بسم الله الرحمن الرحیم

رشد آموزش زمین‌شناسی

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

فصل‌نامهٔ آموزشی، تحلیلی و اطلاع رسانی | دورهٔ هجدهم ● شمارهٔ ۳ ● بهار ۱۳۹۱

نشانی دفتر مجله: تهران،
ایرانشهر شمالی
پلاک ۲۶۶
صندوق پستی ۶۵۸۵ -۱۵۸۷۵
تلفن:۹-۸۸۸۳۱۱۶۱ (داخلی ۳۷۴)
نمابر: ۸۸۳۰۱۴۷۸
پیام‌نگار :Zamin shenasi@roshd.ir
وبگاه :www.roshdmag.ir
تلفن پیام گیر نشریات رشد:۸۸۳,۱۴۸۲
کد مدیر مسئول: ک ۱۰۲
کد دفتر مجله: ک۱۱۳
کد امور مشترکین: ۱۱۴
تلفن: ۷۷۳۳۶۶۵۵-۷۷۳۳۶۶۵۶

شمارگان:۶۵۰۰ نسخه
چاپ: شرکت افست (سهامی عام)

سخن سردبیر **پنجاه سال زمین‌شناسی ۲**

معرفی استان‌ها **زمین شناسی وتوان معدنی استان تهران**/ سیدعلی آقانباتی ۴

زمین‌شناسی کاربردی **سنگ‌ها و کانی‌ها از دیدگاه اقتصادی**/ مصطفی شهرابی ۱۲

پدیده‌های زمین‌شناختی **یافته های نوین کرهٔ ما**/ ترجمه: فرخ برزگر ۱۸

زمین‌ساخت در هستهٔ زمین/ پیتر اولسون/ ترجمه: مجید کوهستانیان ۲۲

زمین‌شناسی کاربردی **آب‌های زیرزمینی**/ ناهید رحیمی ۲۴

دانش‌افزایی **فناوری اطلاعات و ارتباطات**/ دلشاد پیاب ۳۳

گفت وگو **زمین موضوع پایان‌ناپذیر تفکر!**/ آزاده شاکر ۳۹

معرفی نرم‌افزار **نرم‌افزار آزمون‌ساز**/ پرویز باغبانی ۴۶

رشته‌های نوین **زمین‌شیمی زیست‌محیطی**/ مریم عابدینی ۵۴

تازه‌های زمین‌شناسی/ ترجمه: ملیحه قنبری ۵۶

آموزشی-کاربردی **تعیین واکنش‌های دگرگونی با استفاده از ماتریس‌ها**/محمدحسن بازوبندی ۵۸

معرفی بزرگان **نورمن لویی بوون**/ابوالفضل بشیری ۶۰

معرفی کتاب **فرهنگ چینه‌شناسی ایران** ۶۲

● مجله رشد آموزش زمین شناسی پذیرای مقالات پژوهشی - کاربردی استادان محترم دانشگاه ها و دانشکده های زمین شناسی - زمین شناسان مدرسان - دبیران گرامی و صاحب نظران علوم زمین است. ● مقالات ارسالی باید در راستای هدف‌های مجله و مرتبط با ساختار برنامهٔ آموزش و پدیده‌های زمین شناسی ایران به طور مستقیم و غیر مستقیم در جهت رفع نیازهای آموزشی زمین شناسی در نظام آموزشی کشور باشد به مقالاتی که در مورد زمین شناسی ایران باشند اولویت داده میشود. ● مقالات ارسالی باید با معیارهای تحقیق و پژوهش‌های مطرح شده در کتاب‌های درسی وزارت آموزش پرورش هماهنگی داشته باشند (ارجاع دقیق - استفاده از منابع دست اول رعایت اصول تحقیق و پژوهش و ...) ● مقالات باید حروف‌چینی شده و یا با خط خوانا روی کاغذ A۴ و با فاصلهٔ مناسب بین سطرها و بدون خط خوردگی با رعایت حاشیه‌بندی مناسب نوشته شوند. ● حجم مقالات حداکثر ۱۰ صفحه دست نویس باشد .● تصویر عکس نمودار یا جدول مورد نیاز مقاله به آن ضمیمه و جایگاه هر کدام در متن مشخص شود و نوشته ها حتما فارسی باشد. ● کلمات حاوی مفاهیم پایه « واژه های کلیدی۹ » از متن استخراج روی روی صفحه‌ای جداگانه نوشته شوند .● به مقالات ترجمه شده نسخه ای از متن اصلی نیز ضمیمه شود. مقاله باید دارای چکیده باشد و در آن هدف‌ها و پیام نوشتار در چند سطرتنظیم شود. ● معرفی‌نامهٔ کوتاهی از نویسنده یا مترجم همراه یک قطعه عکس عناوین وآثاری وی پیوست باشد. ● آرای مندرج در مقالات بیانگر نظریه مجله نیست و نویسنده مسئول هر گونه 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 لطفا از ارسال کپی خوداری فرمایید.

مدیر مسئول: محمد ناصری● سردبیر: مصطفی شهرابی ● مدیر داخلی: مریم عابدینی ● هیئت تحریریه(به ترتیب حروف الفبا): سید علی آقانباتی، محمد حسن بازوبندی،فرخ برزگر، سهیلا بوذری، مریم پیش بین، جهانبخش دانشیان، مریم عابدینی، مرتضی مومن زاده، مازیار نظری ● ویراستار: جعفر ربانی ● طراح گرافیک: زهره محمودی

توضیح تصویر روی جلد: نام کانی سیلیت: **Seelite** ● $Mg(UO_2)(As^{3+}O_3)_{0.7}(AsO_4)_{0.3}\cdot 7H_2O$ ● محل پیدایش: معدن طالمسی، انارک، شمال استان اصفهان ● عکاس: Nelly Bariand ● عرض تصویر ۲۵ میلیمتر **1Attached files| 398KB**

پنجاه سال زمین‌شناسی

دوستان و همکاران ما، به‌ویژه نسل بعد از انقلاب، شاید به خوبی در جریان چگونگی تولد زمین‌شناسی مدرن و سیستماتیک در ایران قرار نگرفته باشند. به این جهت به بهانه پنجاهمین سالگرد تأسیس سازمان زمین‌شناسی کشور که در تدارک برگزاری جشن‌های سالگرد آن هستند و به منظور آشنایی با نقش بسیار مهم و ارزنده این سازمان در انجام مطالعات زمین‌شناسی ایران در طی پنجاه سال داشته، به اختصار نکاتی را در این زمینه بازگو می‌کنم.

به موجب قانونی که در سال ۱۳۳۸ از مجلس شورای ملی گذشت، سازمان زمین شناسی کشور تأسیس شد. این سازمان در آغاز به ۲ اطاق و ۵ نفر، شامل رئیس و کارشناسان، در وزارت اقتصاد آن زمان محدود می‌شد و بالطبع فعالیت‌های زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی هم به همین عده و امکانات آنها ختم می‌شده است.

ناگفته نماند از همان زمانی‌که به حفر چاه نفت در مسجد سلیمان اقدام شد و سرانجام به نتیجه رسید (۱۲۸۶ ش) مطالعات زمین‌شناسی نوین هم، به نوعی، در حد زمین‌شناسی نفت و محدود به زون زاگرس، توسط خارجی‌ها آغاز شد که صد البته اطلاعات آن کاملاً محرمانه و دور از دسترس بود.

تا دو سال پس از تصویب لایحهٔ تأسیس سازمان زمین‌شناسی، یعنی تا سال ۱۳۴۰، با توجه به محدودیت‌های آن زمان و نبودن نیروی کاری دانش‌آموختهٔ علوم زمین، اقدام مؤثری در این زمینه صورت نگرفت. در این سال با اختصاص یافتن بودجه‌ای با عنوان «بودجهٔ ویژه سازمان ملل متحد» (Special Fund) به ایران، پژوهش‌های زمین‌شناختی و اکتشافات معدنی با حضور کارشناسان سازمان ملل (مانند گانسر، اشتوکلین، روتنر، استپانوف و...) و همکاری کارشناسان ایرانی آغاز و کار با تهیهٔ نقشه‌های سیستماتیک مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ آغاز شد.

بد نیست بدانید که تا آن تاریخ (۱۳۴۰) حتی یک برگ نقشه زمین‌شناسی مستند در هیچ مقیاسی در دست نداشتیم، یک سازند به‌گونه علمی و کاربردی تعریف نشده بود و اکتشافات

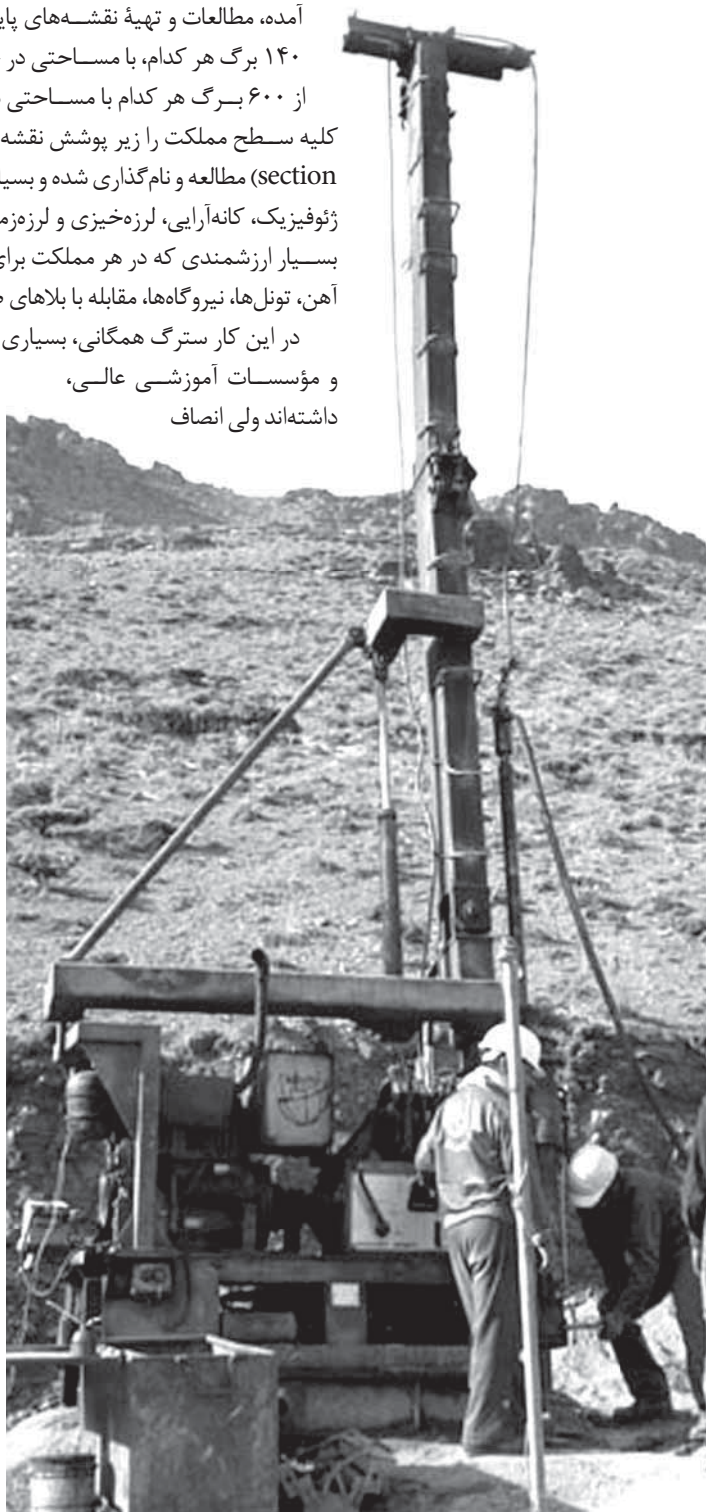
معدنی در کشور ما خلاصه می‌شد در ردگیری کارهای شدادی زمان‌های بسیار دور.

در آن زمان ما هنوز نمی‌دانستیم که عامل اصلی زمین لرزه‌های مخرب کشورمان که در طول تاریخ بارها اتفاق افتاده و با زیان‌های مالی و جانی فراوانی همراه بوده چیزی به اسم «گسل» است و آشکار است که هیچ یک از گسل‌های مهم و فعال کشورمان را هم نمی‌شناختیم.

از ذخایر معدنی‌مان شـاید به تعداد انگشـتان یک دست آن هم به طریقه «چوپانی» آگاهی داشـتیم و بهره‌برداری‌های بسـیار محدودی از آنها صورت می‌گرفت. از این‌گونه ناآگاهی‌های مربوط به علوم زمین زیاد است که در اینجا از برشمردن آنها در می‌گذریم.

اما امروزه به یمن و برکت توسعه همه جانبه‌ای که به‌ویژه بعد از انقلاب اسلامی در همهٔ شئون، از جمله در مؤسسات و مراکز آموزشی عالی در زمینهٔ علوم زمین، در مملکت به‌وجود آمده، مطالعات و تهیهٔ نقشـه‌های پایهٔ زمین‌شناسـی به مقیاس‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ (حدود ۱۴۰ برگ هر کدام، با مسـاحتی در حـدود ۱۵۰۰۰ کیلومتر مربع) و ۱:۱۰۰۰۰۰ (بیش از ۶۰۰ بـرگ هر کدام با مسـاحتی در حدود ۲۵۰۰ کیلومتر مربع) به پایان رسـیده که کلیه سـطح مملکت را زیر پوشش نقشه قرار داده اسـت، بیش از ۲۰۰ سازند نمونه (Type section) مطالعه و نام‌گذاری شده و بسیاری نقشه‌ها و گزارش‌های موضوعی مانند: ژئوشیمی، ژئوفیزیک، کانه‌آرایی، لرزه‌خیزی و لرزه‌زمین‌سـاخت و... نیز تهیه شده که حاوی دانسته‌های بسـیار ارزشمندی که در هر مملکت برای زیر ساخت سـازه‌هایی چون سدها، پل‌ها، راه‌های آهن، تونل‌ها، نیروگاه‌ها، مقابله با بلاهای طبیعی و... به‌کار گرفته می‌شوند، در پیش رو داریم.

در این کار سترگ همگانی، بسیاری از مؤسسات دولتی و غیر دولتی از جمله دانشگاه‌ها و مؤسسـات آموزشـی عالـی، به‌ویـژه شـرکت ملی نفـت ایران شـرکت فعال داشته‌اند ولی انصاف باید داد سـازمان زمین‌شناسی کشور به‌عنوان متولی اصلی زمین‌شناسـی در ایران بیشترین سـهم را در این زمینه داشته است. هم اکنون با توسعهٔ این سازمان در همه زمینه‌ها از جمله ایجاد پژوهشکدهٔ علوم زمین، پژوهشگاه کرج و مرکز داده‌های علوم زمیـن و... به‌عنوان نهادی برجسته در این زمینه مطرح است و می‌رود که پنجاهمین سالگرد تأسیس خود را جشن بگیرد که بسیار مبارک است. در عین‌حال، لازم است گفته شـود که باتوجه به وسـعت ۱۶۴۸۱۹۵ کیلومتر مربعی کشورمان ما هنوز با کشورهای پیشـرفته در ایـن علم فاصله زیادی داشـته و نامکشـوفه‌های فراوانی به‌ویژه در زمینه منابع و ذخایـر معدنی‌مان داریم کـه امیدواریم این موضوع مورد توجه بیشتری از سوی دولتمردان قـرار گیرد تـا بتوانیم به توفیق‌های بیشـتری دسـت یابیم.ضمـن تبریک به دوسـتانمان در سازمان زمین‌شناسی کشور برای همگان آرزوی موفقیت و پیروزی داریم.



زمین‌شناسی و توان معدنی استان تهران

سیدعلی آقانباتی/ کارشناس ارشد و عضو هیئت علمی/ پژوهشکده علوم زمین

موقعیت جغرافیایی استان

استان تهران با حدود ۱۹۱۱۸ کیلومترمربع وسعت در بین استان‌های مازندران، مرکزی، سمنان، زنجان، قزوین و البرز قرار دارد.

در اقلیم استان تهران سه عامل دشت کویر، رشد کوه‌های البرز و بادهای مرطوب و باران‌زای غربی نقش اساسی دارند به‌طوری‌که مناطق کوهستانی استان آب و هوای معتدل دارد و دشت‌های آن دارای آب و هوایی از نوع نیمه صحرایی با ویژگی‌های خاص است.

پوشش گیاهی استان تابع شرایط آب و هوایی و از نوع خارها و بوته استپ‌های صحرایی و نیمه صحرایی است که به‌ویژه در دامنه ارتفاعات دیده می‌شود.

شهر تهران، به عنوان مرکز دولت تاریخچه‌ای کهن ندارد. و در مورد ریشه لغوی «تهران» در کتاب‌های تاریخی دلیل مشخصی بیان نشده است. امروزه استان تهران، به عنوان بزرگ‌ترین قطب اقتصادی کشور دارای ویژگی‌های اقتصادی بسیار پیچیده و گوناگون است. اقتصاد استان در طی یک‌دورهٔ کوتاه از یک اقتصاد کشاورزی نسبتاً خودکفا به اقتصاد صنعتی و تجاری تبدیل شده است.

کشاورزی استان تهران بیشتر از نوع باغداری است که در دامنه‌های البرز صورت می‌گیرد. نواحی دشت‌گونه استان (ورامین، شهریار، اشتهارد) نیز برای زراعت مناسب‌ترند. علاوه بر صنایع و کشاورزی، معادن استان تهران از جمله منابع اقتصادی محسوب می‌شوند.

کلیدواژه‌ها: توان معدنی، زمین‌شناسی اکتشافی، زمین‌شناسی موضوعی، بررسی‌های اکتشافی، زون اکتشافی چالوس ـ گرگان، زون اکتشافی کرج ـ دماوند.

ویژگی‌های زمین‌شناسی استان

از نگاه کوه آبنگاری گستره‌های شمالی استان تهران (شمال تهران) بخشی از ارتفاعات البرزی مرکزی است و نواحی واقع در جنوب شهر تهران پهنه‌های کم‌ارتفاع و دشت‌گونه ایران مرکزی را زیر پوشش دارد (راهنمای شماره ۱). ویژگی‌های ژئومورفولوژیک، همچنین خاصه‌های زمین‌شناسی این استان (تهران) پیوندی نزدیک با سیمای جغرافیایی آن دارد. بدین ترتیب که بخش البرزی استان تهران قسمتی از یک نوار کوهستانی است که به شکل کمان خمیده به سمت جنوب، نواحی شمالی استان را می‌پوشاند؛ به همین لحاظ چهره مورفولوژیک آن کوهستانی و بلندترین چکاد آن قله دماوند است که حدود ۵۶۷۰ متر از سطح دریا بلندی دارد. اشکال فیزیوگرافیک دشت تهران به‌طور عموم دشت‌گونه است که به‌طور پراکنده رخنمون‌های تپه‌ماهوری به آن سیمای نه چندان برجسته می‌دهد که از آن جمله می‌توان به بلندی‌های جنوب شرق تهران (توچال ـ سپایه)، تپه‌های جنوب کرج و تپه‌ماهورهای جنوب کهریزک اشاره کرد.

از نگاه زمین‌شناسی و پهنه‌های ساختاری اعتقاد بر این است که استان تهران به دو ایالت زمین‌ساختی البرز و ایران مرکزی تعلق دارد و مرز این دو پهنه منطبق بر راندگی شمال تهران است که در اثر عملکرد آن بلندی‌های البرز به روی دشت تهران رانده شده است. ولی، بررسی واحدهای تکتونواستراتیگرافیک این دو قلمرو (البرز و ایران مرکزی) نشانگر همانندی بسیار زیاد بین این دو است به‌طوری‌که به لحاظ همانندی‌های موجود می‌توان البرز را چین‌های حاشیه‌ای ایران مرکزی دانست. با این وجود الگوی ساختاری این دو پهنه متفاوت است و شاید از این دیدگاه بتوان بین بخش‌های شمالی و جنوبی استان، تفاوت‌هایی را قایل شد.

کهن‌ترین واحدهای سنگ‌چینه‌ای

استان تهران شامل یک سکانس پلاتفرمی به سن پرکامبرین پسین تا تریاس میانی است که چندین سازند زمین‌شناسی را دربردارد و ناپیوستگی‌های رسوبی آن حاکی از حرکت‌های زمین‌زا در طول زمان یاد شده (پرکامبرین پسین ـ تریاس میانی) است. این‌گونه سنگ‌ها به‌ویژه در شرق تهران و در بالادست رودخانه کرج رخنمون دارند.

توالی‌های تریاس بالا ـ ژوراسیک میانی استان از نوع نهشته‌های شیلی ـ سنگ ماسه‌ای ذغالدار (سازند شمشک) است که به‌ویژه در حاشیه شمالی استان (شمشک ـ گاجره) لایه‌های ذغالی کارپذیر دارد.

مجموعه‌های مارنی ـ سنگ آهکی ژوراسیک میانی ـ کرتاسه یک واحد تکتواستراتیگرافیک دریایی است که در بسیاری از نواحی استان سیمای کوهساز دارند.

گسترده‌ترین واحدهای تکتونواستراتیگرافیک استان ردیف‌های پیروکلاستیک و ولکانوکلاستیک‌های ائوسن (سازند کرج) است که نواحی گسترده‌ای از دامنه‌های جنوبی البرز را می‌پوشاند. در نواحی جنوبی‌تر استان، پیروکلاستیک‌های سازند کرج به ردیف‌های ولکانوکلاستیک تبدیل شده‌اند که رخنمون‌های آذرین جنوب کرج از آن جمله است.

در ارتفاعات شمال تهران (کوه‌های البرز)، سنگ‌های جوان‌تر از ائوسن عمدتاً محدود به توده‌های نفوذی بازیک (سد کرج، گابروی رودهن، گابروی مبارک ...) است که به سن ائوسن ـ اولیگوسن داشته شده‌اند و شکل‌گیری آن‌ها به رویداد کوهزائی پیرنین نسبت داده شده است. رویداد پیرنین در ساختار و حوضه‌های رسوبی استان تهران اثرهای آشکار دارد و به‌نظر می‌رسد که در پیامد آن حوضه‌های رسوبی البرز به سمت جنوب پسروی داشته‌اند. به همین دلیل است که در شمال تهران نئوژن عموماً از نوع انباشته‌های حوضه‌های بین‌کوهی است.

برخلاف نیمه شمالی، در نیمه جنوبی استان تهران، سنگ‌های نئوژن گستردگی زیاد دارند که بیشتر، از انواع مارن، سنگ ماسه و کنگلومرای قرمز رنگ بوده و سیمای تپه ماهورهای سرخ‌رنگ دارند.

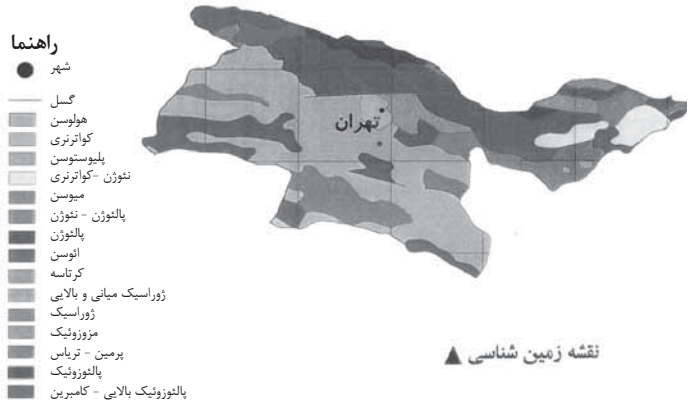
از نظر تکتونیکی در استان تهران چندین حادثهٔ زمین‌زا و کوه‌زا به‌وقوع پیوسته که ساختار مورفوتکتونیک امروزی استان مدیون آن‌ها است. در باختر استان تهران ساختارهای زمین‌شناسی (گسل‌ها و چین‌ها) روند عمومی شمال باختری ـ جنوب خاوری دارند ولی در خاور استان روندها به سمت شمال خاوری تغییر جهت داده‌اند و آتش‌فشان دماوند در محل تلاقی این دو روند ساختاری قرار دارد.

در تکامل ساختاری بخش البرز استان تهران راندگی‌ها اثر در خور توجهی دارند. به گونه‌ای که بخشی از چین‌خوردگی ناحیه مدیون عملکرد گسل‌های راندگی است. راندگی‌های موردنظر از دو نسل متفاوت‌اند و در اثر عملکرد آن‌ها ورقه‌های گوناگون به مقدار متفاوت به سمت جنوب حرکت کرده‌اند که از آن‌جمله می‌توان به راندگی مُشا ـ فشم (راندگی اصلی جنوبی) و راندگی شمال تهران (حد ارتفاعات البرز و دشت تهران) اشاره کرد.

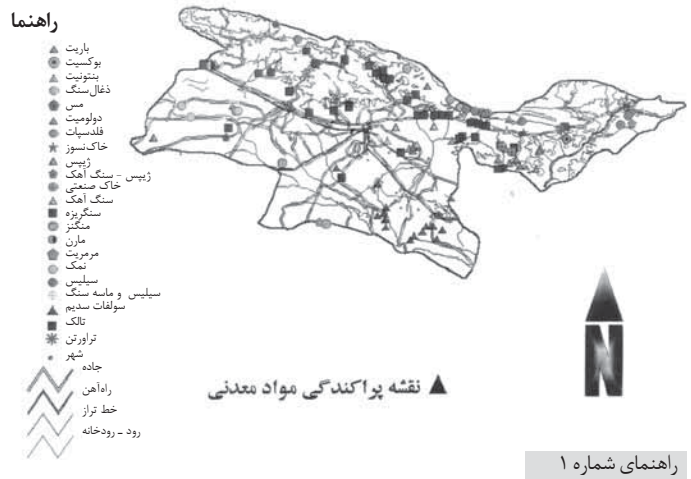
وجود گسل‌های کاری همراه با وقوع زمین‌لرزه‌های تاریخی و دستگاهی حاکی است که توان لرزه‌خیزی استان تهران بالا است.

توان معدنی استان

استان تهران از نظر ساختار زمین‌شناسی در مرز دو زون البرز مرکزی و ایران مرکزی قرار دارد.



▲ نقشه زمین شناسی



▲ نقشه پراکندگی مواد معدنی

راهنمای شماره ۱

رخنمون‌های شمالی استان عموماً متعلق به زون البرز و برونزدهای جنوبی آن متعلق به زون ایران مرکزی است (راهنمای شماره ۱).

با توجه به ویژگی‌های زمین‌شناسی و همچنین خاصه‌های ساختاری نظیر پدیده‌های ماگماتیسم درونی و بیرونی، دگرسانی، راندگی و گسل‌ها و تأثیر محلول‌های هیدروترمال ذخایر معدنی متنوعی در این استان در خور انتظار است که از آن میان به لحاظ فعالیت‌های گسترده ساختمانی در زمینه‌های زیربنایی، مسکونی ـ تجاری، استخراج مواد معدنی جهت تولید مصالح ساختمانی و تأمین سایر مواد اولیه مورد نیاز صنایع استان اهمیت بسزایی دارد.

پاره‌ای از معادن استان تهران عبارتند از:

ـ کانسار منگنز رباط کریم در ۴۵ کیلومتری جنوب غرب تهران؛

ـ کانسار نسوز صبو؛

ـ کانسار فلدسپات و دولومیت هویر دماوند؛

ـ کانسار کائولن کرپیتون آه؛

ـ سیلیس و ماسه ریخته‌گری در نواحی مسکول، مبارک‌آباد، سرنزا، مشا و دماوند؛

ـ سلستیت در ملک‌آباد؛

ـ پنبه‌نسوز و تالک در ۴۸ کیلومتری شمال کرج (سیرا)؛

ـ گل سفید و منیزیت در ۷۵ کیلومتری جنوب‌شرقی ورامین.

افزون بر کانسارهای فوق سایر ذخایر معدنی استان عبارتند از: سنگ آهک (۱۴ منطقه)، گچ (۴ منطقه)، مارن (یک منطقه)، خاک صنعتی (۴ منطقه)، املاح تبخیری (۱۶ منطقه)، مس (دو منطقه)، آهن، سرب و روی، ذغال‌سنگ (۳ منطقه)، بوکسیت (یک منطقه)، فسفات (یک منطقه)، باریت (۴ منطقه)، دولومیت (دو منطقه)، سنگ‌های ساختمانی (۴۱ منطقه)، بنتونیت (۲ منطقه)، مرمریت (دو منطقه)، نمک (۴ منطقه)، تراورتن (یک منطقه).

از نظر تکتونیکی در استان تهران چندین حادثهٔ زمین‌زا و کوه‌زا به‌وقوع پیوسته که ساختار مورفوتکتونیک امروزی استان مدیون آن‌ها است.

زمین‌شناسی اکتشافی انجام شده

فعالیت‌های زمین‌شناسی و اکتشافی انجام شده در استان تهران به لحاظ گوناگون نظیر مرکزیت، سهولت دسترسی، نیاز صنایع اقماری استان به مواد معدنی و...، در مقایسه با بسیاری از استان‌های کشور، در خور توجه است. فعالیت‌های موردنظر از دو نوع موضوعی و ناحیه‌ای است که می‌توان آن را در دو بخش زمین‌شناسی و اکتشاف، به شرح زیر سامان داد.

۱.٤. بررسی‌های زمین‌شناسی ناحیه‌ای

اگرچه بخش بیشتر مطالعات زمین‌شناسی استان تهران از نوع موضوعی است ولی مطالعات سیستماتیک مربوط به تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی به دو مقیاس زیر است.

الف. بررسی‌های زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۲۵۰/۰۰۰

نقشه‌های زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۲۵۰/۰۰۰، به عنوان اطلاعات پایه برنامه‌های اکتشافی و عمرانی، با هدف شناخت خاصه‌های زمین‌شناسی به ویژه ساختار کلی و توان معدنی یک ناحیه تهیه می‌شود. استاندارد مطالعاتی این‌گونه نقشه‌ها هماهنگ با نقشه‌های توپوگرافی به همین مقیاس (۱:۲۵۰/۰۰۰) است. به همین لحاظ نقشه‌های مذکور منطقه‌ای به وسعت تقریبی ۱۵۰۰۰ کیلومتر مربع را که بین یک درجه عرض و ۱/۵ درجه طول جغرافیایی قرار دارند می‌پوشانند.

تمام استان تهران با بخشی از ۵ نقشه به نام‌های قزوین ـ رشت، آمل، ساوه، تهران و سمنان پوشیده می‌شود (راهنمای شماره ۲). بررسی‌های صحرایی نقشه‌های مذکور خاتمه یافته و در حال حاضر در پاره‌ای از برنامه‌های عمرانی و بسیاری از برنامه‌های آموزشی این نقشه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

ب. بررسی‌های زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰

نقشه‌های زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰ نوعی اطلاعات بنیادی است که عموماً در نواحی پرتوان معدنی تهیه می‌شوند. کاربری این‌گونه نقشه‌ها در حل معضلات زمین‌شناسی سبب شده از دیدگاه علمی نیز نقشه‌های مذکور مورد توجه باشند.

مبنای نقشه‌های زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰ همان استاندار نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس مشابه است. به گفته دیگر، هر نقشهٔ یکصد هزارم گستره‌ای است میان دو مدار و دو نصف‌النهار با فاصله نیم درجه که خود دربرگیرنده چهار نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰/۰۰۰ است. طول نقشه در امتداد شمال ـ جنوب حدود ۵۵ کیلومتر و عرض آن در امتداد خاور ـ باختر حدود ۴۵ کیلومتر است و مساحتی حدود ۲۵۰۰ کیلومترمربع را شامل می‌شود.

با توجه به راهنمای شماره ۲، گستره استان تهران با تمام یا بخشی از نقشه‌های یکصد هزارم پوشیده می‌شود. پیشرفت فیزیکی نقشه‌های مذکور گونه‌گون است. نواحی بیابانی استان به لحاظ نداشتن توان معدنی آشکار در اولویت مطالعاتی نبوده‌اند.

ج. بررسی‌های زمین‌شناسی موضوعی

بررسی‌های زمین‌شناسی موضوعی استان تهران عموماً در راستای تهیه پایان‌نامه دکتری و یا کارشناسی ارشد بوده است که از آن میان بخش در خور توجهی از مطالعات توسط دانشجویان اروپایی و به زبان‌های گوناگون، صورت گرفته است که ارائه فهرست آن‌ها از حدود

راهنمای نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰▼

راهنمای نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰▼

معرفی های بررسی های ژئوشیمیایی▼

گزارش بیرون است عناوین پاره‌ای از مطالعات زمین‌شناسی موضوعی که در استان تهران انجام گرفته عبارت است از:

۱. بررسی امکانات منطقهٔ غرب تهران جهت احداث نیروگاه ۲۰۰۰ مگاواتی (وزارت نیرو ـ ۱۳۶۲).

۲. گزارش زلزله‌خیزی تهران، قزوین، خراسان و آذربایجان (سازمان زمین‌شناسی کشور ـ ۱۳۵۰).

۳. مطالبی مختصر در مورد رسوبات کواترنر اطراف تهران (سازمان زمین‌شناسی کشور).

۴. معرفی و بررسی گسل‌های کواترنر ناحیه تهران (سازمان زمین‌شناسی کشور ـ ۱۳۵۸).

۵. زمین‌شناسی و پتروگرافی ناحیه شرق کلاک واقع در ۶ کیلومتری شرق شهرستان کرج (سازمان زمین‌شناسی کشور ـ ۱۳۵۴).

۶. گزارش ریزش‌های شمال عظیمیه کرج (سازمان زمین‌شناسی کشور ـ ۱۳۷۰).

۷. گزارش بازدید مقدماتی معدن سرب و باریت الیکا/ تهران: وزارت معادن و فلزات.

۸. آتش‌فشان دماوند و بررسی فعالیت احتمالی آن (سازمان زمین‌شناسی کشور ـ ۱۳۶۸).

۹. بررسی آب‌های زیرزمینی و ژئوفیزیک روستاهای حسن‌آباد ـ محمدآباد و ولی‌آباد اقبالیه ـ اکبرآباد ـ از توابع ورامین (سازمان زمین‌شناسی کشور ـ ۱۳۵۹).

۱۰. گزارش مقدماتی ترک‌های ایجاد شده در مسیر جاده روستاهای یوسف‌آباد و شور از توابع پیشوای ورامین (سازمان زمین‌شناسی کشور ـ ۱۳۷۸).

یادداشت

بخشی از مطالعات زمین‌شناسی موضوعی استان تهران از نوع ژئوفیزیکی بوده که چکیده آن در جدول زیر بیان شده است.

منطقه	موضوع	روش بررسی			
		پولاریزاسیون القائی	ژئوالکتریک	مغناطیس‌سنجی	ثقل‌سنجی
دماوند	زمین‌شناسی مهندسی	-	-	*	*
نیروی هوایی	زمین‌شناسی مهندسی	-	*	-	-
سربندان	زمین‌شناسی مهندسی	-	*	-	-
انبارهای پرندک	آبشناسی	-	*	-	-
ورامین	آبشناسی	-	*	-	-

٤. ۲. بررسی‌های اکتشافی

مطالعات اکتشافی استان تهران از چند مقوله زیر است:

الف. اکتشافات ناحیه‌ای

به لحاظ بررسی‌های اکتشافی موضوعی بسیار گسترده، اکتشافات ناحیه‌ای استان تهران منحصر به نقشهٔ زمین‌شناسی فیروزکوه است که در چارچوب اکتشافات ژئوشیمیایی محور دامغان ـ مشهد صورت گرفته است (راهنمای شماره ۲). ولی به لحاظ توانایی‌های متالوژنیک موجود، بیشتر از ۷۵۰۰۰ کیلومتر حاشیه شمالی استان تهران، در طی برنامه سوم توسعه، در مقیاس ناحیه‌ای مورد بررسی اکتشافی قرار خواهد گرفت.

ب. اکتشافات موضوعی

در چارچوب اکتشافات ناحیه‌ای کلیه مواد معدنی یک ناحیه مورد اکتشاف قرار می‌گیرد. ولی شماری از مواد معدنی وجود دارد که به لحاظ توانایی‌های موجود به‌ویژه نیاز فوری صنایع به‌صورت موردی مورد اکتشاف قرار می‌گیرند تا ضمن تأمین داخلی این‌گونه موارد، از واردات آن‌ها جلوگیری شود.

خاصه‌های جغرافیایی و توسعهٔ صنایع معدنی اقماری سبب گردیده که درصد وزنی اکتشافات موضوعی استان تهران زیاد باشد که عموماً توسط اداره کل معادن و فلزات استان و به‌صورت پیمان صورت گرفته است. عناوین طرح‌های مذکور عبارت است از:

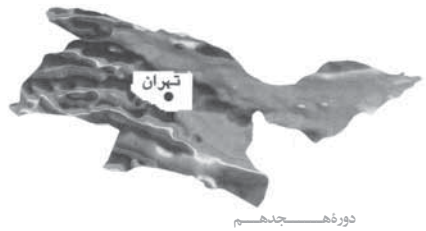
ج. ژئوفیزیک هوایی

به‌منظور دستیابی به اطلاعات جامع‌تر زمین‌شناسی و زمین‌شناخت منطقه‌ای و همچنین شناخت پهنه‌های مناسب برای اکتشاف ذخایر معدنی پنهان، سازمان

فهرست طرح‌های اکتشافی استان تهران

ردیف	عنوان طرح	اعتبار مصوب و یا هزینه شده	محل تأمین اعتبار	سال اجرا	نحوه اجرا	
					امانی	پیمانی
۱	طرح بهینه‌سازی معادن استان تهران	۶۰	ملی	۱۳۷۲	-	*
۲	طرح بررسی ذخایر معدنی	۲۶	ملی	۱۳۷۲	-	*
۳	طرح مطالعات و بررسی املاح معدنی دریاچه قم (حوض سلطان)	۵۰	ملی	۱۳۷۳	-	*
۴	طرح اکتشاف منطقه‌ای کانسارهای فلزی شمال طالقان	۵۰	ملی	۱۳۷۳	-	*
۵	طرح تهیه دفترچه مشخصات معادن حوزه استان تهران	۵۰	استانی	۱۳۷۳	-	*
۶	طرح تهیه دفترچه معادن حوزه استان تهران	۷۰	ملی	۱۳۷۴	-	*
۷	طرح بررسی ژئوشیمیایی منطقه شمال غرب کرج	۱۰۰	ملی	۱۳۷۵	-	*
۸	طرح بررسی ژئوشیمیایی منطقه الموت	۱۰۰	ملی	۱۳۷۵	-	*
۹	طرح تعیین ذخایر قطعی معادن	۳۵	استانی	۱۳۷۵	-	*
۱۰	طرح تهیه دفترچه مشخصات معادن استان تهران	۱۰۰	ملی	۱۳۷۵	-	*
۱۱	(طرح بررسی و تعیین وضعیت ۲۵ فقره معادن متروکه) طرح اکتشاف منطقه‌ای مواد معدنی	۳۵	استانی	۱۳۷۵	-	*
۱۲	طرح تعیین ذخایر قطعی معادن	۱۲۰	استانی	۱۳۷۶	-	*
۱۳	طرح تهیه دفترچه مشخصات معادن	۱۰۰	ملی	۱۳۷۶	-	*
۱۴	طرح اکتشاف منطقه‌ای مواد معدنی	۵۰	استانی	۱۳۷۶	-	*
۱۵	طرح آثاریابی پی‌جویی و شناسایی ذخایر فلزات گران‌بها، طالقان	۱۵۰	ملی	۱۳۷۶	-	*
۱۶	طرح پروژه تدوین اصول و قواعد و ضوابط فنی طراحی عملیات معدنی و اکتشافی	۲۰۰	ملی	۱۳۷۶	-	*
۱۷	طرح اکتشاف مقدماتی مواد معدنی	۴۰	استانی	۱۳۷۷	-	*
۱۸	طرح تعیین ذخایر قطعی معادن	۴۰	استانی	۱۳۷۷	-	*
۱۹	طرح اکتشاف ذغال‌سنگ شمال تهران	۱۰۰	استانی	۱۳۷۷	-	*
۲۰	طرح اکتشاف مقدماتی ذغال شمال تهران	۱۳۰	ملی	۱۳۷۷	-	*
۲۱	توسعه مرکز تحقیقات	۲۵۰	درآمد هزینه بند (ب)	۱۳۷۹	*	*
۲۲	ایجاد پایگاه اطلاعاتی داده‌های علوم زمین کشور	۱۰۵۵/۲	درآمد هزینه بند (ب)	۱۳۷۹	*	*

تصویر ماهواره رادارست ▼



نقشهٔ مغناطیس هوایی ▲

زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور نقشه‌های ژئوفیزیک هوایی سراسری ایران را در مقیاس ۱:۲۵۰/۰۰۰ به چاپ رسانده است که در حال حاضر از تلفیق نتایج آن، نقشه مغناطیس هوایی ایران به مقیاس ۱:۱۰۰۰/۰۰۰ به چاپ رسیده است. بخش مربوط به استان تهران در این مجموعه در راهنمای شماره ۳ دیده می‌شود.

