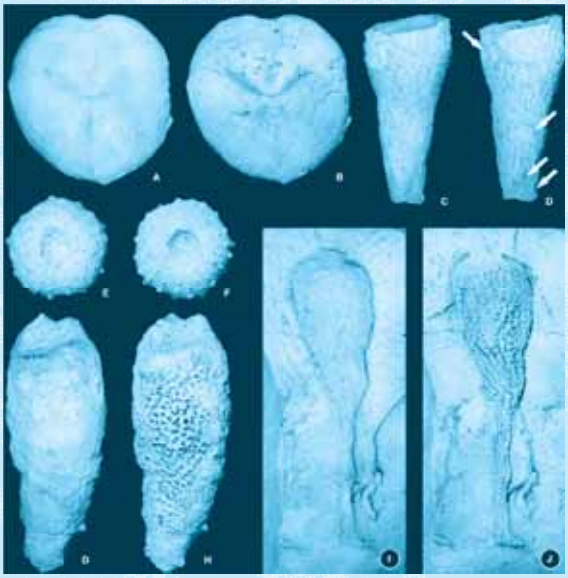
اما در برخی از بازوپایان از جمله Woodwardirhynchia cuneiformis (Pettitt)

Cretirhynchia minor Pettitt و Cretihynchia لامینه‌های تشکیل‌دهنده صدف به شکل ورقه ورقه درمی‌آیند. دوکفه‌ای‌ها و فسیل‌هایی که پوسته نازک دارند، مواد اسیدی با نفوذ به بخش‌های داخلی فسیل می‌توانند سبب تخریب آن شوند و پس از ورقه ورقه شدن ذرات پوسته نوبت به تخریب سنگ می‌رسد.

نتایج

روش شیمیایی آماده‌سازی فسیل‌ها راهکاری جدید براساس عملکرد اسیدسولفوریک است که می‌تواند کاربردی فراوان در جدا کردن ماکروفسیل‌های کلسیتی و کلسیتی شده و یا به‌طور بخشی پیریتی شده از سنگ‌آهک‌های مارنی، آهک‌های مارنی شده و سایر سنگ‌های آهکی داشته باشد. اگرچه روش‌های دیگری نیز برای جداسازی فسیل‌های آهکی از سنگ‌های آهکی وجود دارد، اما این روش به‌طور سریع، مؤثر و بدون آسیب‌رساندن به ماکروفسیل‌ها عمل می‌کند.

روش ذکر شده برای ماکروفسیل‌های مختلف مربوط به رسوبات کربناته کرتاسه بالایی حوضه کرتاسه بوهمیا و ناحیه ساکسونی سفلی در آلمان با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته است. هم‌چنین روی ماکروفسیل‌های کلسیتی شده نظیر اسفنج‌ها، مرجان‌ها، سرپولیدها، دوکفه‌ای با صدف‌های ضخیم، برخی بازوپایان، اکینودرم‌ها، بریوزوئرها، برخی قالب‌های[42] فسیلی فسفاتی شده و ایکنوفسیل‌هایی که با ذرات درشت پر شده‌اند، نتایج موفق داشته است. سطوح ماکروفسیل‌های جداشده در این روش بدون آسیب‌دیدگی هستند و جزئیات اسکلت قابل رؤیت است. اما برخی بازوپایان و دوکفه‌ای‌های دارای پوسته‌ای نازک در طی فرایند آماده‌سازی آسیب دیده‌اند. برای بررسی این روش روی نمونه‌های مربوط به سطوح چینه‌نگاری دیگر آزمایش‌های بیشتری مورد نیاز است.



شکل۱: مقایسه ماکروفسیل‌ها قبل و بعد از استفاده از اسیدسولفوریک

A و B: فسیل میکراستر Micraster cf. leskei (Desmoulins, ۱۸۳۷)

A: قبل از استفاده از اسید

B: بعد از استفاده از اسید

C و D: فسیل ونتریکولیتس Ventriculites chonoides (Mantell, ۱۸۲۲), RV۹۳, ۰. ۸x

پیکان‌ها محل اویسترها Pycnodonte vesicularis (Lamarck, ۱۸۰۹) را نشان می‌دهند.

E و F: فسیل Gauthieria radiata (Sorigent, ۱۸۵۰), RV۹۴, ۱. ۵x.

E: قبل از استفاده از اسید **F**: بعد از استفاده اسید

G و H: فسیل **Ventriculites alcyonoides Mantell**

G: قبل از استفاده از اسید **H**: بعد از استفاده از اسید

Ventriculites alcyonoides, RV۹۶, ۱,۱x.: J, I

I: قبل از استفاده از اسید **J**: بعد از استفاده از اسید

تمام نمونه‌های مذکور مربوط به تورونین بالایی حوضه کرتاسه بوهمیا هستند. نمونه‌ها قبل از عکاسی آغشته به محلول کلرید آمونیم شده‌اند. نمونه‌های فوق در سازمان زمین‌شناسی کشور چک در شهر پراگ نگه‌داری می‌شوند.

پی‌نوشت‌ها

1. Bohemian Cretaceous Basin 2. Vodrazka 3. Zagorsek 4. serpulids 5. Zitt 6. Waterblasting 7. Nielsen and Jakobsen 8. sandblasting 9. Stucker 10. Aichinger 11. Hannibal 12. Bath in sulphuric acid 13. Ultrasonic 14. Wetzel 15. Heron-Allen 16. Williams-Mitchell 17. Kirchner 18. Bolli 19. Reid 20. Muller 21. Zankl 22. Rudner 23. Ieppsson 24. Bourdon 25. Lethiers 26. Crasquin-Soleau 27. hot acetolysis 28. Bubik 29. Kosmak 30. Vavra 31. Notzold 32. Bohemia 33. Green 34. acetylation 35. Upohlavy Quarry 36. Cech 37. hexactinellids 38. demosponges 39. bioerosional 40. Pseudobillobites rugosum (Reuss) 41. Thallasinoides 42. moulds

منبع

1. Vodrazka. R, (2009) "**A NEW METHOD THE EXTRACTION OF MACROFOSSILS FROM CALCAREOUS ROCKS USING SULPHURIC ACID**" Palaeontology, Vol. 52, Part 1, 2009, pp. 187-192.

چگونه سنگ‌ها و کانی‌های کربناتی را در نمونه دستی تشخیص دهیم؟

سیدمجید میرکاظمیان
کارشناس ارشد زمین‌شناسی

مقدمه

برای اغلب زمین‌شناسان، اصطلاح «آزمون اسید» به معنای قرار دادن یک قطره از اسید هیدروکلریک رقیق (۵ تا ۱۰ درصد) روی یک سنگ یا کانی به‌منظور مشاهده آزاد شدن حباب‌های گاز دی‌اکسیدکربن است. حباب‌ها نشانه وجود کانی‌های کربناتی مانند کلسیت، دولومیت یا یکی از کانی‌های اشاره شده در جدول ۱ است.

حباب‌های آزاد شده گاز دی‌اکسیدکربن یا آن‌قدر ضعیف‌اند که برای مشاهده تک‌حباب در حال رشد در اسید نیاز به ذره‌بین دستی (لوپ) هستیم یا آن‌قدر شدیدند که همراه با جوشش تولید می‌شوند. این تفاوت ناشی از نوع کانی‌های کربناتی، میزان وجود کربنات، اندازه ذرات کربنات و درجه حرارت اسید است.

کلیدواژه‌ها: سنگ‌های کربناتی، کانی‌های کربناتی، کربنات‌ها، آزمون اسید، آزمون سرکه

حباب‌های آزاد شده گاز دی‌اکسیدکربن یا آن‌قدر ضعیف‌اند که برای مشاهده تک‌حباب در حال رشد در اسید نیاز به ذره‌بین دستی (لوپ) هستیم یا آن‌قدر شدیدند که همراه با جوشش تولید می‌شوند

چه چیزی باعث صدای فش‌فش می‌شود؟

کانی‌های کربناتی در تماس با اسید هیدروکلریک ناپایدار می‌شوند. وقتی اسید با صدای فش‌فش شروع به جوشیدن می‌کند واکنش زیر در حال انجام است:

$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CO_2 + H_2O + Ca^{++} + 2Cl^-$$

در سمت چپ این واکنش کانی کلسیت ($CaCO_3$) در مجاورت اسید هیدروکلریک قرار می‌گیرد. این واکنش گاز دی‌اکسید کردن (CO_2)، آب (H_2O)، کلسیم حل شده (Ca^{++}) و کلر محلول در آب (Cl^-) را شکل می‌دهد. حباب‌های دی‌اکسید کربن نشان می‌دهند که واکنش در حال وقوع است. وقتی این

اتفاق رخ می‌دهد که کلسیت یا مواد معدنی کربنات دیگر وجود داشته باشد.

بسیاری از کانی‌های کربناتی دیگر نیز با اسید هیدروکلریک واکنش نشان می‌دهند. هریک از این کانی‌ها از ترکیب یک یا چندین یون فلزی با یون کربنات (CO_3^{-}) تشکیل شده‌اند. فرمول این واکنش‌ها شبیه واکنش کلسیت است که در بالا آورده شد. حاصل واکنش کانی با اسید هیدروکلریک، تولید گاز دی‌اکسید کربن، آب و یک یون فلزی و یون کلر محلول است. فرمول واکنش منیزیت ($MgCO_3$) و سیدریت ($FeCO_3$) در زیر نشان داده شده است:

$$MgCO_3+2HCl \rightarrow CO_2+H_2O+Mg^{++}+2Cl^{-}$$
$$FeCO_3+2HCl \rightarrow CO_2+H_2O+Fe^{++}+2Cl^{-}$$

توان واکنش کربنات‌ها

مشاهده دقیق بسیار مهم است، زیرا برخی از کانی‌های کربناتی یا اسید سرد به‌شدت واکنش نشان می‌دهند و برخی دیگر به سختی.

یکی از رایج‌ترین کانی‌های کربناتی که زمین‌شناسان اغلب با آن روبه‌رو می‌شوند، کلسیت ($CaCO_3$) است. کلسیت نوعی کانی است که در همه‌جا یافت می‌شود؛ در سنگ‌های آذرین، دگرگونی و سنگ‌های رسوبی. کلسیت رایج‌ترین کانی کربناتی است. اگر یک قطره اسید هیدروکلریک سرد روی کلسیت ریخته شود، تمام قطره اسید با حباب‌های فراوان و صدای فش‌فش فوران می‌کند که این حالت برای چند ثانیه طول خواهد کشید.

دولومیت ($(CaMg)(CO_3)_2$) یکی دیگر از کانی‌های کربناتی رایج است. اگر یک قطره از اسید هیدروکلریک سرد روی یک تکه دولومیت ریخته شود واکنشی ضعیف رخ خواهد داد یا اصلاً واکنشی مشاهده نخواهد شد. در عوض، شنیدن صدای فش‌فش آشکار، توجه را به مشاهده چند حباب گاز دی‌اکسید کربن که به آرامی روی سطح دولومیت و درون قطره اسید ریخته شده روی سطح کانی جلب می‌کند.

با این حال، اگر اسید گرم روی دولومیت ریخته شود، صدای فش‌فش آشکار رخ خواهد داد. این اتفاق به‌دلیل واکنش شدیدتر اسید و سنگ در دمای بالاتر است.

اگر یک قطره از اسید هیدروکلریک روی دولومیت پودر شده ریخته شود، واکنش قابل ملاحظه‌ای رخ خواهد داد، زیرا سطح کانی دولومیت در دسترس

یکی از رایج‌ترین کانی‌های کربناتی که زمین‌شناسان اغلب با آن روبه‌رو می‌شوند، کلسیت ($CaCO_3$) است. کلسیت نوعی کانی است که در همه‌جا یافت می‌شود؛ در سنگ‌های آذرین، دگرگونی و سنگ‌های رسوبی. کلسیت رایج‌ترین کانی کربناتی است

سنگ‌مرمر، سنگ آهک یادولوستون دگرگون‌شده است. واکنشی که این سنگ در برابر اسید دارد شبیه‌واکنش سنگ آهک یا دولوستونی است که سنگ مرمر از آن تشکیل یافته است

اسید افزایش یافته است (به‌راحتی می‌توان خاکه دولومیت را با خراشیدن یک نمونه از دولومیت روی یک چینی بدون لعاب تولید و سپس خاکه را با ریختن یک قطره اسید هیدروکلریک روی آن آزمایش کرد. یکی دیگر از راه‌های آسان برای تولید مقدار کمی خاکه کانی، خراشیدن آن به کمک ناخن است).

[سختی چینی بدون لعاب در مقیاس موهس حدود ۷ است. بنابراین نمی‌توان از رنگ خاکه کانی‌های با سختی ۷ و بیشتر از ۷ استفاده کرد].

کانی‌های کربناتی مختلف پاسخ‌های متفاوتی به اسید هیدروکلریک خواهند داشت. فهرستی از کانی‌های کربناتی رایج همراه با ترکیب شیمیایی آن‌ها و واکنشی که با اسید هیدروکلریک سرد و گرم دارند، در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. فهرستی از کانی‌های کربناتی رایج با فرمول شیمیایی و واکنش آن‌ها نسبت به اسید هیدروکلریک سرد و گرم. نتایج آزمون می‌تواند به‌دلیل هوازدگی، آزمون قبلی روی نمونه، آلودگی و خلوص نمونه، متفاوت باشد.

کانی	ترکیب شیمیایی	واکنش با اسید سرد	واکنش با اسید گرم
آراگونیت	$CaCO_3$	شدید	شدید
آزوریت	$Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$	بله	شدید
کلسیت	$CaCO_3$	شدید	شدید
دولومیت	$(CaMg)(CO_3)_2$	ضعیف	بله
منیزیت	$MgCO_3$	خیلی ضعیف	ضعیف
مالاکیت	$Cu_2CO_3(OH)_2$	بله	بله
رودوکروزیت	$MnCO_3$	ضعیف	بله
سیدریت	$FeCO_3$	خیلی ضعیف	ضعیف
اسمیتزونیت	$ZnCO_3$	ضعیف	بله
استرونتیانیت	$SrCO_3$	بله	بله
ویدریت	$BaCO_3$	ضعیف	ضعیف

هنگامی که یک کانی پاسخ ضعیفی به اسید بدهد باید هوشیار بود و با صبر و حوصله آن را مشاهده کرد. برای مثال، منیزیت واکنشی بسیار ضعیف با اسید هیدروکلریک سرد دارد. اگر مقداری از این کانی را روی یک چینی بدون لعاب خاک کنند و یک قطره اسید روی آن بریزند، ممکن است برای چند ثانیه هیچ‌گونه واکنشی مشاهده نشود. سپس حباب‌های کوچک روی ذرات منیزیت که اسید روی آن‌ها ریخته شده است شروع به شکل‌گیری می‌کنند و بزرگ و بزرگ‌تر می‌شوند. این حباب‌ها همان گاز دی‌اکسید کربن آزاد شده از کانی است و آب به جا می‌ماند. مشاهده شکل‌گیری حباب‌ها با یک ذره‌بین دستی (لوپ) می‌تواند مفید باشد.

آزمون اسید روی سنگ‌ها

سنگ آهک، دولوستون[1] و مرمر

برخی از سنگ‌ها حاوی کانی‌های کربناتی هستند و از «آزمون اسید» می‌توان برای کمک به شناسایی آن‌ها استفاده کرد. سنگ آهک تقریباً به‌طور کامل از کلسیت تشکیل شده است و می‌تواند با یک قطره از اسید هیدروکلریک صدای فش‌فش شدید تولید کند. دولوستون سنگی است که تقریباً به‌طور کامل از کانی دولومیت تشکیل شده است. این سنگ زمانی که اسید هیدروکلریک سرد روی آن ریخته شود صدای بسیار ضعیف، زمانی که با دولوستون پودر شده آزمایش شود صدای واضح‌تر و زمانی که از اسید گرم استفاده شود صدای فش‌فش قوی‌تر خواهد داشت.