د. گزارش‌های اکتشافی

گزارش‌های زیر نشانگر بخشی از فعالیت‌های اکتشافی انجام شده در استان تهران است.

۱. گزارش شرح نقشه گسترش ذخایر معدنی استان تهران ۱:۲۵۰/۰۰۰؛

۲. مطالعات زمین‌شناسی و ژئوشیمیایی سیستماتیک اکتشاف چکشی شمال طالقان؛

۳. گزارش پی‌جویی و آثاریابی معدنی در منطقه طالقان (شمال شهرک)؛

۴. بررسی ژئوشیمیایی و زمین‌شناسی شمال باختری کرج؛

۵. زمین‌شناسی ذخایر معدنی جنوب شرقی اشتهارد (جارو)؛

۶. طرح اکتشافات ژئوشیمیایی و سیستماتیک و مطالعات آثاریابی منطقه الموت؛

۷. طرح اکتشافی دریاچه قم؛

۸. بررسی امکان فعالیت مجدد ۲۵ معدن متروکه در استان تهران؛ سال ۷۵؛

۹. بررسی امکان فعالیت مجدد ۲۵ معدن متروکه در استان تهران؛ سال ۷۶؛

۱۰. مطالعهٔ اکتشاف نمک در منطقه کبوتر دره؛

۱۱. گزارش عملیات ژئوفیزیکی معادن انجیره تیران (سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۶۷)؛

۱۲. گزارش بازدید مقدماتی معدن سرب و باریت الیکا (وزارت معادن و فلزات)؛

۱۳. بررسی‌های زمین‌شناسی

زون اکتشافی شماره ۹
زون اکتشافی شماره ۱۶
زون اکتشافی شماره ۱۸

مناطق مطالعاتی	زمین‌شناسی		اکتشافات ژئوشیمیایی		مواد معدنی قابل انتظار
	بررسی شده	بررسی نشده	بررسی شده	بررسی نشده	
شکران	شکران	-	-	شکران	مس پورفیری کائولن آلونیت سیلیس
قزوین	-	قزوین	-	قزوین	

مناطق مطالعاتی	زمین‌شناسی		اکتشافات ژئوشیمیایی		مواد معدنی قابل انتظار
	بررسی شده	بررسی نشده	بررسی شده	بررسی نشده	
مرزن‌آباد	-	مرزن‌آباد	-	مرزن‌آباد	سرب و روی فلورین، باریت نسوز ماسه سیلیسی
بلده	-	بلده	-	بلده	

معدنی و اکتشافات نیمه تفصیلی کانسار سلستیت کوه طلحه (سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۶۷).

وضعیت بررسی‌های انجام شده و پیش‌بینی شده این دو نقشه به شرح جدول زیر است:

ب. زون اکتشافی چالوس ـ گرگان (اولویت مطالعاتی ۹)

مناطق مطالعاتی	زمین‌شناسی		اکتشافات ژئوشیمیایی		مواد معدنی قابل انتظار
	بررسی شده	بررسی نشده	بررسی شده	بررسی نشده	
کرج	کرج	-	-	کرج	مس ماسه سیلیسی نسوز سیلیست پوزولان
تهران	تهران	-	-	تهران	
قشم	قشم	-	-	قشم	
دماوند	دماوند	-	-	دماوند	

موضوع	دورسنجی	زمین‌شناسی	اکتشافات ژئوشیمیایی	زمین‌شناسی اقتصادی
حجم عملیات به کیلومترمربع	۲۰/۰۰۰	۷۵۰۰	۲۰/۰۰۰	۲۰/۰۰۰

زون اکتشافی چالوس ـ گرگان حدود ۴۲۵۰۰ کیلومترمربع (۱۷ برگ نقشه) از نواحی واقع در شمال استان تهران را زیرپوشش دارد که از آن میان بخشی کوچکی (حدود ۲۰۰۰ کیلومترمربع) از دو نقشه مرزن‌آباد و بلده متعلق به استان تهران است. وضعیت بررسی‌های انجام شده و پیش‌بینی شده دو نقشه مذکور در جدول زیر بیان شده است.

ج. زون اکتشافی کرج ـ دماوند (اولویت مطالعاتی ۱۸)

زون اکتشافی فوق شامل چهار برگ نقشهٔ یکصدهزارم است که حدود ۱۰/۰۰۰ کیلومترمربع از استان، در حد فاصل کرج تا دماوند، را زیر پوشش دارد. بخش بیشتر نواحی منتخب شامل نهشته‌های پلاتفرمی پالئوزوئیک (حاوی خاک‌ها و سنگ‌های صنعتی) و رسوب‌های ذغالدار است. در این نواحی سنگ‌های ماگمایی ترشیاری گستردگی زیاد دارند که ممکن است میزبان مواد معدنی گوناگون باشند.

وضعیت مطالعات انجام شده و پیش‌بینی شده در نقشه‌های چهارگونه مورد نظر در جدول زیر خلاصه شده است.

با توجه به مناطق مطالعاتی، حجم عملیات پیش‌بینی شده در جدول زیر خلاصه شده است.

به عملیات فوق باید پردازش اطلاعات در سیستم جغرافیایی (GIS) و مطالعات ژئوفیزیکی را افزود.

در ارتفاعات شمال تهران (کوه‌های البرز)، سنگ‌های جوان‌تر از ائوسن عمدتاً محدود به توده‌های نفوذی بازیک (سد کرج، گابروی رودهن، گابروی مبارک ...) است که به سن ائوسن ـ اولیگوسن داشته شده‌اند و شکل‌گیری آن‌ها به رویداد کوهزائی پیرونئن نسبت داده شده است

منابع

۱. قربانی، م (۱۳۸۱) دیباچه‌ای بر زمین‌شناسی اقتصادی ایران، پایگاه داده‌های علوم زمین

۲. نقشه‌ها و گزارش‌های زمین‌شناسی مقیاس $\frac{1}{25000}$ و $\frac{1}{100000}$ چهارگوش تهران

۳. نقشه‌های ژئوشیمی مقیاس $\frac{1}{100000}$ استان تهران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

نام معدن: آردینه

نام ماده معدنی	نام شهرستان	طول جغرافیایی عرض جغرافیایی	طول ماده معدنی متر	عرض ماده معدنی متر	ضخامت ماده معدنی متر	ژنز
گچ	رودهن	ـــــ ـــــ			۶ متر و شیب ۶۰ درجه در	رسوبی

روش استخراج	سن سنگ میزبان	عمر معدن	ذخیره هزار تن	عیار ماده معدنی %	فعالیت معدن	میزان استخراج سالیانه
-			احتمالی: قطعی: ۲۷		متروکه	

نوع کانه و کانی‌های اصلی	جنس سنگ میزبان

نام معدن: اسطلک لواسان

نام ماده معدنی	نام شهرستان	طول جغرافیایی عرض جغرافیایی	طول ماده معدنی متر	عرض ماده معدنی متر	ضخامت ماده معدنی متر	ژنز
سنگ لاشه	لواسان	ـــــ ـــــ			-	رسوبی

روش استخراج	سن سنگ میزبان	عمر معدن	ذخیره هزار تن	عیار ماده معدنی %	فعالیت معدن	میزان استخراج سالیانه
-			احتمالی: قطعی:		متروکه	

نوع کانه و کانی‌های اصلی	جنس سنگ میزبان

استان تهران شامل یک سکانس پلاتفرمی به سن پرکامبرین پسین تا تریاس میانی است

نام معدن: اسکاره

نام ماده معدنی	نام شهرستان	طول جغرافیایی	طول ماده معدنی متر	عرض ماده معدنی متر	ضخامت ماده معدنی متر	ژنز
خاک صنعتی		عرض جغرافیایی	۱۰۰	۱۵	۱۰ متر	رسوبی

روش استخراج	سن سنگ میزبان	عمر معدن	ذخیره هزار تن	عیار ماده معدنی	فعالیت معدن	میزان استخراج سالیانه
-			احتمالی: قطعی: ۴۲	٪	متروکه	

نوع کانه و کانی‌های اصلی	جنس سنگ میزبان

نام معدن: امامزاده هاشم

نام ماده معدنی	نام شهرستان	طول جغرافیایی	طول ماده معدنی متر	عرض ماده معدنی متر	ضخامت ماده معدنی متر	ژنز
ذغالسنگ		عرض جغرافیایی			-	رسوبی

روش استخراج	سن سنگ میزبان	عمر معدن	ذخیره هزار تن	عیار ماده معدنی	فعالیت معدن	میزان استخراج سالیانه
-			احتمالی: قطعی: ۱۵	٪	متروکه	

نوع کانه و کانی‌های اصلی	جنس سنگ میزبان

نام معدن: امین‌آباد

نام ماده معدنی	نام شهرستان	طول جغرافیایی	طول ماده معدنی متر	عرض ماده معدنی متر	ضخامت ماده معدنی متر	ژنز
خاک نسوز	تهران	عرض جغرافیایی			-	رسوبی

روش استخراج	سن سنگ میزبان	عمر معدن	ذخیره هزار تن	عیار ماده معدنی	فعالیت معدن	میزان استخراج سالیانه
-			احتمالی: قطعی:	٪	متروکه	

نوع کانه و کانی‌های اصلی	جنس سنگ میزبان

نام معدن: اوشان

نام ماده معدنی	نام شهرستان	طول جغرافیایی	طول ماده معدنی متر	عرض ماده معدنی متر	ضخامت ماده معدنی متر	ژنز
سنگ لاشه	اوشان	عرض جغرافیایی			-	رسوبی

روش استخراج	سن سنگ میزبان	عمر معدن	ذخیره هزار تن	عیار ماده معدنی	فعالیت معدن	میزان استخراج سالیانه
-			احتمالی: قطعی: ۳۶۰	٪	متروکه	

نوع کانه و کانی‌های اصلی	جنس سنگ میزبان

نام معدن: ساوجبلاغ

نام ماده معدنی	نام شهرستان	طول جغرافیایی	طول ماده معدنی متر	عرض ماده معدنی متر	ضخامت ماده معدنی متر	ژنز
آهن	ساوجبلاغ	عرض جغرافیایی			-	رسوبی

روش استخراج	سن سنگ میزبان	عمر معدن	ذخیره هزار تن	عیار ماده معدنی	فعالیت معدن متروکه	میزان استخراج سالیانه
-			احتمالی: قطعی:	%		

نوع کانه و کانی‌های اصلی	جنس سنگ میزبان

نام معدن: سرکورک آه دماوند

نام ماده معدنی	نام شهرستان	طول جغرافیایی	طول ماده معدنی متر	عرض ماده معدنی متر	ضخامت ماده معدنی متر	ژنز
آهک	دماوند	عرض جغرافیایی			-	رسوبی

روش استخراج	سن سنگ میزبان	عمر معدن	ذخیره هزار تن	عیار ماده معدنی	فعالیت معدن متروکه	میزان استخراج سالیانه
-			احتمالی: قطعی: ۸۷۰	%		

نوع کانه و کانی‌های اصلی	جنس سنگ میزبان

نام معدن: عشق‌آباد ورامین

نام ماده معدنی	نام شهرستان	طول جغرافیایی	طول ماده معدنی متر	عرض ماده معدنی متر	ضخامت ماده معدنی متر	ژنز
خاک صنعتی	ورامین	عرض جغرافیایی			-	رسوبی

روش استخراج	سن سنگ میزبان	عمر معدن	ذخیره هزار تن	عیار ماده معدنی	فعالیت معدن	میزان استخراج سالیانه
-			احتمالی: قطعی: ۸۰	%	متروکه	

نوع کانه و کانی‌های اصلی	جنس سنگ میزبان

نام معدن: کمند فیروزکوه

نام ماده معدنی	نام شهرستان	طول جغرافیایی	طول ماده معدنی متر	عرض ماده معدنی متر	ضخامت ماده معدنی متر	ژنز
آهک	فیروزکوه	عرض جغرافیایی			-	رسوبی

روش استخراج	سن سنگ میزبان	عمر معدن	ذخیره هزار تن	عیار ماده معدنی	فعالیت معدن	میزان استخراج سالیانه
-			احتمالی: قطعی: ۱۰۰۰۰	%	متروکه	

نوع کانه و کانی‌های اصلی	جنس سنگ میزبان

نام معدن: گاجره

نام ماده معدنی	نام شهرستان	طول جغرافیایی	طول ماده معدنی متر	عرض ماده معدنی متر	ضخامت ماده معدنی متر	ژنز
ذغالسنگ		عرض جغرافیایی			-	رسوبی

روش استخراج	سن سنگ میزبان	عمر معدن	ذخیره هزار تن	عیار ماده معدنی	فعالیت معدن	میزان استخراج سالیانه
-			احتمالی: قطعی:	%	متروکه	

نوع کانه و کانی‌های اصلی	جنس سنگ میزبان

نام معدن: مسگرآباد

نام ماده معدنی	نام شهرستان	طول جغرافیایی عرض جغرافیایی	طول ماده معدنی متر	عرض ماده معدنی متر	ضخامت ماده معدنی متر	ژنز
سرب و باریتین		ـــــ ـــــ			-	رسوبی

روش استخراج	سن سنگ میزبان	عمر معدن	ذخیره هزار تن	عیار ماده معدنی %	فعالیت معدن	میزان استخراج سالیانه
-			احتمالی: قطعی:		متروکه	

نوع کانه و کانی‌های اصلی	جنس سنگ میزبان

نام معدن: نساء چالوس

نام ماده معدنی	نام شهرستان	طول جغرافیایی عرض جغرافیایی	طول ماده معدنی متر	عرض ماده معدنی متر	ضخامت ماده معدنی متر	ژنز
آهک		ـــــ ـــــ			-	رسوبی

روش استخراج	سن سنگ میزبان	عمر معدن	ذخیره هزار تن	عیار ماده معدنی %	فعالیت معدن	میزان استخراج سالیانه
-			احتمالی: قطعی: ۸۶۰		متروکه	

نوع کانه و کانی‌های اصلی	جنس سنگ میزبان

نام معدن: ایپک اشتهارد

نام ماده معدنی	نام شهرستان	طول جغرافیایی عرض جغرافیایی	طول ماده معدنی متر	عرض ماده معدنی متر	ضخامت ماده معدنی متر	ژنز
مس و سرب	اشتهارد	ـــــ ـــــ			ضخامتی از ژون مینر البره	رسوبی

روش استخراج	سن سنگ میزبان	عمر معدن	ذخیره هزار تن	عیار ماده معدنی %	فعالیت معدن	میزان استخراج سالیانه
-			احتمالی: قطعی:		متروکه	

نوع کانه و کانی‌های اصلی	جنس سنگ میزبان

نام معدن: بی‌بی شهربانو

نام ماده معدنی	نام شهرستان	طول جغرافیایی عرض جغرافیایی	طول ماده معدنی متر	عرض ماده معدنی متر	ضخامت ماده معدنی متر	ژنز
سرب		ـــــ ـــــ			-	رسوبی

روش استخراج	سن سنگ میزبان	عمر معدن	ذخیره هزار تن	عیار ماده %	فعالیت معدن	میزان استخراج سالیانه
-			احتمالی: قطعی:		متروکه	

نوع کانه و کانی‌های اصلی	جنس سنگ میزبان

نام معدن: بیورزن لواسان

نام ماده معدنی	نام شهرستان	طول جغرافیایی عرض جغرافیایی	طول ماده معدنی متر	عرض ماده معدنی متر	ضخامت ماده معدنی متر	ژنز
سیلیس	لواسان	ـــــ ـــــ			۱۵ متر و دارای شیب ۵۰	رسوبی

روش استخراج	سن سنگ میزبان	عمر معدن	ذخیره هزار تن	عیار ماده معدنی %	فعالیت معدن	میزان استخراج سالیانه
-			احتمالی: قطعی: ۱۵		متروکه	

نوع کانه و کانی‌های اصلی	جنس سنگ میزبان

نام معدن: پارچین

نام ماده معدنی	نام شهرستان	طول جغرافیایی عرض جغرافیایی	طول ماده معدنی متر	عرض ماده معدنی متر	ضخامت ماده معدنی متر	ژنز
بنیونیت		ـــــ ـــــ			-	رسوبی

روش استخراج	سن سنگ میزبان	عمر معدن	ذخیره هزار تن	عیار ماده معدنی %	فعالیت معدن	میزان استخراج سالیانه
-			احتمالی: قطعی:		متروکه	

نوع کانه و کانی‌های اصلی	جنس سنگ میزبان

نام معدن: تلو لشگرک

نام ماده معدنی	نام شهرستان	طول جغرافیایی عرض جغرافیایی	طول ماده معدنی متر	عرض ماده معدنی متر	ضخامت ماده معدنی متر	ژنز
گچ		ـــــ ـــــ			-	رسوبی

روش استخراج	سن سنگ میزبان	عمر معدن	ذخیره هزار تن	عیار ماده معدنی %	فعالیت معدن	میزان استخراج سالیانه
-			احتمالی: قطعی: ۰/۱		متروکه	

نوع کانه و کانی‌های اصلی	جنس سنگ میزبان

نام معدن: دلیجانی

نام ماده معدنی	نام شهرستان	طول جغرافیایی عرض جغرافیایی	طول ماده معدنی متر	عرض ماده معدنی متر	ضخامت ماده معدنی متر	ژنز
مس		ـــــ ـــــ			-	رسوبی

روش استخراج	سن سنگ میزبان	عمر معدن	ذخیره هزار تن	عیار ماده معدنی %	فعالیت معدن	میزان استخراج سالیانه
-			احتمالی: قطعی: ۲۰	۳ تا ۶	متروکه	

نوع کانه و کانی‌های اصلی	جنس سنگ میزبان

سنگ‌ها و کانی‌ها از دیدگاه اقتصادی

مصطفی شهرابی

درآمد

در جدول مندلیف تاکنون ۱۱۱ عنصرِ شناخته شده ثبت گردیده که اغلب آن‌ها به صورت ترکیب در طبیعت وجود دارند. به عنوان مثال دو عنصر کلر و سدیم به‌صورت نمک‌طعام یا سدیم کلرید دیده می‌شود ولی تک‌عنصرها به ندرت در طبیعت یافت می‌شوند.

ترکیباتی که در پوستهٔ جامد زمین صورت سنگ، کانی، خاک،... دیده می‌شوند اغلب ترکیبی از دو یا چند عنصر هستند. ترکیب‌هایی چون کلریدها، سولفیدها، آمیدها، سیلیکات‌ها، کربنات‌ها، سولفات‌ها، کلرات‌ها، نیترات‌ها و... از این جمله‌اند. عناصر فراوان موجود در پوسته زمین عبارتند از اکسیژن، سیلسیوم، آلومینیوم، آهن، کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، تیتانیوم، منگنز و هیدروژن. ترکیب همین عناصر است که تشکیل کانی‌های کان‌سنگ‌ها و سنگ‌ها را می‌دهند و هر کدام به گونه‌ای مورد مصرف بشر، اعم از مصارف غذایی، صنعتی، تزئینی، دارویی... قرار می‌گیرند.

شناخت و استخراج این عناصر و ترکیب‌ها که گفتیم به صورت مواد خام در طبیعت وجود دارند از وظایف و توانمندی‌های دانش‌آموختگان علوم زمین است. بر آن شدیم که در این شماره و شماره‌های آینده به معرفی کان‌سنگ‌ها، کانی‌ها و سنگ‌ها و خاک‌ها از دیدگاه‌های مختلف به‌ویژه خواص و موارد مصرف آن‌ها در صنعت و اقتصاد بپردازیم و شروع آن را معرفی «سنگ‌آهک» که یکی از فراوان‌ترین سنگ‌ها (کان‌سنگ‌ها) در طبیعت است قرار داده‌ایم.

کلیدواژه‌ها: سنگ آهک، میکرایت، آلوکم، آراگونیت، انیکس، گچ نوشتنی، لوماشل، آهک شکفته، عناصر کمیاب، کان‌سنگ، کلسیناسیون، صنایع ساختمانی

سنگ‌آهک و کاربردهای آن

سنگ آهک سنگی است رسوبی نام شیمیایی کلسیم کربنات و فرمول $CaCO_3$. درجهٔ سختی آن حدود ۳ و جرم مخصوص آن ۲/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب است. کلسیت تنها کانی اصلی تشکیل دهنده سنگ آهک است. سنگ آهک صد در صد خالص معمولاً در طبیعت وجود ندارد و همواره با مقادیری کربنات منیزیم، سیلیس، رس و غیره همراه است. سنگ آهک به ندرت است تماماً از بلورهای کلسیت تشکیل شده باشد که در این حالت به آن میکرایت[1] گفته می‌شود. همچنین ممکن است از تکه‌های مختلفی به نام آلوکِم[2] تشکیل شده باشد که در این صورت این تکه‌ها با سیمانی از بلورهای درشت و ریز کلسیت به‌هم پیوسته

شـده‌اند. قطعات آلوکم ممکن است از ذرات و تکه‌های خرد شدهٔ رسـوبات آهکی پیشـین، االیت‌ها[3] و یا قطعات آهکی پوسـتهٔ جانوران تشکیل شده باشـند. در حالتی که بخش بیشـتری از عناصر سازنده یک سنگ آهکی پوسته یا صدف فسیل باشد، این سنگ در اصطلاح لوماشل[4] نامیده می‌شود. از گونه‌های دیگر سنگ آهک‌ها آراگونیت[5] و تراورتن[6] است کـه در اثر کارایی چشـمه‌های آب گرم به‌وجود می‌آید. اگر افت دمای آب چشمه‌ها کند باشد آراگونیت به‌وجود می‌آید و اگـر این افت دما به تندی صورت گیرد تراورتن تشـکیل می‌شود.

در ایـران به سـنگ آراگونیـت مرمر می‌گوینـد و نام تجارتی انواع رنگی آن اُنیکس[7] اسـت. گچ نوشتنی[8] عبارت اسـت از سنگ آهکی که سازنده‌های اصلی آن گونه‌هایی از فرامینیفرها هستند.

اساساً در طبیعت دو گونه سنگ آهک وجود دارد:

سـنگ آهک با کلسـیم زیاد[9] که با حـدود ۰/۵ تا ۲٪ اکسـید منیزیم همراه است؛ و سـنگ آهک دولومیتی[10] که ممکن است از نسبت‌های مختلف آهک و دولومیت تشکیل شده باشد.

سنگ آهک

در صنعـت عمومـاً بـه فراورده‌های زیر آهـک[11] گفته می‌شود:

- سـنگ آهـک $CaCO_3$ خرد شـده بـه ذرات ریز و دانه‌بندی شده؛
- آهک زنده (کلسـینه[12]) $CaCO_3$ یا آهک بنایی که از پختن (کلسیناسیون) سنگ آهک به‌دست می‌آید؛
- آهک شکفته یا هیدراته[13] $Ca(OH)_2$ که از مجاورت آهک زنده با آب تهیه می‌شود؛
- سنگ آهک با کلسـیم زیاد وقتی در اثر حرارت زیاد کاملاً کلسینه شده باشد. اگر ۱۰۰٪ ترکیب سنگ آهک را از کربنات کلسـیم فرض کنیم در اثر حرارت ۴۴٪ از وزن خود را به‌دلیل متصاعد شـدن CO_2 از دست می‌دهد و تبدیل به آهک زنده می‌شود.

$$CaCO_3 + \text{حرارت} \rightarrow CaO + CO_2 \uparrow$$

از آنجـا که آهـک زنده میل شـدیدی بـه جذب آب (رطوبـت) و (CO_2) موجـود در هوا دارد باید آن را پیش از کاربرد دور از رطوبت و هوا نگاه داشت و یا چند هفته پس از تولید، آن‌را به مصرف رساند. نوع پایدارتر و تجارتی آهک که با افزودن آب به آهک زنده تهیه می‌شـود، آهک شکفته نام دارد که پس از آب گرفتن به صورت ذرات ریز خرد شـده و یا به صورت پودر درمی‌آید که معمولاً در پاکت بسته‌بندی و به بازار مصرف عرضه می‌شود. آهک را بدین صورت می‌توان بیشتر از آهک زنده انبار کرده و نگه‌داشت.

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + \text{حرارت} \uparrow$$

آهک، بر حسب نوع مصرف، به صورت‌های سنگ آهک خرد شده، دانه‌بندی شده، آهک زنده و آهک شکفته به بازار عرضه می‌شود.

آهک زنده و آهک شـکفته به دو صورت تهیه می‌گردد؛ یکـی با ایجـاد کوره‌هـای دسـتی آهک‌پـزی در مقیاس کارگاه‌هـای کوچـک آهک‌پزی بـا تولید کـم، و دیگری با ایجاد کارخانهٔ تولید آهک صنعتی که در آن سنگ آهک در کوره‌های ایستاده و یا دوّار پخته می‌شود.

سـنگ آهک مرغوب (با $CaCO_3$ زیـاد) در گرمای از ۸۰۰ تا ۱۱۰۰ درجه سـانتی‌گراد و سـنگ آهک نامرغوب (رس‌دار و قدری دولومیتـی) در گرمای از ۱۱۰۰ تا ۱۴۰۰ درجه سـانتی‌گراد پخته می‌شـود. موارد کاربـرد آهک در صنعت بسـتگی به مقدار اکسید کلسیم قابل حصول در آن دارد. کمتر سـنگ آهکی وجود دارد که از نظر خلوص ۹۹٪ کربنات کلسیم داشته باشد، امّا بیشتر سنگ آهک‌های قابل اسـتفاده بـرای صنایع دارای ۹۸٪ خلوص کربنات کلسـیم هسـتند. ناخالصی‌هـای آهکی شـامل ترکیبـات منیزیم، سیلیسیم، آلومینیم، آهن و منگنز است. این ناخالصی‌ها در کوره با مقادیری از اکسید کلسیم ترکیب شده و ترکیب‌های گوناگونی از سیلیسیم و آلومینیم و غیره را به‌وجود می‌آورند که برای برخی مصارف آهک زیان‌آور است. ولی اصولاً همهٔ سـنگ آهک‌هایی که دارای بیش از ۹۰٪ اکسـید کلسـیم (CaO) باشـند به‌شـرطی که درصد مواد زیان‌آور آن‌ها در حد مجاز باشد در صنعت قابل مصرف هستند.

در جدول ۱ صورت تجزیهٔ آهک زنده[14] تجارتی تیپیک ارائه شده است.

جدول ۱. صورت تجزیه آهک زنده به درصد

CaO	۹۳,۲۵–۹۸,۰۰
MgO	۰,۳۰–۲,۵۰
SiO_2	۰,۲۰ –۱,۵۰
Fe_2O_3	۰,۱۰ –۰,۴۰
Al_2O_3	۰,۱۰ –۰,۵۰
H_2O	۰,۱۰ –۰,۹۰
CO_2	۰,۴۰ –۱,۵

اصولاً برای تهیه آهک پخته در کارخانه‌های تولید آهک، سـنگ آهک مورد نیاز از نظر کیفی باید دارای ویژگی‌های زیر باشد:

$$CaCO_3 > 90\%$$

$$SiO_2 + Fe_2O_3 + Al2O_3 < 3\text{-}4\%$$

$Mg\ CO_3 < 5\%$

افزون بر آن کیفیت ترکیب شیمیایی سنگ آهک در مجموعهٔ معدن باید دارای وضع یکسان بوده و تغییرات CaO از ۲± درصد فراتر نرود.

در شرایطی که سنگ آهک دارای ویژگی‌های بالا باشد می‌توان از آن آهک هوایی و اگر عیار $SiO_2+Fe_2O_3+A1_2O_3$ از ۸ تا ۲۰٪ باشد آهک هیدرولیک یا آهک آبی تهیه کرد. در زیر شرح کوتاهی دربارهٔ آهک هوایی و آهک هیدرولیک (آهک آبی) ذکر می‌شود:

آهک هوایی: از سنگ آهکِ تقریباً خالص به‌وسیلهٔ کلسیناسیون[15] سنگ آهک در حرارت نزدیک به ۸۵۰ درجه سانتی‌گراد آهک هوایی تهیه می‌شود. این آهک به این دلیل آهک هوایی نامیده شده است که به‌وسیله کربنیتیزاسیون، CaO در زیر نفوذ CO_2 هوا سخت می‌شود و به همین جهت در زیر آب این نوع آهک گیرش پیدا نمی‌کند.

آهک‌های هوایی ناخالص را که تا ۵٪ خاک رس دارند آهک فقیر یا کم‌چربی، و آهک‌های هوایی خالص را آهک‌های پرچربی می‌نامند.

آهک هیدرولیک: برخلاف آهک‌های هوایی، آهک هیدرولیک قابلیت سخت شدن و گیرش هم در هوا و هم در آب دارد (پی‌سازی دیوارهای ساحل) این نمونهٔ آهک‌ها را به‌وسیلهٔ نشان هیدرولیسیته[16] (i) که عبارت است از نسبت ترکیبات اسیدی به ترکیبات بازی می‌توان رده‌بندی نمود.

$$A = \frac{SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3}{CaO+MgO}$$

وزن عناصر اسیدی — خاک رس

وزن عناصر بازیک — مواد آهکی

جدول۲. طبقه‌بندی آهک بر حسب نشان هیدرولیسیته

عناصر کمیاب مضر	نوع مصرف
فسفر	صنایع تولید کلسیم کاربید
سولفورها (گوگرد)	صنایع تولید کلسیم فولاد
آرسنیک و فلورین	صنایع تولید کلسیم منوفسفات
آهن	صنایع تولید کلسیم شیشه

توضیح

کلسیناسیون و تهیهٔ آهک هیدرولیک در حرارت نزدیک به ۱۰۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد انجام می‌شود. البته نباید حرارت از این مقدار تجاوز نماید که در آن صورت پدیده کلینکریزاسیون ایجاد می‌شود.

اگر یک سنگ آهک دارای ۲٪ ناخالصی باشد این ناخالصی پس از کلسینه شدن سنگ آهک، بسیار زیادتر (نزدیک ۴٪) می‌شود. زیرا حدوداً ۵۰٪ از وزن آهک بعد از پخته شدن در اثر متصاعد شدن CO_2 کم می‌شود. به‌علاوه مقدار کمی از سنگ آهک موجود، در جریان پختن کلسینه نمی‌شود؛ این قسمت از سنگ آهک را که کلسینه نمی‌شود اصطلاحاً مغزه (Core) می‌نامند. مغزه عموماً بین ۳ تا ۵٪ محصول را تشکیل می‌دهد و میزان آن بستگی به نوع کوره و روش پخت دارد. معمولاً ناخالصی‌ها در آهک زنده بین ۴ تا ۱۰٪ وزن آن را تشکیل می‌دهند و در مصارف شیمیایی آهک از عوامل مضر به حساب می‌آیند.

در شرایطی که منظور عرضهٔ آهک به صورت شکفته باشد می‌توان آن‌را قبل از عرضه، به‌وسیلهٔ روش جدایش با فشار هوا[17]، از وجود ناخالصی‌هایی مانند مغزه، سیلیکات‌ها و آلومینات‌ها به صورت فیزیکی پاک نمود. در عمل می‌توان آهک شکفته با ۷۲ تا ۷۲/۵٪ CaO تهیه نمود. (در شرایط خلوص کامل، آهک شکفته دارای ۷۴٪ CaO است که معادل آهک زنده با ۱۰۰٪ خلوص است) سایر ناخالصی‌های موجود در سنگ آهک عبارت از عناصر کمیابی[18] چون گوگرد، فسفر، آرسنیک، منگنز، استرانسیم و فلورین است که مقدار آن‌ها به صورت ppm بیان می‌شود که تشکیل می‌شود. جدول۳ عناصر کمیاب مضر برحسب نوع مصرف در آهک ارائه شده است.

جدول۳. عناصر کمیاب مضر برحسب نوع مصرف در آهک

عناصر کمیاب مضر	نوع مصرف
فسفر	صنایع تولید کلسیم کاربید
سولفورها	〃 〃 فولاد
آرسنیک و فلورین	〃 〃 منوفسفات
آهن	〃 〃 شیشه

مصارف آهک

سنگ آهک، کلوخه، گرد آهک زنده، خمیر و گرد آهک شکفته در صنایع زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد:

- صنایع ساختمانی، برای تولید سیمان و تهیهٔ آجرهای ماسه آهکی، ملات و شفته آهکی؛
- صنایع قندسازی، شیشه‌سازی؛
- صنایع فولاد؛
- صنایع تولید کلسیم کاربید C_2Ca؛
- صنایع تولید منیزیم (Mg) و صنایع تولید آلومینیوم(Al)؛
- صنایع شیمیایی، که در آن آهک به عنوان یک مادهٔ اولیه و هم‌چنین برای خنثی کردن اسید و مصارفی نظیر موارد زیر مصرف دارد:

- عامل چسبندگی[19]
- حلّال[20]
- جذب[21]
- آبگیری تجزیه[22]
- کمک ذوب[23]
- مادهٔ قلیاکننده[24]
- مواد روغنی جهت کم کردن استهلاک/
- جاذب رطوبت

کلسیم در گرمای ۳۴۰۰ تا ۳۰۰۰ درجه سانتی‌گراد با کربن ترکیب شده و کلسیم کاربید (کاربیت) می‌دهد. کاربید نیز با آب ترکیب می‌شود و گاز استیلن (C_2H_2) و آهک شکفته (CaO) می‌دهد.

در اکثر بازارهای مصرفِ آهک، برای مصارف شیمیایی، آهکِ با کلسیم زیاد ترجیح داده می‌شود در صورتی‌که در مصارفی نظیر صنایع شیشه‌سازی و خمیر سولفیت[۲۶] و خنثی‌کردن اسید، آهک‌های دولومیتی ترجیح داده می‌شود.

در صنایع فولاد آهک به صورت سنگ آهک و به عنوان کمک ذوب فولاد[۲۷] به‌کار می‌رود که یکی از مهم‌ترین موارد مصارف آهک است. در این صنایع، آهک باعث گرفتن ناخالصی‌های موجود در فولاد مثل فسفر، گوگرد و سیلیس می‌شود.

آهک در فلوتاسیون مواد معدنی و در تحصیل طلا و نقره در عمل سیانیدیزاسیون مورد استفاده قرار می‌گیرد که نتیجهٔ عمل، تولید ژیپس است.

در کورهٔ آهک‌پزیِ کارخانجات قند، آهک به صورت سنگ آهک با دانه‌بندی ۸، ۱۳ و ۱۵ سانتی‌متر مصرف می‌شود. در این صورت خلوص سنگ آهک باید بیش از ۹۶٪ باشد. البته مقدار کمی آهک زنده نیز در صنایع قند مصرف می‌شود (به میزان حدود ۳٪ چغندر مصرفی در کارخانه، آهک پخته مورد نیاز است).

ناخالصی مضر در سنگ آهکی که در صنایع قند مصرف می‌شود سیلیس است که مقدار آن نباید بیش از یک درصد باشد. سایر ناخالصی‌ها در صورتی‌که درصد کربنات بیش از ۹۷٪ باشد اشکال چندانی ایجاد نمی‌کند. در زیر ترکیب مجاز سنگ آهک مورد نیاز در صنایع قندسازی آمده است.

جدول۴. آهک شکفته برای تولید گریس (Grease)

$CaCO_3$>97-SiO_2<1.5%-$MgCO_3$<0.5%-Fe_2O_3+Al_2O_3<0.5%-$CaSO_4$<0.5%

در تهیهٔ آجر ماسه آهکی اگر درصد اکسید منگنز (MgO) بیشتر باشد وقت بیشتری برای پخت آجر لازم است. در شرایطی که آهک خالص در دسترس نباشد مصرف آهک با ۸٪ اکسید منگنز نیز امکان‌پذیر است ولی فرایند تهیهٔ آجر مشکل‌تر شده و زمان پخت افزایش می‌یابد؛ به‌علاوه مرغوبیت آجر نیز پایین می‌آید. در این صورت دانه‌های سنگ آهک مصرفی باید خیلی ریزتر شود.

جدول ۵. سنگ آهک برای مصرف در صنایع تهیه فولاد

نوع ترکیبات	CaO	MgO	Fe_2O_3	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_3	S	L.O.I
درصد ٪	۵۴،۵	۰،۵	۰،۰۴	۰،۱	۰،۴	۰،۰۰۴	۰،۰۰۱	۴۳،۶

جدول۶. سنگ آهک برای مصرف در صنایع شیمیایی

ترکیب شیمیایی(درصد وزنی)	دستهٔ اول	دستهٔ دوم	دستهٔ سوم	دستهٔ چهارم
بیشینهٔ کاهش وزن LOI	۴۶	۴۶	۴۶	۴۴
بیشینهٔ SiO_2	۰،۷۵	-	۱	۲
بیشینهٔ Fe_2O_3	۰،۱۵	-	۰،۲۵	-
بیشینهٔ CaO	۵۴	۵۳	۵۴	۵۰
بیشینهٔ MgO	۲	۱	۰،۸	۱
بیشینهٔ Mn_2O_3	۰،۰۶	-	-	-
بیشینهٔ CO_2	۴۲	۴۲	۴۲	۴۱
بیشینهٔ S	-	-	۰،۱	-
بیشینهٔP	-	-	۰،۰۱	-
بیشینهٔ Al_2O_3+ Fe_2O_3	-	-	۰،۵	۱،۵
بیشینهٔ Al_2O_3+ Fe_2O_3+ SiO_2	-	۳	-	-

سنگ آهک در صنایع تولید سیمان

ترکیب سنگ آهک مورد نیاز برای مصرف در تولید سیمان بستگی به نوع مادهٔ مخلوط شونده (رس، مارن، شیل و غیره) با آن دارد ولی هرچه مواد مضر مثل K_2O, Cl, SO_3, MgO, Na_2O در آن کمتر باشد بهتر است.

ویژگی سنگ آهک مصرفی در صنایع شیمیایی (مطابق استاندارد ٤٧٤١)

سنگ آهک‌هایی که در صنایع شیمیایی به کار می‌رود، با توجه به درجهٔ مرغوبیت یا موارد استفادهٔ مختلفی که براساس خصوصیات شیمیایی دارد به چهار دسته زیر تقسیم می‌شود:

۱. برای ساخت پودر سفیدکننده، مایع سفیدکننده، منسوجات، روغن جلا، خمیر کاغذ؛

۲. برای تولید سودا- اش به‌وسیله فرایند **سُلوِی**[۲۸]، تولید سود سوزآور (NaOH) به‌وسیله فرایند سودا- آهک؛

۳. برای ساخت کاربید کلسیم؛

۴. برای فرایند تهیهٔ شکر.