سنگ آهک و دولوستون می‌توانند کمی پیچیده‌تر باشند. آن‌ها گاهی از مخلوطی از کلسیت و دولومیت تشکیل می‌شوند و واکنش‌های فریبنده با اسید می‌دهند. دولوستونی که به اندازه کافی کلسیت داشته باشد می‌تواند شما را به این اشتباه بیندازد که آن را سنگ آهک بنامید. برای شناسایی این سنگ‌ها ممکن است «آزمون اسید» خیلی قابل اعتماد نباشد، اما حداقل خواهید دانست که سنگ حاوی مقدار کانی کربناتی قابل توجهی است.

سنگ مرمر، سنگ آهک یا دولوستون دگرگون شده است. واکنشی که این سنگ در برابر اسید دارد شبیه واکنش سنگ آهک یا دولوستونی است که سنگ مرمر از آن تشکیل یافته است.

سنگ‌های دیگری که فش‌فش می‌کنند

همیشه به یاد داشته باشید که: «کلسیت همه‌جا یافت می‌شود.»

بسیاری از سنگ‌ها حاوی مقدار کمی کلسیت یا کانی‌های کربناتی دیگر هستند. همه آن‌ها می‌توانند در واکنش با اسید صدای فش‌فش ایجاد کنند، حتی اگر کربنات تنها بخش کوچکی از ترکیب سنگ باشد. این سنگ‌ها ممکن است حاوی رگه یا بلورهای کوچک کانی‌های کربناتی باشند که در تماس با اسید صدای فش‌فش تولید می‌کنند. این رگه‌ها و بلورها می‌توانند آن‌قدر کوچک باشند که با چشم غیرمسلح قابل رؤیت نباشند. این مقدار کم کربنات می‌تواند با اولین قطره اسید تخلیه شود

و برای بار دوم که اسید در همان محل روی سنگ ریخته می‌شود صدایی شنیده نخواهد شد.

برخی از سنگ‌های رسوبی در متن خود سیمان کلسیتی یا دولومیتی دارند. ماسه سنگ، فورش سنگ[2] و کنگلومرا گاهی دارای سیمان کلسیتی هستند که در تماس با اسید هیدروکلریک سرد صدای فش‌فش تولید می‌کنند. برخی کنگلومراها و برش‌ها حاوی قطعاتی از سنگ‌های کربناته یا کانی‌های کربناتی هستند که با اسید واکنش می‌دهند.

بسیاری از شیل‌ها که در محیط‌های دریایی نهشته می‌شوند حاوی مقدار کافی از کربنات کلسیم برای تولید صدای فش‌فش شدید هستند. این شیل‌ها در یک محیط مشابه یا در مجاورت محیطی که سنگ آهک در آن شکل گرفته است، نهشته شده‌اند. آن‌ها از کانی‌های رسی رسوبی در اختلاط با مقدار کمی کلسیت تشکیل شده‌اند و «شیل آهکی» نامیده می‌شوند.

نباید اجازه داد صدای فش‌فش اسید فرایند شناسایی سنگ را کنترل کند. در موارد بسیار می‌توان آن را به‌عنوان جزئیات به مشاهدات خود اضافه کرد؛ برای مثال «شیل آهکی» یا «ماسه سنگ یا سیمان کربناته». این اطلاعات ارزشمند است.

بیشینه واکنش با اسید

سنگ‌های کمی هستند که می‌توانند یک واکنش شدید با اسید هیدروکلریک تولید کنند. این‌ها معمولاً سنگ‌های تشکیل شده از کلسیت یا آراگونیت با تخلخل فراوان و دارای بیشترین سطح تماس با اسید هستند. برخی نمونه‌های گچ، کوکوئینا[3]، اُلیت و توف از این دسته‌اند. هنگامی که یک قطره از اسید هیدروکلریک رقیق شده روی این نمونه‌ها قرار داده شود یک فوران کف اسیدی از سنگ آغاز و به قطر غیرمنتظره‌ای رشد می‌یابد. این واکنش بسیار کوتاه (و احتمالاً تکرارناپذیر)، اما بسیار ناگهانی و شدید است که می‌تواند شخص آزمایش‌کننده را متعجب کند. این اتفاقات برای یک قطره اسید رخ می‌دهد و اگر از اسید بیشتری استفاده شود واکنش شدیدتر خواهد بود.

[کوکوئینا یک سنگ رسوبی است که کاملاً یا تقریباً به‌طور کامل از قطعات حمل شده، فرسوده شده و با جورشدگی مکانیکی پوسته نرم‌تنان، تریلوبیت‌ها، براکیوپودها یا بی‌مهرگان دیگر تشکیل شده است].

بیشینه واکنش شدید اسید هیدروکلریک سرد با این نمونه‌ها به این دلیل رخ می‌دهد که سنگ‌ها بسیار متخلخل‌اند یا سطح وسیعی از سنگ در تماس با یک قطره اسید قرار گرفته است.

آزمایش نمونه سالم و هوانزده

کلسیت و دیگر کانی‌های کربناتی دارای مقاومت کمی نسبت به هوازدگی هستند و می‌توانند به کمک اسید در آب‌ها و خاک‌های طبیعی مورد هجوم قرار گیرند. هنگامی که موادی آزمایش می‌شوند که در سطح زمین رخ‌نمون یافته‌اند، بسیار مهم است که سطوح تازه و هوانزده آن‌ها مورد آزمایش قرار گیرد. سطح تازه معمولاً می‌تواند با شکستن سنگ به‌دست آید.

تخلخل فریبنده

برخی از سنگ‌ها متخلخل و دارای هوای محبوس شده‌اند. ورود مقدار کمی هوای آزاد شده از درون خلل و فرج به درون قطره اسید می‌تواند ظاهر یک واکنش اسیدی ملایم را از خود نشان دهد. نباید فریب خورد. اگر یک قطره اسید روی برخی ماسه‌سنگ‌ها ریخته شود، حباب‌های کمی از خلل و فرج سنگ خارج می‌شود. این حباب‌ها حاصل واکنش اسید با سیمان کربناته نیستند. برای جلوگیری از این مشکل، می‌توان سنگ را روی چینی بدون لعاب کشید و پودر آن یا دانه‌های تولید شده را آزمایش کرد.

آزمایش سرکه

سرکه محلول رقیق اسید استیک (حدود ۵ تا ۱۰ درصد) است که واکنش جوشان ضعیفی با کلسیت و دولومیت می‌دهد. در نبود اسید هیدروکلریک می‌توان از سرکه استفاده کرد. دسترسی به سرکه آسان‌تر، ارزان‌تر و ایمن‌تر است.

برای مشاهده واضح جوشش سرکه معمولاً نیاز به یک ذره‌بین دستی (لوپ) است. واکنش کانی‌های کربناتی تنها با اسید هیدروکلریک به‌دلیل واکنش قوی با چشم غیرمسلح قابل رؤیت است.

احتیاط

در هنگام «آزمون اسید» استفاده از دستکش‌های حفاظتی، عینک، حوله کاغذی و فراهم کردن امکان دسترسی فوری به مراکز پزشکی توصیه می‌شود.

بسیاری از سنگ‌ها حاوی مقدار کمی کلسیت یا کانی‌های کربناتی دیگر هستند. همه آن‌ها می‌توانند در واکنش با اسید صدای فش‌فش ایجاد کنند، حتی اگر کربنات تنها بخش کوچکی از ترکیب سنگ باشد

پی‌نوشت‌ها

1. Dolostone
2. Siltstone
3. Coquina

منبع: برگرفته از سایت

http://geology.com/minerals/acid-test.shtml

طرح درس

سید ابوالقاسم مرکبی

کلیدواژه‌ها: طرح درس، زمین‌شناسی، اهداف رفتاری، حیطه شناختی، حیطه عاطفی، حیطه روانی، مشارکت گروهی، روش تفکر استقرایی، روش سخنرانی

وسایل مورد نیاز (کمک‌آموزشی)

۱. رایانه
۲. سی‌دی
۳. عکس
۴. فسیل‌های جمع‌آوری شده
۵. وایت‌برد
۶. ماژیک
۷. کتاب درسی
۸. مقوا و کاغذ ترسیم
۹. مداد رنگی

روش تدریس: سخنرانی، پرسش و پاسخ، نمایشی، آزمایشگاهی، بدیعه‌پردازی، کاوشگری، بارش مغزی.

مدل کلاس: تیم‌های چهار نفره، چیدمان صندلی‌های نیمه‌گرد.

الف. مشخصات کلی	۱. عنوان کتاب: **زمین‌شناسی پیش‌دانشگاهی** ۲. موضوع درس: **شناخت حوادث مهم دوران زمین‌شناسی** ۳. مدت تدریس: ۹۰ دقیقه ۴. تعداد دانش‌آموزان: ۲۵ نفر ۵. شماره درس: ۱۷ ۶. رئوس مطالب: دوران‌های پرکامبرین، پالئوزوئیک، مزوزوئیک و سنوزوئیک ۷. منابع مطالعاتی: ۱. زمین‌شناسی تاریخی، نوشته دکتر مهدی نجفی؛ ۲. زمین در گذر زمان، ترجمه دکتر ابراهیم قاسمی؛ ۳. اینترنت http://www.ngdir.ir	
ب. اهداف کلی	شناخت ویژگی‌های مهم دوران‌های مختلف زمین‌شناسی	
ج. اهداف جزئی	در پایان این درس دانش‌آموز باید بتواند: - به‌ترتیب، دوران‌های زمین‌شناسی را نام ببرد. - نام فسیل‌های باارزش و مهم هر دوران را بیان کند. - مفاهیم درس را تعریف کند. - ویژگی‌های اولین پرنده را توضیح دهد. - دلایل انقراض دایناسورها را بنویسد.	حیطه شناختی- دانش حیطه شناختی- دانش حیطه شناختی- دانش حیطه شناختی- درک و فهم حیطه شناختی- درک و فهم
د. اهداف رفتاری	در پایان یا ضمن این درس از دانش‌آموزان انتظار می‌رود: - فسیل راهنمای هر دوران را روی نمونه‌های اصلی تشخیص دهد. - تاریخ تحول جانداران را براساس شواهد به‌دست آمده شرح دهد. - به حفظ آثار مربوط به عصرهای دیرینه علاقه نشان دهد و احساس مسئولیت کند.	حیطه شناختی- کابردی حیطه شناختی- ترکیب حیطه عاطفی

بخش دوم- مهارت‌های ضمن تدریس

(روش تحقیق)

الف) فعالیت‌های مقدماتی

۱. احوال‌پرسی، حضور و غیاب و بررسی وضعیت فراگیران و تسلط بر کلاس (۳ دقیقه)

۲. ارزش‌یابی تشخیصی از اندوخته‌های قبلی (آزمون و پرسش کلاسی) (۱۰ دقیقه)

۳. نمونه سؤالات مربوط به اجرای آزمون از درس گذشته:

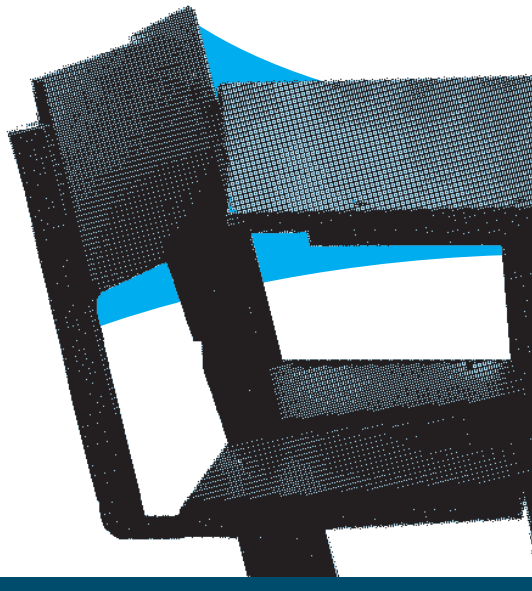
- ملاک‌های تقسیم‌بندی تاریخ زمین (دوران‌ها) را بنویسید (حیطه شناختی، درک و فهم).
- ستون چینه‌شناسی را تعریف کنید (حیطه شناختی، دانش).

۴. ایجاد انگیزه و آمادگی برای درس جدید (۱۰ دقیقه)

- مشاهده فیلمی کوتاه از دایناسورها.
- نشان دادن تصاویر مربوط به چند فسیل با استفاده از رایانه.

از فراگیران می‌خواهیم درباره تصاویر به بحث و

معلم سؤال دوم را مطرح می‌کند: چرا بیشتر از نصف کانی‌های باارزش جهان (نیکل، طلا و اورانیوم) مربوط به این دوران هستند؟ (روش پرسش و پاسخ و مشارکت گروهی)



آمونیت

ترپلوبیت

گفت‌وگو بپردازند (**مشارکت گروهی**).

در ضمن می‌توان با طرح چند سؤال علاقه آن‌ها را به درس جدید بیشتر کرد. مثال:

س: تاکنون فکر کرده‌اید پول جن یعنی چه؟

ج: قبلاً مردم کرمان به نومولیت‌های عدسی‌شکل روی سنگ می‌گفتند.

س: فسیل آمونیت با آمون، الهه مصر باستان، چه ارتباطی دارد؟

ج: گوش آمون، الهه مصر، پیچشی مانند آمونیت داشته است.

س: کدام فسیل‌ها با گوش‌ماهی‌های امروزی شبیه‌اند؟

ج: پلسی پودا (دوکفه‌ای)

س: اولین موزه دیرینه‌شناسی کشور ما در کدام شهرستان تأسیس شد؟

ج: کرمان

ب) شرح درس (فعالیت یاددهی و یادگیری)- زمان: ۵۰ دقیقه

۱. رئوس مطالب

معلم روی تخته یا وایت‌برد رئوس مطالب درس جدید و هدف‌های رفتاری را به شرح زیر می‌نویسد.

- آشنایی با دوران‌های پرکامبرین، پالئوزوئیک، مزوزوئیک و سنوزوئیک!
- بررسی آب‌وهوا، ویژگی‌های کوه‌زایی و شرایط محیطی در هر دوران!
- چه جاندارانی در هر دوران وجود داشته‌اند؟
- فسیل‌های راهنمای هر دوران کدام‌اند؟
- اولین بی‌مهرگان، ماهی‌ها، دوزیستان، خزندگان، پرندگان و پستانداران در کدام دوره ظاهر شدند؟
- اولین گیاهان آوندی و گیاهان گل‌دار شاخص کدام دوره‌اند؟

۲. درس جدید

معلم به حوادث و ویژگی‌های دوران پرکامبرین می‌پردازد (مانند معرفی استروماتولیت‌ها) و عنوان می‌کند:

در این دوران که سنگ‌ها متحمل تغییرات فراوانی شده‌اند، موجودات در ابتدای سیر تحول و تکامل قرار داشته‌اند. مقدار زیادی از سنگ‌ها ذوب شده‌اند... (**روش سخنرانی**)

سپس معلم از دانش‌آموزان هر گروه می‌خواهد پس از بحث و تبادل نظر با هم، نظر خود را درباره اینکه چرا دوران پرکامبرین سنگواره کم است بگویند. معلم سؤال دوم را مطرح می‌کند: چرا بیشتر از نصف کانی‌های باارزش جهان (نیکل، طلا و اورانیوم) مربوط به این دوران هستند؟ (**روش پرسش و پاسخ و مشارکت گروهی**)

معلم از دانش‌آموزان می‌خواهد قدری تأمل کنند و سپس پاسخ دهند. هنگام تدریس باید سؤالاتی از فراگیران بپرسیم و از آن‌ها بخواهیم چند دقیقه درباره آن‌ها فکر کنند و پاسخ دهند. این روش ذهن خلاق را به‌سمت فراگیری سوق می‌دهد. کمی بعد شاگردان با توجه به گفته‌های معلم پاسخ می‌دهند.

در مرحله بعد فسیل تریلوبیت به دانش‌آموزان نشان داده می‌شود (**روش نمایشی**) و درباره آن مطالبی روی وایت‌برد عرضه می‌شود.

سؤال: با توجه به آنکه اغلب، تریلوبیت‌ها را روی ماسه‌سنگ‌ها مشاهده می‌کنیم در مورد محیط زندگی تریلوبیت‌ها چه حدس می‌زنید؟ یا این موجودات در چه قسمتی از آب زندگی می‌کرده‌اند؟

دانش‌آموزان (پس از قدری سکوت): قسمت کم‌عمق آب، زیرا محیط تشکیل ماسه‌سنگ منطقه کم‌عمق آب است (**روش تفکر استقرایی**)

- علم تجربی یعنی همین!