پی‌نوشت

1. Micrite 2. Allochem 3. O'olith
4. Lumachelle 5. Aragonite 6. Travertine
7. Onix 8. Chalk 9. High calcium limestone
10. Dolomitic limestone 11. Lime
12. Calcined limestone 13. Hydrated lime
14. Quick lime 15. Calcination
16. Hydrolicity 17. Air seperation
18. Trace elements 19. Bonding agent
20. Solvent 21. Absorbtion
22. Hydrolyzation 23. Flux
24. Causlicizing agent 25. Lubricant
26. Sulfite pulp 27. Fluxing of steel 28. solvey

منابع

۱. استانداردهای مربوط به آهک، آجر، گچ و شن و ماسه مؤسسه استاندارد آمریکا (ASTM)

۲. شاه‌بیگ، امیر. ۱۳۶۰ بررسی مصالح ساختمانی خاک رس سنگ آهک و گچ در استان آذربایجان شرقی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

۳. کریم‌پور، محمدحسن. ۱۳۷۸. کانی‌ها و سنگ‌های صنعتی معدنی کشور، دانشگاه فردوسی مشهد

۴. بنیان، احمد ۱۳۶۳ مواد اولیه مصالح ساختمانی روش اکتشاف و مطالعه سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

کتاب‌های سال سوم و چهارم با اصلاح کلی چاپ می‌شود

گفت‌وگو با مسئول گروه زمین‌شناسی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی

در خدمت آقای محمدحسن بازوبندی، مسئول گروه زمین‌شناسی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی سازمان پژوهش هستیم. وی در سال ۱۳۷۴، تحصیلات خود را در رشتهٔ زمین‌شناسی به پایان برد و موفق به اخذ درجهٔ کارشناسی از دانشگاه بیرجند شد. سپس به خدمت مقدس سربازی رفت. در سال ۱۳۷۶ در رشتهٔ پترولوژی (نفت‌شناسی) دانشگاه تهران پذیرفته شد و همزمان با تحصیل در مقطع کارشناسی ارشد، به استخدام آموزش‌وپرورش درآمدند. او که در حال حاضر دانشجوی دورهٔ دکتری پترولوژی است، پس از تدریس در منطقهٔ ۱۶ تهران و فعال در گروه زمین‌شناسی شهر تهران به عنوان مدرس مرکز تربیت معلم شهید باهنر نائل شد که تاکنون نیز ادامه دارد.

در مورد فعالیت‌های گروه زمین‌شناسی دفتر تألیف توضیحاتی بفرمایید.

پس از بازنشسته شدن همکاران قبلی گروه زمین شناسی دفتر تألیف، در اوایل دی‌ماه ۸۹ از من دعوت شد که مسئولیت گروه را به عهده بگیرم. پس از شروع کار ابتدا اقدام به تشکیل شورای برنامه‌ریزی درسی گروه نمودیم. در اسفندماه همان سال اعضای شورا که ۱۲ نفر هستند (۸ نفر همکاران آموزش و پرورش و ۴ نفر اعضاء هیئت علمی دانشگاه‌ها) به همکاری دعوت شدند و در اردیبهشت‌ماه سال ۹۰، ابلاغ آن‌ها صادر گردیده و شورا رسماً فعالیت خود را آغاز نمود. اولین اقدام شورا، تدوین راهنمای برنامه درسی گروه بود که در اینجا بد نیست مختصری در مورد آن توضیح دهم راهنمای برنامه درسی گروه، سندی است که در آن اهداف، رویکردها، محتوای کتاب‌های درسی، روش تدریس و سایر سائل مربوط به گروه درسی در آن بیین شده است. به عبارت دیگر راهنمای برنامه درسی، نقشه راه گروه درسی است که به‌وسیله اعضای شورای مربوطه تدوین می‌شود و پس از اعتباربخشی در دفتر تألیف به شورای‌عالی آموزش و پرورش جهت تصویب نهایی فرستاده می‌شود و پس از تصویت ملاک علمِ تصمیم‌گیران کارشناسان و مؤلفانِ گروه درسی قرار می‌گیرد. در گروه زمین‌شناسی اکنون سند مذکور مراحل نهایی تصویب را طی می‌کند. و چون گروه درسی قبل از تصویب راهنمای برنامه درسی، مجاز به تألیف کتاب‌های جدید نیست شورای برنامه‌ریزی درسی برای کوتاه‌مدت، اصلاح کلی کتاب‌های فعلی را در دستورکار خود قرار داد. در این راستا به نظرسنجی‌های انجام شده از دبیران زمین‌شناسی سراسر کشور مراجعه نمودیم. به این ترتیب که با دبیرخانه راهبردی درس زمین‌شناسی کشور که در استان چهارمحال و بختیاری مستقر است هماهنگی نموده و نظرات و نقدهای کتاب‌های درسی را که به آن دبیرخانه ارسال شده بود دریافت نمودیم و پس از چندین جلسه کار بر روی آن‌ها و توجه به نظرات دبیران مجرب شهر تهران، شورا به این نتیجه رسید که فصل اول و بخش‌هایی از فصل دوم کتاب زمین‌شناسی سال سوم حذف شود و به‌جای آن یک فصل به معرفی زمین‌شناسی، شاخه‌ها و کاربردهای آن بپردازد و بقیهٔ فصل‌های کتاب سوم و چهارم را با اصلاحات جزئی چاپ نماید. بدین ترتیب برای مهرماه ۹۰ کتاب‌های سوم و چهارم با اصلاح کلی چاپ می‌شوند و کتاب‌های جدیدالتألیف انشاءالله پس از تصویب نهایی راهنمای برنامه درسی در سال‌های آتی به رشتهٔ تحریر در خواهند آمد.

از شما تشکر می‌کنیم و برایتان آرزوی موفقیت داریم.

یافته‌های نوین کرهٔ ما

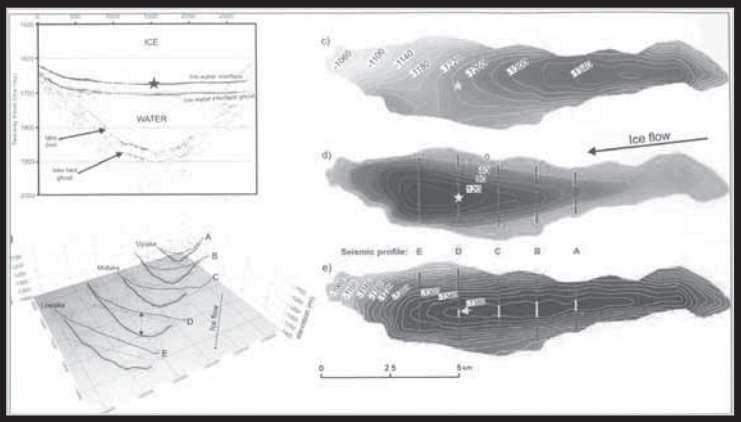
ترجمه: فرخ برزگر
کارشناس ارشد سنجش از دور

به دنبال موفقیت‌هایی که از اوایل سال ۲۰۰۸ میلادی یعنی سال بین‌المللی قطب برای به نقشه درآوردن گستره و ژرفای یک دریاچهٔ زیریخچالی[۲] موسوم به دریاچه الزورث[۳] به‌دست آمد، شورای پژوهش بوم‌زیست‌های طبیعی، هزینه لازم برای یک کنسرسیوم علمی چند رشته‌ای متشکل از پژوهشگران دانشگاه، سازمان پژوهش‌های قطب جنوب بریتانیا و مرکز ملی اقیانوس‌شناسی این کشور در سوث‌هامپتون[۴] را تأمین کرد تا به این هدف دست یافته شود.

دریاچهٔ الزورث یکی از ۱۵۰ دریاچهٔ زیریخچالی است که تاکنون در قطب جنوب و در زیر ستبرائی برابر ۳ کیلومتر یخ به کمک روش‌های ژئوفیزیکی، لرزه‌نگاری و فناوری‌های فضایی شناخته شده است. این دریاچه که ممکن است صدها هزار سال از بوم‌زیست پیرامون خود جدا شده باشد احتمالاً دارای انواعی از زندگی با حیات است که تیم‌های پژوهشگر امید فراوانی در یافتن آن‌ها دارند. این گروه‌های پژوهشی همچنین در نظر دارند با استفاده از روش حفاری ویژه‌ای که برای نیل به این هدف ابداع شده است، با نمونه‌برداری از نهشته‌های بستر دریاچه که ده‌ها متر ژرفا دارد به آگاهی‌های نوینی در زمینه تغییرات اقلیم جهانی و به احتمال بسیار افزایش فرازای رویهٔ دریاها در آینده نیز دست یابند.

گروه‌های پژوهشگر همان‌گونه که یاد شده شامل استادان و دانشمندانی از دانشگاه ادینکبورگ، سازمان پژوهش‌های قطب جنوب بریتانیا[۴] دانشگاه آبروین، دانشگاه بریستول، دانشگاه اومبریای شمالی، مرکز ملی اقیانوس‌شناسی سوث‌هامپتون، دانشگاه دورهام بوده و نهادهای علمی دیگری چون دانشگاه آزاد، دانشگاه لانکاستر، دانشگاه کوئین بلفاست دانشگاه تگزاس و دانشگاه ایالتی اوهایو آمریکا را نیز دربرمی‌گیرد.

اجرای این برنامه پژوهشی و دست‌یابی به داده‌های لازم نیز در نوع خود بی‌همتا بود و چالش فناورانه مهمی در برخورد با شرایط حاکم با دریاچه زیریخچالی است. به عنوان مثال از آن‌جا که آب به‌صورت مایعی روان‌ساز[۵] عمل می‌کند، ممکن است بر رفتار صفحه یخی زبرین خود تأثیر بسیار بگذارد. همین‌طور حفّاری در درون ستبرائی نزدیک به ۳ کیلومتر نوآوری‌های ویژه‌ای لازم دارد تا بتوان با



تصویر ۱: نقشه گردش دریاچهٔ الزورث

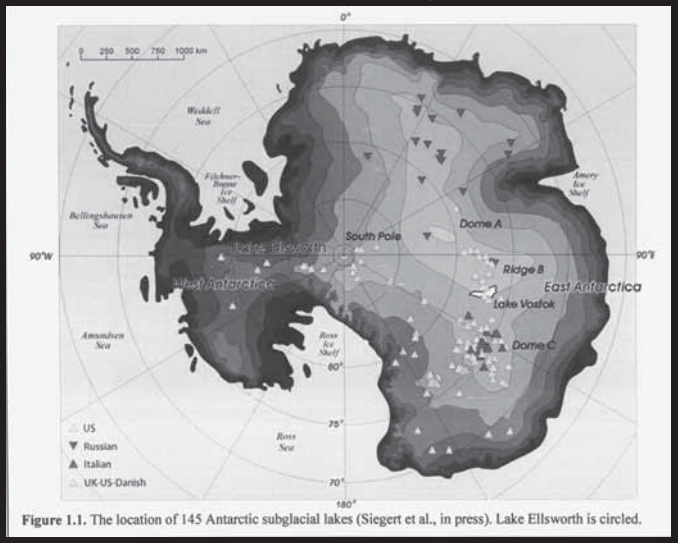


Figure 1.1. The location of 145 Antarctic subglacial lakes (Siegert et al., in press). Lake Ellsworth is circled.

تصویر ۲: نقشهٔ قطب جنوب که در آن محل دریاچه‌های زیریخچالی ۱۴۵گانه همراه با گروه‌های پژوهشی دست‌اندرکار آن‌ها با رنگ‌های مختلف نشان داده شده است. محل دریاچه الزورث نیز با دایره قرمز رنگ مشخص شده است.

استفاده از آب داغ درون آن را حفاری کرد همزمان باید به نکات دیگری هم توجه نمود و آن‌ها را در نظر داشت. برای مثال، آب دریاچه ممکن است به کشف نوعی زندگی میکربی نایافته (تاکنون) و نوین بیانجامد که توانسته است در محیطی کاملاً تاریک و با مواد غذایی ناچیز، فشار بالای آب و گرمای ناشی از انرژی زمین گرمایی راه یافته از طریق سنگ بستر و در عین حال جدا شده از جو[6] رشد کند و پرتوی نوین بر دانش تکامل بتاباند.

به گفته دانشمندان حتی اگر هیچ نوعی از زندگی نیز در این پژوهش یافته نشود باز هم یافتن این نکته، مورد مثبتی خواهد بود چه آنان از این طریق از حدودی که در آن زندگی نمی‌تواند ادامه یابد، آگاه خواهند شد.

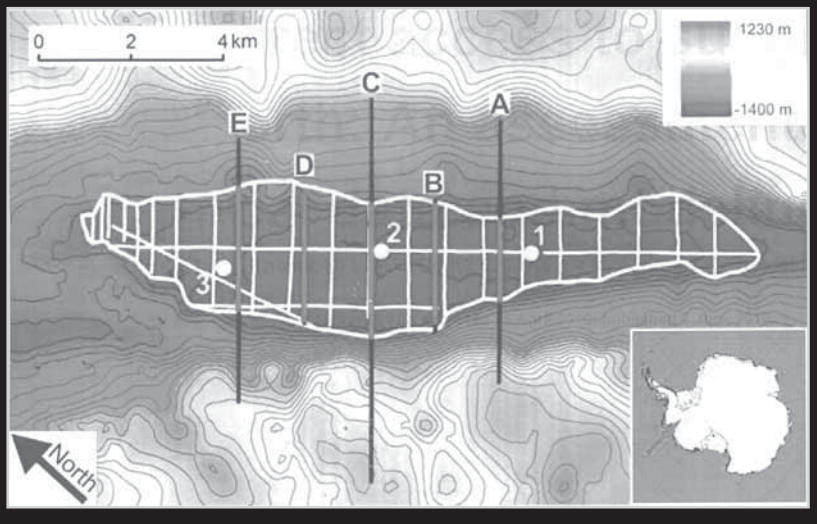
مورد دیگری که این گروه به پویش آن امید بسیار دارند، آن است که آن‌ها از پیش به دلایلی دست یافته‌اند که نشان می‌دهد رویهٔ دریا در قطب جنوب در زمان‌های گوناگون از جمله در چند میلیون آخر، ۱۲۵۰۰۰ و ۳۸۰۰۰۰ سال پیش در فرازای بالاتری قرار داشته است اما تاکنون مدرکی در مورد آب جریان یافته در باختر صفحه یخی قطب جنوب وجود نداشته است.

در این مورد چنین اندیشیده می‌شود که مغزه‌برداری[7] از نهشته‌های بستر دریاچه بسیار آگاهی‌بخش خواهد بود.

همان‌گونه که در پیش یاد شد، محدودهٔ دریاچه الزورث به کمک روش‌های لرزه‌نگاری انعکاسی، رادار و بهره‌برداری از سامانه مکان‌یابی جهانی (GPS) شناخته شده است. در ازای دریاچه ۱۴/۷ کیلومتر و پهنای آن ۳/۱ کیلومتر و مساحت رویه آن ۲۸/۹ کیلومترمربع است (شکل۲). ژرفایابی[8] بررسی ریختار بستر به یاری روش پژواک‌نگاری صوتی[9] و با انتخاب پنج خط مقطع (شکل۲) انجام گرفت و نشان داده شد که ژرفای آن بین ۵۲ متر تا ۱۵۶ متر در ژرف‌ترین بخش که محدوده حجمی برابر ۱/۳۷ کیلومتر مکعب دارد ۱۵۶ متر است. (شکل۳)

پژوهش درباره این دریاچه در سال‌های آینده ادامه خواهد یافت و دانشمندان دیگری نیز از کشورهای دیگر به بررسی بخش‌های دیگر قطب جنوب و دست‌یابی به آگاهی‌های بیشتر در مورد ۱۵۰ دریاچه زیریخچالی یافته شده ادامه خواهند داد.

در زیر یخ‌های قطب جنوب



تصویر ۳: نقشه ژرفایابی دریاچه که به روش پژواک‌نگاری صوتی در امتداد خطوط نشان داده شده با رنگ قرمز تهیه شده است. خود محدودهٔ دریاچه نیز به کمک یک حسگر راداری زمینی تهیه شده است. ستبرای یخی با استفاده از روش ویژه‌ای از بهره‌برداری از سامانه مکان‌یابی جهانی تعیین شده است.

پی‌نوشت

1. Discovery News
2. Subglacial Lake
3. Ellsworth
4. British Antactic Survey
5. Lubricant
6. Atmosphere
7. Coring
8. Bathymetry
9. Echo-sounding

منابع

وبگاه دیسکاوری نیوز[1] و سامانه مشاهدات زمین

زمین در اِتنا نفس می‌کشد

مطالعه دانشمندان اروپایی به یاری داده‌های راداری ماهوارهٔ[1] ERS شامل دو ماهواره موسوم به ERS-1 و ERS-2- که یکباره سازمان فضایی اروپا را هماورد سازمان فضایی آمریکا در زمینهٔ سنجش از دور ساخت، سبب شده است تا این دانشمندان به یافته مهمی دربارهٔ کره زمین دست یابند.

ماهواره ERS-1 در سال ۱۹۹۱ میلادی، و بعد از آن، ماهوارهٔ ERS-2در سال ۱۹۹۵ میلادی، به‌دنبال از کار افتادن ماهوارهٔ نخست، در مدار زمین قرار گرفتند و به‌ویژه ماهوارهٔ دوم توانسته است تاکنون با گذشت ۲۰ سال مسافتی بالغ بر ۳/۸ بیلیون کیلومتر را طی بیش از ۸۵۰۰۰ بار گردش به دور کره زمین بپیماید.

برای نیل به هدف این بررسی، پژوهشگران اروپایی با استفاده از داده‌های راداری (از نوع دریچهٔ مصنوعی) برداشته شده از گستره آتش‌فشان اتنا[2] طی هشت سال (از سال ۱۹۹۲ تا سال ۲۰۰۱ میلادی) و تهیه بیش از یکصد داده تداخل‌سنجی شده[3] – که برمبنای تجزیه و تحلیل اختلاف فاز بین تصاویر متوالی راداری استوار است- و سازگار ساختن (تطبیق) و هم پیوستی (تلفیق) همراه با ریزبینی (دقت) بسیار بالای آن بر روی یک مدل سه بعدی از کوه اتنا، به این یافته شگفت دست یابند که این آتش‌فشان دارای حرکات دم و بازدم است و در طی این بازه زمانی، فاصله بین دم و بازدم به ۱۴ سانتی‌متر رسیده است.

این یافتهٔ نوین در سایت سازمان یاد شده به شکل

نمایی از دهانهٔ آتشفشان اتنا

پویانمایی تغییرات، نمایانیده شـده و نشـان می‌دهد که در پایان یک بازدم رویداده به شکل فوران از یال‌های آتش‌فشان و در یک بازه زمانی دوسـاله دوباره طی سـال ۱۹۹۵ سری رویدادهای دم و بازدم دیگری، به‌صورت یک چرخه تنفسی که بر روی قله آشکارتر است، در آن در حال انجام است.

داده‌های ماهواره یادشده، غیر از این نمونه، در پیشبرد روش‌های پردازش داده‌های راداری ماهواره‌ای و نیز به یاری دیگر حسگرهای موجود یافته‌های بسیاری را در مورد میزان تغییـرات لایه ازن در قطب جنـوب و دمای رویه دریاها در اختیار پژوهشگران گذاشته است و طی ۱۶ سال با انباشتن حجم بسـیار گران‌بهایی از داده‌های گوناگـون، انقلابی در زمینه شناخت انسان از کرهٔ زمین به‌وجود آورده است.

پی‌نوشت

1. ERS= European Remote Sensing
2. Synthetic Aperture Radar
3. Inter ferogram

۴. آتش‌فشان اِتنا در جزیره سیسیل، ایتالیا

بـرای آگاهی و یادآوری در مورد روش تداخل سـنجی، به نوشـته چـاپ شـده در این‌باره، در شـماره ۴۰ مجله، صفحه‌هـای ۲۶ تا ۳۰ مراجعه کنید.

آتشفشان اتنا

زمین ساخت در هستهٔ زمین

پیتر اولسون
ترجمه: مجید کوهستانیان
دبیر زمین‌شناسی شهرستان قوچان

هستهٔ درونی جامد زمین با میانگین شعاع ۱۲۲۰ کیلومتر، عمیق‌ترین بخش زمین است و به نظر می‌رسد مکانی نامحتمل برای یافتن آثار ضبط‌شدهٔ تحول سیارهٔ ما باشد. با این وجود، در میان همهٔ زیرتقسیم‌های اولیهٔ زمین، هستهٔ درونی به ظاهر باید جوان‌ترین بخش باشد و احتمالاً باید بیش‌ترین سرعت رشد را داشته باشد. هستهٔ درونی در مدت‌زمانی کمتر از ۲ میلیارد سال [بارفت[1]، ۱۹۹۶] و احتمالاً طی ۶۰۰ میلیون سال [نیمو[2]، ۲۰۰۷] به اندازهٔ کنونی خود رسیده است. محاسبات انجام شده توسط دیگوئن و کاردین نشان می‌دهد که ساختمان هستهٔ درونی، سرنخ‌هایی دربارهٔ مراحل پایانی تفریق شیمیایی زمین در اختیار ما قرار می‌دهد. عجیب‌تر آن است که هسته، شواهد زمین‌ساخت فعالِ حاصل از گرانش را نیز در خود ثبت و حفظ می‌کند. [دیگوئن و کاردین؛ ۲۰۰۹].

ملاحظاتِ مربوط به سرعت فرار گرما از اعماق زمین، حاکی از آن است که هستهٔ درونی با سرعتی برابر با ۴ تا ۵ میلیون کیلوگرم در ثانیه، از هستهٔ بیرونی سیالِ غنی از آهن متبلور می‌شود [نیمو، ۲۰۰۷]. این رشد سریع باعث حبس شدن گرما و ناهمگنی شیمیایی شده و هستهٔ درونی، به ساختمان کاملاً پیچیدهٔ خود می‌رسد. برای مثال، تصویربرداری لرزه‌ای جدید، تفاوت‌های میان عمیق‌ترین بخش‌های هستهٔ درونی [کائو و رومانویچ[3]، ۲۰۰۷، و سان و سانگ[4]] و مناطق نزدیک به هستهٔ درونی (مرز بین هستهٔ درونی و بیرونی) را آشکار ساخته است. درحالی‌که درونی‌ترین بخش‌ها به ظاهر باید آنیزوتروپ[5] باشند، منطقهٔ بلافصل زیر مرز هستهٔ درونی، بافت ایزوتروپ را نشان می‌دهد ودرضمن تفاوت‌هایی را بین دو نیم‌کرهٔ شرقی و غربی به نمایش می‌گذارد [نیو و ون[6]، ۲۰۰۱].

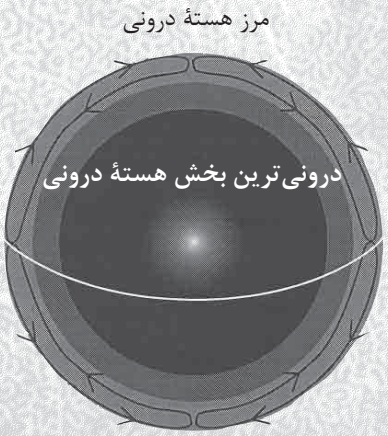
هستهٔ درونی متبلور و منجمد شده و به علت آزاد شدن گرمای نهان تبلور از آن شیب حرارتیِ شعاعی در آن ایجاد می‌شود؛ یعنی در بخش مرکزی، بیش‌ترین حرارت را دارد. این شیب با وارونه کردن همرفت، هستهٔ درونی را ناپایدار می‌سازد، اما مقدار عناصر سبکی همچون اکسیژن، گوگرد و سیلیسیم نیز در هستهٔ درونی، دارای شیب شعاعی است و در حین فرایند انجماد، در بخش‌های بیرونی هستهٔ درونی متمرکز می‌شوند. این شیب باعث پایدارسازی توزیع چگالی در سرتاسر هستهٔ درونی شده و لذا ازناپایداری‌های همرفتی جلوگیری می‌کند. این دو فرایند با یکدیگر در رقابت‌اند و اهمیت نسبی آنها به مرحلهٔ خاصِ رشد هستهٔ درونی بستگی دارد.

پیچیدگی دیگر در فرایند رشد هسته، به سرعتِ نایکنواخت انجماد در مرز هستهٔ درونی مربوط می‌شود. به علت تأثیر حرکات سیال بر هستهٔ بیرونی، انتظار می‌رود که فرار گرما از مرز هستهٔ درونی در نزدیکی استوای هستهٔ درونی، بیش‌تر از عرض‌های دیگر باشد. بنابراین هستهٔ درونی به‌طور ترجیحی

در مناطق اســتوایی ســرد و متبلور می‌شــود؛ درنتیجه، این مناطق به لحاظ توپوگرافی، بلندتر هستند [یوشیدا[7]، ۱۹۹۶]. فرار ترجیحی گرما از مناطق اســتوایی، به صف‌آرایی شمالی‌ـ جنوبی دوقطبیِ زمین‌مغناطیسی مربوط می‌شود. به هرحال، توپوگرافی بلندتر در اســتوای هستهٔ درونی، که به تبلور سریع ناشی از این فرار گرما مربوط می‌شود، تاکنون به‌طور مستقیم مشاهده نشده است.

دیگوئن و کاردین از شبیه‌سازی‌های عددی استفاده کردند تــا تعیین کنند کــه چگونه این فرایندهای گوناگون (شــامل شیب‌های حرارتی و توزیع عناصر سبک و نیز تبلور ترجیحی در استوا) در ایجاد ناهمگنی‌های آشکارشده با لرزه‌شناسی در هستهٔ درونی، دخالت دارند. آنها تحول هستهٔ درونی از مرحلهٔ جنینی تا وضعیت کنونی‌اش را مدل‌ســازی کرده‌اند. این محاســبات حاکی از آن اســت که وقتی هستهٔ درونی بسیار کوچک بوده، انجماد ترجیحی در استوا و وارونه‌شدن همرفت حرارتی، بافت تقریباً یکنواختی را در جامد ایجاد کرده اســت. در این مرحله، هیچ چینه‌بندی ترکیبی چشمگیری در اثر غنی‌شدگی عناصر سبک در بالاترین مناطق، به‌وجود نیامده است.

اما با رسیدن هستهٔ درونی به اندازهٔ امروزی خود، وضعیت فوق به ظاهر تغییر یافته اســت. محققان بــر این باورند که با کاهش سرعت رشــد، زمان کافی برای ایجاد شیب در غلظت عناصر سبک وجود دارد؛ و اثرات این مسئله، اکنون نقش غالب را در تحول هســتهٔ درونی ایفا می‌کند. به جای آشــفتگی‌های همرفتــی سرتاســری در مراحل آغــازی، صفحات نــازک از بلندی‌های توپوگرافی استوایی لغزیده و دور شده و درست در زیر مرز هســتهٔ درونی، بر روی یکدیگر رانده می‌شــوند (شکل ۱). این دگرشکلی تا حد کمی شبیه به الگوی زمین‌ساختی در کمربندهای کوهزایی است که در آن‌جا، قطعات پوستهٔ قاره‌ای بالایی بر روی یکدیگر انباشته می‌شوند.



شکل ۱. زمین‌ساخت هستهٔ درونی. این تصویر ساده، وارونه‌شدن ناشی از گرانش را در یک لایهٔ کم‌عمق در زیر مرز هستهٔ درونی نشان می‌دهد. دیگوئن و کاردین [۳] اظهار می‌دارند که در مراحل پایانی سرگذشت رشد هستهٔ درونی، این فعالیت به علت چینه‌بندی ترکیبی پایدار ناشی از توزیع عناصر سبک (با سایه نشان داده شده است)، از بخش‌های عمیق‌تر جدا می‌گردد. منحنی سفید، به استوای برآمدهٔ هستهٔ درونی اشاره می‌کند.

مدل تحولی پیشــنهاد شــده توســط دیگوئن و کاردین می‌تواند به توضیح تغییرات ساختمانی در فابریک هستهٔ درونی کمک کند. برای مثال، بُرشی شدن در اثر فعالیت زمین‌ساختی در بالاترین بخش‌های هستهٔ درونی طی ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلیون ســال گذشته، می‌تواند به همگن‌شــدگی مواد، درست در زیر مرز هســتهٔ درونی، کمک کند و بنابراین مکانیسمی احتمالی برای ایزوتروپیِ ناشی از داده‌های لرزه‌ای را در اختیار ما بگذارد. همچنین این مــدل به ما می‌گوید کــه درونی‌ترین بخش‌ها، از دگرشــکلی در حین مراحل پایانی رشد هستهٔ درونی تأثیر نمی‌پذیرند. لذا این امکان وجود دارد که فابریک در عمیق‌ترین بخش‌های هســتهٔ درونــی، فابریکی قدیمی باشــد و بنابراین اطلاعاتی دربارهٔ فرایندهای قدیمی به ما می‌دهد.

البته این شبیه‌سازی‌ها، زمین‌ساختِ فعال در رأس هستهٔ درونی را دربرنمی‌گیرد. توضیح محققان جالب است، اما عوامل پیچیده‌کننــده هنوز هم وجود دارند. بــرای مثال، کاوش‌های لرزه‌ای در هستهٔ درونی هنوز ناقص است و مدل ارائه‌شده را در حال حاضر نمی‌توان به‌طور کامل آزمایش کرد. البته دگرشکلی زمین‌ســاختی، تنها فرایندی نیست که بر ساختمان و فابریک هستهٔ درونی تأثیر می‌گذارد [ترومپ[8]، ۲۰۰۱].

تفســیر ساختمان سه‌بُعدی هســتهٔ درونی زمین و تحول آن، مسئله‌ای دشوار است، بخصوص این‌که فرایندهای فیزیکی چندگانــه (مثلاً همرفت، انجماد و دگرشــکلی دانه‌ای) به‌طور همزمان عمل می‌کنند. مدل‌ســازی دیگوئن و کاردین نه تنها نگرش‌های جدیدی دربارهٔ سرگذشت اعماق زمین به ما می‌دهد بلکه می‌تواند اولین گام در راه درک و شــناخت اعماق ســایر سیارات منظومهٔ شمسی نیز باشد.

پی‌نوشت

1. Buffett
2. Nimmo
3. Cao & Romanowicz
4. Sun & Song
5. unisotrope
6. Niu & Wen
7. Youshida
8. Tromp

منابع

1. Buffett, B. A., Huppert, H. E, Lister, J. R., & Woods, A. W. (1996). On the thermal evolution of the Earth's core. Journal of Geophysical Research, 101, 7989-8006.

2. Nimmo, F. (2007) Energetics of the Core. In: Treatise on Geophysics, Vol 8 (ed. Schubert, G.), 31-65.

3. Deguen, R. & Cardin, P. (2009) Tectonic history of the Earth's inner core preserved in its seismic structure. Nature Geoscience, Vol 2, 419-422.

4. Cao, A. & Romanowicz, B. (2007) Test of the innermost core models using broadband PKIKP travel time residuals.

Gephys Res Lett, 34, L08303 L08308.

Olson, P. (2009) Tectonics in the Earth's core. Nature Geoscience, Vol 2, 379-380.

5. Sun, X. & Song, X. The inner inner core of the Earth: Texturing of iron crystals from three-dimensional seismic anisotropy. Earth and Planetary Science Letters, 269, 56-65.

6. Niu, F. L. & Wen, L. X. (2001) Hemispherical variations in seismic velocity at the top of the Earth's inner core. Nature 410, 1081-1084.

7. Yoshida, S., Sumita, I. & Kumazawa, M. (1996) Growth model of the inner core coupled with the outer core dynamics and the resulting elastic anisotropy. Journal of Geophysical Research, 101, 28085-28104.

8. Tromp, J. (2001). Inner-core anisotropy and rotation. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 29, 47-69.

آب‌های زیرزمینی

ناهید رحیمی
دبیر زمین‌شناسی آموزش و پرورش منطقهٔ کهریزک

چکیده

روز بـه روز که برافـزاد جمعیت دنیا افزوده می‌شـود، سـطح فرهنگ و تمدن بالا مـی‌رود و علـم تکنولوژی توسـعه پیدا می‌کند، مصرف آب هم زیادتر می‌شود، درحالی‌که مقدار آب کرهٔ زمین ثابت اسـت. درنتیجه، هرچه زمان می‌گذرد، نیاز انسان به آب بیشتر می‌شود.

در بیـن منابـع آبـی کـره زمین، آب‌های زیرزمینـی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و روزبه‌روز هم اهمیت آن بیشتر می‌شـود زیرا بعد از اقیانوس‌ها و یخ‌های قطبی، بزرگ‌ترین منابع آبی قابل اسـتفاده کـرهٔ زمین آب‌های زیرزمینی است.

۹۷ درصد از آب‌های کرهٔ زمین را آب شـور دریاها و اقیانوس‌ها تشکیل می‌دهند؛ ۲ درصد به صورت یخ‌های قطبی اسـت که آن هم در شـرایط موجود قابل اسـتفاده نیسـت؛ یک درصد باقی می‌ماند که قسمت اعظم آن را آب‌های زیرزمینی تشکیل می‌دهد.

آب‌های زیرزمینی علاوه بر این که مقدارش نسـبتاً زیاد است، مزایای زیادی نسبت به آب‌های سطحی دارد

که موجب اهمیت آن در دنیای امروز می‌شود. به عنوان مثال، آبی است که دسترسی به آن اغلب آسان است. صاف و زلال با درجهٔ حرارت ثابت است و دیگر مزایا که در منابع ذکر شده است...

همین مزایا و استفاده‌های آب‌های زیرزمینی نسبت به آب‌های سطحی، سبب شده است که کشورهای پیشرفتهٔ جهان، تلاش بیشتری در تأمین آب آشامیدنی و مصرفی مناطق شهری و صنعتی خود از آب زیرزمینی داشته باشند، به‌عبارت دیگر، استفاده از آب زیرزمینی برای مصارف مذکور را، بر آب سطحی ترجیح می‌دهند.

اما استحصال و مصرف زیاد آب‌های زیرزمینی باعث شده است که در بسیاری از نقاط جهان، از آن جمله در کشور ما، سطح این آب‌ها به شدت پایین برود، بسیاری از قنات‌ها و دیگر منابع آبی خشک شود، آب شور در سفره‌های آب زیرزمینی شیرین پیشروی کند و... از طرف دیگر، بر اثر مصرف زیاد در مراکز جمعیتی و صنعتی قسمت قابل توجهی از آب‌های زیرزمینی آلوده شود و این آلودگی، یعنی غیرقابل استفاده شدن آب‌های زیرزمینی، با افزایش جمعیت و پیشرفت علم و تکنولوژی روزبه‌روز بیشتر و گسترده‌تر نیز می‌شود. بنابراین دو خطر بزرگ آب‌های زیرزمینی را تهدید می‌کند:

۱. استخراج و مصرف بیش از حد، به دلیل دستیابی سهل و آسان به آن.

۲. آلودگی شدید منابع آب درنتیجهٔ توسعهٔ شهرها و مراکز جمعیتی.

به دلیل اهمیت ویژهٔ آب‌های زیرزمینی در زندگی انسان در این مقاله به بررسی کلی این آب‌ها از نقطه‌نظرهای مختلف پرداخته می‌شود.

کلیدواژه‌ها: آب‌های زیرزمینی، منابع تغذیه، توزیع آب، سطح ایستابی، منطقهٔ اشباع، منطقهٔ تهویه، سفره‌های آب، قنات، غارها، استالاکتیت، استالاگمیت.

مقدمه

بر اثر برداشت بیش از حد از آب‌های زیرزمینی و عدم تعادل بین برداشت و تغذیهٔ طبیعی، مسایل متعددی پیش می‌آید. اما علم و تکنولوژی به انسان این امکان را می‌دهد که بتواند در شرایط مساعد، مشکل برداشتِ بیش از حد از آب‌های زیرزمینی را، با تغذیهٔ مصنوعی آن، تا حدودی جبران کند. برای تغذیه خوشبختانه نیازی به آب سالم و پاک نیست، بلکه برعکس، مناسب‌ترین آب برای تغذیهٔ مصنوعی آب‌های زیرزمینی، در شرایطی که از لحاظ آب در مضیقه هستیم، آب‌های آلوده (فاضلاب‌ها و غیره) است. زیرا به این ترتیب اولاً آبی که به علت آلوده شدن بی‌مصرف شده، به این طریق قابل استفاده می‌شود و هدر نمی‌رود، و ثانیاً لایه‌های زمین اغلب قادرند، همچون یک صافی یا پاک‌کنندهٔ طبیعی عمل کرده و آب‌های آلوده را تصفیهٔ بیولوژیکی کنند.

آب‌های زیرزمینی همان‌طور که از این اسم معلوم است، آب‌هایی در زیر زمین هستند. از این‌رو نه مقدار آنها معلوم است و نه کیفیت آنها. بنابراین باید با استفاده از علم و تکنولوژی آنها را شناسایی کرد و متناسب با شرایط طبیعی حاکم، و نیاز و امکانات انسان، روش‌های صحیح بهره‌برداری را انتخاب کرد.

تاریخچهٔ شناخت و بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی به صدها بلکه هزارها سال پیش برمی‌گردد، ولی با گذشت زمان، بشر علم و اطلاعات کامل‌تری در زمینهٔ شناخت این آب‌ها و بهره‌برداری از آنها به دست آورده و امروزه با فناوری‌های پیشرفته‌ای به استخراج آب‌های زیرزمینی اقدام می‌کند.

منشأ آب‌های زیرزمینی

آب‌های روی زمین را می‌توان از لحاظ منشأ پیدایش به دو دسته تقسیم کرد: آب‌های مربوط به چرخهٔ طبیعی یا سیکل هیدرولوژی و آب‌های خارج از این چرخه.

الف) چرخهٔ آب یا سیکل هیدرولوژی

قسمت اعظم آب‌های زیرزمینی جزئی از سیستم گردش آب در کره زمین است که منبع آنها را به‌طور عمده بارندگی‌ها و آب‌های سطحی تشکیل می‌دهد. این آب‌ها را از لحاظ منشأ یا منابع تغذیه، می‌توان به دودسته تقسیم کرد: طبیعی و غیرطبیعی.

۱. منابع تغذیهٔ طبیعی آب‌های زیرزمینی

- نزولات جوی (برف، باران، تگرگ)
- رودها
- دریاچه‌ها و آب دریاها در کناره‌هایی که شیب آبی به طرف خشکی است.

۲. منابع تغذیهٔ مصنوعی آب‌های زیرزمینی

این منابع که به کمک انسان ایجاد می‌شود و به‌صورت مصنوعی آب‌های زیرزمینی را تغذیه می‌کنند، نسبت به منابع طبیعی، از اهمیت کمتری برخوردارند و به طریق زیر تشکیل و موجب تقویت آب‌های زیرزمینی می‌گردند:

- آب نفوذی ناشی از احداث سدها، بندها، استخرها، چاله‌ها و غیره
- نشت و تراوش جوی‌ها و نهرهای زراعتی
- نشت و تراوش زمین‌های زراعی بر اثر آبیاری زیاد و مداوم
- آب نفوذی تأسیسات تغذیهٔ مصنوعی مانند چاه‌های تغذیه، چاله‌ها، استخرهای تغذیه، قنات‌های متروک، حوضچه، شیار یا نهر، غرقاب، گودال و...

آب نفوذی یا آبی که به زمین فرو می‌رود نخست در جهت نیروی ثقل زمین حرکت می‌کند. اما وقتی منطقه از آب اشباع شد، در همان جهتی که شرایط هیدرولیکی محیط اطراف آن اجازه می‌دهد حرکت می‌کند.

ب) آب‌های زیرزمینی خارج از چرخهٔ طبیعی آب یا سیکل هیدرولوژی

قسمت اعظم آب‌های زیرزمینی، در چرخهٔ هیدرولوژی آب قرار دارد ولی قسمت کمی هم، خارج از این چرخهٔ طبیعی است که از جمله، آب‌های زیر را می‌توان نام برد:

جمع شدن آب در زیر زمین و تشکیل آب‌های زیرزمینی، بستگی به قابلیت نفوذ و تخلخل زمین دارد. آب در زمین تا عمق معینی نفوذ می‌کند و بر روی طبقه‌ای غیرقابل نفوذ ذخیره می‌شود. به قسمتی که آب در آن ذخیره می‌شود سفرهٔ آبدار گویند

۱. آب‌های سنتز و یا ژوونیل: این آب‌ها، از درون زمین منشأ گرفته و تازه و جوان است. این آب‌ها به طریق زیر حاصل می‌شود:

ـ ترکیب هیدروژن و اکسیژن.