معلم در ادامه به دیگر حوادث دوران پالئوزوئیک و تحول حیات و جانداران می‌پردازد (**روش سخنرانی**). سپس دو سنگواره اسپریفر (بازوپایان) و پکتن (دوکفه‌ای) را به فراگیران نشان می‌دهد (**روش نمایشی**) و از آن‌ها می‌خواهد هر گروه تفاوت‌های مشاهده شده را (پس از بحث اعضای گروه) روی ورقه بنویسند و به معلم تحویل دهند

در مرحله بعد فسیل تریلوبیت به دانش‌آموزان نشان داده می‌شود (روش نمایشی)

دانش‌آموزان (پس از قدری سکوت): قسمت کم‌عمق آب، زیرا محیط تشکیل ماسه‌سنگ منطقه کم‌عمق آب است (روش تفکر استقرایی)

(روش تفکر استقرایی و بارش مغزی).

تیم‌ها تا حدودی موفق‌اند:

تیم اول: بازوپایان دو صدف برابر نیستند، اما دوکفه‌ای‌ها برابرند.

تیم دوم: بازوپایان دارای برجستگی و فرورفتگی در صدف‌اند، اما دوکفه‌ای‌ها نه... سپس در ادامه به بررسی عوامل کوه‌زایی و تشکیل ذغال‌سنگ در این دوران می‌پردازد **(روش سخنرانی).**

مطلب بعدی شناخت و حوادث دوران مزوزوئیک است **(روش سخنرانی).**

سپس معلم از اعضای گروه‌های دانش‌آموزی می‌خواهد تا درباره دایناسورها و آب‌وهوای دوران دوم، به بحث و تبادل اطلاعات بپردازند **(روش همیاری اعضای گروه و بارش مغزی).**

توصیف اولیه

معلم: دایناسورها موجودات عظیم‌الجثه و وحشتناکی بوده‌اند **(قیاس مستقیم).**

معلم از دانش‌آموزان می‌خواهد که هریک از آنان از زبان یک دایناسور بگوید «چرا نسل آن‌ها منقرض شده است؟» فراگیران بین خود و دایناسور **(مفهوم)** یکدلی و همرنگی ایجاد می‌کنند و پاسخ می‌دهند **(قیاس شخصی).** جواب‌های دایناسور:

- به‌دلیل جثه زیاد و کم‌تحرکی از بین رفته‌ام؛
- بیماری؛
- کمبود غذا؛
- گونه‌ام منقرض شده است؛
- سردی هوا.

سپس قیاس‌های متضاد مانند (گرمای دوران مزوزوئیک و سردی هوا، جثه زیاد و عدم تحرک و...) مطرح می‌شود و با بررسی دوباره قیاس‌های مستقیم و شخصی به نتایجی درباره انقراض دایناسورها می‌رسد **(توصیف و تفکر خلاق).**

- آری، انقراض دایناسورها دلایل مختلف داشته و در واقع هنوز کشف نشده است.

در ادامه درس، معلم درباره آرکئوپتریکس، آمونیت و بلمنیت صحبت می‌کند و دو نمونه از فسیل آن‌ها را به شاگردان نشان می‌دهد **(روش نمایشی)** و **(روش سخنرانی).**

معلم از شاگردان می‌خواهد با جست‌وجوی اینترنتی درباره ویژگی‌ها و شکل‌های این فسیل‌ها بگویند که چرا آرکئوپتریکس فسیل مهمی است.

سپس نام بزرگ‌ترین آمونیت شناخته شده در دنیا و نام شهرستانی که بهترین و فراوان‌ترین آمونیت‌ها را در کشورمان دارد، پیدا کنند (بهشهر).

هم‌چنین آمونیت‌ها اغلب در چه سنگ‌هایی دیده می‌شوند؟ (آهک و ماسه‌سنگ) **(روش اعضای تیم- طرح همیاری و پژوهش‌مداری).**

در ادامه از فراگیران خواسته می‌شود تا زمان ظهور اولین ماهی‌ها، نخستین دوزیستان، خزندگان، اولین پرنده پستاندار و هم‌چنین زمان ظهور اولین گیاهان آوندی و اولین گیاهان گل‌دار را با استفاده ازکتاب یا اینترنت پیدا کنند و ویژگی‌های آن‌ها را با یکدیگر مقایسه کنند **(روش مشارکت گروهی و تفکر استقرایی).**

زمانی که سخن از دوران سنوزوئیک به میان می‌آید سؤال این‌گونه مطرح می‌شود؟ چرا دوران سنوزوئیک دوران پستانداران نامیده می‌شود؟

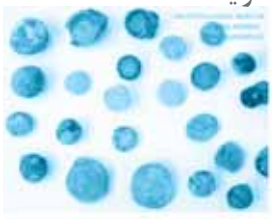
دانش‌آموزان: خونگرم بودن، پوشیده بودن بدن از مو یا پشم و سازگاری با شرایط جدید محیط بر خزندگان غلبه کرده و خزندگان مزیت‌های زندگی در محیط خشک را از دست داده‌اند **(روش بحث گروهی و پرسش و پاسخ).**

معلم در ادامه به ویژگی‌های نومولیت و رسم شکل آن روی وایت‌برد (تخته‌سیاه) می‌پردازد. شکل‌هایی از فسیل‌های دیگر مانند تریلوبیت و آمونیت را رسم می‌کند و از بچه‌ها نیز می‌خواهد آن‌ها را رسم و به

اسپریفر

آمونیت

نومولیت



نومولیت

ساختار داخلی آن‌ها توجه کنند **(روش ترسیم)**.
هم‌چنین در ادامه از بچه‌ها می‌خواهد که با توجه به مطالب کتاب و شکل‌های آن و نتایج گرفته شده از قبل، وضعیت کلیه جانداران اعم از ویژگی‌ها، زمان ظهور، انقراض، محیط و آب‌وهوا را در دوران اول، دوم و سوم مقایسه کنند و به نتایجی برسند و اعضای گروه پس از بحث و تبادل‌نظر، عقیده خود را روی کاغذ بیاورند **(روش مشارکت گروهی، تفکر استقرایی و بارش مغزی)**.
سپس برای مدتی کوتاه، دوباره چند فسیل زیبا از طریق رایانه به آن‌ها نشان داده می‌شود و از شاگردان می‌خواهد که نام آن‌ها را حدس بزنند **(روش استفاده از رایانه و تفکر استقرایی)**.
معلم، موضوع کشف عدس‌های سنگ‌شده به‌دست هرودوت (فیلسوف یونانی) در اهرام ثلاثه مصر و حدس و گمان درباره چنین تغذیه‌ای برای کارگران آن زمان، همچنین جریان «پول جن و مردم کرمان» را برای دانش‌آموزان نقل می‌کند **(روش داستان‌پردازی)** و در پایان با ظهور انسان و زخمی شدن سیمای زمین، مطالب را با بار عاطفی به پایان می‌برد.

ج) فعالیت‌های تکمیلی (زمان لازم ۱۲ دقیقه)

در این بخش از دانش‌آموزان می‌خواهیم که در پای تابلو بنویسند یا مطرح کنند که چه چیزهایی یاد گرفته‌اند یا می‌توانیم به کمک بچه‌ها خلاصه‌ای از درس را تکرار کنیم **(روش تمرین و تکرار)** که از مؤثرترین روش‌های یادگیری به‌شمار می‌رود).

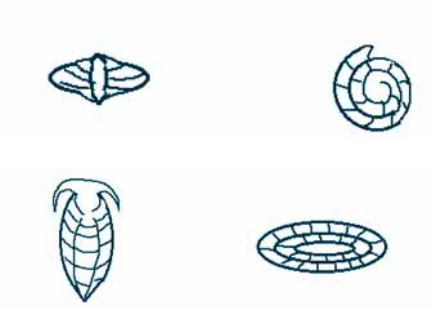
در ادامه از فراگیران خواسته شود تا زمان ظهور اولین ماهی‌ها، نخستین دوزیستان، خزندگان، اولین پرنده پستاندار و هم‌چنین زمان ظهور اولین گیاهان آوندی و اولین گیاهان گل‌دار را با استفاده از کتاب یا اینترنت پیدا کنند و ویژگی‌های آن‌ها را با یکدیگر مقایسه کنند (روش مشارکت گروهی و تفکر استقرایی)

۲. ارزش‌یابی پایانی

سؤالات تکثیر شده را در اختیار شاگردان قرار می‌دهیم و آزمون را به‌صورت فردی برگزار می‌کنیم. سعی می‌کنیم در همان جلسه یا جلسه بعدی ورقه‌ها با دقت تصحیح شود تا آن‌ها به اشکالات خود پی ببرند.