ـ سخت شدن مواد مذاب درون زمین یا آتش‌فشان‌ها.

این آب‌ها سرچشمهٔ آب‌های گرم معدنی را تشکیل می‌دهند. آب‌های گرم معدنی، غالباً از عمق زیاد که گاهی به ۲۰۰۰۰ متر نیز می‌رسد به سطح زمین جریان پیدا می‌کنند.

۲. آب محبوس یا آب ذاتی: آب محبوس یا آب ذاتی که به آن آب زندانی هم می‌گویند، آبی است که در موقع تشکیل سنگ‌های رسوبی، در خلل و فرج آن محبوس شده است و یا در درون درزها و شکاف لایه‌ها، همزمان با تشکیل و رسوبگذاری آن‌ها، گیر افتاده است. این آب، بسته به این که از آب دریا و یا آب شیرین حاصل شده باشد، شور و یا شیرین است. اما به طور کلی، اغلب این آب‌ها شور هستند.

قدمت یا عمر آب زیرزمینی

منظور از عمر یا سن آب زیرزمینی، مدت زمانی است که آب زیرزمینی در آن محل جمع شده و تشکیل لایه آبدار یا سفره آب زیرزمینی را داده است. امروزه تعیین سن یا قدمت آب زیرزمینی در هر منطقه مورد توجه و از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است زیرا تعیین سن آب هر منطقه می‌تواند از جمله، چگونگی وضعیت تغذیهٔ آب‌های زیرزمینی آن منطقه از آب‌های سطحی را مشخص کند. بنابراین، تعیین سن آب می‌تواند در نحوه و مقدار بهره‌برداری از آن، با توجه به اولویت‌های مختلف، کمک بسزایی بکند. خوشبختانه، امروزه تعیین سن آب زیرزمینی در یک منطقه به‌وسیلهٔ مواد رادیواکتیو، به آسانی ممکن است:

هیدروژن ۳ (H3) که به آن تری‌تیوم هم می‌گویند و کربن[۱۴] (C14) از جمله ایزوتوپ‌هایی‌اند که انسان توانسته است با استفاده از آن‌ها سن آب زیرزمینی را تعیین کند:

ـ برای تعیین سن آب‌هایی که تا ۵۰ سال قدمت دارند، از هیدروژن ۳ یعنی هیدروژن ایزوتوپ (H) استفاده می‌کنند. ولی برای تعیین سن آب‌هایی که از چند صد سال تا تقریباً ۵۰۰۰۰ سال قدمت دارند، کربن ۱۴، یعنی کربن ایزوتوپ (C14) را مورد استفاده قرار می‌دهند. کربن ایزوتوپ در یک سطح تقریباً ثابت در جو کرهٔ زمین موجود است که می‌تواند بر اثر یکی از فعل و انفعالات زیر به صورت گاز کربنیک درآید، که در آب زیرزمینی حل می‌شود:

ـ فعالیت حیاتی جانوران خاکزی

ـ فعالیت حیاتی ریشه گیاهان

ـ پوسیدن مواد آلی

سن آب زیرزمینی برخی از مناطق از چند سال تجاوز نمی‌کند. اما سن آب بعضی از نقاط به ۲۰۰ تا ۳۰۰ هزار سال هم می‌رسد. طبق بررسی‌هایی که در عربستان به عمل آمده است، آب‌های زیرزمینی آن در حدود ۲۰ هزار سال عمر دارد.

دلایل استفادهٔ زیاد از آب‌های زیرزمینی

دلایل استفاده از آب‌های زیرزمینی و یا مزایای آن نسبت به آب سطحی را به اختصار این‌طور می‌توان ذکر کرد:

۱. آب زیرزمینی، صاف و بی‌رنگ است.

۲. نسبت به آب سطحی، کمتر به میکروب‌ها و انگل‌ها و مواد زیان‌بخش، آلوده است.

۳. در بسیاری از موارد که به علت خشک بودن شرایط آب و هوایی و شور بودن آب‌های سطحی منطقه، امکان دسترسی به آب سطحی شیرین وجود ندارد، آب زیرزمینی تنها منبع قابل استفاده است، مانند بسیاری از مناطق خشک و بیابانی کشور ما.

۴. هزینهٔ استخراج آب زیرزمینی در بسیاری از موارد، نسبت به تهیهٔ آب از منابع سطحی، از طریق ایجاد تأسیساتی نظیر سد یا بند، کمتر است.

۵. بهره‌برداری از آب زیرزمینی آسان و ارزان‌تر از آب سطحی است، بویژه از طریق حفر چاه نیمه‌عمیق و عمیق در مناطق خشک.

۶. دمای آب زیرزمینی تقریباً ثابت است. از این‌رو، در مصارف صنعتی آب زیرزمینی از مزیت زیادی برخوردار است.

۷. ترکیب شیمیایی آب زیرزمینی تقریباً ثابت است.

۸. ذخایر آب زیرزمینی، خیلی کمتر از منابع آب‌های سطحی (دریاچه‌ها، رودها و نهرها) تحت تأثیر هوای خشک یا خشک‌سالی قرار می‌گیرد، به عبارت دیگر، آب‌های زیرزمینی، به اندازهٔ آب‌های سطحی جاری، نسبت به اوضاع جوی حساس نیست و تغییرات شدید در آن به‌وجود نمی‌آید.

۹. مواد رادیواکتیو به سختی می‌تواند آب‌های زیرزمینی را آلوده کند، درحالی که آب‌های سطحی به آسانی آلوده می‌شود.

اما با تمام این مزایا که در آب زیرزمینی وجود دارد، می‌تواند سه ایراد در بعضی از نقاط به آن وارد باشد:

۱. در بعضی از مناطق، سنگ‌ها یا سازند زمین‌شناسی دارای تخلخل و یا نفوذپذیری لازم برای استخراج آب کافی، از طریق چاه نمی‌باشد. این شرایط باعث می‌شود که نتوان آب قابل توجهی از زمین برداشت کرد و یا این که آب برداشت شده، به خوبی جایگزین گردد. این از مهم‌ترین ایرادهایی است که در شرایط نامساعد، به آب زیرزمینی وارد است.

۲. آب زیرزمینی ـ بویژه در نقاطی که به آب نیاز مبرم است، مانند مناطق خشک بیابانی ـ اغلب شور است که استفاده از آن به‌طور مداوم و به مقدار زیاد، همان‌طوری که قبلاً هم به آن اشاره شد، باعث کاهش حاصل‌خیزی خاک مورد آبیاری و شور و کویری شدن آن می‌شود.

۳. در مواردی، استفاده از آب زیرزمینی و حفظ و نگهداری تأسیسات آن، به‌مراتب پرهزینه‌تر و مشکل‌تر از استفاده از آب‌های سطحی است. به عنوان مثال، در نقاط پرت و دورافتاده و صعب‌العبور که امکان دست‌یابی به آب سطحی از طریق حفر یک نهر یا جوی، وجود دارد، استفاده از آب زیرزمینی باید به‌وسیلهٔ حفر چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق، یا احداث قنات با حفظ و نگهداری تأسیسات آن‌ها، انجام گیرد که بسیار مشکل و پرهزینه است.

توزیع آب‌های زیرزمینی

وقتی باران می‌بارد، مقداری از آن جریان می‌یابد، بخشی بخار می‌شود و بقیه

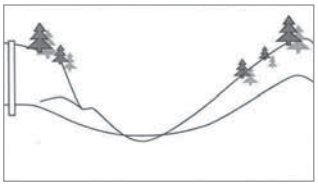
اکتشافات معدنی در سراسر جهان نشان می‌دهد که دمای معادن عمیق و چاه‌های نفتی معمولاً همراه با ازدیاد عمق از سطح زمین افزایش می‌یابد. افزایش میانگین دما در چنین نقاطی در حدود ۲ درجهٔ سانتی‌گراد در هر ۱۰۰ متر است. بنابراین، وقتی آب زیرزمینی در اعماق زیاد حرکت می‌کند، گرم می‌شود و اگر به سطح زمین برسد، به صورت چشمه‌های آب‌گرم بیرون می‌آید

فرو می‌رود که مورد آخر عملاً منبع اصلی تمام آب‌های زیرزمینی را تشکیل می‌دهد. مقدار آبی که به هریک از این سه بخش وارد می‌شود در هر زمان و مکان کاملاً متفاوت است. عوامل مؤثر چندی از جمله شیب زمین، جنس مواد، شدت بارندگی، و نوع و مقدار پوشش گیاهی در این کار دخالت دارند. بارش باران‌های سنگین بر دامنه‌های پرشیبی که از مواد نفوذناپذیر تشکیل شده باشد سبب می‌گردد تا درصد زیادی از آب به صورت آب‌های جاری جریان یابند، در عوض باران‌های آرام و ممتدی که در دامنه‌های کم‌شیب و متشکل از سنگ‌های نفوذپذیر می‌بارد سبب نفوذ درصد زیاد آب به داخل زمین می‌شود.

آبی که به زمین نفوذ می‌کند در عمق زیادی فرو نمی‌رود، چون بر اثر جذب مولکولی، غشاء نازکی را روی ذرات خاک به‌وجود می‌آورد. آنگاه قسمتی از این رطوبت تبخیر شده و دوباره به هوا برمی‌گردد، درحالی که قسمت اعظم بقیه در فاصلهٔ بین دو بارندگی توسط گیاهان مصرف می‌شود. آبی که در افق مرطوب خاک باقی نمی‌ماند، به اعماق بیشتر نفوذ کرده و به جایی می‌رسد که در آن تمام فضاهای خالی موجود در رسوبات یا سنگ‌ها یا آب پر شده است. آب موجود در این منطقهٔ اشباع[1] آب زیرزمینی[2] نامیده می‌شود. حد بالائی این منطقه سطح ایستابی[3] نام دارد. منطقهٔ بالای سطح ایستابی را که خاک، رسوب و سنگ از آب اشباع نباشد، منطقهٔ تهویه[4] گویند.

سطح ایستابی

سطح ایستابی، حد فوقانی منطقه اشباع از آب است و در مطالعهٔ آب‌های زیرزمینی اهمیت بسیار دارد. سطح آب زیرزمینی در پیش‌بینی بهره دهی چاه‌ها، در توصیف تغییرات آب چشمه‌ها و رودخانه‌ها و در تعیین نوسانات سطح دریاچه‌ها از اهمیت شایانی برخوردار است. گرچه نمی‌توان مستقیماً سطح ایستابی را مشاهده نمود، اما می‌توان موقعیت آن را در منطقه‌ای که دارای چاه‌های متعددی است روی نقشه مشخص کرد و به دقت مورد مطالعه قرار داد. زیرا، سطح آب در چاه‌ها با سطح فوقانی منطقه اشباع مطابقت دارد. چنین نقشه‌هایی نشان می‌دهند که سطح ایستابی برخلاف تصور چندان هم صاف نیست. در عوض، شکل آن معمولاً تا اندازه‌ای از شکل ناهمواری‌های زمین تبعیت می‌کند. بدین معنی که در زیر تپه‌ها سطح آن بلندتر و در دره‌ها سطح آن پایین‌تر است (شکل ۱).



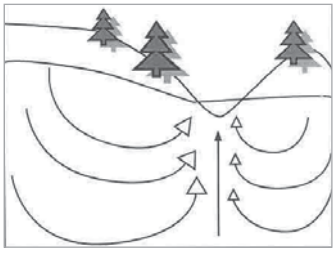
تصویر ۱. موقعیت نسبی برخی از عوارض مربوط به آب‌های زیرزمینی

در جایی که باتلاق وجود دارد سطح ایستابی در سطح زمین است، ولی معمولاً دریاچه‌ها و رودخانه‌ها در جایی قرار دارند که سطح ایستابی بالاتر از سطح زمین قرار می‌گیرد. عوامل متعددی سبب نامنظم بودن سطح ایستابی می‌شود. به عنوان مثال، اختلاف در میزان بارندگی و تراوایی از جایی به جای دیگر سبب پخش نایکنواخت آب و نیز اختلاف در تراز سطح ایستابی می‌گردد. اما، مهم‌ترین عامل حرکت کند آب‌های زیرزمینی اختلاف حرکت آن در شرایط متفاوت است. برای مثال، آب‌های زیرزمینی دور از دره‌های رودخانه در مرکز تپه‌ها آهسته‌تر از نقاط نزدیک به رودخانه حرکت می‌کنند. به همین علت، آب‌ها در زیر تپه‌ها انباشته می‌شوند. اگر باران کاملاً قطع شود، برآمدگی سطح ایستابی کم‌کم فروکش کرده و به آرامی هم‌تراز آب دره‌های نزدیک می‌شود. اما ورود آب باران جدید معمولاً مانع از مسطح شدن ایستابی می‌شود. به همین دلیل، در مواقع خشک‌سالی ممکن است سطح ایستابی به قدری افت کند که چاه‌های معمولی خشک شوند.

حرکت آب‌های زیرزمینی

انرژی لازم برای حرکت آب‌های زیرزمینی توسط نیروی جاذبه فراهم می‌شود. تحت تأثیر نیروی جاذبه، آب از مناطقی که سطح ایستابی بالایی دارد به مناطقی که سطح ایستابی آن پایین باشد، نظیر مجرای رودخانه‌ها، دریاچه یا چشمه، سرازیر می‌شود. اگرچه بخشی از آب در امتداد شیب سطح ایستابی مسیر مستقیمی را طی می‌کند، ولی قسمت اعظم آب، در مسیر منحنی، خود را به منطقهٔ تخلیه می‌رساند. چنان‌که شکل (۲) نشان می‌دهد، آب از تمامی جهات ممکن به داخل رودخانه راه می‌یابد که این عمل درست عکس نیروی جاذبه و از پایین به داخل مجرا صورت گرفته است.

علت آن ناشی از اختلاف در ارتفاع سطح ایستابی است که باعث اختلاف فشار در ارتفاع خاصی می‌شود. همان‌طور که توضیح داده شد، دلیل دیگر پدیدهٔ فوق این است که آب از نقاط پرفشار زیر تپه‌ها به سمت نقاط کم‌فشار در مجرای رودخانه حرکت می‌کند؛ بدین‌ترتیب، مسیرهای منحنی که به وسیلهٔ آب پیموده می‌شود برآیند تأثیر توأم حرکت عمودی آب بر اثر نیروی جاذبه و تمایل آن به حرکت از نقاط پرفشار به مناطق کم‌فشار است.



تصویر ۲. خطوط منحنی نشان می‌دهد که حرکت آب تحت‌تأثیر نیروی جاذبه و از نقاط پر فشار به طرف قسمت‌های کم‌فشار است.

برحسب نوع مواد، جریان آب‌های زیرزمینی و مقدار آبی که می‌تواند ذخیره شود بسیار متغیر است. چون سنگ بستر، رسوبات و خاک دارای حفره‌ها و شکاف‌های بی‌شمار هستند، آب می‌تواند به داخل زمین نفوذ کند. این حفره‌ها شبیه منافذ اسفنج است و اغلب فضاهای خالی[5] نامیده می‌شوند.

قسمت اعظم خاک ایران از نظر جغرافیایی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان قرار دارد؛ به‌طوری که بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی در ایران بسیار رایج است

مقدار آب زیرزمینی که می‌تواند ذخیره شود به میزان تخلخل[6] مواد یعنی درصد فضاهای خالی موجود در حجم کل سنگ یا رسوب بستگی دارد. گرچه این فضاها اغلب از فضای بین ذرات رسوبات یا سنگ رسوبی تشکیل یافته است، اما اشکالی مثل تاول، یعنی حفرات به‌جا مانده از خروج گازها در گدازه، درزها و گسل‌ها و حفره‌های حاصل از انحلال نیز در سنگ آهک‌ها بسیار زیاد است.

همان‌طور که انتظار می‌رود، تغییرات تخلخل بسیار زیاد است. رسوبات اصولاً متخلخل هستند و فضاهای خالی آن‌ها بین ۱۰ تا ۵۰ درصد از حجم کل را شامل می‌شود. مقدار فضای خالی به اندازه و شکل دانه‌ها و نیز نحوهٔ قرارگیری دانه‌ها و میزان جورشدگی و در مورد سنگ‌های رسوبی به مقدار سیمان آن بستگی دارد. به‌عنوان مثال، رس دارای تخلخلی تا ۵۰ درصد است درحالی که بسیاری از ماسه‌ها و گراول‌ها دارای ۲۰ درصد فضای خالی هستند.

وقتی رسوباتی با اندازه‌های مختلف با یکدیگر مخلوط می‌شوند، چون مواد ریزتر لابه‌لای ذرات درشت‌تر را پر می‌کند، تخلخل کاهش می‌یابد. در اکثر سنگ‌های آذرین و دگرگونی و نیز بعضی از سنگ‌های رسوبی که از بلورهای چسبیده به یکدیگر درست شده‌اند، مقدار فضاهای خالی بین ذرات ناچیز و در حدود یک تا دو درصد است. بنابراین، برای این‌که این نوع سنگ‌ها دارای تخلخل زیاد باشند باید شکستگی‌هایی در آن‌ها وجود داشته باشد که خود سهم مهمی در ایجاد فضاهای خالی دارد.

برای داشتن آب زیرزمینی تنها وجود تخلخل کافی نیست. چنان‌که ممکن است سنگ رسوبی متخلخل باشد، اما آب نتواند از میان آن جریان یابد، تراوایی[7] یک ماده، یعنی توانایی انتقال مایع، نیز یک عامل مهم به حساب می‌آید. آب زیرزمینی با پیچ و تاب از میان فضاهای خالی عبور می‌کند. هرقدر اندازهٔ فضاهای خالی کوچک‌تر باشد آب آهسته‌تر حرکت می‌کند. اگر فضای بین ذرات بسیار کوچک باشد، لایهٔ نازکی از آب به دانه‌ها می‌چسبد و این لایه‌ها به هم می‌رسند و یا روی یکدیگر را می‌پوشانند.

درنتیجه، نیروی جذب مولکولی موجود بین آب و ذرات در فضاهای خالی نیز گسترش یافته و درنتیجه آب در جای خود میخکوب می‌شود. رس مثالی از این نوع است. گرچه رس‌ها توانایی زیادی در نگهداری آب دارند، اما چون فضاهای خالی آنها بسیار کوچک است آب قادر به حرکت نیست. لایه‌های ناتراوای مرکب از موادی چون رس را، که مانع حرکت آب می‌شوند آببند[8] می‌نامند. از طرف دیگر، ذرات درشتی مثل ماسه و خرده‌سنگ دارای فضاهای خالی بزرگ‌تری هستند. بنابراین، آب‌های موجود در مرکز فضاهای خالی به‌وسیلهٔ جذب مولکولی به ذرات نمی‌چسبند و می‌توانند نسبتاً آسان‌تر حرکت نمایند. چنین طبقات سنگی یا رسوبی را، که آب را به آسانی از خود عبور می‌دهند، آبده[9] می‌نامند.

سفره‌های آب زیرزمینی

جمع شدن آب در زیر زمین و تشکیل آب‌های زیرزمینی، بستگی به قابلیت نفوذ و تخلخل زمین دارد. آب در زمین تا عمق معینی نفوذ می‌کند و بر روی طبقه‌ای غیرقابل نفوذ ذخیره می‌شود. به قسمتی که آب در آن ذخیره می‌شود سفرهٔ آبدار گویند. سفرهٔ آبدار خود از دو بخش تشکیل شده است:

۱. بخش تبخیری

۲. بخش اشباعی

بخش تبخیری در بالا واقع شده که در قسمت فوقانی آن آب پایین و بالا می‌رود. به این طریق که در مواقع بارندگی و نفوذ آب، حرکت آب در زمین از بالا به پایین است و در مواقع خشکی و تبخیر جریان آب از پایین به بالا است. در این قسمت آب به صورت اشباع وجود ندارد، بنابراین از نظر استخراج قابل اهمیت است. اما بخش اشباعی همیشه از آب اشباع می‌شود و از نظر بهره برداری آب حائز اهمیت و مورد توجه است و حفر اکثر چاه‌ها به این منطقه می‌رسد.

جریان آب زیرزمینی غالباً خیلی کند است. آب زیرزمینی ممکن است با آب‌های سطحی نیز در ارتباط باشد. چنانچه سفرهٔ آب زیرزمینی مرتفع‌تر از رود و یا دریا باشد آب زیرزمینی وارد آب‌های نام‌برده می‌شود، و برعکس در مواردی که آب سطحی بالا و سفره آب زیرزمینی پایین‌تر قرار گرفته باشد، امکان تغذیهٔ آب زیرزمینی از آب سطحی وجود دارد.

سفره آب‌های آزاد

این نوع سفره‌ها از یک طبقهٔ غیرقابل نفوذ در زیر و یک طبقهٔ قابل نفوذ در بالا تشکیل شده است. سطح آب این نوع سفره‌ها در فصول مختلف متغیر بوده و مرتب در جریان حرکت و تبادلات شیمیایی با زمین است. این سفره‌ها عموماً نزدیک سطح زمین واقع شده و به سرعت از آب‌های سطحی تغذیه می‌شود و نیز تابع تغییرات میزان بارندگی هوا و خشکی و شرایط زمین‌شناسی است.

سفره آب‌های محصور

به سفره‌هایی که زیر و روی آن را طبقات غیرقابل نفوذ و یا قابلیت نفوذ کم احاطه کرده باشد، سفره‌های محصور می‌گویند. این سفره‌ها ممکن است از نقاطی که طبقهٔ قابل نفوذ به سطح زمین می‌رسد و یا نقاطی که طبقهٔ غیرقابل نفوذ از بین رفته باشد، تغذیه شود که معمولاً محدود می‌باشد. چون این پدیده برای اولین‌بار در منطقهٔ آرتوز فرانسه مطالعه شده، سفره‌های تحت‌فشار را سفره‌های آرتزین[10] نیز می‌گویند.

سفره آب‌های ساحلی و جزایر

سفره‌های آب شیرین در کنار دریا

و دریاچه‌هـا دارای وضع ویژه‌ای اسـت که ازجمله به سـاختمان زمین‌شناسی محل بستگی دارد. چون وزن مخصوص آب شـیرین از آب دریا کمتر است، آب شـیرین سـاحلی در روی آب شور دریا قرار می‌گیرد. به این صورت که آب شور واقع در زیر سـفرهٔ آب شیرین هم‌سطح آب دریا واقع نمی‌شود و هرچه از دریا به طرف ساحل پیش برویم، سطح آب شور پایین‌تر می‌رود و ضخامت آب شـیرین زیادتر می‌شود.

آب شیرین در سفره‌های آبدار جزایر به صـورت مخروطی قرار گرفته و ارتفاع آن از سطح دریا تقریباً یک چهلم ارتفاع موجـود در زیر سـطح آب شـور دریا یا دریاچه اسـت. به عبارت دیگر اگر ارتفاع آب شیرین در یک چاه یک متر از سطح آب دریا و یا دریاچه بالاتر قرار گرفته باشد، حدود ۳۹ متر دیگر از ارتفاع آب شیرین از سطح دریا به پایین واقع شده است.

با توجه به ویژگی‌های سفره‌های آب شیرین واقع در سـواحل و جزایر، که به قسمت‌هایی از آن اشاره شد، بهره‌برداری از آن‌ها باید از روی حساب و با دقت کافی صورت گیرد تا استفادهٔ بیش از حد آب، باعث برهم خوردن تعادل بین سطح آب شور و آب شیرین سفره آبدار و درنتیجه مخلوط شدن این دو آب با هم نشود.

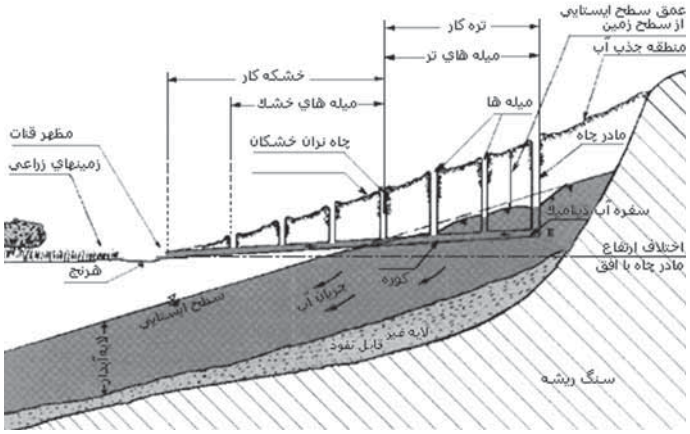
گفتنی است که مشابه این ویژگی‌ها در سفره‌های آب شیرین حواشی کویرها و یا باتلاق‌های شور و چشمه‌های شیرین واقع در داخل کویرها نیز وجود دارد که باید در بهره‌بـرداری از آن‌ها نیز نهایت دقت بشود تا مسئله برهم خوردن توازن بین آب شور و شیرین این مناطق پیش نیاید. به عبارت ساده‌تر استفاده بیش از حد آب شیرین سواحل، باعث پیشروی آب شـور می‌گردد. بنابراین استفاده از آب زیرزمینی این مناطق باید براسـاس برنامه‌ای مدون صورت گیرد.

سفره‌های آبدار تشکیلات آهکی و گچی

در زمین‌هـای آهکـی و گچی نیز ممکن اسـت سـفره‌های آبدار تشکیل شود. به این نحو که آب از طریق درزها و شکاف‌های بزرگ به زمین وارد می‌شود و با جمع شدن در آن‌جا تشکیل یک سفره آبـدار را می‌دهد. درزها و شـکاف‌های بزرگ زمیـن، درنتیجهٔ تأثیـر آب‌های انیدریـد کربنیک‌دار و فعـل و انفعالات فیزیکی و شـیمیایی آب در طول زمان به وجود می‌آید.

نمونه‌هـای بـارز آن را می‌توان در جلگه‌های آهکی واقع در ساحل دریای آدریاتیک یافت. در نقاط مختلف کشور مـا به ویژه در منطقهٔ غـرب «زاگرس» نیز نمونه‌هایی از درزها و شکاف‌ها دیده می‌شـود. آب‌های زیرزمینی در کشـور ما به شـیوه‌های متفاوتی، به شرح زیر، استحصال می‌شود:

۱. قنـات: قنـات عبارت اسـت از تعدادی چاه‌های عمودی که به وسـیلهٔ مجرایـی زیرزمینی بـه یکدیگر متصل می‌شوند. آب در این مجرا با شیبی که به طول قنات و اختلاف ارتفاع بین مزرعه و کفِ «مادر چاه» بسـتگی دارد جریان می‌یابد. قنات‌ها معمولاً از لایه‌های آبدار زیرزمینی، رودخانه‌ها و یا نفوذ آب‌های جمع‌آوری شده تغذیه می‌کنند. آب این منابع تحت‌تأثیر نیروی جاذبهٔ زمین در طول مجرای زیرزمینی شـیبدار جاری شـده و پس از خـروج از زمیـن مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۳).



تصویر ۳. ساختمان قنات

۲. چـاه: چـاه یک سـوراخ بزرگ استوانه‌ای شـکل است که سطح زمین را به یک مخـزن آب زیرزمینی مربوط می‌سازد. شایان ذکر است که چاه‌ها خود انواع گوناگون دارند.

۳. چشـمه: ظهـور آب‌هـای زیرزمینی در سـطح زمین را چشـمه می‌نامند. چشـمه وقتی به‌وجود می‌آید کـه لایه‌های آبـدار به زمیـن برخورد کننـد یا با لایه‌هـای نفوذپذیری که به سـطح زمین منتهی می‌شـود، تماس داشـته باشـند. عوامل زمین‌شناسی و ژئومورفولوژیک مختلفی ممکن اسـت در ایجاد چشمه مؤثر باشد. چشمه‌ها در ایران بیشتر در مناطق کوهستانی، میان دره‌ها، بستر رودها و انتهای دلتاها ظاهر می‌شوند.

۴. چشـمه‌های آب‌گـرم و آبفشان‌ها: طبق تعریف، آب چشمه‌های گرم[11] ۶ تا ۹ درجهٔ سانتی‌گراد گرم‌تر از میانگین درجهٔ حرارت سـالانهٔ نقاطی است که چشـمه در آن یافت می‌شود. فقط در ایـالات متحده، بیش از ۱۰۰۰ نمونه چشمه آب‌گرم وجود دارد.

اکتشافات معدنی در سراسر جهان نشـان می‌دهد که دمای معادن عمیق و چاه‌های نفتی معمولاً همراه با ازدیاد عمق از سـطح زمین افزایش می‌یابد. افزایش میانگین دما در چنین نقاطی در حدود ۲ درجهٔ سانتی‌گراد در هر ۱۰۰ متر است. بنابراین، وقتـی آب زیرزمینی در اعماق زیاد حرکت می‌کند، گرم می‌شود و اگر به سطح زمین برسد، به صورت چشمه‌های

آب‌گرم بیرون می‌آید. آب بعضی از چشمه‌های آب‌گرم در ایالات متحده، به‌ویژه در شرق آن، بدین طریق گرم می‌شود. بیش از ۹۵ درصد چشمه‌های آب‌گرم و آب‌فشان‌های ایالت متحده در غرب است. علت این امر آن است که منبع حرارتی بسیاری از چشمه‌های آب‌گرم سنگ‌های آذرین در حال سرد شدن است و فعالیت آتش‌فشانی غرب آمریکا بسیار جدیدتر است.

آب‌فشان‌ها[12] چشمه‌های آب‌گرم دارای فعالیت متناوب هستند که در آن‌ها ستونی از آب، با نیروی زیاد و اغلب به اندازهٔ ۳۰ تا ۶۰ متر و در فواصل مختلف، به بیرون فوران می‌کند. وقتی جهش آب قطع می‌شود، ستونی از بخار با غرش رعد بیرون می‌ریزد. شاید مشهورترین آب‌فشان جهان، آب‌فشان قدیمی پارک ملی یلواستون باشد که هر ساعت یک‌بار فوران می‌کند. آب‌فشان‌ها در سایر نقاط دنیا مثل زلاندنو و ایسلند نیز یافت می‌شوند که در مورد آن‌ها واژهٔ جی‌سر به معنی بیرون‌جهنده[13] یا فواره زدن[14] به کار رفته است.

آب‌فشان‌ها در جایی به وجود می‌آیند که آب زیرزمینی در حجره‌های زیرزمینی موجود در سنگ‌های آذرین داغ، گرم شوند. وقتی آب زیرزمینی سرد وارد این حجره‌ها شود توسط سنگ‌های اطراف گرم می‌شود. در کف حجره، آب تحت‌تأثیر فشار وارده از وزن آب‌های رویی خود است. درنتیجه، قبل از این‌که آب به جوش آید به دمای بالای ۱۰۰ درجه می‌رسد. حرارت سبب انبساط آب گشته و سبب جاری شدن مقداری آب به بالا می‌شود. این کار سبب کاهش فشار می‌شود درنتیجه آب به سرعت بخار شده و منجر به فوران آب‌فشان می‌گردد.

عمل زمین‌شناسی آب‌های زیرزمینی

مهم‌ترین عمل فرسایشی آب‌های زیرزمینی انحلال سنگ‌های قابل حل است. چون سنگ‌های قابل حل، به‌ویژه سنگ‌های آهکی، میلیون‌ها کیلومتر مربع از سطح زمین را تشکیل می‌دهند، به همین دلیل آب‌های زیرزمینی نقش عمده و منحصر به فردی به‌عنوان عامل فرسایش برعهده دارند. با این‌که سنگ آهک در آب خالص نامحلول است، اما در آبِ حاوی مقدار کمی اسید کربنیک به آسانی حل می‌شود. اکثر آب‌های طبیعی دارای این اسید ضعیف هستند. زیرا آب باران گازکربنیک موجود در هوا و گازکربنیک حاصل از فساد گیاهان را به آسانی در خود حل می‌کند. بنابراین، وقتی آب‌های زیرزمینی با سنگ‌های آهکی تماس حاصل کنند، اسیدکربنیک با کلسیت واکنش نموده و بی‌کربنات کلسیم تولید می‌کند که خود محلول است و می‌تواند به‌صورت مایع جابه‌جا شود.

غارها: یکی از تماشایی‌ترین نتایج عمل فرسایش آب‌های زیرزمینی در سنگ‌های آهکی، تشکیل غارها است. گرچه اکثر غارها نسبتاً کوچک‌اند، اما، بعضی از آن‌ها دارای ابعاد بسیار بزرگی هستند. به نظر می‌رسد که اکثر غارها در سطح ایستابی یا زیر آن و در منطقهٔ اشباع از آب به‌وجود آمده باشند. در این قسمت، آب‌های زیرزمینی به سطوح ضعف سنگ‌ها همچون درز و سطوح طبقه‌بندی رخنه می‌کند. با گذشت زمان، فرایند انحلال به آرامی حفراتی ایجاد می‌کند که به تدریج بزرگ‌تر شده و تبدیل به غار می‌شوند. مواد حاصل از انحلال توسط آب‌های زیرزمینی خارج و وارد رودخانه‌می‌شوند.

استالاکتیت: اشکال متنوعی از چکه‌سنگ‌ها در غارها یافت می‌شود که آن‌ها را در مجموع غارسنگ می‌نامند که درواقع هیچ‌یک شباهت کاملی به دیگری ندارد. شاید یکی از آشناترین غارسنگ‌ها استالاکتیت‌هاباشند.

این آویزه‌های قندیل‌مانند در سقف غار در جایی تشکیل می‌شوند که آب از روزنه‌ها و شکاف‌ها بیرون آمده و در داخل غار با هوا تماس حاصل می‌کند. وقتی آب در داخل غار با هوا تماس می‌یابد مقدار کمی از آن بخار می‌شود. بنابراین مقداری از گازکربنیک محلول در آب از آن خارج شده و مقدار کمی کربنات کلسیم رسوب می‌کند و به این ترتیب مواد به‌صورت حلقه‌ای در اطراف قطره آب رسوب می‌کند.

استالاگمیت(چکیده): غارسنگ‌هایی که در کف غارها تشکیل می‌شوند و به طرف بالا رشد می‌کنند استالاگمیت یا چکیده نامیده می‌شوند. آبی که رسوب کربنات کلسیم استالاگمیت‌ها را مهیا می‌کند از سقف می‌چکد و در سطح زمین پخش می‌شود. درنتیجه استالاگمیت‌ها دارای لولهٔ مرکزی نبوده و معمولاً ظاهری توده‌مانند دارند و در انتهای فوقانی خود نسبت‌به استالاکتیت‌ها گردترند.

پستی و بلندی‌های کارستی: در بسیاری از نقاط جهان مناظری دیده می‌شود که بخش اعظم آن‌ها به وسیلهٔ نیروی حلالیت آب‌های زیرزمینی به‌وجود آمده‌اند. به این نواحی پستی و بلندی‌های کارستی گفته می‌شود. واژهٔ کارستی از فلات واقع در ساحل شمالی شرقی دریای آدریاتیک، در مرز بین یوگسلاوی و ایتالیا گرفته شده که در آن‌جا این نوع پستی و بلندی‌ها به چشم می‌خورند. عموماً در نواحی خشک و نیمه‌خشک پستی و بلندی‌های کارستی گسترش ندارد. اگر اشکال انحلال در چنین نواحی دیده شود بازمانده از گذشته و متعلق به زمانی است که در آن شرایط مرطوب حاکم بوده است.

ترکیب شیمیایی آب‌های زیرزمینی

آب چاه‌ها و چشمه‌های بسیاری که مورد تجزیه قرار گرفته، نشان می‌دهد که آب‌های زیرزمینی عمدتاً حاوی کلریدها، سولفات‌ها و بی‌کربنات‌های کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم و آهن‌اند. البته بسیاری از عناصر و مواد دیگر نیز به مقدار بسیار کم در آب وجود دارد. ترکیب آب زیرزمینی از محلی به محل دیگر تغییر می‌کند. غلظت نمک‌های محلول در آب

زیرزمینی به جنس کانی‌ها و سنگ‌ها، سرعت نفوذ آب و مسافت طی‌شده توسط آب بستگی دارد. آب ضمن حرکت آهسته در زیر زمین فرصت زیادی برای حل کانی‌های مسیر خود دارد. به همین جهت، میزان نمک‌های محلول در آب‌های زیرزمینی به‌طور کلی بیشتر از مقدار املاح آب رودهاست. در یک لایهٔ آبدار، هرچه از محل تغذیه به طرف محل تخلیه آن نزدیک شویم شوری آب زیرزمینی بیشتر می‌شود.

مقدار نمک‌های محلول در آب‌های زیرزمینی موجود در سنگ‌های آذرین و دگرگون‌شده معمولاً کم (کمتر از ۱۰۰ و به‌ندرت بیش از ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) است. این‌گونه سنگ‌ها اگر آبدار باشند، غالباً برای آشامیدن و مصارف دیگر کاملاً مطلوبند. آب موجود در سنگ‌های کربناته، معمولاً از نوع آب‌های سخت است، یعنی یون‌های کلسیم و منیزیم بالایی دارد. این‌گونه آب‌ها به‌خوبی با صابون کف نمی‌کنند و رسوباتی را در لوله‌ها و ظرف‌ها ته‌نشین می‌کنند، به همین جهت، استفاده از آن‌ها در صنعت دارای محدودیت‌هایی است. سنگ‌های تبخیری مثل سنگ نمک و سنگ گچ قابلیت انحلال زیادی دارند و از این‌رو آب‌های موجود در این‌گونه سنگ‌ها عموماً نمک‌های زیادی دارند.

لایه‌های آبدار موجود در رسوبات آبرفتی معمولاً حاوی آب شیرین‌اند. دره‌های آبرفتی رودخانه‌ها غالباً آب‌های زیرزمین مطلوبی دارند. اما آب‌های زیرزمینی در حوضه‌های بسته، که محلی برای خروج وجود ندارد، نمک‌های محلول بالایی دارند. در نواحی خشک، مثل مناطق کویری ایران، در برخی نقاط شوری آب چنان بالاست که برای بسیاری از مصارف نامناسب است. در این نواحی تبخیر آب از منطقهٔ تهویه منجر به ته‌نشینی موادی در خاک می‌شود که آن را برای کشاورزی نامناسب می‌کند.

بارش کم و محدودیت منابع آب‌های سطحی و نبودن آن در بسیاری از نقاط کشور، باعث شده که مردم بویژه کشاورزان و دامداران برای تأمین آب مورد نیاز خود از آب‌های زیرزمینی استفاده کنند

وضعیت بهداشتی آب‌های زیرزمینی

در مورد آب‌های زیرزمین که خیلی سطحی واقع شده است، یعنی در عمق کمی از سطح زمین قرار دارد، به‌ویژه سفره‌هایی که در بالای آن‌ها، قشر خیلی نفوذپذیری واقع شده باشد و یا آب‌هایی که در شکاف‌ها و درزهای سنگ‌های شکسته و خرد شده قرار دارد، مسئلهٔ آلودگی نیز صدق می‌کند، به‌ویژه آب‌های موجود در شکاف‌های رشته‌سنگ‌های آهکی که حتی امکان دارد در حدود چندین کیلومتر، جابه‌جا بشود ولی این جابه‌جایی یا تشکیلات زمین‌شناسی از نظر تصفیه روی آب‌ها، کوچک‌ترین اثری نداشته باشد. اما در شرایطی که آب از لایه‌های متخلخل مانند ماسه نرم، ماسه‌های درشت و امثال این‌ها عبور کند، درنتیجه عبور از منافذ و مجاری بسیار ریز و کوچک، خودبه‌خود، به طور طبیعی تصفیه می‌شود.