نمونه سؤالات ارزش‌یابی پایانی

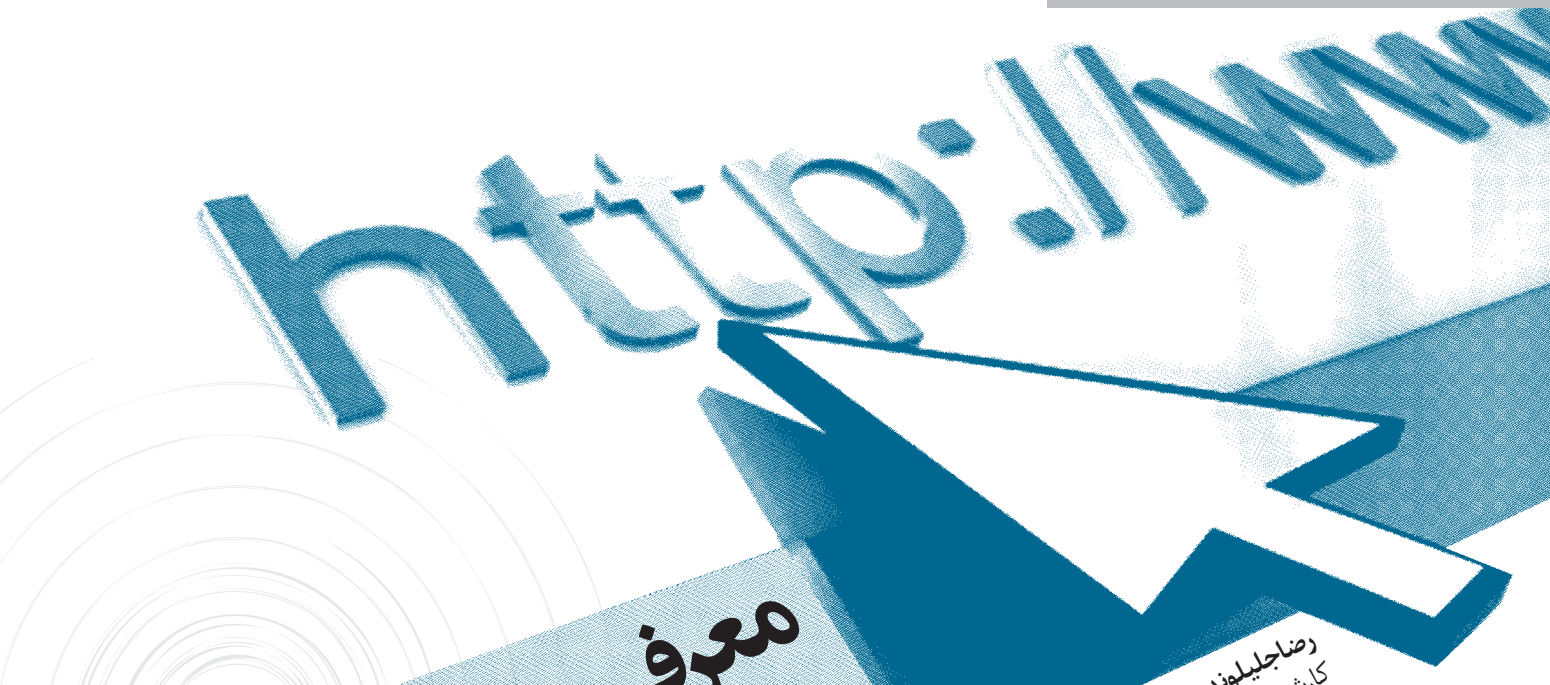
- چرا فسیل آرکئوپتریکس بااهمیت است؟ (حیطه شناختی- درک و فهم)
- چرا از دوران پالئوزوییک منابع زغال‌سنگ عظیمی در دنیا به‌جا مانده است؟ (حیطه شناختی-ترکیب)
- هر یک از فسیل‌های زیر متعلق به کدام شاخه از جانداران و راهنمای کدام دوران زمین‌شناسی است؟ (حیطه شناختی- تجزیه تحلیل)



۳. تعیین تکلیف برای جلسه آینده (۵ دقیقه)

از دانش‌آموزان می‌خواهیم برای هفته آینده:
- به پایگاه داده‌های علوم زمین مراجعه و اطلاعات بیشتری درباره دوران‌های زمین‌شناختی کسب کنند.
- می‌توان برای ذوق و علاقه بیشتر فراگیران، تمرین‌های جالب و اختیاری بدهیم، مانند اینکه شاه دایناسورهای گوشت‌خوار چه نام دارد و اسکلت آن کجا پیدا شده است؟

سرانجام کلاس با ذکر صلوات به پایان می‌رسد.



معرفی وبگاه‌های زمین‌شناسی و معدن

رضا جلیلوند
کارشناس ارشد زمین‌شناسی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زاهدان

www.archcoal.com

این سایت مربوط به دومین شرکت تولیدکننده زغال سنگ در جهان است که تولید آن تقریباً برابر حدود ۰/۱ از کل ذخیره زغال سنگ آمریکاست. بیشتر زغال سنگ این شرکت به آمریکا فروخته می‌شود. در این شبکه امکان دسترسی به اخبار و رویدادها، تاریخچه و نحوه عملکرد شرکت، فروش و بازاریابی زغال سنگ است.

www.absoluteastronomy.com

این سایت که به فارسی «نجوم محض» نام دارد به ارائه مطالب، تصاویر و اطلاعات بسیار زیاد درباره ستاره‌ها، سیاره‌ها، منظومه‌ها، اجرام آسمانی و کهکشان‌ها می‌پردازد. در سایت می‌توان با انتخاب هر یك از مجموعه‌های مورد نظر فوق اطلاعاتی درباره آن به دست آورد.

www.astrobiology.com

در این سایت به بررسی بود یا نبود حیات در کائنات پرداخته می‌شود. هم‌چنین در آن، مطالبی چون حیات‌شناسی نجومی، انستیتوی حیات‌شناسی ناسا، حیات در خارج از کره زمین، اخبار، گزارش‌هایی از سیاره‌های مختلف منظومه شمسی، مجله منتشر شده الکترونیکی، تصاویری از سطح سیارات و... گنجانده شده است.

www.aquascape.net

این سایت متعلق به یکی از تشکیلات پیمان‌کاری و مشاوره و ارائه خدمات حرفه‌ای در زمینه دریاچه‌ها، رودها، زمین‌های مربوط است که در آن مناطق جنوب شرقی ایالات متحده آمریکا شامل جورجیا، کارولینا، تنسی و آلاباما مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

www.agu.org

این سایت به معرفی مجله‌ای تخصصی به نام تکتونیك (Tectonic) یا دگرگونی‌های پوسته زمین می‌پردازد. اهداف مجله، امکانات جست‌وجو، امکانات ثبت نام و ارائه اطلاعات به مجله، دسترسی به کتابخانه الکترونیکی، مقالات مندرج در آخرین شماره منتشر شده، پرسش‌های متداول، نمایه الفبایی مطالب و مطالب دیگر مرتبط با موضوع مجله در این سایت در دسترس همگان قرار دارد.

http://www.ausimm.com.au

این سایت که متعلق به انجمن مهندسی معدن و متالورژی استرالیاست برای بالا بردن اطلاعات و آگاهی از موضوعات مورد علاقه اعضای آن در زمینه مهندسی معدن و متالورژی تشکیل شده است. در سایت می‌توان انتشارات مؤسسه، قسمت‌های اطلاعاتی، آموزش، کنفرانس‌های برگزار شده و هم‌چنین اخبار و رویدادها را مشاهده کرد.

www.awis.com

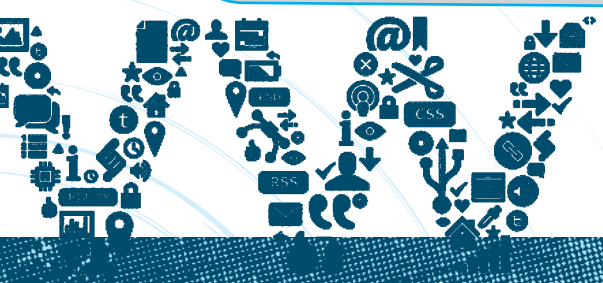
مطالب این سایت درباره هواشناسی، سرویس‌های رایانه‌ای، پیش‌بینی شرایط آب و هوایی، خشك‌سالی‌ها، یخ‌بندان‌ها و وضعیت‌های آب و هوایی است.

http://www.asp.adelaide.edu.au

این سایت به مرکز آموزش و تحقیقات نفتی در استرالیا تعلق دارد. زمین‌شناسی مخازن نفتی یکی از فعالیت‌های تخصصی انجام‌گرفته در این مؤسسه آموزشی-تحقیقاتی است. امکانات جست‌وجوی مطالب در سایت فراهم است. هم‌چنین عناوین و اسامی تحقیقات، مقالات، دانشجویان، اساتید دانشکده و پروژه‌های دانشجویان و اساتید این مرکز آموزشی از جمله مطالب مندرج در این سایت است.

http://astro.schoolnet.ir

این سایت به باشگاه الکترونیکی نجوم ایران تعلق دارد. در این سایت تالار گفت‌وگو (Chat Room)، امکانات عضویت در باشگاه، جلسات و همایش‌ها، نکات ریز، مراکز اخترشناسی، اعضا، گالری تصاویر، آخرین اخبار نجومی، تاریخچه نجوم، منجمان مشهور، لغت‌نامه تخصصی نجوم، کشف جهان، کهکشان‌ها، سیارات، منظومه شمسی، ستاره‌ها، سحابی‌ها، داستان‌های جذاب، صورفلکی، ابزار نجومی، شهاب‌ها و دنباله‌دارها، رکورددداران نجوم و مطالب بسیار خواندنی دیگر قرار داده شده است که می‌توان از آن‌ها بهره فراوان برد.



www.aplg.com

این سایت، یك سایت اطلاعاتی درباره نجوم است. چگونگی شکل‌گیری جهان، کهکشان‌ها، سیاه‌چاله‌ها، شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای، بانك‌های اطلاعاتی نجوم و مطالب آموزشی دیگر در این سایت گنجانده شده است.

www.bccmeteorites.com

این شبکه مجموعه‌ای از سنگ‌های آسمانی را که در مرکز تگزاس جمع‌آوری شده‌اند به نمایش می‌گذارد. این مجموعه از بی‌نظیرترین و نادرترین مجموعه‌های سنگ‌های آسمانی روی زمین است که ارزش آن‌ها به عوامل گوناگون بستگی دارد. ۵۰٪ از کل نمونه‌ها در این مؤسسه به جمع‌آورندگان مجموعه این سنگ‌ها فروخته می‌شود. در این سایت هم‌چنین نحوه یافتن این سنگ‌ها و وضعیت ظاهری آن‌ها با تصاویر نشان داده می‌شود.

www.beg.utexas.edu

این سایت مربوط به یك سازمان زمین‌شناسی در دانشگاه تگزاس است که عملکرد آن فعالیت‌های تحقیقاتی، فناوری، مشاوره، ارائه اطلاعات و خدمات به صنایع، ارگان‌های غیردولتی و نمایندگان محلی است. هم‌چنین ارائه تجهیزاتی برای استفاده عموم، آزمایشگاه‌های تحقیقاتی و مراکز ژئوفیزیك از خدمات این سایت به حساب می‌آید.

http://bashrox.net

در این سایت، سنگ‌ها، کانی‌ها، فسیل‌های موجود در سرزمین روسیه و گونه‌های مختلف سنگ‌ها ارائه شده است.

www.bashrox.net

این سایت شبکه اطلاعاتی مختص به مبحث زمین‌شناسی است و کاربران واقعی آن افراد آماتور در رشته زمین‌شناسی و علاقه‌مندان به جمع‌آوری سنگ‌ها، کانی‌ها و فسیل‌های موجود در روسیه‌اند. این سایت امکان بررسی گونه‌های مختلف سنگ‌ها، تصاویر و شرح آن‌ها و هم‌چنین محل‌هایی را که این گونه‌ها در آن‌ها یافت می‌شود به کاربران ارائه می‌دهد. خدمات موجود در این سایت عبارت است از: ارائه نقشه محل‌ها و دیگر اطلاعات لازم برای استفاده علاقه‌مندان.

http://www.bmp.gI/E/E-index.html

این سایت مرتبط با جامعه مهندسی معدن و اکتشافات نفت است که در آن به مطالبی درباره معادن و مخازن نفتی می‌پردازد. اطلاعاتی که در این سایت ارائه می‌شود با فرمت PDF است. مطالب ارائه شده درباره موضوعاتی چون مکان‌های تاقدیس‌ها، اخبار جدید، معادن پرکار، نفت و نیز فناوری‌های به کار گرفته شده است.

www.bgc.org

این سایت مربوط به یک مرکز باستان‌شناسی زمین است که به شرح وقایع تاریخی گذشته بر مبنای اطلاعات زمین‌شناسی، گونه‌های مختلف جانداران روی زمین و هم‌چنین تأثیرات متقابل آن‌ها در مقابل دیگر سیارات منظومه شمسی می‌پردازد. تحقیقات انجام شده در این زمینه عبارت است از سیر تکامل تدریجی انسان در قاره‌های اروپا، آفریقا، آسیا، به‌ویژه کشور اندونزی؛ روند پیشرفت آتش‌فشان‌های عظیم و خطرات آن، سنجش مقیاس زمان در سیر تکاملی زمین، شامل برخورد قاره‌ها و تصادف بین آن‌ها و چگونگی پیدایش کوه‌ها، تاریخچه تغییرات آب و هوایی زمین و اصابت شهاب‌ها و سنگ‌های آسمانی به ماه و زمین.

www.Coral.aoml.noaa.gov

مرجان‌های دریایی از کهن‌ترین موجودات دریا هستند که این سایت به بررسی انواع آن‌ها و هم‌چنین روش‌های حفاظت از آن‌ها می‌پردازد. در حقیقت یکی از اقداماتی که این مجموعه انجام می‌دهد ارائه خدماتی از قبیل کمک به پیشرفت و حمایت از سلامت مرجان‌هاست. اهداف اصلی این شبکه، تأسیس شبکه‌ای بین‌المللی از محققان به‌منظور تبادل اطلاعات در خصوص حفظ بقای مرجان‌های دریایی، تهیه اطلاعات جدید به‌دست آمده از ماهواره‌ها و ایستگاه‌های حفاظت از مرجان‌هاست. خدمات این سایت عبارت است از: امکان جست‌وجو، نقشه موقعیت‌های این موجودات در مناطق حفاظت شده دریایی، اطلاعات ماهواره‌ای و موارد بی‌شماری در خصوص این‌گونه از جانداران.

www.cfpub.epa.gov

این سایت مربوط به سازمان مرکز حفاظت از محیط‌زیست است که وظیفه آن حمایت از سلامت افراد، حفظ جریان آب و هوا و زمین و مواردی است که با سلامتی ارتباط مستقیم دارند. سایت مذکور به بررسی اثر چرخه محیط بر سلامت افراد می‌پردازد و خدمات آن عبارت است از: معرفی سازمان، شرح وظایف، نمودار سازمانی، معرفی نمایندگان این سازمان، اخبار جدید، انتشارات، ابزار و داده‌های لازم، طراحی، نظرات، نقشه‌ها و معرفی سایت‌های مربوط در این زمینه.

www.cadalyst.com

این سایت متعلق به مجله Cadalyst، یکی از معتبرترین مجله‌ها در زمینه طراحی به کمک رایانه است. با مراجعه به این سایت می‌توانید با استفاده از امکانات جست‌وجوی آن، مقالات متنوعی را در زمینه‌های مورد نظر خود به‌دست آورید. هم‌چنین با استفاده از این سایت می‌توانید به‌طور رایگان مشترک خبرنامه این مجله شوید و آخرین اطلاعات و اخبار را درباره دنیای CAD به‌دست آورید.