منابع آلوده‌کنندهٔ آب‌های زیرزمینی

آب‌های زیرزمینی نسبت به آلودگی، آسیب‌پذیرند. هنگامی که آب آلوده شود، به سختی کاملاً تمیز می‌شود و وقتی به‌طور جدی و زیاد آلوده است، پاک کردن آن از آلودگی‌ها غیرممکن است. توسعهٔ آلودگی آب‌های زیرزمینی از چند جهت مشکل مهمی را برای مقامات زیست‌محیطی ایجاد کرده است.

اول- منابع آلودگی آب‌های زیرزمینی

گوناگونی و تعداد راه‌های آلوده شدن آب‌های زیرزمینی خیلی زیاد است. منابع آلودگی می‌تواند مربوط باشد به مصرف و یا روشی که مواد آلوده‌کننده به وسیلهٔ آن به سیستم زیر سطحی منتقل می‌گردد.

۱. مصرف

- مصرف زیاد مواد آلوده‌کننده و یا آب زیاد در مناطق صنعتی و غیره که باعث آلودگی می‌شود؛
- مصرف مواد شیمیایی در سطح زمین؛
- استخراج بیش از حد یا تخلیهٔ آب زیرزمینی که باعث پیشروی آب شور می‌شود.

۲. راه‌های آلوده شدن

- بارندگی مواد آلوده‌کننده موجود در هوا را به زمین می‌رساند و توأم با مواد آلوده‌کننده موجود در سطح زمین آنها را به‌وسیلهٔ آب باران (رواناب) به آب‌های زیرزمینی منتقل می‌کند. باران هوا را پاک ولی آب را آلوده می‌کند.
- آب‌های سطحی جاری: از راه‌های آلودگی آب‌های زیرزمینی، آلوده بودن آب سطحی است که با نفوذ در زمین، آن را آلوده می‌سازد. «آب پاک‌کننده است، ولی خود آلوده می‌شود.»
- آب‌های سطحی راکد: چاله‌ها، استخرها و دیگر مخازن دریافت‌کنندهٔ مواد و موجودات زنده زیان‌بخش نیز موجب آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌شود.
- مواد ایجادکنندهٔ مایع آلوده‌کننده: مواد مایع آلوده‌کننده با نفوذ در زمین، باعث آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌شود. اما مواد جامدی چون زباله‌ها که با دفن کردن غیر اصولی آن‌ها در زمین ایجاد مایعی می‌کند نیز با ریختن آن به آب‌های سطحی و یا نفوذ به‌طور مستقیم در آب‌های زیرزمینی، آنها را آلوده می‌سازد.

دوم- مواد زیان‌بخش آلوده‌کنندهٔ آب‌های زیرزمینی

علاوه بر موجودات زنده مانند باکتری‌ها، ویروس‌ها، انگل‌ها و غیره، مواد زیان‌بخش متعددی نیز وجود دارد که باعث آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌شود، از آن‌جمله مواد زیر را می‌توان نام برد:

- گازوییل، دی‌برومیداتیلین، دی‌کلرید اتیلین و غیره...
- حلال‌های آلی مانند تری‌کلرواتان و بنزین
- فلزات سنگین مانند کادمیوم، سرب، جیوه، کرم و غیره.

مواد شیمیایی غیر آلی مانند محلول یا بخار آمونیاک و سیانید

مواد شیمیایی آلی: PCB و PBB

ـ آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها از قبیل aldrin، dieldrin، CBCP و غیره

ـ کودهای شیمیایی

سوم ـ منابع ویژهٔ آلودگی بالقوهٔ آب زیرزمینی

کیفیت یا آلودگی آب‌های زیرزمینی، بستگی به عوامل گوناگونی دارد، به عبارت دیگر منابع ویژهٔ آلودگی بالقوه آب‌های زیرزمینی بسیار است که از آن جمله موارد زیر را می‌توان نام برد:

۱. مخازن یا تانک‌های ذخیره‌ای زیرزمینی؛

۲. لوله‌کشی زیرزمینی؛

۳. مخازن سطحی؛

۴. مصرف غیرقانونی مواد شیمیایی، سمی و دفع زیرزمینی فضولات آنها (به‌صورت مایع یا جامد) از طریق آب‌های سطحی؛

۵. قیرپاشی برای جاده‌سازی؛

۶. پاشیدن نمک برای از بین بردن (آب کردن) یخ جاده‌ها یا مصرف آب شور؛

۷. تزریق چاه‌های عمیق؛

۸. اکتشافات و استخراج نفت و گاز؛

۹. برداشت بیش از حد آب‌های زیرزمینی؛

۱۰. کیفیت نامرغوب طبیعی آب‌های زیرزمینی؛

۱۱. ریختن یا پاشیدن و نشت کردن مواد؛

۱۲. مخازن یا تانک‌های فاضلاب یا چاه‌های فاضلاب؛

۱۳. آبیاری با آب فاضلاب؛

۱۴. استخراج فلزات اساسی یا اصلی، زغال‌سنگ و اورانیوم و سوخت‌های هسته‌ای؛

۱۵. زباله‌های شهری و صنعتی؛

۱۶. کودهای حیوانی و بقایای علوفهٔ دامی؛

۱۷. استعمال لجن آلوده در کشاورزی؛

۱۸. استفاده از سموم دفع آفات، علف‌کش و کودهای شیمیایی.

آب‌های زیرزمینی در ایران

قسمت اعظم خاک ایران از نظر جغرافیایی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان قرار دارد؛ به‌طوری که بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی در ایران بسیار رایج است. در روستاها که محل رویش یا رستنگاه گیاه ذکر شده است، منابع آب در رشد گیاهان زراعی و شکل‌گیری اقتصاد کشاورزی نقش بسیار مهمی دارند، تا حدی که یکی از مهم‌ترین عوامل متروک شدن بسیاری از روستاها در نواحی خشک ایران، از میان رفتن منابع آب آن‌هاست. شایان ذکر است که به دلیل کمبود منابع آب در کشور نه‌تنها از آب سطحی، بلکه از آب زیرزمینی هم به‌صورت بی‌رویه استفاده می‌شود.

قسمتی از آب باران و آب حاصل از ذوب برف در زمین نفوذ می‌کند که آب‌های زیرزمینی را تشکیل می‌دهد. این آب در ایران به صورت آب چشمه، قنات، چاه‌های کم‌عمق، نیمه‌عمیق و عمیق مورد استفاده قرار می‌گیرد. از نظر زمین‌شناسی مهم‌ترین لایه‌های آبده در فلات ایران را رسوبات آبرفتی دورهٔ پلیستوسن تشکیل می‌دهد که ضخامت آن در بعضی نقاط به ۵۰۰ متر می‌رسد.

بارش کم و محدودیت منابع آب‌های سطحی و نبودن آن در بسیاری از نقاط کشور، باعث شده که مردم به‌ویژه کشاورزان و دامداران برای تأمین آب مورد نیاز خود از آب‌های زیرزمینی استفاده کنند. وجود تعداد زیاد قنات‌ها و چاه‌های کم‌عمق در نقاط مختلف کشور، نشانه‌های چند هزار ساله بهره‌برداری از این منابع است.

در دهه‌های گذشته پیدایش وسایل و تجهیزات مدرن هموطنان ما را بر آن داشت که به بهره‌برداری از آب زیرزمینی از طریق چاه‌های کم‌عمق و قنات اکتفا نکنند و برای تأمین آب آشامیدنی و دیگر مصارف خود و هم‌چنین گسترش صنایع و کشاورزی، از ذخایر آب زیرزمینی عمیق‌تر و سفره‌های آبدار تحت‌فشار و یا آرتزین نیز استفاده کنند.

رواج روزافزون تجهیزات مدرن حفاری باعث شد که هم تعداد چاه‌های قابل بهره‌برداری به‌طور ناگهانی بالا برود و هم عمق چاه‌ها به‌منظور استفاده از آب سفره‌های عمیق‌تر افزایش یابد. استفادهٔ زیاد و در بسیاری از موارد بدون برنامه و یا غیرمجاز از این امکانات باعث بهره‌برداری بیش از حد و درنتیجه پایین‌تر رفتن سطح آب زیرزمینی در بسیاری از مناطق گردیده است که باید برای جلوگیری از آن راه‌حل‌هایی اندیشیده شود.

پی‌نوشت

1. zone of saturation
2. groundwater
3. water table
4. zone of aeration
5. pore space
6. porosity
7. permeability
8. aquiclude
9. aquifer
10. artesian
11. hot spring
12. geysers
13. spouter
14. gusher
15. cavems

منابع

۱. جی. تاربوک ادوارد، ک. لوتگن فردریک، ترجمه: اخروی، رسول، مبانی زمین‌شناسی، انتشارات مدرسه، ۱۳۷۲.

۲. کردوانی، پرویز؛ ژئوهیدرولوژی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۴.

۳. کردوانی، پرویز؛ منابع و مسائل آب ایران، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۹.

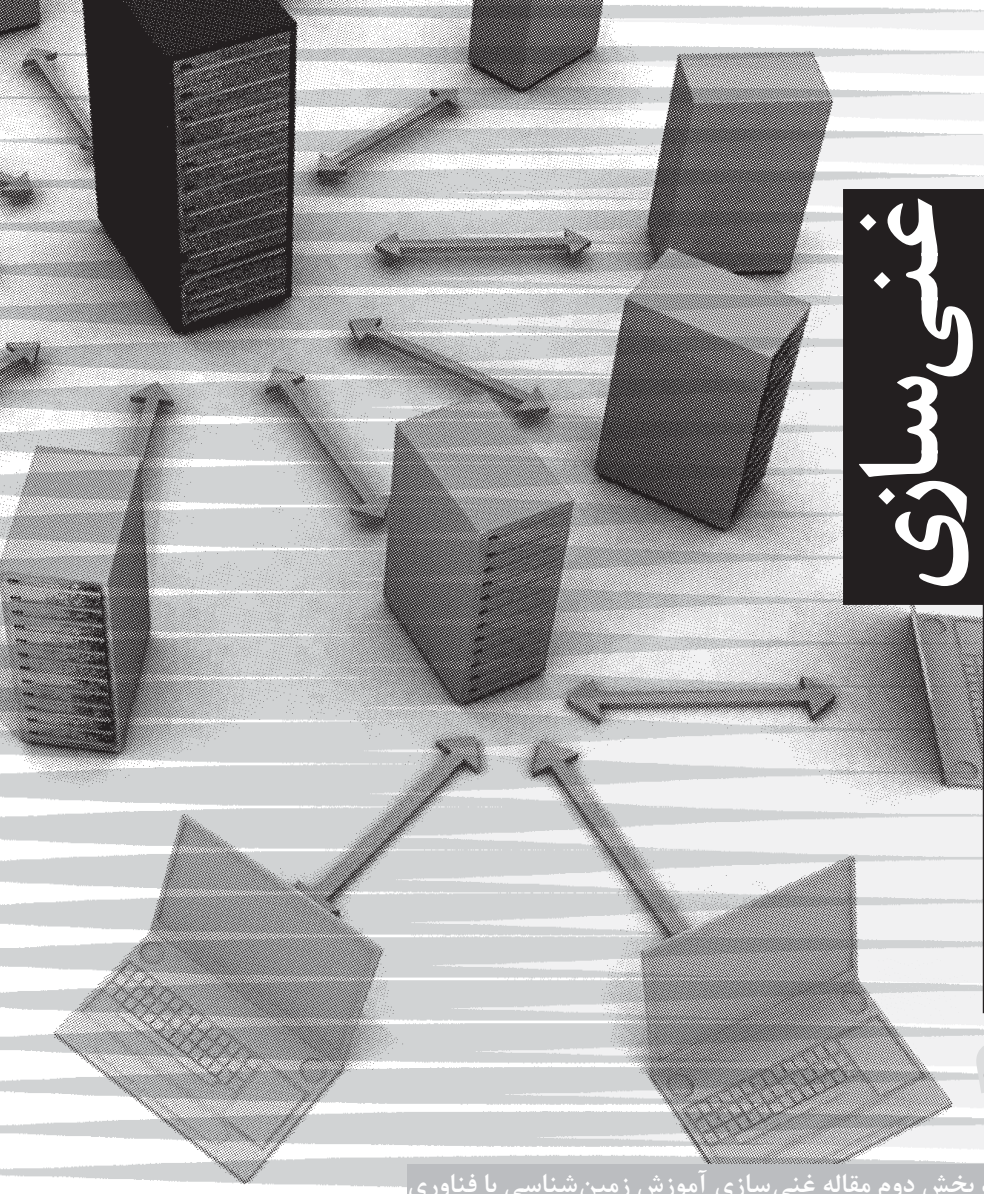
۴. کردوانی، پرویز؛ جغرافیای خاک‌ها، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۲.

۵. کلینسکی. دانیل. ترجمه: پاشائی، عباس. کویرهای ایران، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۸۱.

۶. گلن‌شواب، ک. فریورت. ترجمه: حق‌نیا، محسن و علیزاده، امین. مهندسی خاک و آب، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۷۵.

۷. نجفی کانی، علی‌اکبر؛ مقدمه‌ای بر جغرافیای طبیعی ایران، انتشارات سازمان جغرافیایی وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح، ۱۳۸۱.

۸. وزارت آموزش و پرورش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، زمین‌شناسی (پایهٔ سوم رشتهٔ علوم تجربی)، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۷۸.



غنی‌سازی آموزش زمین‌شناسی به وسیلهٔ فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)

دلشاد پیاب
دبیر آموزش‌وپرورش شهرستان پاوه

قسمت دوم و پایانی

درآمد

نوشته‌ای که پیش‌رو دارید بخش دوم مقاله غنی‌سازی آموزش زمین‌شناسی با فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) است که به علت جالب و جدید بودن و اینکه دبیر محترمی از منطقه دور و محروم اقدام به تهیه آن نموده‌اند با توجه به محدودبودن فصل‌نامه آن را در دو شماره به نظر گرامیتان رسانده‌ایم. امیدواریم مورد توجه‌تان قرار بگیرد.

۸. مفاهیم فناوری اطلاعات

مفاهیم ارائه شدهٔ زیر جزء آن دسته از مهم‌ترین مبانی مفهومی فناوری اطلاعات است که در تبحر فناوری اطلاعات سهم دارند.

رایانه: رایانه با گرفتن درونداد مشخص و طی یک‌سری اعمال همان کاری را که به او گفته شده است بدون کم و کاست انجام می‌دهد.

سامانهٔ اطلاعاتی: ویژگی‌های ساختاری عمومی یک سامانهٔ اطلاعاتی از قبیل اجزای سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، افراد و فرایندها، میانجی، پایگاه داده، تراکنش‌ها، همخوانی، دسترسی‌پذیری، انبارش ماندگار، آرشیو و مستندات و... می‌باشند.

شبکه: رایانه‌ها عموماً وقتی به همدیگر و به اینترنت وصل می‌شوند بسیار سودمندترند. هدف، درک چگونگی اتصال رایانه‌ها به همدیگر و به اینترنت و چگونگی ارسال اطلاعات در بین رایانه‌هاست.

سازماندهی اطلاعات: مفاهیم عمومی سازماندهی اطلاعات شامل فرم‌ها، ساختار، رده‌بندی و نمایه‌سازی، کاوش، بازیابی، سنجش کیفیت اطلاعات، تألیف، ارائه، و استفاده ازموتورهای کاوش در متن، تصویر، ویدیو و صوت است. اطلاعات موجود در رایانه‌ها و پایگاه‌های داده و جاهای دیگر باید ساماندهی شوند تا دسترس‌پذیر و سودمند گردند.

مدل‌سازی و تجرید: رایانه‌ها را می‌توان واداشت که با تجرید پدیده‌های عالم واقع و دستکاری آن تجریدها با استفاده از دگرگونی‌هایی که فرآیندهای جهان واقع را تکرار یا مشابه‌سازی می‌کنند- مانند شبیه‌سازی فعالیت یک آتش‌فشان- به پیش‌بینی وضع هوا بپردازند یا چگونگی یک فرایند لرزه‌ای را به تماشا بگذارند.

برنامه‌نویسی و تفکر الگوریتمی: تفکر الگوریتمی کلید درک بسیاری از وجوه فناوری اطلاعات است و بویژه برای فهمیدن چگونگی و علت کار سامانهٔ فناوری اطلاعات ضروری است. برای رفع مشکل یا عیب‌زدایی در یک کارکرد، عملیات، یا سامانهٔ فناوری اطلاعات داشتن چشم‌اندازی از آنچه که رفتار مناسب به شمار می‌آید و شیوه‌های احتمالی عدم تحقق چنین رفتارهایی ضروری است. تفکر الگوریتمی کلید کاربرد فناوری اطلاعات در دیگر وضعیت‌های خاص است.

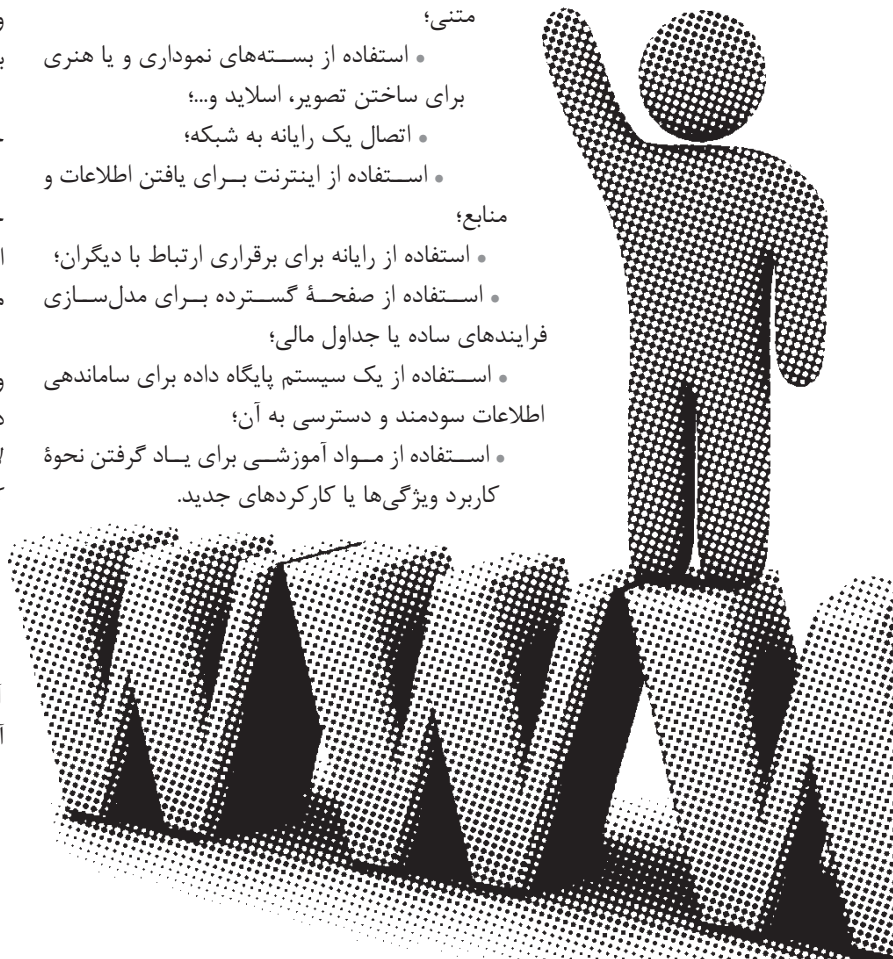
محدودیت‌های فناوری اطلاعات

مفاهیم عمومی پیچیدگی- نرخ رشد- مقیاس، انعطاف‌پذیری، تعیین‌پذیری، و انفجار وضعیت، و... بیانگر برخی از محدودیت‌های فناوری اطلاعات می‌باشند. رایانه‌ها فاقد هرگونه توان شهودی، خلاقیت، تخیل و نیروی جادویی هستند.

۹. مهارت‌های فناوری اطلاعات

تغییر در علایق و نیازهای خاص هر فرد تأثیر مهمی نیز بر مهارت‌هایی که مورد نیازند دارد. فهرست مهارت‌های زیر تأکید بر آن چیزهایی است که معلم باید بداند تا رایانهٔ شخصی خود را تنظیم و راه‌اندازی نماید، از نرم‌افزارهای اساسی استفاده نماید، برای خدمات اینترنت ثبت اشتراک کند و از خدمات آن استفاده کند:

- سوار کردن رایانهٔ شخصی؛
- استفاده از امکانات اساسی سیستم عامل؛
- استفاده از یک واژه‌پرداز برای ایجاد یک سند متنی؛
- استفاده از بسته‌های نموداری و یا هنری برای ساختن تصویر، اسلاید و...؛
- اتصال یک رایانه به شبکه؛
- استفاده از اینترنت برای یافتن اطلاعات و منابع؛
- استفاده از رایانه برای برقراری ارتباط با دیگران؛
- استفاده از صفحهٔ گسترده برای مدل‌سازی فرایندهای ساده یا جداول مالی؛
- استفاده از یک سیستم پایگاه داده برای ساماندهی اطلاعات سودمند و دسترسی به آن؛
- استفاده از مواد آموزشی برای یاد گرفتن نحوهٔ کاربرد ویژگی‌ها یا کارکردهای جدید.



۱۰. به‌کارگیری فناوری اطلاعات

دست‌اندرکاران آموزش و پرورش بایستی با تغییر بنیادی و ایجاد تحول در نظام آموزشی، زمینه‌ای را فراهم سازند تا فراگیران بتوانند حقایق و واقعیت‌ها را در زمانی که به آنها نیاز مبرم دارند به‌راحتی به‌دست آورند و به کار گیرند. ساختار آموزش و پرورش، به‌عنوان مهم‌ترین نهاد متحول‌کنندهٔ جامعه، باید به گونه‌ای دگرگون شود تا ضمن هماهنگی با جهان، مبدأ خیری برای میلیون‌ها انسانی شود که چشم امید به الگویی بسته‌اند که بتواند آنان را از خطر سقوط در چاه جهل برهاند.

برای دانش‌آموز فعلی حتی کافی نیست که زمان حال را بشناسد، زیرا به‌زودی محیط اینجا و اکنون از بین خواهد رفت. او باید یاد بگیرد که دربارهٔ آینده به پیش‌فرض‌های مکرر، محتمل و درازمدت دست بزند و لازمهٔ این امر آن است که معلمان نیز به همین گونه عمل کنند.

شعاعی (۱۳۷۹)، نقش فناوری را در اجتماع آموزشی آینده چنین ترسیم می‌نماید:

۱. تکنیک و فناوری، توسعه، افزایش و تعمیق دانش و بینش را پیش روی نسل آینده قرار داده است و به‌عنوان بسترساز نوآوری و ابداع روش‌های جدید اندیشیدن، طراحی کردن، پیاده‌کردن و نقد طرح‌ها و اصلاح آنها محسوب می‌گردد؛

۲. فناوری به‌عنوان پیش‌بینی اندیشه‌های نو برای پاسخ‌گویی به نیازهای جدید است؛

۳. فناوری به‌عنوان عامل اصلاح‌کنندهٔ خطاهای موجود و پیشگیری‌کننده از ایجاد خطاهایی جدید در اندیشه و بینش و کاربرد می‌باشد؛

۴. فناوری به‌عنوان هموارکنندهٔ رابطه بین گذشته، حال و آینده در بین قومیت‌ها و ملل مختلف می‌باشد.

۵. فناوری به‌عنوان فرایند حذف زبان‌های گوناگون و خلق زبانی واحد آن‌چنان که در کنار هر دستگاه اینترنت ابزار ترجمه‌ساز مطلب به زبان مطالعه‌گر برنامه‌های اینترنت موجود باشد.

۶. فناوری به عنوان درمانگر همهٔ کاستی‌های ذهنی و توسعه و تعمیق همهٔ ظرفیت‌ها خواهد بود؛ آن‌چنان که در آینده‌ای نزدیک دیگر نشانی از عقب‌ماندگی ذهنی در لابه‌لای CDهای کهنه یافت نشود و هر نوع استعدادی را که در انسان سراغ داریم به شکل مطلوب توسعه بدهیم.

۷. فناوری به‌عنوان جریان کنترل‌کنندهٔ بیش‌فعال نسل آینده که به هیچ وضعیت و موقعیتی قانع نیست و هر تازگی را آغاز کهنگی می‌داند.

۸. فناوری به‌عنوان چراغ هدایت انسان‌ها به سوی آفریدگار است و این پدیده هرچه پیش‌تر می‌رود باز در آغاز راه است.

۱۱. غنی‌سازی یادگیری

در غنی‌سازی یادگیری، برنامه‌های درسی باید دوباره مورد بررسی قرار گیرند. در پی یک دستور کار، کمیسیون بین‌المللی آموزش در قرن بیست و یکم، وابسته به یونسکو، چارچوب تحولات آموزشی برای محیط آینده را پیشنهاد داد. این چارچوب، بستر مناسبی برای بحث دربارهٔ برقراری ارتباط بین فاوا و یادگیری است. ایدهٔ اصلی این گزارش، ایده‌ی قوی و مبتنی بر چارچوبی برای غنی‌سازی یادگیری، شامل چهار محور و رکن اساسی است:

- یادگیری برای یاد گرفتن؛
- یادگیری برای عمل کردن؛
- یادگیری برای زندگی در کنار هم و با هم؛
- یادگیری برای بودن.

چهار محور یاد شده شکلی جدید و متفاوت از تعادل بین دانستن و دیگر انواع یادگیری را برقرار می‌کند.

۱۲. فاوا چگونه به یادگیری دانش‌آموزان کمک می‌کند؟

- ارائهٔ اطلاعات

فناوری اطلاعات و ارتباطات قطعاً شیوهٔ ارائهٔ دیدگاه‌ها و اندیشه‌های دانش‌آموزان را تغییر می‌دهد. استفاده از فاوا در تولید مطالب، امکان کار مشارکتی بیشتری را در آماده‌سازی متن فراهم می‌کند، چرا که استفادهٔ مشترک از صفحهٔ نمایشگر رایانه از مشارکت در کتاب آسان‌تر است و دانش‌آموزان به‌سادگی می‌توانند نظرات خود را به متن یکدیگر اضافه کنند و حین نوشتن با یکدیگر ارتباط الکترونیکی برقرار نمایند.

- **انجام سریع و خودکار تکالیف روزمره**

انجام تدریس بعضی از دروس زمین‌شناسی که نیاز به رسم نقشه شکل و نمودار دارد ممکن است وقت زیادی از کلاس درس را به خود اختصاص دهد، ضمن آن‌که مطالبی اندکی در این حین آموخته می‌شود، انجام این کار توسط رایانه، موجب صرفه‌جویی در وقت می‌شود که می‌توان این وقت اضافه را صرف فعالیت‌هایی کرد که درک زمین‌شناسی را در دانش‌آموزان آسان‌تر می‌نماید.

- **دست‌یابی به اطلاعات و استفاده از آنها**

دست‌یابی به اطلاعات و استفاده از آنها یکی از مهم‌ترین مساعدت‌های فاوا در امر یادگیری دانش‌آموزان است. در این فناوری، از طریق ابزارهایی مانند شبکهٔ جهانی CD ROM و دایره‌المعارف‌های CD ROM، دانش‌آموزان نسبت به هر زمان دیگری به گنجینهٔ بزرگ‌تری از اطلاعات دسترسی دارند.

تعداد عناوین CD ROMها به سرعت در حال افزایش است و در مورد موضوعات بسیار متنوع گنجینه‌های اطلاعاتی فراهم می‌کنند. میزان اطلاعات موجود در شبکهٔ جهانی بسیار زیاد و نیز غالباً بی‌نظم و دارای کیفیت‌های متغیر و متفاوت می‌باشد، بنابراین آزاد گذاشتن دانش‌آموزان در شبکه الزاماً شیوهٔ مفیدی نیست، به‌ویژه از این نظر که دسترسی به مطالب نامناسبی که ممکن است دانش‌آموزان را اغوا کند نسبتاً آسان است.

البته چند سازمان وجود دارند که ورودی‌های مفیدی ایجاد می‌کنند تا مدارس بتوانند به‌راحتی به شبکه دسترسی داشته باشند و مستقیماً به مطالب برسند. برای مثال باید به‌خاطر داشته باشیم اغلب مطالبی که در شبکهٔ جهانی در دسترس قرار دارند برخلاف کتاب‌ها ویرایش نشده‌اند. بنابراین لازم است به دانش‌آموزان تفهیم کنیم که نسبت به مطالب موجود در شبکهٔ جهانی تا حدی تردید داشته باشند.

همچنین می‌توان درک مفاهیم دشوار را با دیداری نمودن آنها از طریق فاوا، آسان‌تر ساخت مثلاً می‌توان مفاهیمی مثل ماگما و زمین‌لرزه و فعالیت‌های آتش‌فشانی را به‌وسیلهٔ فایل‌های فلش (swf) در رایانه نمایش داد که این امر می‌تواند به درک این مفاهیم و سایر مفاهیم توسط دانش‌آموزان کمک بیشتر نماید.

- **الگوسازی و کنترل**

الگوسازی رایانه‌ای یکی از نیرومندترین کاربردهای فاوا در کلاس درس است. این شیوه کار کردن به کاربرها اجازه می‌دهد تا در افزودن عامل‌ها یا تغییر روابط، درحالی‌که در یک سطح کاملاً انتزاعی کار می‌کنند خلاقیت داشته باشند.

- **ارتباط متقابل**

فراهم ساختن ارتباط متقابل یکی دیگر از مزیت‌های فاوا می‌باشد. نمونه‌ای از این ارتباط را می‌توان در سیستم‌های یادگیری همگام (ILS) که در آن دانش‌آموز مسئله‌ای را حل می‌کند و فوراً در مورد صحت پاسخ خود بازخورد دریافت می‌کند ملاحظه نمود. مشخص است که این ارتباط متقابل، دانش‌آموزان را برمی‌انگیزد و باعث رشد یادگیری می‌شود.

درنهایت ارتباط متقابل می‌تواند تعامل با دانش‌آموزان راز طریق فاوا به‌صورت email-caht یا web-cam را شامل شود.

- گسترش دامنهٔ مدرسه به خانهٔ دانش‌آموز

کاربرد دیگر فاوا بسط دامنهٔ یادگیری از مدرسه به خانه است؛ بدین صورت که تمرینات و برنامهٔ درسی دانش‌آموزان در یک وب‌سایت ذخیره می‌شود و دانش‌آموز در خانه می‌تواند آن را دریافت کند. این برنامه به دانش‌آموزان امکان می‌دهد تا تکالیف و تمرینات را انجام داده و در مورد

ردیف	عنوان نرم‌افزار	نام ناشر	موضوع	خلاصهٔ اطلاعات و مطالب نرم‌افزار و توانایی آن	مرتبط با کدام درس
۱	فرهنگ کانی‌ها	سازمان زمین‌شناسی ۴۰۷	کانی‌شناسی	نرم‌افزارهای حاوی اطلاعات و عکس‌های جالب در مورد انواع کانی‌ها	زمین‌شناسی سوم تجربی
۲	Jourry through Geology 1,2	Mcgraw Hill ۴۰۸-۴۰۹	شناخت اجرام منظومهٔ شمسی	نرم‌افزار به زبان انگلیسی حاوی فیلم و پویانمایی و مطالب عملی در مورد تکتونیک	علوم زمین پیش‌دانشگاهی
۳	اطلس ۳بعدی منظومهٔ شمسی	۷۱	شناخت اجرام منظومهٔ شمسی	اطلاعات جامع همراه با پویانمایی تعاملی دربارهٔ خورشید- سیارات و منظومهٔ شمسی	علوم زمین پیش‌دانشگاهی
۴	Our Earth	۶۱	زمین‌شناسی عمومی	نرم‌افزارهای انگلیسی حاوی ده‌ها عکس و پویانمایی و متون علمی در مورد زمین و هواکره	زمین‌شناسی سوم تجربی علوم زمین پیش‌دانشگاهی
۵	منتخب پدیده‌های زمین‌شناسی ایران	سازمان زمین‌شناسی کشور ۲۰۶۲	زمین‌شناسی ایران- ژئوتوریسم	فیلم فارسی در مورد پدیده‌های زیبا و جالب زمین‌شناسی ایران همراه جلوه‌های هنری	زمین‌شناسی سوم تجربی
۶	Red shift 3	Dk Multi media ۷۲	اخترشناسی	نرم‌افزار تعاملی در مورد فضا- خورشید- سیارات- حاوی عکس پویانمایی	علوم زمین پیش‌دانشگاهی
۷	آتش‌فشان- زلزله	۱۶۱۳	فرایندهای درونی تغییردهندهٔ سطح زمین	ترجمه شده به فارسی در مورد زلزله و آتش‌فشان	علوم زمین پیش‌دانشگاهی

آنها بازخورد فوری دریافت نمایند چرا که برنامه نرم‌افزاری، تمرینات آنها را نمره‌گذاری می‌کند (مویس، ۲۰۰۰).

۱۳. کاربرد فاوا در تدریس

- **یافتن منابع آموزشی در اینترنت**

دانش‌آموزان می‌توانند با جست‌وجو و یافتن مطالب آموزشی در شبکهٔ جهانی از فاوا بهره‌مند شوند. خود معلمان نیز با همین روش به‌صورت فزاینده به استفاده از شبکهٔ جهانی علاقه‌مند می‌گردند. اکنون امکان دریافت منابع آموزشی، از کاربرگ‌ها و مطالب مرجع گرفته تا دروس پیش‌ساخته، از رایانه فراهم است.

- استفاده از رایانه به جای تختهٔ سیاه یا وایت‌بورد در وضعیت تعامل کلاسی

برای ارائهٔ اطلاعات به کلاس، هم از سوی معلم و هم از سوی دانش‌آموزان در پاسخ به تمرینات معلم، می‌توان تصاویر صفحهٔ رایانه را روی پرده‌ای بزرگ در جلوی کلاس نمایش داد. استفاده از این حالت چند مزیت دارد:

- سهولت تغییر و تعویض مطالب روی پرده؛
- افزودن آسان توضیحات به مطالب قبلی؛
- سهولت ارائه مطالب؛
- خوشایند نمودن محیط کلاس؛
- افزایش انگیزهٔ دانش‌آموزان (هیگینس و مویس، ۱۹۹۹).
- سیستم‌های یادگیری همگام (ILS) و برنامه‌های تکرار و تمرین

این سیستم‌ها، از مطالب، دستگاهی برای ثبت پاسخ‌های فرد و واکنش نشان دادن به آنها و یک نظام مدیریتی تشکیل می‌شوند. در اصل این سیستم‌ها برنامهٔ تکرار و تمرین هستند که در آنها دانش‌آموزان روبه‌روی رایانه می‌نشینند و به سؤالات صفحهٔ رایانه پاسخ می‌دهند و از آن بازخورد فوری دریافت می‌کنند. این دستگاه تمام پاسخ‌های دانش‌آموز را ثبت و امکان تهیه گزارشی در مورد پیشرفت دانش‌آموز را فراهم می‌کند. کار اصلی سیستم‌های یادگیری همگام، مدیریت یادگیری دانش‌آموز است. این شیوه می‌تواند از کسالت و خستگی جلوگیری نماید. به‌طور کلی به نظر می‌رسد که کار با رایانه اثر انگیزاننده‌ای بر دانش‌آموز دارد.

- استفاده از شبکهٔ جهانی در طرح‌های دانش‌آموزی

شبکهٔ جهانی یک گنجینهٔ واقعی از اطلاعات است که هر مطالبی را مرتبط با هر موضوعی فراهم می‌کند. ارائهٔ آموزش به دانش‌آموزان، دربارهٔ نحوهٔ استفاده از شبکهٔ جهانی در پژوهش، آنها را ترغیب می‌کند تا برای انجام این کار در خانه نیز با رایانه و اینترنت مشغول شوند. توصیه می‌شود برای دانش‌آموزانی که امکان دسترسی آنها به رایانه و اینترنت وجود ندارد یا کم است شرایط استفاده حداقلی آنها نیز فراهم گردد. برقراری ارتباط با همسالان و کارشناسان یکی دیگر از مزایای اینترنت است.

۱۴. مشکلات و خطرات استفاده از فاوا

۱. مهارت‌های فناوری اطلاعات

و ارتباطات در بسیاری ازمعلم‌ها (به‌ویژه مسن‌ترها) ضعیف است و منجر به ناتوانی در استفادهٔ کارآمد از این فناوری و بیزاری کلی و از دست دادن اعتمادبه‌نفس هنگام رویارویی با آن می‌شود. این مسئله ممکن است به مقاومت و اضطراب نیروهای قدیمی در مورد فاوا منجر شود. بدیهی است که رشد حرفه‌ای مستمر باید مؤلفه‌هایی از آموزش فاوا را برای این معلم‌ها دربرداشته باشد.

۲. تعداد رایانه‌های مدارس به‌طور چشم‌گیری باید افزایش یابد. کارکرد همزمان بیش از دو دانش‌آموز با یک دستگاه به ناکامی و پدیدهٔ یکه‌تازی منجر می‌شود و در صورتی که تعدادی از دانش‌آموزان با رایانه کار کنند و بقیه کار دیگری را انجام دهند به‌نوعی منجر به ایجاد مشکلاتی در مدیریت کلاس درس می‌شود که راهبردهای تدریس برای کل کلاس درصدد جلوگیری از آنها هستند (گرین، ۱۹۸۸).

۳. ادعای سازندگان نرم‌افزارها که سعی می‌کنند به جای تولیدات پژوهشی واقعی فقط تولیدات خود را بفروشند و ممکن است در مورد تولیدات خود و کارای آنها اغراق نمایند؛ باید از این سازندگان برحذر بود.

۱۵. چگونگی و شرایط خرید نرم‌افزار برای درس زمین‌شناسی

- تهیهٔ فهرست ابتدایی از نرم‌افزارهای مورد نیاز. این کار براساس تجزیه و تحلیل اهدافی صورت می‌گیرد که تصور می‌شود نرم‌افزار آن اهداف را برآورده می‌سازد.
- جمع‌آوری اطلاعات دربارهٔ نرم‌افزارهای موجود و کیفیت آنها. بهتر است با متخصصان مراجع آموزشی یا دانشگاهی مشورت شود که سایر مدارس از چه نرم‌افزارهایی استفاده می‌کنند و تا چه حد از آنها راضی هستند.
- مطمئن شوید نرم‌افزارهایی که می‌خرید در دستگاه‌های موجود کار خواهند کرد.
- میزان خدمات پس از فروش توسط تهیه‌کنندگان نرم‌افزارها، روشن و واضح بودن راهنما و نیز کاربر پسند بودن نرم‌افزار را در نظر بگیرید.

فهرستی از نرم‌افزارهایی را که در تدریس درس زمین‌شناسی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد در جدول زیر مشاهده می‌کنید:

۱۶. ضرورت بهره‌گیری از فاوا در تدریس زمین‌شناسی

نقش فناوری‌های اطلاعاتی در ایجاد انگیزه یادگیری درس زمین‌شناسی بسیار اهمیت دارد. در آموزش زمین‌شناسی به شیوهٔ معمول، فرد مجبور است مطالب را به‌طور مداوم بخواند و حفظ نماید. اما به کارگیری فناوری اطلاعات، فرد علاوه بر مهارت‌های پایهٔ خواندن و نوشتن، مهارت استفاده از فناوری‌های اطلاعاتی را نیز دارد. یادگیری مبتنی بر فناوری‌های نوین، با ایجاد تغییرات بنیادین در مفاهیم آموزشی پیشین، توانسته است بسیاری از ناکارآمدی‌های نظام‌های آموزشی را رفع کند و دگرگونی‌های اساسی در آموزش این علم به‌وجود آورد.

علت کاربرد فناوری اطلاعاتی در آموزش زمین‌شناسی، آموزش بهتر و سریع‌تر است. فناوری اطلاعات نوع جدیدی از یادگیری را به‌وجود می‌آورد، به‌طوری که یادگیری می‌تواند به‌صورت حضوری انجام نشود و در محیط‌های غیر از کلاس انجام گیرد، به‌نحوی که می‌توان، اطلاعات را به‌راحتی با دیگران به اشتراک گذاشت.

بنابراین نباید فراموش کنیم که هر کجا می‌خواهیم از فناوری‌های گوناگون در آموزش استفاده کنیم، دانش و هنر آموزش، مقدم بر فناوری است. درحقیقت فناوری آموزش باید در خدمت آموزش باشد نه به عکس، در عین حال یادآوری این نکته ضروری است که بدون فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباط به‌روز، تغییر و تحول اساسی در شیوه‌ها، نگرش‌ها و مهارت‌های آموزشی مناسب با عصر دانایی رخ نخواهد داد.

۱۷. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

نتیجه‌ای که از بررسی کلی ضرورت استفاده از فاوا در آموزش زمین‌شناسی به دست می‌آید این است که آموزشی که در آن از فاوا استفاده می‌شود دارای ویژگی‌های خاصی خواهد بود. برخی از این ویژگی‌ها به شرح زیر می‌باشند:

- آن‌چه ارزش دانستن دارد، آموخته می‌شود و هر اطلاعاتی در ذهن اندوخته نمی‌گردد؛
- معلم زمین‌شناسی، دانش‌آموز را برای دستیابی به اطلاعات، ارزش‌گذاری آنها و سازماندهی کمک می‌کند؛
- دانش‌آموزان، اطلاعات را براساس مقولات و گستره دیدگاه‌ها طبقه‌بندی می‌کنند؛
- متن درس ویرایش‌پذیر می‌شود؛
- دانش‌آموزان انتخاب و گزینش می‌کنند؛
- تولیدات فکری، اسناد زنده و قابل اصلاحی هستند که قابلیت افزایش، کاهش و تغییر دارند؛
- گستره‌ای از شکل‌های چند حسی و خلاق الکترونیک، مانند صفحات وب با ویژگی‌هایی چون حرکت، نمودار، عکس و ارتباط متقابل ایجاد می‌شود؛
- دانش زمین‌شناسی به‌صورت غیر خطی و فرامتن عرضه می‌شود؛
- دانش‌آموزان امکان نشرِ یافته‌های خود را برای گسترهٔ وسیعی از مخاطبان دارند؛

• دانش‌آموزان امکان مبادلهٔ راهنمایی‌هایی، دربارهٔ ویرایش و اصلاح تولیدات خود دارند.

تجربه نشان می‌دهد که فاوا در برانگیختن تعامل و تضعیف انفعال نقش مهمی دارد و معلمان زمین‌شناسی برای دستیابی به این تعامل، باید رویکرد جدیدی را در پیش گیرند.

۱۸. پیشنهادهای کاربردی

۱. تجهیز مدارس به نرم‌افزارهای مناسب، پس از تجهیز آنها به سخت‌افزار.

۲. آموزش دبیران به‌طور مستمر و متناسب با رشد فناوری‌های آموزشی در دو محور قبل و ضمن‌خدمت.

به‌عنوان مثال، معلم درس زمین‌شناسی ضمن فراگیری مهارت‌های روش تدریس و روان‌شناسی پرورشی باید بداند که سایت‌های مرتبط با درس زمین‌شناسی را چگونه بیابد، برنامه‌های پیوستهٔ زمین‌شناسی را که در مدارس دیگر نقاط جهان ارائه می‌شود ببیند، نحوهٔ ارتباط از طریق رایانه (چَت) را با دیگر همکاران خود بداند و به تبادل تجارب خود با دیگران بپردازد. علاوه بر این باید نحوهٔ ارجاع دانش‌آموزان به کتابخانه‌ها و دایره‌المعارف‌های مجازی را بیاموزد و بتواند مطالب درسی خود را چه به‌صورت پیوسته و چه غیرپیوسته به دانش‌آموزان ارائه کند.

۳. تعیین مسئول فنی کارگاه رایانه. مهم‌ترین نکته‌ای که در امر ترویج رایانه‌ها، مدارس از آن غافل مانده‌اند، تأمین نیروی آموزش‌دیده به‌عنوان مسئول فنی کارگاه رایانه است. بدین‌منظور توصیه می‌شود که برای کارگاه‌های رایانه‌ای، مسئولان مشخصی در نظر گرفته شوند و آموزش‌های لازم به آنان داده شود.

۴. تلفیق رایانه با برنامهٔ درسی. تلفیق رایانه در برنامهٔ درسی به سه شکل می‌تواند صورت بگیرد:

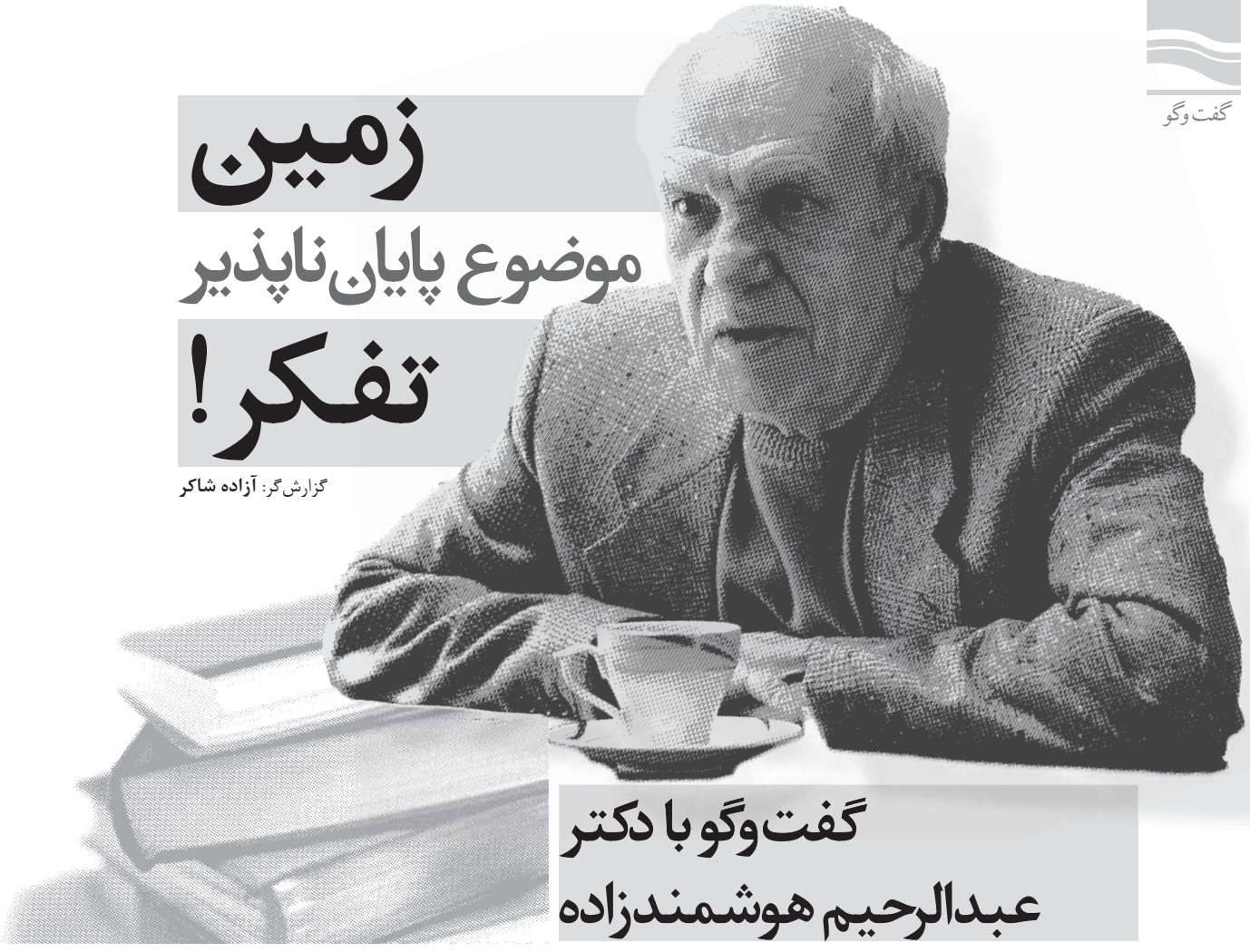
• یادگیری دربارهٔ فاوا، که به‌عنوان یک موضوع، و در درس‌هایی مانند سواد رایانه‌ای یا سواد فاوا، علوم رایانه و سواد اطلاعاتی در برنامهٔ درسی مدارس مطرح شود؛

• یادگیری با کمک فاوا، که به بهره‌گیری از فاوا به‌صورت چندرسانه‌ای‌ها، اینترنت یا وب اشاره دارد. در این حالت، از فاوا به‌عنوان ابزاری برای ارتقای آموزش یا جایگزینی برای دیگر رسانه‌ها استفاده می‌شود، بدون این‌که در ایده‌های مربوط به رویکردها و الگوهای یاددهی- یادگیری تغییری ایجاد شود؛

• یادگیری از طریق فاوا، که به تلفیق فاوا به‌عنوان یک ابزار ضروری در برنامهٔ درسی می‌پردازد، به گونه‌ای که تدریس و یادگیری آن موضوع درسی بدون فاوا امکان‌پذیر نیست.

متخصصان دریافته‌اند که رویکرد تلفیق مهارت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات در برنامهٔ درسی بسیار مؤثرتر از آموزش مهارت‌ها به شکل مجزا و به‌صورت موضوعات جداگانه است. آن‌ها دریافته‌اند که مهارت‌های اطلاع‌رسانی را هنگامی می‌توان به طور مؤثر در برنامهٔ درسی تلفیق کرد که مستقیماً به محتوای برنامه و تکالیف درسی مرتبط باشند، و به روشی منطقی با الگوی اطلاع‌رسانی نظام‌مند، درهم تنیده شوند.

زمین موضوع پایان‌ناپذیر تفکر!



گزارش‌گر: **آزاده شاکر**

گفت‌وگو با دکتر عبدالرحیم هوشمندزاده

صاحب‌نظر در حوزهٔ زمین‌شناسی ایران

اشاره

استاد هفتاد و سه سال دارد و از بیست سالگی به بعد دربارهٔ زمین‌شناسی، معدن و به‌طور تخصصی‌تر سنگ‌شناسی مطالعه و پژوهش کرده است. خودش می‌گوید: «مسائل زمین‌شناسی این ویژگی را دارد که تا روز آخر زندگی دست از سرت برنمی‌دارد؛ با تو می‌ماند و ذهنت را درگیر می‌کند.»

پای حرف‌های دکتر **عبدالرحیم هوشمندزاده** که یکی از ستون‌های زمین‌شناسی ایران است نشستیم و خاطرات او و توصیه‌هایش به معلمان زمین‌شناسی را شنیدیم. با سپاس از استاد؛ این گپ و گفت را در ادامه می‌خوانید.

● استاد، نام «عبدالرحیم هوشمندزاده» برای زمین‌شناسان ایران نامی آشنا است؛ هم کسانی که بی‌واسطه در کلاس درس شاگردِ شما بوده‌اند و هم آنهایی که از طریق مقالات و کتاب‌هایتان درسی گرفته‌اند، برای شاگردانتان از خودتان بگویید.

● در بهمن‌ماه ۱۳۱۶ در دزفول به‌دنیا آمدم و با مدرک دیپلم ریاضی‌ام از دبیرستان هدف تهران فارغ‌التحصیل شدم. در دانشکدهٔ فنی دانشگاه تهران درس خواندم و مدرک مهندس فوق‌لیسانس زمین‌شناسی معدن را به‌دست آوردم. بعدها به خارج از کشور رفتم، تحصیلاتم را ادامه دادم و در سال ۱۳۴۴ دیپلم تخصصی سنگ‌شناسی و تکتونیک را از اتریش و در سال ۱۳۴۸ دکترای مهندسی در پترولوژی متامورفیک را از فرانسه کسب کردم.

● چه سوابق پژوهشی و آموزشی در حوزهٔ زمین‌شناسی داشته‌اید؟

● از سال ۱۳۴۱-۱۳۴۰ به عنوان ژئوفیزیست در شرکت بین‌المللی خدمات زمین‌شناسی مشغول شدم. در مجموع حدود ۳۴ سال به‌عنوان محقق در سازمان

استاد، نام «عبدالرحیم هوشمندزاده» برای زمین‌شناسان ایران نامی آشنا است؛ همان کسانی که بی‌واسطه در کلاس درس شاگردِ شما بوده‌اند و یا از طریق مقالات و کتاب‌هایتان درسی گرفته‌اند

زمین‌شناسی کشور کار کرده‌ام. مطالعاتم در زمینهٔ سنگ‌شناسی، تکتونیک، زمین‌شناسی معدن، اکتشافات معدن و زمین‌شناسی نفت در نواحی خراسان، زنجان، گلپایگان، کردستان، کرمانشاهان، یزد، فارس، اصفهان، سیستان و بلوچستان، هرمزگان و کرمان بوده است.

سال‌های ۵۱-۵۰ در دانشگاه تبریز سنگ‌شناسی درس داده‌ام. در سال‌های ۶۴-۶۳ و ۶۸ ادارهٔ کلاس سنگ‌شناسی، متالوژی ایران و پترولوژی دگرگونی (پتروفابریک) دانشگاه تربیت‌معلم تهران و دانشگاه تهران را برعهده داشته‌ام. در دانشگاه‌های شهید چمران اهواز و شهید باهنر کرمان نیز تدریس کرده‌ام. از سال ۱۳۶۸ تا زمان بازنشستگی نیز عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی بوده‌ام.

سال‌های سال در دانشگاه شهید بهشتی درسی داشتم که خودم خیلی آن را دوست داشتم. این درس «**ماگماتیسم و متامورفیسم ایران**» نام داشت. نتایج تحقیقات و مطالعات جدید خود را هر ساله در قالب این درس تدریس می‌کردم. دانش‌جویان مستعد را شناسایی می‌کردم و کار مطالعات را با همکاری آنان ادامه می‌دادم. الان هم سال‌هاست که دانش‌جویان مراجعه می‌کنند و موضوعات تحقیقی‌شان را ارائه کرده و پیشنهاد می‌دهند که مشاوره یا راهنمایی آنان را به‌عهده بگیرم.

● **دلیل علاقه‌مندی‌تان به رشتهٔ زمین‌شناسی و نحوهٔ ورودتان به دنیای این علم چگونه بود؟**

● تصادفی! من در دبیرستان در رشتهٔ ریاضی درس می‌خواندم و در دانشگاه هم، در دانشکدهٔ فنی دانشگاه تهران، مهندسی معدن خواندم. در همان سال در رشتهٔ فیزیک (دانشکدهٔ علوم) هم قبول شدم. نفر سوم کنکور بودم. اما درنهایت تصمیم گرفتم مهندسی معدن را انتخاب کنم.

وقتی در سال دوم دانشگاه بودم شرکت نفت به‌منظور تربیت «اکتشاف گران‌نفت» به دانشکدهٔ فنی بورسی اعطا کرد و ما، عده‌ای از دانش‌جویان، با استفاده از این بورس به شرکت نفت رفتیم. این بود که با عنوان مهندس اکتشافات زمین‌شناسی از دانشکدهٔ فنی دانشگاه تهران فارغ‌التحصیل شدم.

بعد از آن کارم را در حوزهٔ «ژئوفیزیک نفت» آغاز کردم. آن‌سال‌ها سازمان زمین‌شناسی قرار بود تازه تأسیس شود و کنکوری برای جذب نیرو برای این سازمان برگزار می‌کردند. در این کنکور شرکت کردم و شاگرد اول این کنکور شدم و به سازمان زمین‌شناسی آمدم. این در حالی بود که شناخت زیادی نسبت به زمین‌شناسی نداشتم و به همین صورت کارم را شروع کردم.

نخستین پروژهٔ زمین‌شناسی‌ام در سازمان، مطالعهٔ منطقهٔ طبس بود. آن‌روزها آقای **اشتوکلین** با سازمان زمین‌شناسی کشور همکاری می‌کرد و اجرای چنین پروژه‌هایی را برعهده داشت.

واقعیتش این است که وقتی این کار را شروع کردم فهمیدم که اصلاً علاقه‌ای به آن ندارم. چون اصلاً منطق ریاضی در این کار نبود. فقط قدم می‌زدند و می‌گفتند اینجا شیل است و آنجا ماسه‌سنگ، این کار مرا جذب نمی‌کرد. من هم یک چمدان بزرگ رمان از فرانتس کافکا، ژان پل سارتر و نویسنده‌های دیگر با خودم برده بودم و در مدت سه ماهه‌ای که در طبس کار می‌کردیم، خودم را با این کتاب‌ها مشغول می‌کردم. آقای افتخارنژاد هم در این سفر همراه ما بود، اصلاً من خودم او را با گروه همراه کرده بودم اما او بیشتر از من علاقه نشان می‌داد و کاملاً جذب کار شده بود.

شرایط به گونه‌ای بود که پس از بازگشت به تهران تقریباً نزدیک بود که مرا از سازمان زمین‌شناسی اخراج کنند، چون متوجه شده بودند که من علاقه‌ای به این رشته ندارم. آقای اشتوکلین در این‌باره حرف زد و از من پرسید که چند سال دارم. و وقتی شنید ۲۵ ساله‌ام، توصیه کرد که رشته‌های دیگری مانند جغرافیا را امتحان کنم.

اما تصمیم گرفتم شاخهٔ دیگری از زمین‌شناسی را تجربه کنم. این بود که به بخش سنگ‌شناسی رفتم. آن‌وقت‌ها پروفسوری ژاپنی به نام **شوبیجی ایوائو** در این قسمت مشغول به کار و مطالعه بود. بعدها فهمیدم که او آدم خیلی بزرگی است. خوشبختانه او مثل یک پدر و یک معلم اندک‌اندک به من چند درس یاد داد.

سنگ‌شناسی خیلی منطقی‌تر از زمین‌شناسی آن روز بود که آقای اشتوکلین به من یاد می‌داد. آن بخش از زمین‌شناسی بیشتر حالت مشاهده‌ای داشت و با استفاده از رنگ، درشتی و ریزی دانه‌ها و بدون توجه به منطق این کار صورت می‌گرفت.

این بود که وارد رشتهٔ سنگ‌شناسی شدم، به آن علاقه پیدا کردم و تا دکترا دامه‌اش دادم و به این نتیجه رسیدم که رشتهٔ خیلی جالبی را انتخاب کرده‌ام. رشته‌ای که جای فکر دارد. قوانین منطقی را خیلی راحت می‌شود در مباحث ترمودینامیکی یافت.

من دکترای سنگ‌شناسی را با درجهٔ عالی از دانشگاه گرونوبل فرانسه اخذ کردم. بعد از آن به شکلی از زمین‌شناسی پرداختم که با زمین‌شناسی کلاسیک تفاوت داشت. در این زمین‌شناسی مباحثی مانند چگونگی تحول زمین، ارتباط میان سنگ‌های مختلف و... مورد بررسی قرار می‌گرفت. البته این کار دشواری‌های خاص خودش را داشت و موانع زیادی بر سر راه مطالعاتی از این دست وجود داشت، چون همیشه بخشی از جامعهٔ علمی سنتی در برابر روش‌ها و مباحث

علمـــی جدید مقاومت می‌کنند. در تمام دنیا هم چنین اتفاقی در طول تاریخ افتاده اســت. تغییر دادن همیشه مشکل بوده است. این داستان در سازمان زمین‌شناسی کشور هم بوده و هنوز هم هست.

● در حال حاضر نگاه‌تان به رشتهٔ زمین‌شناسی و شاخهٔ سنگ‌شناسی چگونه است؟

● آن زمین‌شناســی کــه بــه آن بی‌علاقــه بــودم و نمی‌فهمیدمش، زمین‌شناســی پیش از سال‌های ۱۹۸۰ میــلادی اســت. بعــد از ۱۹۸۰ زمین‌شناســی و تمام رشــته‌های دیگر با منطق ریاضی همراه شــد و در آن از علومی مانند شیمی و فیزیک استفاده می‌شد. آن وقت بود که دیگر کمتر می‌شــد در این رشته گفت: «من این‌طور فکر می‌کنم!» چون ممکن است مشاهدات انسان نادرست باشد. حتماً می‌دانید که مغز انسان می‌تواند دربارهٔ چیزی فکر کند و درست همان چیز را روی طبیعت تصویر کند و همان را ببیند. در چنین حالتی انسان بدون این‌که بخواهد دروغ بگوید، دروغ خواهد گفت.

خیلی‌وقت‌ها اتفاق افتاده اســت که خودم با توجه به دانسته‌هایم چیزی را روی زمین مشاهده کرده‌ام، اما یکی دو ســال بعد به همان‌جا رفتــه‌ام و دیده‌ام که نه! سنگ‌ها و طبقات زمین سرجایشان هستند ولی این من بوده‌ام که مشاهدهٔ دیگری می‌کردم.

هرچه مشاهدات بیشتر بر دلایل سطحی تکیه کند، امکان اشتباه بیشتر می‌شود. اما اگر مشاهدات با استفاده از منطــق ریاضی صورت پذیــرد، از مطالعات ایزوتوپی استفاده کند، نگاهی به استرس و استرین داشته باشد، آن وقت دیگر نمی‌شود اشتباه کرد، چون به عنوان مثال ایزوتوپ‌ها این حرف را می‌زنند.

● الان از این‌که زمین‌شناســی را ادامه دادید و به سراغ رشتهٔ دیگری نرفتید، چه احساسی دارید؟

● الان فکر می‌کنم خیلی خوب شــد که من وارد رشتهٔ زمین‌شناسی شــدم. من اصولاً عاشق فیزیک بودم و فکر می‌کنم اگر یکی از رشــته‌های مهندسی مثل ساختمان یا مکانیک را ادامه می‌دادم، این‌قدر وســیع به جهان نگاه نمی‌کردم. البته الان نگاهم به جهان نیست اما لااقل به زمین فکر می‌کنیم و زمین موضوع پایان‌ناپذیر برای تفکر است.

یکی از خوبی‌های این رشته و رشته‌هایی مانند آن این اســت که انسان همیشه موضوعی برای فکر کردن دارد. مســائل زمین‌شناسی این ویژگی را دارد که تا روز آخر زندگی دست از سر انسان برنمی‌دارد، با تو می‌ماند و ذهنت را درگیر می‌کند.

● چقدر با وضعیت آموزش زمین‌شناسی در کشور در سطح دبیرستان و دانشگاه آشنایی دارید؟

● من نوه‌ای دارم که در ایتالیا درس خوانده است. او یک سالی در ایران به مدرسهٔ تطبیقی می‌رفت. سال چهارم ابتدایی که بود یک روز به من گفت، تو باید به مدرســهٔ من بیایی و از زمین‌شناسی حرف بزنی.

من با خودم فکر کردم که برای بچه‌های چهارم ابتدایی چه حرف‌هایی می‌توانم بزنم و بالاخره رفتم. معلم‌های بچه‌ها هم به این جلســه آمده بودند. شــروع کردم به حرف زدن دربارهٔ این‌که زمین چگونه تشکیل شده است. تئوری‌هایی را که هست به زبان خیلی ساده برای آن‌ها گفتم. دربارهٔ پوستهٔ زمین و انواع مختلف ســنگ‌ها مانند سنگ‌های رسوبی، متامورفیک و ماگمایی برای‌شان حرف زدم.

حرف‌های من ۱/۵ تا ۲ ســاعت طول کشید. بدون این‌که این بچه‌ها خسته بشوند و یا خوابشان بگیرد.

بعد از پایان حرف‌هایم دیدم چند نفر از این بچه‌ها، (نه همهٔ آن‌ها) به این موضوع علاقه‌مند شده‌اند. سنگ جمع می‌کنند و مشاهده می‌کنند.

زمین‌شناسی که در دبیرســتان گفته می‌شود، در حد انجام وظیفه است. موضوعی مطرح می‌شود و اسم فسیل‌ها گفته می‌شود و از این حرف‌ها. من فکر می‌کنم دبیران ما اشــراف چندانی به ایــن کار ندارند. چون اگر کســی در کاری مسلط باشــد، آن را خیلی ساده بیان می‌کند. اگر خودت از موضوعی اطلاع چندانی نداشــته باشی، آن را می‌پیچانی. این است که با این شیوهٔ تدریس در دبیرستان‌های ما، افراد کمی به رشتهٔ زمین‌شناسی علاقه‌مند می‌شــوند. متأسفانه رشــتهٔ زمین‌شناسی در جامعهٔ ما اســم و رسمی هم ندارد که با آن (مثل رشتهٔ پزشکی) بچه‌ها را جذب کند.

اگر تعلیمات و روش تدریس تغییر کند، همان‌طور که می‌شــود به یک بچه چهــارم ابتدایــی فهماند که چند نوع ســنگ وجود دارد، به طریق اولی می‌شــود به بچه‌های دبیرستانی هم چنین مفاهیمی را آموزش داد. آن‌ها را وادار کرد فکر کنند و برخی از آن‌ها را به رشتهٔ زمین‌شناسی علاقه‌مند کرد. به این شکل کسانی به این رشته وارد می‌شوند که به آن علاقه دارند، نه این‌که برگهٔ انتخاب رشته را پر کنند و به شکل تصادفی در این رشته پذیرفته شوند.

در دانشــگاه هم وضع وخیم است. اخیراً چیزهای عجیــب و غریبــی می‌بینم. ســیل عظیمی اســتاد در دانشگاه‌ها پیدا شده است و عظیم‌تر از آن این است که این اساتید کتاب چاپ می‌کنند. من جزء گروه داورانی هســتم که کتاب فصل و ســال را انتخــاب می‌کنند و می‌بینم انبوهی از مطالب سرهم‌بندی‌شده به نام کتاب به چاپ می‌رســد. متأسفانه این کتاب‌ها توسط کسانی نوشــته می‌شــود که در دانشــگاه تدریــس می‌کنند و دانشجویانشان را ملزم به خرید این کتاب‌ها می‌کنند و

در سال ۱۳۴۴ دیپلم تخصصی سنگ‌شناسی و تکتونیک را از اتریش و در سال ۱۳۴۸ دکترای مهندسی در پترولوژی متامورفیک را از فرانسه کسب کردم

فاجعه‌ای به‌بار می‌آید که آن سرش ناپیداست. من هم نمی‌دانم چه کسی باید این شرایط را تغییر دهد.

● به نکتهٔ جالبی اشاره کردید. اساتیدی هم‌چون شما با کوله‌باری از سال‌ها تحقیق و پژوهش، در عرصهٔ تألیف کتاب کمتر وارد می‌شوند. چرا شما در این سال‌های اخیر کتابی تألیف نکرده‌اید؟

● حق با شماست. شاید بهتر باشد حرکتی هرچند کوچک در این زمینه انجام شود. این گفت‌وگو را به فال نیک می‌گیرم و کار تألیف را شروع می‌کنم. البته من در تدارک بازنویسی زمین‌شناسی ایران هستم. آن هم با افکاری که کاملاً با آن‌چه امروزه موجود است تفاوت دارد. نه این‌که این افکار از تمایلات شخصی‌ام هم سرچشمه بگیرد. این افکار نتیجهٔ مدارکی است که به دست آمده است.

هم من و هم دانشجویان فوق‌لیسانس و دکترای زیادی بر روی زمین‌شناسی ایران کار کرده‌اند اما این کارها پراکنده و بدون ارتباط با هم است.

دانشجویان دکترا به کمک اینترنت به راحتی با اساتید خارج از کشور ارتباط برقرار می‌کنند و آن‌ها هم نگاه ویژه‌ای به ایران دارند و پس از رد و بدل کردن نامه، این دانشجویان به دانشگاه‌های خارجی می‌روند و بخشی از تحقیقاتشان را در آن‌جا انجام می‌دهند و پس از بازگشت به کشور مدارک علمی را به داشته‌های علمی ایران می‌افزایند.

من بسیار تشنهٔ این تحقیقات هستم و تا حد امکان نتایج چنین تحقیقاتی را جمع می‌کنم. اما متأسفانه من هم مانند بسیاری افراد دیگر، طمع علمی دارم و مدام به دنبال کامل‌تر کردن نتایج موجود هستم، اما می‌ترسم روزی برسد که دیر شده باشد.

● علم بی‌پایان است و بد نیست آیندگان بتوانند از نتایج مطالعات افرادی چون شما استفاده کنند.

● بله، درست است. البته همهٔ موضوع هم به این برنمی‌گردد که بخواهم کاری کامل ارائه دهم. ابهامات زیادی در زمین‌شناسی ایران وجود دارد. علتش هم این است که پایه‌گذار زمین‌شناسی ما، مرحوم اشتوکلین و روتنر به سطح نگاه کرده‌اند و بعدها پیروان آن‌ها این شیوهٔ کار را به مطالعات این رشته در ایران تسری داده‌اند و بعدها سازمان زمین‌شناسی که انجام مطالعات زمین‌شناسی و انتشار نتایج این مطالعات را برعهده دارد، بیشتر به تهیه و چاپ نقشه‌های زمین‌شناسی پرداخت. آن هم تولید نقشه برای نقشه! و از این غافل شد که علی‌رغم تولید نقشه با مقیاس‌های مختلف، محتوای علمی و مطلب مورد نظر، همان مطلب قبلی است.

این معضلی است که از سال‌ها پیش بوده است. در سال ۱۳۶۹ من به کمک وزارت معادن و دانشگاه تهران سمپوزیومی به نام دیاپیریسم به راه انداختم. این سمینار، از سمینارهای امور بین‌المللی واقعی بود چون حداقل ۷۰-۶۰ مقالهٔ علمی محکم از محققینی هم‌چون رمبل، تالبوت و... در آن ارائه شد. افراد زیادی هم در این سمینار شرکت کردند. به تازگی تصمیم گرفتم مطلبی را درخصوص دیاپیریزم گنبدهای نمکی خلیج‌فارس (مانند جزیرهٔ کیش، لاوان، هرمز و...) تألیف کنم. در آن زمان من هم در این‌باره کاری پژوهشی را انجام داده بودم که در نوع خودش کار خوبی بود. اما مدت‌ها کار بر روی این موضوع را کنار گذاشته بودم و دوباره به تازگی، به دلایلی، به سراغ آن رفتم. آن وقت بود که فهمیدم مطالب جدیدتری در این‌باره می‌شود پیدا کرد. ما آن‌وقت‌ها سن این گنبدهای نمکی را پرکامبرین یا (کامبرین پایینی) تعیین کرده بودیم اما الان شواهدی پیدا شده است که نشان می‌دهد ممکن است سن این گنبدهای نمکی کمتر باشد. این است که من گاهی مکث می‌کنم. چون اگر دست به قلم ببرم نمی‌توانم به سرعت مطلبی را که نوشته‌ام نقض کنم.

اتفاقاً این روزها در فکر نوشتن مطالبی دربارهٔ گنبدهای نمکی هستم و به زودی بازدیدی از مناطق جنوبی ایران تدارک خواهم دید. علاوه بر این دوست دارم دربارهٔ چگونگی تشکیل پی‌سنگ ایران نیز بنویسم. حرف‌های زیادی دربارهٔ چگونگی تشکیل این پی‌سنگ مطرح می‌شود، اما واقعاً در ایران چه اتفاقی افتاده است؟

● بسیاری از دانش‌آموزان دبیرستان‌های ما از

نحوهٔ تدریس و میزان اطلاعات ارائه شده در درس زمین‌شناسی به‌خصوص در فصل‌های سنگ‌شناسی گلایه دارند و حفظ کردن نام سنگ‌های مختلف، آن‌ها را نسبت به درس بی‌علاقه می‌کند. به نظر شما معلمان زمین‌شناسی با چه راه‌کاری می‌توانند این بخش را تدریس کنند؟

● ما فرهنگ لغت و دیکشنری فارسی به انگلیسی داریم. هیچ‌کس نمی‌تواند ادعا کند کـه تمام این فرهنگ را از حفظ می‌داند و دلیلی هم برای حفظ کردن چنین مطلبی وجود ندارد. ما به ضرورت به فرهنگ‌ها مراجعه می‌کنیم.

در مباحث سنگ‌شناسی هم به نظر من تعریف مرحوم ترنر باید مورد توجه قرار گیرد. او می‌گوید: «سـنگ‌های ماگمایی یا آتش‌فشـانی دو نوع بیشتر نیستند! یا بازالت هستند، یا ریولیت. این را همه خیلی خوب می‌فهمند.

سـنگی با رنگ تیره یا کاملاً سـفید. سـنگی که کانی‌های مافیک زیادی دارد و سنگی که کمتر از چنین کانی‌هایی در آن یافت می‌شـود. یکـی از آن‌ها بازالت است و دیگری ریولیت. دلیلی وجود ندارد که دانش‌آموز دبیرسـتانی اسامی سـنگ‌های متعددی را که در این بین وجود دارد بداند. من که از سال ۱۳۵۰ در دانشگاه تدریس می‌کنم خیلی از این اسامی را نمی‌دانم و وقتی به آن‌ها برمی‌خورم به Glossary of geology مراجعه می‌کنم و نگاه می‌کنم که این نام به چه معنایی است و به چه سـنگی اطلاق می‌شود. به نظر من زمین‌شناسی را باید با سـادگی هرچه بیشـتر تدریس کرد. من اگر کتاب‌های درسی زمین‌شناسی دبیرستان را می‌نوشتم بیشتر به این سمت می‌رفتم.

در تدریس زمین‌شناسـی اول باید کلیات را گفت و جاذبـه ایجاد کـرد و بعد علاقه‌منـدان را به مطالب جزئی‌تر و دقیق‌تر جذب کرد. اما متأسفانه در کتاب‌های دبیرستانی ما مطالب خیلی تخصصی آمده است که آن را حتی برای من که سال‌هاست در این زمینه مطالعه و تحقیق کرده‌ام خسته‌کننده می‌کند.

حتی در فصل‌های مربوط به فسیل‌شناسـی، باید دسـته‌جات خیلی کلی فسـیل‌ها در کتاب‌های درسی دبیرستان ذکر شـود، در حدی که دانش‌آموز بتواند به یاد بسپارد و سـرفصل‌ها را بیاموزد. جزئیات فصل‌ها را هرکس می‌تواند با مراجعه به کتاب‌های تخصصی بخواند.

● در سـال‌های اخیـر رشـتهٔ زمین‌شناسـی در دبیرسـتان‌ها به حاشیه رانده شـده و ضریب این درس در امتحانـات کنکـور کاهش یافته اسـت. وضعیت درس زمین‌شناسـی در سـایر کشـورها چگونه اسـت؟ آیا در ایران، اسـتادان دانشـگاه، هم‌چون جنابعالی، می‌توانند برای افزایش توجه به این رشته فعالیتی انجام دهند؟

● در کشـورهای اروپایـی و آمریکایـی دیگـر ایـن زمین‌شناسـی کـه مـا در دبیرسـتان‌هایمان تدریس می‌کنیم، به بچه‌ها آموزش داده نمی‌شـود. یادم می‌آید سال‌ها پیش آقای اشتوکلین می‌گفت که در اروپا دیگر کسـی به حرف ما توجه ندارد و از این موضوع گله‌مند بود. این یعنی، ۲۰ سال پیش آن چیزی که ما به عنوان زمین‌شناسی می‌شناسـیم و تدریس می‌کنیم منسوخ شـده بود. الان کمتر جایی در دنیاسـت که نقشه‌های تفصیلی زمین‌شناسـی در آن تهیه شـده باشد. حتی در آفریقا و یا کشـوری مانند افغانسـتان وضع بهتر از این‌جاست ولی ما در ایران ۳۰-۲۰ سالی است که ترمز کرده‌ایم و بهتر است اگر این زمین‌شناسی را که در نظر داریم به حاشیه هم رانده شود.

● پیشنهاد شما برای حل این مشکل چیست؟

● زمین‌شناسی در ایران از بقیهٔ دنیا خیلی عقب‌تر است. برای این‌که ما هنوز به شـیوهٔ سنتی ۳۰-۲۰ سال قبل فکر می‌کنیم. بزرگ‌ترین کار سـازمان زمین‌شناسی ما تهیهٔ نقشـه است. نقشه برای نقشه! در حالی‌که ما باید مسـائل موجود را شناسایی و حل کنیم و پس از آن به فکر انتقال آن‌ها بر روی نقشه باشیم. اما متأسفانه کسی به این حرف‌ها گوش نمی‌دهد.

زمین‌شناسی باید به صورت منطقی‌تر و به عنوان علم زمین‌شناسی تدریس شود. در دبیرستان‌های ما هم این درس باید به زبان ساده‌تر گفته شـود و در سطوح بالاتر مباحث پیچیده‌تر به میان آید. ما باید تلاش کنیم هرچه سـریع‌تر فاصله و خلاءای را که با زمین‌شناسی دنیا داریم پر کنیم.

الان در اروپا جایی برای زمین‌شناسی سنتی ۴۰-۳۰ سال پیش نیست. در کشورهای پیشرفته بیشتر به شاخه‌هایی از زمین‌شناسی هم‌چون زمین‌شناسی زیست‌محیطی توجه می‌شود و یا روی زمین‌شناسی ایزوتوپی تمرکز می‌کنند. در این شیوه از مطالعه، وقتی شما ادعا می‌کنید سنگی به محیط خاصی تعلـق دارد، باید بتوانید آن را ثابت کنید و نمی‌توانید بگویید: من این‌طور فکر می‌کنم! من فکر می‌کنم در سطح آموزش و پرورش بتوان کارهایی انجام داد. چون خوشبختانه معلمان ما مدعی نیستند.

مدتی پیش در مجلهٔ شـما مقاله‌ای دربارهٔ زمین و مرکـز آن از یکی از معلمان خوانـدم. مقاله گردآوری و ترجمه شـده بود، اما من لذت بسـیاری از خواندن آن بردم. مقالهٔ مسـتند و جامعی بود. تشویق حرکت‌هایی مانند این در سطح آموزش و پرورش کمک می‌کند، ابتدا آموزش و پرورش ما متحول شود و بعد از آن خودبه‌خود دانشگاه‌های ما نیز متحول خواهد شد.

● وقتی در دبیرستان درس می‌خواندید، با مباحثی

آن‌وقت‌ها پروفسوری ژاپنی به نام شوییجی ایوائو در این قسمت مشغول به کار و مطالعه بود. من بعدها فهمیدم که او آدم خیلی بزرگی است. خوشبختانه او مثل یک پدر و یک معلم اندک‌اندک به من چند درس یاد داد

بعد از ۱۹۸۰ زمین‌شناسی و تمام رشته‌های دیگر با منطق ریاضی همراه شد و در آن از علومی مانند شیمی و فیزیک استفاده می‌شد

از زمین‌شناسی آشنا بودید؟ و آیا هیچ‌وقت فکرش را می‌کردید که روزی زمین‌شناس شوید؟

● آن‌وقت‌ها در درس طبیعی کلیاتی دربارهٔ زمین‌شناسی داشتیم؛ اما چون در رشتهٔ ریاضی درس می‌خواندم درس مجزایی با عنوان زمین‌شناسی نداشتم و اصلاً هم فکر نمی‌کردم روزی زمین‌شناس شوم.

● دانش‌آموزان رشتهٔ ریاضی فیزیک در دبیرستان زمین‌شناسی نمی‌خوانند اما در دانشگاه به تحصیل در رشته‌هایی مانند معدن، عمران، و... می‌پردازند که زمین‌شناسی از دروس پایهٔ آن محسوب می‌شود. آیا ضرورتی وجود دارد که دانش‌آموزان رشتهٔ ریاضی-فیزیک نیز مباحث زمین‌شناسی را مطالعه کنند؟

● بله. این مباحث سال‌ها قبل هم مطرح شد. در آن زمان آقای دکتر احمدزاده رئیس سازمان زمین‌شناسی بودند و ضرورت ایجاد دو نوع رشتهٔ زمین‌شناسی در گرایش مهندسی و تحقیقاتی را تشخیص داده بودند. اما متأسفانه هنوز توجهی به این مسئله نمی‌شود و دانش‌آموزان رشتهٔ ریاضی که چیزی از زمین‌شناسی نمی‌دانند وارد رشته‌هایی مانند مهندسی معدن می‌شوند که پیوند محکمی با زمین‌شناسی دارد.