www.crystal-world.com

«دنیای کریستال»، نام انتخاب شده برای این سایت است که در آن اطلاعاتی درباره کانی‌ها و فسیل‌ها درج شده است. فسیل‌ها، کانی‌ها، ابزارهای زمین‌شناسی و دیرین‌شناسی، جواهرات و سنگ‌های قیمتی، مواد معدنی، معرفی کتاب، امکانات جست‌وجو در مطالب، گالری تصاویر و اطلاعاتی درباره سایت از مندرجات سایت مذکور است.

www.capecodrocks.org

در این سایت، جواهرات، سنگ‌های قیمتی، فسیل‌ها، کانی، موزه اینترنتی، دانش‌آموزان، لیست فسیل‌ها و سنگ‌ها معرفی شده است.

http://www.crystalspecimens.com

این سایت با عنوان «ویترین فروش کریستال‌ها»، به ارائه زیباترین کریستال‌های استخراج شده از معادن می‌پردازد. تصاویر کریستال‌ها به همراه خواص شیمیایی و مکانیکی آن‌ها را می‌توان در سایت مشاهده کرد.

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
دفتر انتشارات و تکنولوژی آموزشی

با مجله‌های رشد آشنا شوید

مجله‌های دانش‌آموزی

(به صورت ماه‌نامه و نه شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شود):

- رشد کودک (برای دانش‌آموزان آمادگی و پایه اول دوره آموزش ابتدایی)
- رشد نوآموز (برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دوره آموزش ابتدایی)
- رشد دانش‌آموز (برای دانش‌آموزان پایه‌های چهارم، پنجم و ششم دوره آموزش ابتدایی)

مجله‌های دانش‌آموزی

(به صورت ماه‌نامه و هشت شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شود):

- رشد نوجوان (برای دانش‌آموزان دوره آموزش متوسطه اول)
- رشد جوان (برای دانش‌آموزان دوره آموزش متوسطه دوم)

مجله‌های بزرگسال عمومی

(به صورت ماه‌نامه و هشت شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شود):

◆ رشد آموزش ابتدایی ◆ رشد تکنولوژی آموزشی
◆ رشد مدرسه فردا ◆ رشد مدیریت مدرسه ◆ رشد معلم

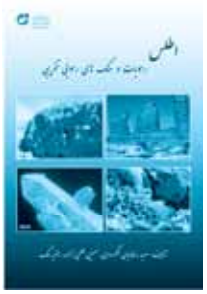
مجله‌های بزرگسال و دانش‌آموزی تخصصی

(به صورت فصل‌نامه و چهارشماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شود):

◆ رشد برهان آموزش متوسطه اول (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره متوسطه اول)
◆ رشد برهان آموزش متوسطه دوم (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دوره متوسطه دوم)
◆ رشد آموزش قرآن ◆ رشد آموزش معارف اسلامی ◆ رشد آموزش زبان و ادب فارسی ◆ رشد آموزش هنر ◆ رشد آموزش 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 و کار دانش ◆ رشد آموزش پیش دبستانی

مجله‌های رشد عمومی و تخصصی، برای معلمان، مدیران، مربیان، مشاوران و کارکنان اجرایی مدارس، دانش‌جویان مراکز تربیت‌معلم و رشته‌های دبیری دانشگاه‌ها و کارشناسان تعلیم و تربیت تهیه و منتشر می‌شود.

◆ **نشانی:** تهران، خیابان ایرانشهر شمالی، ساختمان شماره ۴ آموزش‌وپرورش، پلاک ۲۶۶، دفتر انتشارات و تکنولوژی آموزشی.
◆ **تلفن و نمابر:** ۸۸۳۰۱۴۷۸ ـ ۰۲۱



اطلس رسوبات و سنگ‌های رسوبی تخریبی

سمانه دلپاک

مطالعه رسوبات - سنگ‌های رسوبی در تعیین و بررسی محیط‌های رسوبی، مکانیسم رسوبی، جغرافیا و آب‌وهوای دیرینه با کمک سنگ‌های رسوبی و رسوبات اهمیت بسیاری دارد. از طرفی این مطالعات در دسترسی به منابع اقتصادی چون نفت و گاز، مصالح ساختمان‌سازی چون آهک و رس وصنعت چون لوازم بهداشتی و آرایشی و کشاورزی تأثیر بسیاری دارد. انتشار این کتاب ذهن را به سمت و سوی انتشار و پیشرفت کتاب هایی از این دسته در حوزه زمین‌شناسی می‌برد، کتاب‌هایی که همواره جای‌خالی شان در حوزه‌های مختلف زمین‌شناسی احساس می‌شود.

اطلس رسوبات و سنگ‌های رسوبی تخریبی، توسط سعید رضاییان لنگرودی، حسین طلبی‌زاده، راضیه لک، چاپ اول ۱۳۹۳، توسط نشر رهی به سفارش سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، در قطع رحلی و شمارگان ۶۰۰ نسخه و در ۱۱۴ صفحه، به بازار نشر زمین‌شناسی عرضه شده است. این کتاب با قیمت پشت جلد ۲۲ هزار تومان، منبعی قابل استفاده برای دانشجویان و کارشناسان فعال در حوزه رسوب و سنگ‌های رسوبی در مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد است.

این کتاب در هفت فصل شامل مباحث زیر است:

فصل اول: مقدمه‌ای درباره سنگ‌های رسوبی تخریبی، منشاء، مکانیسم‌های تشکیل، گسترش و طبقه‌بندی آن‌ها است.

فصل دوم: بافت رسوبات و سنگ‌های رسوبی تخریبی و پارامترهای مؤثر در تعیین و شناسایی آن ها

فصل سوم: کنگلومراها و برش ها

فصل چهارم: انواع ماسه‌سنگ‌ها و فرآیندهای مؤثر بر تشکیل آن ها

فصل پنجم: انواع گلسنگ‌ها و پارامترهای مؤثر بر شناسایی آن‌ها

فصل ششم: بررسی رس و کانی‌های رسی رایج و عوامل مؤثر بر شناسایی آن‌ها

فصل هفتم: طبقه‌بندی انواع رسوبات و سنگ‌های رسوبی تخریبی بر اساس پارامترهای مختلف

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
دفتر انتشارات کمک‌آموزشی

اقتصاد و فرهنگ با عزم ملی و مدیریت جهادی

برگ اشتراک مجله‌های رشد

نحوه اشتراک:

شما می‌توانید پس از واریز مبلغ اشتراک به شماره حساب ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت، شعبه سه‌راه آزمایش کد ۳۹۵، در وجه شرکت افست از دو روش زیر، مشترک مجله شوید:

۱. مراجعه به وبگاه مجلات رشد به نشانی: www.roshdmag.ir و تکمیل برگه اشتراک به همراه ثبت مشخصات فیش واریزی.

۲. ارسال اصل فیش بانکی به همراه برگ تکمیل شده اشتراک با پست سفارشی (کپی فیش را نزد خود نگه‌دارید).

◆ نام مجلات درخواستی:

.....

.....

.....

◆ نام و نام خانوادگی:

◆ تاریخ تولد: ◆ میزان تحصیلات:

◆ تلفن:

◆ نشانی کامل پستی:

استان: شهرستان: خیابان:

شماره فیش بانکی: مبلغ پرداختی:

پلاک: شماره پستی:

.....

◆ اگر قبلاً مشترک مجله بوده‌اید، شماره اشتراک خود را بنویسید:

.....

امضا:

● نشانی: تهران، صندوق پستی امور مشترکین: ۱۶۵۹۵/۱۱۱

● وبگاه مجلات رشد: www.roshdmag.ir

● اشتراک مجله: ۰۲۱-۷۷۳۳۶۶۵۶/۷۷۳۳۵۱۱۰/۷۷۳۳۹۷۱۳-۱۴

◆ هزینه اشتراک یکساله مجلات عمومی (هشت شماره): ۳۰۰/۰۰۰ ریال

◆ هزینه اشتراک یکساله مجلات تخصصی (چهار شماره): ۲۰۰/۰۰۰ ریال