ضرورت کشور ما ایجاب می‌کند که به زمین‌شناسی اهمیت بیشتری داده شود. ما امروزه با مباحثی هم‌چون مخاطرات زمین‌شناسی (زلزله، سیل رانش و...) مواجه هستیم که کار زیادی در آن زمینه انجام نمی‌شود. واقعیت این است که ما نقشهٔ کاملی از پهنه‌های خطرات زمین‌شناسی نداریم.

● در دوران تدریس‌تان، دانشجویی داشتید که به علت علاقه به درس شما، سمت‌وسوی زندگی‌اش تغییر کند و به رشتهٔ زمین‌شناسی علاقه‌مند شود؟

● بله، بسیاری از دانشجویان من به علت علاقه به درس من تصمیم به ادامهٔ تحصیل در این رشته می‌گرفتند. و الان یا دکترای زمین‌شناسی دارند و یا در حال تحصیل‌اند.

خصلت من این است که فرقی بین آدم‌ها قائل نمی‌شوم و فکر نمی‌کنم این آدم این مطلب را می‌فهمد یا نمی‌فهمد. این نکته‌ای بود که پسرم توجهٔ من را به آن جلب کرد. او می‌گفت: تو در کودکی با من مسائل بزرگ‌ترها را می‌گفتی و این تأثیر زیادی بر من داشت. در سر کلاس هم من چیزی را حفظ نمی‌کردم. مطلبی را بیان می‌کردم که می‌دانستم. هیچ‌گاه به تدریس به‌عنوان یک شغل نگاه نکردم. خیلی باز با بچه‌ها برخورد می‌کردم. بچه‌ها من را مانند یکی از خودشان پذیرفته بودند.

ما در این‌جا عادت نداریم کسی را به نام کوچک صدا بزنیم. اما در اروپا استاد را به نام کوچکش صدا می‌زنند و فاصلهٔ استاد و شاگرد حذف شده است. ما هم اگر بتوانیم این فاصله را حذف کنیم، پیشرفت زیادی کرده‌ایم. بچه‌های ما باید حس کنند، معلم هم دوست آنان است و بدون واهمه مسائلشان را با او درمیان بگذارند. اما این‌که این شیوه تا چه حد قابل اجرا است من نمی‌دانم!

حتماً می‌دانید که مغز انسان می‌تواند دربارهٔ چیزی فکر کند و درست همان چیز را روی طبیعت تصویر کند و همان را ببیند. در چنین حالتی انسان بدون این‌که بخواهد دروغ بگوید، دروغ خواهد گفت

● خاطره‌ای از دوران کار زمین‌شناسی‌تان بگویید.

● خاطرات خوب من مربوط به زمانی است که مطلبی را از کسی یاد می‌گرفتم. مثلاً جایی به نام چاپدونی در ایران مرکزی است که من رسالهٔ دکترایم را در آن محل کار کردم. آن‌موقع ما فکر می‌کردیم که سن سنگ‌های آن منطقه پرکامبرین است. اما بعدها فهمیدیم که سنگ‌های جوان‌تری هم در آن منطقه پیدا می‌شود. مطالعات بیشتر نشان داد که در چاپدونی سنگ‌های قدیمی بر روی سنگ‌هایی با سن ائوسن قرار گرفته است.

من نمی‌توانستم فکر کنم چطور چنین اتفاقی افتاده است. آقایی به نام **پروفسور «لامدر»** با دیدن این منطقه وضعیت آن را برای من تشریح کرد. او گفت که به چنین ساختارهایی «متامورفیک کامپلکس» می‌گویند و سنگ‌های جوان‌تر در ابتدا رو بوده‌اند و پس از بالاآمدگی لایه‌های زیرین به پایین لغزیده‌اند. این حرف او نقطهٔ شروعی بود که ناگهان دری را به روی من باز کرد. من از ۱۵-۱۰ سال پیش تا به حال به این مسئله فکر کرده‌ام و متوجه شده‌ام که چقدر زمین‌شناسی ایران از این قضیه تأثیر پذیرفته است؛ این یک خاطره.

یکی دیگر از خاطره‌های من این است که با **پروفسور مارش** از یک مجموعه متامورفیک در سر کوهِ چادرملو دیدن کردیم. آن‌جا سیلیمانیت‌های خیلی بزرگی داشت. «مارش» به من گفت که این‌ها میلونیت است. اما من اصلاً تصور نمی‌کردم که این‌ها میلونیت باشد. خود من خیلی روی میلونیت‌ها کار کرده بودم. واژهٔ میلونیت از میلو به معنای آسیا شدن گرفته شده است. یعنی سنگی که خرد شده باشد. اما مارش برای من توضیح داد که این‌چنین نیست. ما فقط این حرکات را در سطح نداریم، بستگی به عمقی که این حرکات در آن انجام می‌شود نوع میلونیت حاصل متفاوت است. این هم نقطهٔ شروع دیگری بود که باعث شد من جور دیگری به سنگ‌ها نگاه کنم. پیچیدگی سنگ‌های مختلف اعم از متامورفیک، ماگمایی و رسوبی بسیار زیاد است و اگر ما این معیارها را ندانیم، نه‌تنها اشتباه می‌کنیم که به بیراهه می‌رویم. (کما این‌که رفتیم!)

ولی اگر معیارها را بدانیم، مثلاً می‌فهمیم که ما به چاپدونی، به علت متامورفیسم شدیدش ۲۰۰۰ میلیون سال سن داده‌ایم. درحالی‌که ۵۰ میلیون سال سن دارد و سنگ‌های ۵۰۰-۴۰۰ میلیون سال پیش هم بر روی آن قرار گرفته است و این‌که می‌بینی این سنگ نسبتاً سالم است شاید به دلیل میلونیتنده شدن شدید در عمق

زیاد باشـد. همهٔ کانی‌ها نشکسته، بعضی از کانی‌ها که در حرارت‌های بالاتر نرم شده‌اند، ممکن است خرد شده باشند ولی بقیهٔ کانی‌ها جریان پیدا کرده‌اند. این حالت مثل جریان پیدا کردن آبی است که تعدادی تخته‌سنگ در آن وجود دارد، آب جریان پیدا می‌کند و تخته سنگ‌ها به هم برخورد می‌کنند و پیش می‌روند و گاهی خرد می‌شوند.

این تفکر جدیدی اسـت و از ۱۹۹۰ به بعد به این داستان پی‌بردند و با پی بردن به آن واقعاً صفحه‌ای جدید در زمین‌شناسـی باز شد. میلونیتیزه شدن و قضاوت در این‌باره خیلی مهم اسـت. مثلاً زونی به نام زون سنندج سـیرجان وجود دارد که خیلی دربارهٔ آن صحبت شده است و هنوز هم جا دارد درباره‌اش مطالعاتی انجام شود.

فعالیت‌های پژوهشی دکتر عبدالرحیم‌زاده

ـ سرپرست طرح اکتشافی (معدنی) انارک (همکاری بین سازمان زمین‌شناسی کشور و سازمان زمین‌شناسی برون‌مرزی اتحاد جماهیر شوروی سابق) از سال ۱۳۵۷ تا ۱۳۶۵؛

ـ مسـئول طرح زمین‌شناسی و اکتشـافات معدنی در ناحیهٔ ساغند و رباط پشت‌بادام (یزد) از سال ۱۳۶۲ تا ۱۳۶۵؛

ـ عضویت در گروه کار افیولیت‌ها برای مطالعهٔ سنگ‌های بسـتر اقیانوس‌ها در جهان، پروژهٔ سازمان ملل متحد از سال ۱۳۵۵ تا ۱۳۵۹؛

ـ مسـئول تلفیـق نقشـهٔ متامورفیسـم خاورمیانه در چارچوب نقشهٔ متامورفیک جهانی، پروژهٔ سازمان ملل از سال ۱۳۵۵ تا ۱۳۵۹؛

ـ مجری و سرویراستار طرح تدوین کتاب زمین‌شناسی ایران، وزارت معادن و فلزات از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۷۵؛

ـ مجری طـرح تحقیقات تکمیلـی ژئودینامیک ایران، وزارت معادن و فلزات از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۷۵؛

ـ مجری طـرح تحقیقات تکمیلـی ژئودینامیک ایران، وزارت معدن و فلزات از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۷۵؛

ـ سرپرسـت طرح بررسـی‌های متالوژنیک در اسـتان سیستان و بلوچستان در چهارچوب طرح توسعهٔ محور شرق، استانداری سیستان و بلوچستان با همکاری مؤسسهٔ تحقیقات علوم و فنون زمین از سال ۱۳۷۴ تا ۱۳۷۸؛

ـ زمین‌شـناس طرح اکتشـافات طلا در ایران، شرکت نوروزی ـ کارند، از سال ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۱؛

ـ معاونـت تحقیقـات علوم زمین، شـرکت تحقیقات و گسترش صنایع معدنی پارس کانی.

آثار منتشر شده

۱. یادداشتی کوتاه بر گرانیت و سنگ‌های دگرگونی ناحیهٔ همدان (۱۹۶۴)، سازمان زمین‌شناسی کشور (به انگلیسی)

۲. زمین‌شناسی ناحیهٔ کروماو اتریش (همراه الکوفیشی و خفاجـی)، مجلـهٔ Geol Bund 3 (1965) و Verh و Sand (به انگلیسی)

۳. زمین‌شناسی کوه‌های شتری (۱۹۶۵)، همراه با اشتوکلین و افتخارنژاد، سازمان زمین‌شناسی کشور (به انگلیسی)

۴. زمین‌شناسـی ناحیـهٔ قُطـور (آذربایجـان غربـی) ۱۹۶۵، همراه روتنر و علوی نائینی، گزارش داخلی سـازمان زمین‌شناسی کشور

۵. گـزارش زمین‌شناسـی فعالیت آتش‌فشـان تفتان (۱۹۷۲)، بـه همراه میشـل و حقی‌پور، گزارش شـمارهٔ ۶۸ سازمان زمین‌شناسی کشور (به فرانسه)

۶. پتروگرافی و مطالعهٔ ژنز کانسار آهن چغارت (۱۹۶۷) همراه جی.ج.ویلیامز، انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور (به انگلیسی)

۷. زمین‌شناسی ناحیهٔ طارم، ۱۹۶۶ (به انگلیسی)

۸. زمین‌شناسی ناحیهٔ گلپایگان (۱۹۶۸)، همراه تیله و دیگران، انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور

۹. دگرگونـی و گرانیتزاسـیون کلـوت چاپدونی، ایران مرکزی (۱۹۶۹، تز دکترا، منتشر شده توسط دانشگاه گرونوبل (به فرانسه)

۱۰. استراتیگرافی و سنگ‌شناسی سازند کرج (۱۹۷۱). همراه اس. ایوائو ـ ژاپن (به انگلیسی)

۱۱. پیشنهاد مدل دربارهٔ تحول سنگ‌شناسی ـ ساختمان رشـتهٔ جبال غربی ایران ـ تطابق این مدل با نظریهٔ تکتونیک صفحه‌ای (۱۹۷۲) همراه ویالن و سبزه‌ای (به فرانسه)

۱۲. بررسـی مقدماتـی زمین‌شناسـی در لوت مرکزی (۱۹۷۲) همراه با اشـتوکلین و افتخارنژاد، انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور (به انگلیسی)

۱۳. پتروگرافی؛ نوشتهٔ ویلیام ترنر و گیلبرت، ترجمه از انگلیسی، سازمان زمین‌شناسی و دانشگاه تبریز

۱۴. زمین‌شناسی ایران، ۳۰ جلد منتشر شده و ۱۵ جلد در دسـت چاپ، ناظر علمی (سرویراستار) طرح تدوین کتاب زمین‌شناسی ایران ـ وزارت معادن و فلزات ۱۳۷۲ تا ۱۳۶۷

۱۵. نقشـه‌های جامـع تکتونیک و سـایزموتکتونیک، ژئومورفولوژی، توزیع کانسـارها، ماگماتیسم، آب کوه‌نگاری، کواترنری در مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰ و ۱:۲۰۰/۰۰۰، سرویراستار، سازمان زمین‌شناسی کشور.

۱۶. نقشـهٔ متامورفیـک ایران با مقیـاس ۱:۱۰۰/۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۷۴

اگر یکی از رشته‌های مهندسی مثل ساختمان یا مکانیک را دامه می‌دادیم، این‌قدر وسیع به جهان نگاه نمی‌کردم. البته الان نگاهم به جهان نیست اما لاقل به زمین فکر می‌کنیم و زمین موضوع پایان‌ناپذیر برای تفکر است

اخیراً چیزهای عجیب و غریبی می‌بینم. سیل عظیمی استاد در دانشگاه‌ها پیدا شده است و عظیم‌تر از آن این است که این اساتید کتاب چاپ می‌کنند

نرم‌افزار آزمون‌ساز در طراحی سؤالات آزمون درس علوم زمین

پرویز باغبانی
دبیر زمین‌شناسی
عجب‌شیر-آذربایجان‌شرقی

مقدمه

می‌دانیم که به معمول‌ترین وسیلهٔ اندازه‌گیریِ ویژگی‌ها یا صفات روانی، آزمون گفته می‌شود، این ویژگی‌ها عبارتند از: یادگیری، نگرش، انگیزش، خلاقیت و هوش که به‌صورت غیرمستقیم و با انجام آزمون آنها اندازه‌گیری می‌کنیم. مراد از آزمون در نظام آموزشی ما مجموعه‌ای از پرسش‌های، غالباً به‌طور کتبی، است که برای پاسخ‌گویی در اختیار آزمون‌شوندگان قرار داده می‌شود. گاه پیش می‌آید که پرسش‌های طرح‌شده متنوع و با کیفیت نیستند و نمی‌توانند میزان تحقق اهداف آموزشی را مورد سنجش قرار دهند. هم‌چنین تراکم بالای دانش‌آموزان کلاس‌ها باعث می‌شود دبیران برای انجام آزمون کتبی از خود رغبت نشان ندهند و حتی در صورت برگزاری آزمون به دلیل کمبود وقت نسبت به تصحیح به موقع اوراق اقدام نکنند. موضوع دیگری که باید مورد توجه قرار گیرد میزان مصرف کاغذ و استهلاک تجهیزات تکثیر و کپی در مدارس است که همه‌ساله هزینهٔ هنگفتی را بر مراکز آموزشی تحمیل می‌کند.

استفاده از نرم‌افزارهای آزمون‌ساز می‌تواند تا حدودی این نقایص را برطرف نماید ازجمله، میزان خطای تصحیح اوراق را به مراتب کاهش دهد، با سرعت بالا و دقت بیشتر میزان آموخته‌های دانش‌آموزان را مورد ارزیابی قرار دهد و در آنها ایجاد انگیزه نماید. این نوع آزمون می‌تواند به‌صورت حضوری و غیرحضوری برگزار شود. سؤالات را می‌توان طبقه‌بندی نمود و با راه‌اندازی مخزن سؤالات میزان پیشرفت فراگیران را مورد سنجش قرار داد. مهم‌تر این‌که استفاده از نرم‌افزارهای آزمون‌ساز جزو گام‌های مهم پیاده‌سازی مدارس هوشمند به‌شمار می‌آید.

در سال‌های اخیر بعضی از مؤسسات طراحی پرسش‌ها را به‌صورت تولید لوح‌فشرده و نرم‌افزار در فعالیت‌های خود مورد توجه قرار داده‌اند، ولی باید توجه داشت این قبیل بسته‌ها دارای نقایصی هستند: اول این که بسیاری از آنها فقط به‌صورت چهارگزینه‌ای هستند؛ دوم این که اهداف آموزشی موضوعات درسی را کمتر مورد توجه قرار داده‌اند؛ سوم این که این بسته‌ها توسط افرادی طراحی شده‌اند که آشنایی کافی با کلاس‌های درس دبیران و شیوه تدریس آنها ندارند؛ لذا نتایج آزمون‌های آنها نمی‌تواند گویای میزان فعالیت‌های کلاسی دانش‌آموزان باشد. لذا به همکاران توصیه می‌شود ضمن توجه به روش‌های نوین تدریس و شیوه‌های مطلوب ارزشیابی در طراحی پرسش‌ها، از نرم‌افزارهای موجود (به‌صورت مجازی بدون کاغذ و مداد) استفاده نمایند.

در ادامه، ابتدا روش‌های اندازه‌گیری پیشرفت تحصیلی به نقل از کتاب «اندازه‌گیری، سنجش و ارزشیابی آموزشی» تألیف دکتر علی‌اکبر سیف آورده شده سپس ضمن معرفی یکی از نرم‌افزارهای آزمون‌ساز[1] (Quiz Greator) نمونه‌هایی از انواع پرسش‌های کتاب علوم زمین در رشتهٔ علوم تجربی پایهٔ چهارم دبیرستان ارائه می‌شود. امید است مورد توجه دبیران محترم قرار گیرد. لازم به توضیح است که در ذکر نمونه پرسش‌ها به پرسش‌های بسیار ساده و در سطح دانش اشاره شده است و همکاران می‌توانند متناسب با علاقه و سلیقهٔ خود و با توجه سطوح آموزشی (دانش، درک و فهم، کاربرد، تجزیه و تحلیل، مقایسه و ارزشیابی) نسبت‌به طراحی پرسش‌ها اقدام نمایند. همکارانی که علاقه‌مند به کسب اطلاعات بیشتر در زمینهٔ سنجش و ارزشیابی تحصیلی هستند به منبع ذکر شده، مراجعه نمایند.

کلیدواژه‌ها: آزمون ـ طرح درس ـ روش اندازه‌گیری تحصیلی ـ نرم‌افزار آزمون‌ساز

استفاده از نرم‌افزارهای آزمون‌ساز می‌تواند تا حدودی این نقایص را برطرف نماید از جمله، میزان خطای تصحیح اوراق را به مراتب کاهش دهد، با سرعت بالا و دقت بیشتر میزان آموخته‌های دانش‌آموزان را مورد ارزیابی قرار دهد و در آنها ایجاد انگیزه نماید. این نوع آزمون می‌تواند به‌صورت حضوری و غیرحضوری برگزار شود

روش‌های اندازه‌گیری پیشرفت تحصیلی

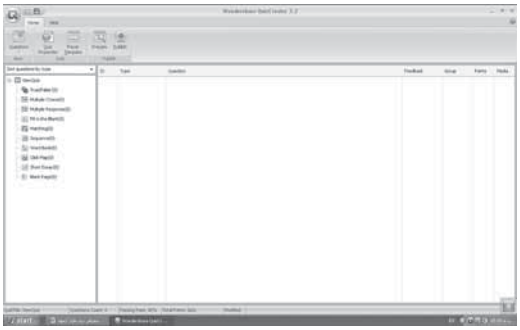
آزمون‌های پیشرفت تحصیلی به دو دسته عینی و ذهنی تقسیم می‌شوند. در آزمون‌های عینی متن سؤال و جواب در اختیار دانش‌آموز قرار می‌گیرد تا از بین جواب‌های داده شده، بهترین جواب را انتخاب کند. آزمون‌های عینی از سه نوع اصلی صحیح/ غلط، جورکردنی و چندگزینه‌ای تشکیل یافته‌اند که هر کدام به انواع جزئی دیگری نیز تقسیم می‌شوند. در نوع اول، آزمون‌شونده درست و یا نادرست بودن گزینه سؤال‌ها را تعیین می‌کند. در نوع دوم، تعدادی پرسش را با تعدادی پاسخ جور می‌کند، و در نوع سوم، پاسخ صحیح را از میان تعدادی پاسخ پیشنهادی برمی‌گزینند. در تصحیح آزمون‌های عینی، نظر شخصی مصحح هیچ‌گونه دخالتی ندارد به همین دلیل به آن‌ها «عینی» می‌گویند.

دستهٔ دیگر آزمون‌ها «ذهنی» هستند. در این روش از دانش‌آموز خواسته می‌شود پاسخ سؤال را خودش ساخته و تولید نماید. این دسته از آزمون‌ها نیز تقسیم‌بندی دارند که ازجمله می‌توان از آزمون‌های تشریحی، پاسخ کوتاه، امتحانات شفاهی، پروژه‌های تحقیقاتی و... نام برد. در تقسیم‌بندی زیر، انواع آزمون‌هایی که در نرم‌افزار آزمون‌ساز قابل استفاده‌اند، نشان داده شده است:

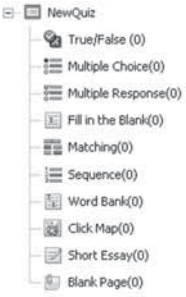
معرفی نرم‌افزار آزمون‌ساز

نرم‌افزار آزمون‌ساز از محصولات شرکت Wondershare است و در حدود ۱۲ مگابایت حجم دارد. فایل تولیدی آن به‌صورت فایل فلش(بایگانی پیام فوری) و با فرمت (شکل و اندازه) swf و خروجی آن با فرمت xls، doc. در محیط نرم‌افزار اکسل و ورد قابل استفاده است و با تمامی سیستم‌ها سازگاری دارد. پس از این‌که مراحل نصب آن تمام شد ابتدا باید از طریق پوشهٔ معادل‌کننده نسبت به فعال‌سازی آن اقدام نماییم. اگر مراحل نصب و راه‌اندازی آن به‌طور صحیح انجام شود آیکن(نمایه) نرم‌افزار آزمون‌ساز به‌صورت شکل ۲ در صفحه رایانه به نمایش درخواهد آمد.

بعد از راه‌اندازی نرم‌افزار در صفحه نخست، از بین سه گزینه موجود، دکمهٔ ایجاد سؤال جدید یعنی دکمهٔ ...Create a new quiz را انتخاب نموده و وارد محیط نرم‌افزار می‌شویم. شکل ۳ محیط نرم‌افزار آزمون‌ساز را نشان می‌دهد.



با فشردن هریک از آیکن‌های موجود در منوی اصلی می‌توان امکانات موجود در آن را مشاهده کرد. اگر در روی منوی مقابل کلیک کنید انواع سؤالات و نمونه‌ای از آنها را به زبان انگلیسی مشاهده خواهید کرد. هم‌چنین در ستون سمت چپ پنجره یعنی از قسمت(New Quiz)انواع سؤالاتی که ما می‌توانیم طراحی کنیم به نمایش گذاشته شده است. زیر منوهای این قسمت را در شکل ۴ ملاحظه می‌کنید.



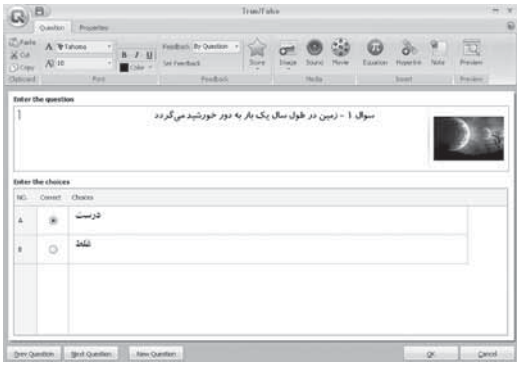
نمونه‌هایی از کاربرد این نرم‌افزار در طراحی سؤالات علوم زمین

۱. نوع غلط / صحیح

در روی **آیکن** مربوط به سؤال غلط/ صحیح کلیک می‌کنیم تا پنجرهٔ آن به نمایش درآید (شکل ۵). سپس در قسمت مربوط متن سؤال را تایپ می‌کنیم.

سؤال ۱. **زمین در طول سال یک‌بار به دور خورشید می‌گردد.** گزینهٔ Ture/ False را می‌توانیم به فونت فارسی تبدیل نماییم. سپس با کلیک در مقابل گزینهٔ مورد نظر، غلط و یا درست بودن سؤال را مشخص می‌کنیم. در صورتی که بخواهیم سؤال دیگری به‌صورت غلط/ صحیح طرح کنیم از گزینهٔ سؤال جدید استفاده خواهیم کرد، ولی چنانچه قصد داشته باشیم سؤالی را از نوع دیگری طرح کنیم دکمهٔ

OK را می‌زنیم تا به صفحهٔ اول بازگردیم. در صفحه، اولین سؤال طرح شده قابل مشاهده است.

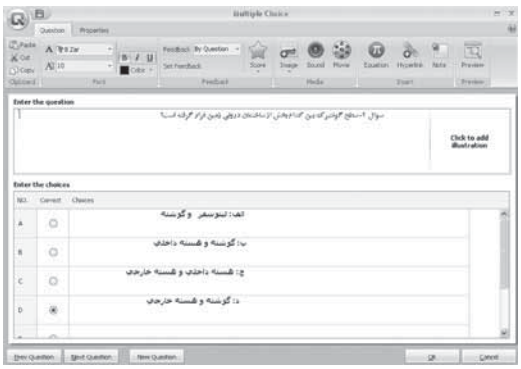


شکل ۵. پنجرهٔ سؤالی از نوع غلط و صحیح

در صورتی که سؤالی با متن آماده داریم می‌توانیم با استفاده از امکانات paste (چسباندن)و copy (کپی) سربرگ Clipboard در محل متن، سؤال را بچسبانیم.

در صفحهٔ نخست بر روی آیکن دوم، یعنی سؤال چندگزینه‌ای، کلیک می‌کنیم تا پنجرهٔ مربوط باز شود. سپس سؤالی را در قسمت متن سؤال تایپ نموده و گزینه‌های مربوط را تکمیل می‌کنیم و از میان گزینه‌ها جواب صحیح را از طریق کلیک مشخص می‌کنیم. در صورت نیاز می‌توان به جای سؤال چهارگزینه‌ای از تعداد زیادی گزینه (پنج‌گزینه‌ای و یا بیشتر و حتی کمتر) استفاده نمود. برای تعیین نوع فونت و اندازه و رنگ متن از سربرگ Font استفاده می‌کنیم. هم‌چنین برای ارزشیابی از سربرگ feed back نمره هر سؤال را تعیین می‌کنیم و برای جواب درست و یا نادرست بازخوردی را برای آزمون‌شونده می‌دهیم. مثلاً در مقابل جواب‌های نادرست عبارت «دقت کن» و در مقابل انتخاب درست عبارت تشویقی درج می‌کنیم و یا در صورتی که جواب غلطی را انتخاب نموده است او را ملزم کنیم از سؤال مورد نظر شروع به پاسخ‌گویی نماید. شکل ۶ تایپ سؤال چندگزینه‌ای را نشان می‌دهد.

در آزمون‌های عینی متن سؤال و جواب در اختیار دانش‌آموز قرار می‌گیرد تا از بین جواب‌های داده شده، بهترین جواب را انتخاب کند



شکل ۶. تایپ سؤال چندگزینه‌ای

در صفحهٔ اول با کلیک بر روی دکمهٔ Multiple Response(0) پنجرهٔ سؤال با جواب صحیح چندگزینه‌ای باز می‌شود. در این پنجره ضمن درج متن سؤال در قسمت مربوط به جواب‌های غلط و درست را در قسمت پایین تایپ می‌کنیم. در سربرگ Media از آیکن image می‌توان برای درج تصویر استفاده نمود. هم‌چنین از این منو می‌توانیم قسمتی از شکل موجود در صفحهٔ رایانه را کپی نموده و در مقابل گزینه‌ها و یا متن سؤال قرار دهیم. از آیکن Sound برای وارد نمودن فایل صوتی استفاده می‌شود. در این قسمت می‌توان متن و موزیک مورد علاقه را ضبط نمود و موقع نمایش سؤال پخش کرد و از امکانات دیگری که در این سربرگ وجود دارد درج فایل ویدیویی با فرمت flv و swf است و از طریق منو Movie میسر است.

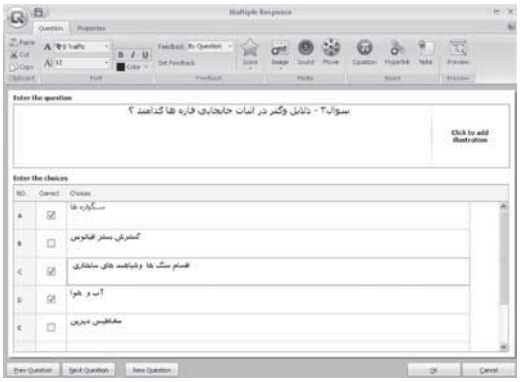
در پرسش‌ها و یا پاسخ‌هایی که به علائم و نمادهای ریاضی نیاز داریم می‌توانیم از سربرگ Insert و منو Equation استفاده نموده و نماد مورد نظر را در محل دلخواه وارد نماییم.

از گزینهٔ Hyperlink برای لینک دادن به وب‌سایت‌ها و یا برای ورود به فایلی خاص استفاده می‌شود.

از گزینهٔ Note برای درج توضیحات مورد نیاز برای هر سؤال استفاده می‌شود.

برای مثال در صفحهٔ بعد سؤالی با جواب‌های صحیح چندگزینه‌ای ارائه شده است.

سؤال ۳. دلایل وگنر در اثبات نظریهٔ جابه‌جایی قاره‌ها کدامند؟ ۱. فسیل‌ها، ۲. اقسام سنگ‌ها و شباهت‌های ساختاری، ۳. آب و هوا، ۴. مغناطیس دیرین، ۵. گسترش بستر اقیانوس



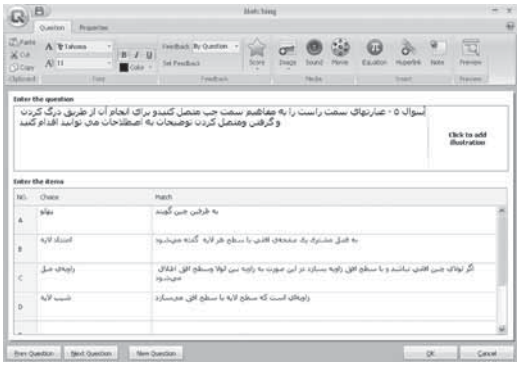
شکل ۷. تایپ سؤال چندجوابی

در صفحهٔ اول نرم‌افزار، با کلیک بر روی دکمهٔ Fill in the Blank(1) می‌توان سؤالی با پاسخ کوتاه یک‌کلمه‌ای یا دوکلمه‌ای طرح نمود. بعد از درج سؤال در قسمت پاسخ‌ها جواب‌هایی را که می‌توانند درست باشند و ممکن است دانش‌آموزان بنویسند، باید نوشت. ضمناً می‌توان سؤالاتی هم به‌صورت جای خالی نوشت. برای مثال در سؤال ۴ شکل ۸ آمده است:

در محل برخورد دو ورقهٔ اقیانوسی کدام جزایر

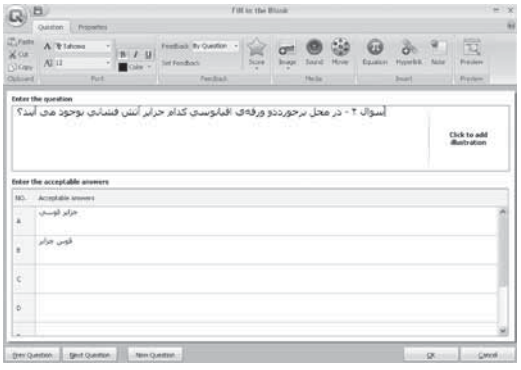
آتش‌فشـــانی به‌وجود می‌آیند؟ ممکن است دانش‌آموز به دو صورت جواب دهد (جزایر قوســی یــا قوس جزایر) برای جلوگیری از ضایع‌نشدن حق دانش‌آموز، کلمات مترادف و یا مفاهیمی که می‌توانند درســت باشند باید در قسمت مربوط نوشته شوند.

مثال دوم: یک مورد از سیارات زمین مانند را نام ببرید: که در این حالت باید هر کدام از سیارات عطارد، زهره، زمین و مریخ در قسمت جواب‌ها درج شوند و نیز اسامی دیگر این سیارات نیز باید مورد توجه باشد.



از آیکن Preview برای پیش‌نمایش اســتفاده می‌شــود؛ به‌عبــارت بهتــر، برای دیــدن چگونگــی ارائه ســؤالات به آزمون‌شوندگان این گزینه را انتخاب می‌کنیم.

برای مثال: بعد از زدن آیکن فوق، سؤال ۴ به شکل ۹ به نمایش درمی‌آید و می‌توان کلمه و عبارت درست را در کادر زیر سؤال تایپ نمود:



شکل ۸. تایپ سؤال جای خالی و کوتاه‌جواب

برای درج سؤال از نوع جورکردنی از آیکن Matching(0) استفاده می‌شود. (شــکل ۱۰) در این بخش بعد از درج متن سؤال، در سمت چپ مفاهیم و اصطلاحات و در سمت راست تعاریف و عبارت‌های توضیحی درج می‌شود. باید توجه داشت که در این نوع پرســش‌ها برای ســنجش دقیق باید پرسش و پاسخ‌های متجانس و همگون انتخاب شود.

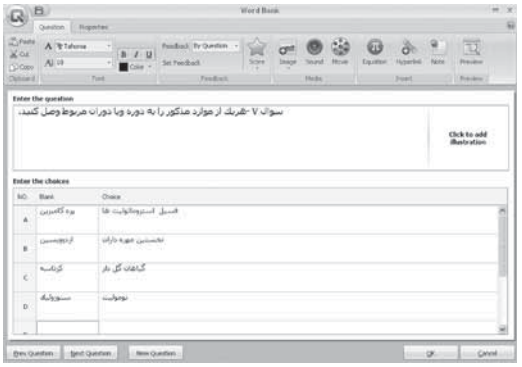
بــا زدن آیکن Multiple Response(0) می‌تــوان نحوهٔ نمایش سؤالات را مشاهده کرد و اگر قصد داریم نحوهٔ

شکل ۹. نحوهٔ نمایش سؤال ۴

نمایش سؤال خاصی را مشاهده کنیم می‌توانیم از طریق راست کلیک نمودن و انتخاب گزینهٔ previw آن را مشاهده کنیم.

برای سؤالات رده‌بندی می‌توان از آیکن Sequence(0) استفاده نمود. برای مثال: در ســؤال ۶ آمده اســت؛ **ترتیب وقوع حوادث زمین‌شناسی را در شکل زیر مشخص کنید.** ترتیب وقوع حوادث را در ستون مربوطه می‌نویسیم. موقع نمایش متن سؤال ترتیب وقایع به‌هم خورده اســت تا دانش‌آموز بتواند آنها را مجدداً رده‌بندی کند. شکل ۱۱ نحوهٔ نمایش سؤال ۶ را نشان می‌دهد.

شکل ۱۰. نحوهٔ تایپ سؤال جورکردنی



شکل ۱۱. نحوهٔ نمایش سؤال رده‌بندی

برای تشخیص تعاریف و مفاهیم می‌توانیم از آیکن Word Bank(1) استفاده نماییم. بدین‌منظور ابتدا اصطلاحات و یا مفاهیم را در سمت چپ و تعاریف هر کدام را در سمت راست تایپ می‌کنیم. شکل ۱۲ این نوع سؤال را نشان می‌دهد.

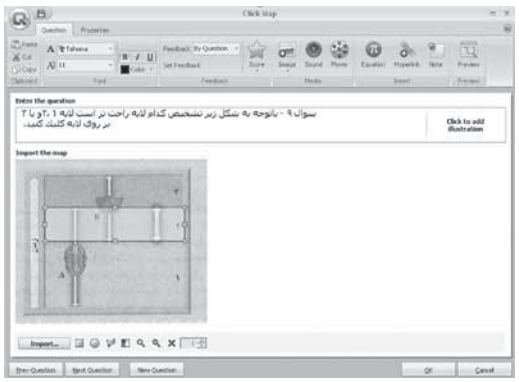
شکل ۱۳ نحوهٔ نمایش این نوع پرسش‌ها را نشان می‌دهد. در این نوع پرسش‌ها باید آزمون‌شوندگان از طریق درک کردن (to Drag) یعنی گرفتن و کشیدن پاسخ خود را مشخص نمایند.

شکل ۱۲. نحوهٔ طراحی سؤال تشخیصی

در بعضی پرسش‌ها می‌توانیم با ارائهٔ یک نقشه و شکل از آزمون‌شوندگان بخواهیم قسمت موردنظر را نشان دهند بدین‌منظور از آیکن Click Map(1) استفاده می‌کنیم. بعد از بازکردن پنجرهٔ مربوط به سؤال نقشه، ابتدا متن سؤال را تایپ می‌کنیم. برای مثال در سؤال ۹ آمده است: **با توجه به شکل زیر تشخیص کدام لایه آسان‌تر است، لایهٔ ۱، ۲ یا ۳؟ در روی لایهٔ مورد نظر کلیک کنید.** بعد از این‌که سؤال را تایپ نمودیم از دکمهٔ ...Import برای وارد کردن تصویر یا نقشه استفاده می‌کنیم. بعد از قرار دادن تصویر قسمتی از آن را که می‌تواند جواب صحیح محسوب شود به‌وسیلهٔ اشکال هندسی موجود در نوار ابزار مشخص می‌نماییم.

شکل ۱۳. نحوهٔ نمایش سؤال تشخیصی

در این قسمت می‌توانیم محدوده‌های مجزا از هم را نیز تعیین بکنیم و با استفاده از علائم بزرگ‌نمایی و کوچک‌نمایی تصویر محدودهٔ فوق را واضح‌تر نشان دهیم. (شکل ۱۴).



شکل ۱۴. نحوهٔ تایپ سؤال از نوع نقشهٔ گنگ

در سؤال ۱۰ شکل ۱۵ نحوهٔ نمایش نمونه‌ای از سؤال تصویری را ملاحظه می‌کنید.

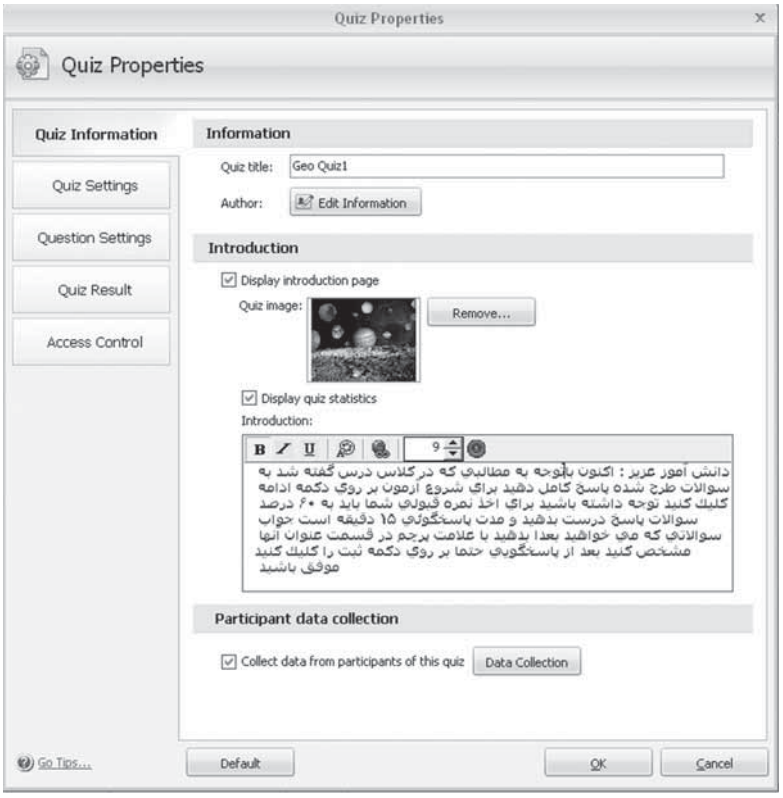
شکل ۱۵. نمایش سؤال از نوع نقشهٔ گنگ (تصویری)

از گزینهٔ Short Essay(1) برای طرح سؤالات تشریحی کوتاه‌جواب استفاده می‌شود. بدین‌منظور ابتدا سؤال را در قسمت بالا نوشته سپس جواب تشریحی آن را در بخش پایینی آن تایپ می‌کنیم. همان‌طور که در شکل زیر می‌بینید در سربرگ این نوع پرسش‌ها منو Properties موجود نیست، لذا عملاً امکان امتیازدهی در این نسخه از نرم‌افزار وجود ندارد. هم‌چنین برای طرح پرسش‌ها تشریحی و نظرخواهی از آزمون‌شوندگان می‌توان از این قسمت استفاده نمود. تصویر ۱۶ نحوهٔ طرح پرسش و جواب تشریحی آن را نشان می‌دهد.

شکل ۱۶. طراحی سؤال تشریحی

برای ارائهٔ توضیحات اضافی به آزمون‌شوندگان می‌توان از آیکن Blank Page(0) استفاده نمود. این صفحه به‌عنوان برگهٔ سفید اضافی محسوب می‌شود.

تا این مرحله نحوهٔ درج پرسش‌ها را در محیط این نرم‌افزار توضیح دادیم. همکاران ارجمند می‌توانند با توجه به علاقه و رشتهٔ خود و مطالب تدریس‌شده سؤالاتی متنوع و متعدد طراحی کنند. در ادامهٔ مطلب سایر تنظیمات این نرم‌افزار را در رابطه با طراحی پرسش‌ها توضیح می‌دهیم. بر روی آیکن Quiz Properties موجود در سربرگ Quiz کلیک کنید



شکل ۱۷. پنجرهٔ مربوط به تنظیم مشخصات آزمون

تا پنجرهٔ زیر ظاهر شود:

در منوی مربوط به اطلاعات آزمون (Quiz information) موارد زیر را می‌توان تنظیم کرد: ۱. زیر منوی مربوط به (Quiz title) عنوان آزمون، ۲. زیر منوی مربوط به (Autor) طراح، شامل: مشخصات ایمیل و شمارهٔ تماس و عکس و رشته و محل کار او، ۳. زیر منوی مربوط به Introduction برای داخل‌سازی اشیاء مختلف، توضیحات لازم، و مقدمهٔ کاربرد دارد. در این قسمت تصویری را به دلخواه در صفحهٔ اول آزمون قرار می‌دهیم و چنانچه برای آزمون‌شوندگان توضیحی لازم باشد در این قسمت می‌آوریم و فونت نوشته‌ها و رنگ‌های مختلف و حتی موزیک متنی را نیز در این قسمت قرار می‌دهیم. حتی می‌توانیم صدای خودمان را ضبط نموده و از این قسمت برای آزمون‌شوندگان پخش کنیم.

۴. زیر منوی مربوط به مشخصات آزمون‌شونده Participant data collection در این قسمت اطلاعات مورد درخواستی از آزمون‌شونده (پایهٔ تحصیلی، نام، نام‌خانوادگی، ایمیل و...) تنظیم می‌شود.

به‌منظور تنظیمات آزمون از منوی Quiz Settings استفاده می‌شود. اولین زیر منوی آن تعیین حداقل درصد قابل قبول است. یعنی: آزمون‌شونده برای اخذ نمرهٔ قبولی باید درصد تعیین‌شده را به‌دست آورد. در این قسمت نرم‌افزار به‌طور پیش‌فرض عدد ۸۰٪ را نشان می‌دهد که می‌توان آن را کم و زیاد کرد. زیر منوی بعدی برای تعیین مدت پاسخ‌گویی کاربرد دارد که با زدن علامت تیک (تأیید) می‌توان آن را فعال نمود.

در این قسمت متناسب با حجم پرسش‌ها می‌توانیم زمان پاسخ‌گویی را مشخص کنیم. هم‌چنین می‌توانیم برای هر سؤال زمان معینی را مشخص کنیم تا آزمون‌شونده در مدت زمان تعیین‌شده پاسخ خود را مشخص نماید. زیر منوی بعدی تنظیمات سؤال مربوط به چیدمان پرسش‌ها است. در این قسمت برای افزایش ضریب امنیتی و جلوگیری از تخلفات احتمالی فایل اجرایی ایجاد شده در هر موقعی که راه‌اندازی مجدد شود یا در کامپیوترهای مختلف، ترتیب پرسش‌ها و پاسخ‌ها تغییر می‌یابند. اگر بخواهیم می‌توانیم از سؤال مورد نظر عمل تغییر چیدمان سؤال انجام شود. شمارهٔ سؤال مورد نظر را تعیین می‌کنیم. هم‌چنین می‌توانیم نحوهٔ تغییر چیدمان سؤالات را برحسب نوع سؤال و گروه آزمون‌شوندگان تعیین کنیم.

زیر منوی بعدی Answer Submission است که در زمینهٔ ثبت پاسخ آزمون‌شوندگان است. در این منو می‌توان با انتخاب هریک از گزینه‌ها نحوهٔ نمایش بازخورد، ثبت تک‌تک پاسخ‌ها، ثبت تمامی پاسخ‌ها، نوع بازخورد و توانایی آزمون‌شونده را برای دیدن عناوین سؤالات مشاهده کرد.

در صورتی که بخواهیم تنظیمات به‌صورت پیش‌فرض نرم‌افزار تنظیم شوند، از منوی Default استفاده می‌کنیم. در پایان این قسمت باید دکمهٔ OK را بزنیم تا تنظیمات ذخیره شوند.

دستهٔ دیگر آزمون‌ها «ذهنی» هستند. در این روش از دانش‌آموز خواسته می‌شود پاسخ سؤال را خودش ساخته و تولید نماید

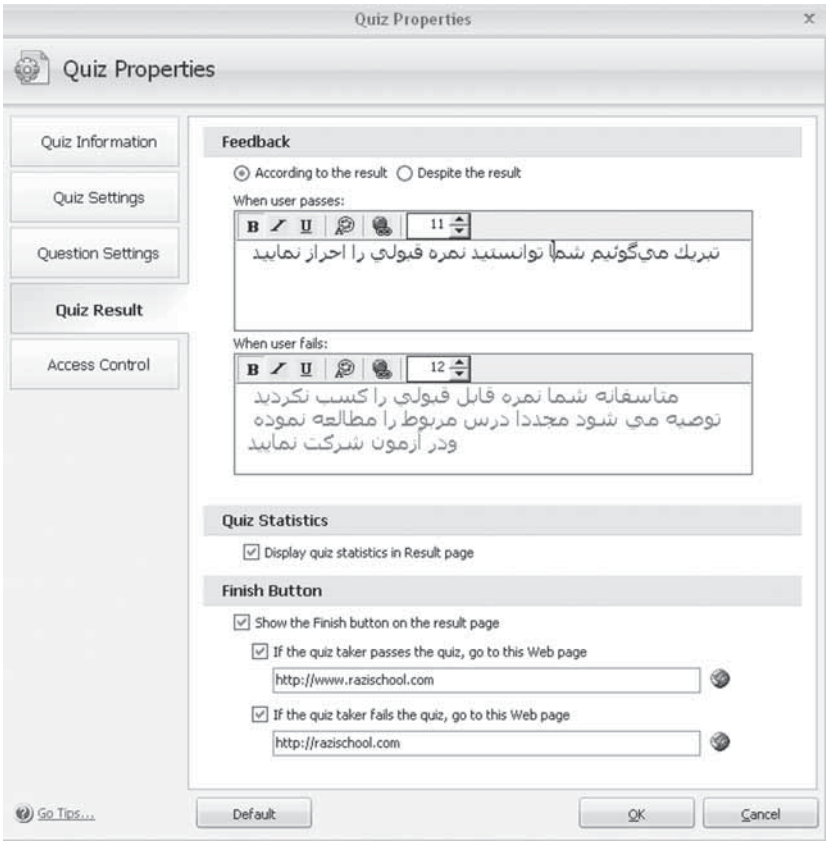
نرم‌افزار آزمون‌ساز از محصولات شرکت Wondershare است و در حدود ۱۲ مگابایت حجم دارد. فایل تولیدی آن به‌صورت فایل فلش و با فرمت swf و خروجی آن با فرمت xls، doc. در محیط نرم‌افزار اکسل و ورد قابل استفاده است و با تمامی سیستم‌ها سازگاری دارد

برای تنظیم وضعیت نمایش سؤالات از منوی Question Settings استفاده می‌شود (شکل ۱۸). زیر منوهای آن عبارت‌اند از:

۱. گزینهٔ Question Properties ویژگی سؤالات (درجهٔ سختی، بارم، نحوهٔ برهم‌زده شدن، ترتیب پرسش‌ها و پاسخ‌های آن‌ها می‌باشد)، ۲. از گزینهٔ Font Properties برای تنظیم فونت و اندازه حروف و رنگ آن‌ها و تعمیم تنظیمات به تمامی سؤالات و پاسخ‌ها از منو استفاده می‌کنیم.

۳. گزینهٔ Feed Back در تنظیمات مربوط به بازخورد پاسخ آزمون‌شوندگان کاربرد دارد. در این قسمت می‌توانیم فونت اندازه و رنگ جمله‌ای را که برای بازخورد تایپ کرده‌ایم، تنظیم کنیم. با زدن دکمهٔ Apply to all تنظیمات انجام‌شده را به تمامی سؤالات تعمیم می‌دهیم.

تنظیمات مربوط به نتیجهٔ آزمون از گزینهٔ Quiz Result انجام می‌شود. شکل ۱۹ پنجرهٔ مربوط به این منو را نشان می‌د



شکل ۱۹. منو مربوط به تنظیم نتایج آزمون

گزینهٔ Feed back بازخورد پایانی آزمون است. اگر بخواهیم بعد از پایان آزمون، آزمون‌شونده از نتیجهٔ آن مطلع شود در مقابل گزینهٔ According to the result علامت تیک می‌گذاریم، در غیر این‌صورت، علامت تیک را در مقابل گزینهٔ Despite the result فعال می‌کنیم. عبارتی را که قرار است در صورت قبولی و یا مردودی به اطلاع آزمون‌شونده برسد در قسمت‌های مربوط تایپ می‌کنیم. (مانند شکل ۱۹) و فونت آن نیز در این قسمت قابل تنظیم است. در صورتی که بخواهیم وضعیت و عملکرد آزمون‌شونده را در امتحان نشان دهیم، گزینهٔ Display quiz statistics in Result page را فعال می‌کنیم.

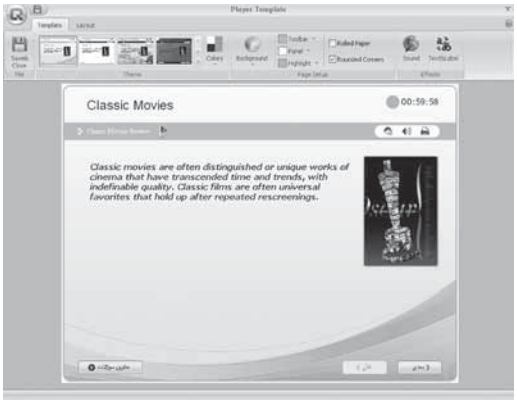
تنظیمات مربوط به اتمام آزمون از طریق دکمهٔ Finish Button صورت می‌گیرد. در این منو با گذاشتن علامت تیک، نمرهٔ آزمون‌شونده را اعلام می‌کنیم، در صورتی که نمرهٔ قبولی احراز کند نمرهٔ او به وب‌سایتی که خودمان تعریف کرده‌ایم ارسال می شود و چنانچه نمرهٔ قبولی به‌دست نیاورد نمرهٔ مردودی وی از طریق وب‌سایتی که مشخص کرده‌ایم اعلام می‌شود. در پایان این قسمت نیز تنظیمات به‌عمل آمده را با زدن دکمهٔ OK ذخیره می‌کنیم.

در بعضی آزمون‌ها لازم است برای کاربران و آزمون‌شوندگان نام کاربری و رمز ورود ارائه دهیم. بدین‌منظور ازمنوی Access Control استفاده می‌کنیم. ایجاد نام کاربری و رمز عبور و آدرس اینترنتی به‌صورت آن‌لاین قابل ارائه است. در صورتی که نام کاربری و رمز اختصاص داده شود، آزمون طراحی‌شده فقط برای آنهایی قابل استفاده خواهد بود که بتوانند رمز و نام کاربری درستی، در موقع شروع آزمون ارائه دهند.

تا این‌جا امکانات، منو و زیرمنوهای سربرگ Quiz Properties را توضیح دادیم. در ادامه سربرگ Player Template مورد بررسی قرار می‌گیرد. بعد از فعال نمودن این سربرگ پنجره‌ای به شکل ۲۰ نمایان می‌شود.

منوی Template حاوی ۷ قالب آماده با شکل‌های مختلف می‌باشد که می‌توانیم متناسب با سلیقهٔ خود آنها را تنظیم کنیم. رنگ، عناوین، متن و سایر موضوعاتی که در صفحه وجود دارند قابل تغییر هستند.

در قسمت Page Setup رنگ و تصویر زمینه نوار ابزار

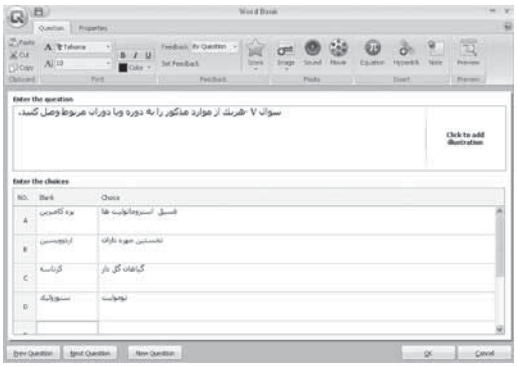


شکل ۲۰. قالب‌های آماده موجود در نرم‌افزار

شکل نمایش گوشه‌های صفحه قابل تنظیم است.

در منوی Effects دو آیکن وجود دارد که یکی مربوط بـه پخش موزیـک متن اسـت. برای صداگـذاری و پخش موزیک، کافی اسـت با کلیک بـر روی آن و درج آدرس آن موزیک را وارد محیط فایل کنیم.

منـو بعـدی مربوط بـه تنظیمـات پیام‌هـا و عناوین دکمه‌هاسـت؛ به‌همیـن منظـور بـا کلیـک کردن Text&Label پنجـره زیر به نمایـش درمی‌آید. در قسـمت چپ پنجره موضوع پیام‌ها و عناوین به زبان انگلیسـی ارائه شده است و هم‌چنین در قسـمت راسـت پنجره، پیام و عناوینی که قرار اسـت به نمایـش درآیند، به‌صـورت پیش‌فرض ارائه شـده‌اند. طراح محترم می‌تواند متناسـب با سـلیقهٔ خود



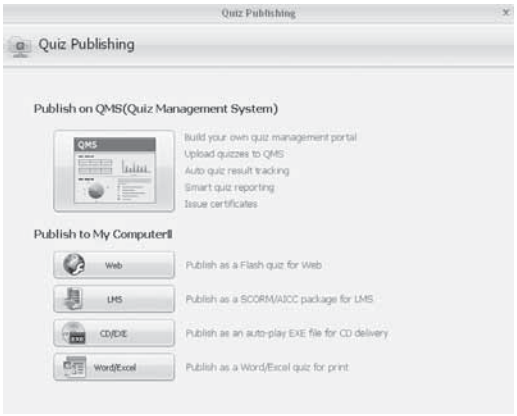
شکل ۲۱. پنجرهٔ تنظیمات پیام‌ها و عناوین

عبارات را به زبان فارسـی بنویسد تا پیام‌ها و دکمه‌ها برای آزمون‌شـوندگان قابل فهم باشد. در شـکل ۲۱ مفاهیم به زبان‌فارسـی‌برگردانده‌شـده‌اسـت.

بـرای تنظیم تمامی پیام‌ها بایـد از طریق نوار پیمایش سـمت راسـت، تمامی پیام‌های مورد نظر را مشاهده کنیم. بعد از ترجمه و تنظیم لازم اسـت عنوانی برای زبان تنظیم شـده انتخاب کنیم و بعد از ذخیره، دکمه OK را بزنیم. در صورتی که تمامی عبارت‌ها و کلمات به فارسـی نوشته شده باشـند پیام‌ها و دکمه هادر که موقع اسـتفاده از آزمون، به فارسی به نمایش درخواهند آمد.

در منوی Layout تنظیمات مربوط به محل قرارگیری تصاویر، سـتون‌ها، شمارهٔ سؤالات و زمان‌سـنج قرار دارند. تنظیمات مربوط به عناوین پرسـش، نوع پرسـش، ابزارها، نمرهٔ سؤال، آیکن‌های نشـان، چاپ و موزیک در زیر منوی Diplay settings قـرار دارنـد. یعنی اگـر بخواهیم موارد مذکـور در صفحه به نمایش درآیند بـا علامت تیک آنها را فعال می‌کنیم. لازم به توضیح اسـت که در بعضی قسمت‌ها علامت بیانگر راهنمای نرم‌افزار است که می‌توانیم با فعال کردن از آن کمک بگیریم.

از منوی شـکل مقابـل برای آزمایـش و نمایش پروژه



شکل ۲۲. نحوهٔ تولید فایل اجرایی

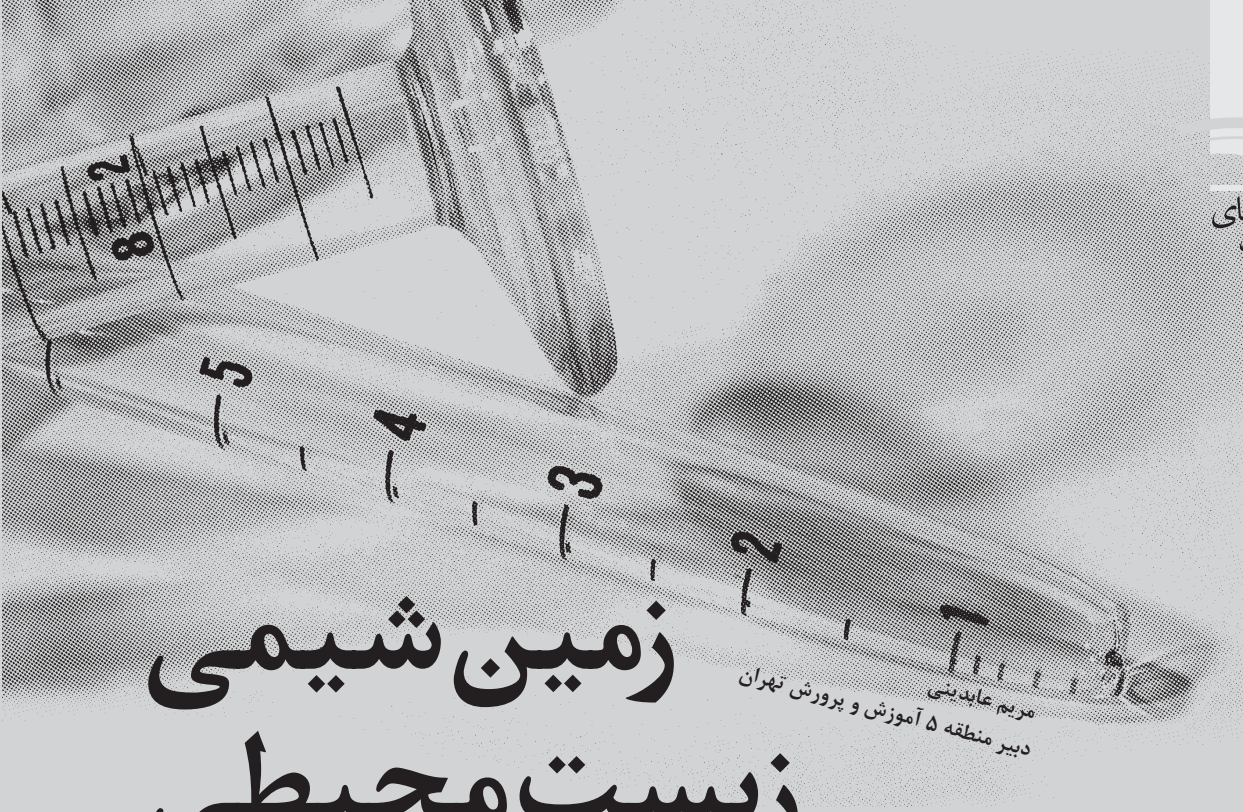
می‌توانیم استفاده کنیم. Preview

آخرین مرحله از طراحی سؤال استفاده از گزینهٔ Publish برای تولید فایل اجرایی اسـت که بعـد از زدن آیکن فوق، صفحهٔ مذکور به شکل ۲۲ به نمایش درمی‌آید:

در قسمت انتشار سؤال چهارگزینه‌ای وجود دارد. گزینهٔ اول: تولید فایل اجرایی با فرمت SWF و قرار دادن در آدرس الکترونیکی مورد نظر، گزینهٔ دوم: انتشـار پرسش‌ها با فرمت LMS و گزینهٔ سوم: بیشترین کاربرد را دارد که انتشار پروژه در فرمت SWF و به‌صورت اتوران است و تکثیر آن در قالب لوح فشرده و استفاده از آن در کلاس‌های درس است. گزینهٔ چهارم، انتشار سؤالات در محیط آفیس‌ورد و اکسل است که به‌راحتی می‌توانیم از امکانات چاپ آن نیز استفاده کنیم. بعد از این‌که طراحی پرسـش‌ها تمام شد از طریق گزینهٔ سوم یعنی آیکن CD/EXE فایل اجرایی تولیدشـده را به تعداد مورد نیاز در سی‌دی کپی کرده و در آزمون‌ها مورد استفاده قرار می‌دهیم.

پی‌نوشت

1.Quiz Greator



زمین‌شیمی زیست‌محیطی

مریم عابدینی
دبیر منطقه ۵ آموزش و پرورش تهران

رابطهٔ میان محیط و زیست، و به بیانی تخصصی‌تر، رابطهٔ میان زمین‌شیمیِ محیطِ زیست و تندرستی انسان‌ها، جانوران و گیاهان از مدت‌ها پیش مورد توجه بوده و آگاهی از اهمیت آن، روزافزون است. اما رابطهٔ میان «محیط زمین‌شیمیایی» و «تندرستی انسان»، بسیار پیچیده است.

محیط زیست دانشی میان‌رشته‌ای است که برای حل مسائل آن باید از دانش‌های متنوعی بهره جست. برای مثال بیشتر مسائل زیست‌محیطی نیاز به درک بنیادی مفاهیم زمین‌شیمیایی حاکم بر حرکت آلاینده‌ها دارد.

زمین‌شیمی زیست‌محیطی[1]، نخستین‌بار در دههٔ ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ با عنوان زمین‌شیمی دما پایین[2] ظهور کرد که البته بیشتر به مسائل مربوط به کیفیت آب می‌پرداخت. با افزایش دانش دربارهٔ ویژگی‌های آلاینده‌ها در مواد زائد و مهاجرت آن‌ها به آب زیرزمینی افق‌های تازه‌ای برای پژوهش‌های نو باز شد. در اواخر دههٔ ۱۹۷۰ مشخص شد که برای تصمیم‌گیری‌های زیست‌محیطی نیاز به اطلاع از توزیع، سرنوشت و انتقال مواد شیمیایی در خاک و آب زیرزمینی است و درنتیجه باز هم باعث توسعهٔ این دانش گردید.

زمین‌شیمی زیست‌محیطی، نیز علمی میان‌رشته‌ای است که اصول شیمی زمین جامد، اجزای آبگین و گازی آن و شکل‌های حیات را برای ارزیابی آلودگی فلزها، اثرات آن بر بوم‌سامانه (اکوسیستم)های سیارهٔ زمین به‌کار می‌گیرد.

زمین‌شیمی زیست‌محیطی به شرایط فیزیکی، شیمیایی و زیست‌شناختی محیط‌زیست، هم‌چون دما، حالت ماده،pH، پتانسیل اکسایش کاهش، فعالیت باکتریایی و نیاز اکسیژن زیست‌شناختی (BOD) می‌پردازد این عوامل و عوامل دیگر، کنترل‌کنندهٔ تحرک، پخش، نهشت، توزیع و تمرکزِ عناصر بالقوه سمی[3] هستند و هم‌چنین بر تندرستی جانداران بوم‌سامانه تأثیر می‌گذارند.

در نتیجه، با کمک داده‌های زمین‌شیمی زیست‌محیطی، می‌توان شرایط زیر را تشخیص داد:

- شرایط بکری که هیچ تهدیدی برای ساکنان بوم‌سامانه ندارد؛
- شرایطی که در آن ممکن است، بر اثر ورود مواد شیمیایی از راه طبیعی و توسط هوازدگی و تجزیهٔ سنگ‌ها، در محیط‌زیست اختلالاتی ایجاد شده باشد؛

◆ شرایطی که محیط‌زیست در اثر آلودگی حاصل از فعالیت انسانی در خطر است.

حدود سی یا چهل سال پیش توجه چندانی به مسائل زیست‌محیطی نمی‌شد و تنها در مواردی بحث آن مطرح می‌گردید که رویدادی هم‌چون مرگ و میر و بیماری‌های آسیب‌رسان، مثلاً ناشی از مصرف ناخواستهٔ جیوه در واقعهٔ میناماتای ژاپن در سال ۱۹۵۳، یا بیماری ایتای‌ایتای[4] ناشی از مصرف برنج‌های آلوده به کادمیم در دههٔ ۱۹۵۰ به رسانه‌های گروهی کشانده می‌شد.

در سال‌های اخیر، به زمین‌شیمیدان، به‌خاطر آموخته‌ها و تجربه‌های او اهمیت داده می‌شود و در کشورهای توسعه‌یافته به زمین‌شیمی‌دان‌ها در گروه‌های ارزیابی اثرهای زیست‌محیطی به‌کار گرفته می‌شوند تا میزان آلودگی‌های موجود ناشی از توسعهٔ نادرست برنامه‌ریزی شهری، کشاورزی، معدنی و یا صنعتی را بررسی و اندازه‌گیری کنند و راه‌حل‌هایی برای آن‌ها پیشنهاد نمایند.

زمین‌شیمی زیست‌محیطی دانشی بسیار پرشتاب است. در همین چند سال گذشته، زمین‌شیمیدان‌های زیست‌محیطی تنها به شناسایی مناطق آلوده می‌پرداختند. امروزه، راهکارهای پیشگیری را نیز ارائه می‌کنند. رسالت آیندهٔ زمین‌شیمیدان زیست‌محیطی، همکاری در گروه ارزیابی زیست‌محیطی در آغاز یک برنامهٔ توسعه است تا بتواند مسائل اجتماعی را پیش‌بینی کند و تغییراتی را به‌منظور حل مشکل پیشنهاد نماید (به‌منظور پیشگیری و نه کاهش خطر) و یا جایگزینی مناسب برای طرح اولیه ارائه دهد. امکان‌پذیری هر طرح را اقتصاددانان براساس هزینه و سود طرح تعیین می‌کنند.

نقش زمین‌شیمیدانِ زیست‌محیطی که مقدار عناصر بالقوه سمی را در یک بوم‌سامانه مطالعه می‌کند، با شناخت منابع احتمالی و منشأ عناصر آغاز می‌شود. وی اصول تحرک شیمیایی در فازهای جامد، مایع و گازی را به‌کار می‌گیرد تا مسیرهای انتقال عناصر به بوم‌سامانه و سرنوشت آن‌ها در محیط‌زیست را دریابد؛ و با غلظت طبیعی (زمینه) را برای هر نوع نمونه تعیین می‌کند تا بتواند وضعیت تندرستی جانداران و محیط‌زیست دربرگیرنده آن‌ها را پایش نماید.

زمین‌شیمیدانان با دانسته‌های خود از رفتار آلاینده‌ها در شرایط فیزیکی، شیمیایی و زیست‌شناختی، کارآمدترین و اقتصادی‌ترین روش کاهش آلودگی که کمترین تخریب اجتماعی و فرهنگی را به همراه داشته باشد، تعیین می‌کنند. از این دانش به‌عنوان پایه‌ای برای برنامه‌ریزی طرح‌های جدید توسعه با هدف پیشگیری از ورود آلاینده‌های بالقوه در آینده به محیط‌زیست نیز استفاده می‌شود.

اگرچه بی‌هنجاری‌های زمین‌شیمیایی تأثیرگذار بر تندرستی به‌طور طبیعی رخ می‌دهند اما خود انسان نیز می‌تواند اثراتی ناگوار بر محیط‌زیست برجای گذارد، ازجمله ازراه دفن زباله، استفادهٔ بی‌رویه از کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها، نشت مواد شیمیایی و...

مسائل بهداشتی همراه با محیط زمین‌شناختی در کشورهای در حال توسعه، به دلیل فقر و سوء تغذیه بیشتر احساس می‌شود. بیشتر مردم این کشورها به منابع غذا و آب وابسته‌اند و درنتیجه هرگونه بی‌هنجاری محلی زمین‌شیمیایی می‌تواند اثری قابل‌توجه بر جامعه داشته باشد. در مقایسه، ساکنان کشورهای توسعه‌یافته می‌توانند غذاهای فراهم‌شده از دیگر نقاط جهان را وارد رژیم غذایی خود کنند.

زمین‌شیمی زیست‌محیطی، نیز علمی میان‌رشته‌ای است که اصول شیمی زمین جامد، اجزای آبگین و گازی آن و شکل‌های حیات را برای ارزیابی آلودگی فلزها، اثرات آن بر بوم‌سامانه (اکوسیستم)های سیارهٔ زمین به‌کار می‌گیرد.

پی‌نوشت

1. Environmental Geochemistry
2. Low Temperature Geochemistry
3. Potentially toxic elements
4. Itai-Itai

منابع

۱. خبرنامه انجمن زمین‌شناسی ایران
2. www.ngdir.ir
3. www.civilica.com

زمین‌شناسی تازه‌های

منبع: Geology News.ir
ترجمه: ملیحه قنبری
دانشجوی دکترای دانشگاه تربیت معلم

شکل دیگری از عنصر کربن که به سختی الماس است، کشف شد

محققان آزمایشگاه ژئوفیزیک کارنگی[1] ملی تحقیقات خود در فرایندهای سنتز کربن، فرم جدیدی از کربن را کشف و ایجاد کردند. این فرم جدید ظرفیت مقاومت در برابر فشار فوق‌العاده زیاد را که قبلاً در الماس نیز کشف شده بود، دارا می‌باشد.

نتایج این کشف و جهش علمی در مجلهٔ فیزیکال ریویو[2] به چاپ رسیده است. روند تحقیق به این ترتیب بوده است که از سال ۱۹۵۰ سنتز فرم جدیدی از کربن شروع شد که نام آن را کربن شیشه‌ای نهاده بودند. این فرم خصوصیاتی بین صفات شیشه و کربن در فرم گرافیت و سرامیک را دارد.

لازم به ذکر است که کربن چهارمین عنصر فراوان در طبیعت است و در فرم‌های متنوعی وجود دارد. به این فرم‌ها آلوتروپ می‌گویند. پس الماس و گرانیت جزء آلوتروپ‌های کربن می‌باشند.

آلوتروپ جدید توانایی مقاومت در برابر فشار تا ۱۰۳ میلیون اتمسفر را در یک جهت در شرایطی که فشاری در حدود ۶۰۰ هزار اتمسفر در جهت دیگر اعمال می‌شود دارد. چنین مقاومتی تاکنون در هیچ ماده‌ای به‌جز الماس دیده نشده است که بتواند این مقدار فشار را تحمل کند و این بیانگر آن است که آلوتروپ جدید کربن بسیار بسیار محکم و مقاوم است.

با این وجود، برخلاف الماس و دیگر فرم‌های کریستالین کربن، ساختار این ماده جدید با تکرار واحدهای اتمی ساخته نشده است. بلکه این ماده یک مادهٔ آمورف می‌باشد؛ به این معنی که ساختار آن فاقد رشته‌های طویل بلورین است. این آلوتروپ آمورف یا بی‌شکل و فوق سخت کربن، نسبت به الماس برتری دارد در صورتی که سختی آن به صورت یکنواخت در همهٔ ابعاد درآید. به عبارت دیگر، سختی الماس به مقدار زیادی به جهت‌یافتگی و آرایش بلورهای آن بستگی دارد در حالی که اگر این جهت‌یافتگی مقاومت در برابر فشار در آلوتروپ جدید حذف شود، در این صورت نسبت به الماس دارای برتری است.

از یافته جدید می‌توان در تولید مته‌های فوق سخت برای تحقیقات فشار بالا و ایجاد موادی فوق چگال و فوق مقاوم استفاده کرد.

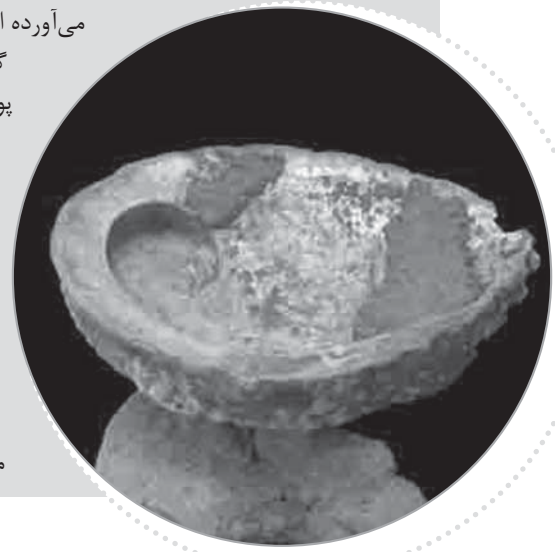
کشف کارگاه هنری ۱۰۰هزار ساله در غاری در آفریقای جنوبی

یک کارگاه هنری ۱۰۰هزار ساله کشف شده در آفریقا قدیمی‌ترین نمونه یک کارگاه هنری منتسب به انسان می‌باشد.

غاری کوچک در سواحل آفریقای جنوبی یکی از قدیمی‌ترین کارگاه‌های هنری جهان را در خود جای داده است. در این غار مخلوطی از ترکیب گل افرا و مواد دیگر در پوستهٔ سخت و کاسه مانند یک لاک‌پشت که به عنوان ظرف استفاده می‌شده به همراه تعدادی استخوان پهن قرار دارد که سن آن را حداقل ۱۰۰ هزار سال تخمین زده‌اند.

کریستوفر هنشیل وود[3] از انیستتو مطالعات تکامل انسان در دانشگاه ویت واترسند[4] ژوهانسبورگ، این غار و محتویات داخل آن را که شامل موارد ذکر شده می‌باشد در منطقهٔ بلوم بوس[5] در ساحل جنوبی آفریقای جنوبی در شرق شهر کیپ تاون کشف کرد.

مواد دیگری که در این غار کشف شده عبارت است از زغال نیم‌سوز شده، سنگ آسیاب و سنگ چکش. این کشف نشان می‌دهد که انسان ۱۰۰هزار سال قبل توانایی‌های ادراک بصری، ترکیب کردن مواد و طبقه‌بندی مواد را داشته است که این امر بعدها امکان استفاده از آنها را در فعالیت‌های اجتماعی برایش فراهم می‌آورده است.



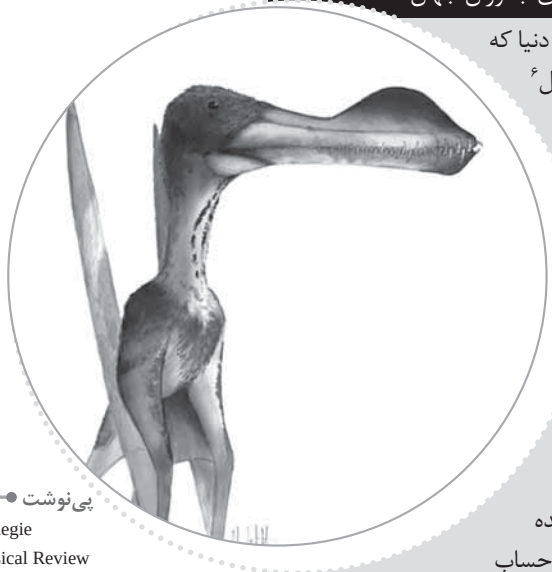
گل اخرا در آن زمان احتمالاً برای دکوراسیون، نقاشی و محافظت از پوست استفاده می‌شده است. تجزیه و تحلیل این ابزار نتایج جالبی را در مورد پیچیدگی رفتار انسان اولیه مشخص می‌سازد.

قطعات گِل احتمالاً توسط کوارتز خرد می‌شده‌اند و سنگ آسیاب کوارتزیتی آن‌ها را با استخوان‌های گرم شده پستانداران، ذغال نیمه‌سوخته، قطعات سنگی در یک مایع مخلوط می‌کرده‌اند و در نهایت در لاک سخت لاک‌پشت ریخته و کاملاً به هم زده‌اند، سپس با یک استخوان ماله مانند از آن برای نقاشی استفاده می‌کرده‌اند.

این یافته‌ها تأییدکنندهٔ وجود دانش ابتدایی از شیمی مواد و توانایی طراحی و نقاشی در انسان ۱۰۰ هزار سال قبل است و می‌توان از آن در مورد پیچیدگی تفکر و زندگی انسان اولیه نتایجی به‌دست آورد.

بزرگ‌ترین موزهٔ فسیل‌های اثر پای جانوران جهان

بزرگ‌ترین مجموعه فسیل‌های اثرپای جانوران دنیا که شامل بیش از ۲۷۰۰ گونه فسیل اثری یا ایکنوفسیل[6] است به دانشگاه کلورادو بولدر[7] در ایالات متحده انتقال یافت. اثر پای جانوران و دیگر گروه‌های فسیل‌های اثری، مانند: اثر پیکره جانوران به رسوبات، لانه فسیل جانوران و... در مطالعه و بررسی مواردی نظیر محیط رسوبی و رسوب‌شناسی، مطالعه رفتارهای جانوران مانند تغذیه، حرکت، شکار، زندگی اجتماعی و... مطالعه روند تکامل جانوران به دیرینه‌شناسان کمک به‌سزایی می‌کند. به‌طوری که امروز علم ایکنولوژیک شاخه‌ای از علم دیرینه‌شناسی است که در موارد بالا کاربرد زیادی دارد. در مجموعه ذکر شده که بزرگ‌ترین مجموعه از فسیل‌های اثری دنیا به‌حساب می‌آید ۲۷۶۴ گونه فسیل اثری جای دارد که از سراسر دنیا جمع‌آوری شده است. گردآوری این مجموعه به گسترش و بسط این شاخه از علم دیرینه‌شناسی کمک شایانی می‌نماید.



پی‌نوشت

1. carnegie
2. Phisical Review
3. Christopher Henshilwood
4. witwatersand
5. Blombos
6. Ichnofossil
7. colorado Boulder

تعیین واکنش‌های دگرگونی با

محمدحسن بازوبندی
مجتمع آموزش عالی پیامبر اعظم(ص)

مقدمه

یکـی از کاربردهای مبحث ماتریس‌ها در دانش ریاضی، محاسـبهٔ واکنش‌های دگرگونی اسـت. یکی از اهداف پژوهش در زمینهٔ سـنگ‌های دگرگونی پیدا نمودن واکنش‌های دگرگونی است؛ واکنش‌هایی که طی آن نمونه مورد مطالعه از حالت سنگ اولیه به سنگ دگرگونی فعلی تبدیل شده است.

آنچه تاکنون برای پیدا نمودن واکنش‌های دگرگونی معمول بوده، عبارت اسـت از: تشـخیص کانی‌های

تعیین تعداد و نوع واکنش‌های دگرگونی به کمک محاسبات ریاضی

واکنش‌های دگرگونی با استفاده از مبحث ماتریس‌ها به روش زیر تعیین می‌شوند:

۱. نمونه مورد مطالعـه را پتروگرافی نموده و عضوهای نهایی[1] (End members) را شناسایی می‌نماییم. (منظور از عضوهای نهایی، کانی‌های شاخص موجود در سنگ است).

برای این کار روش‌های متعددی مانند آنالیز میکروپروب، آنالیز XRD، آنالیز XRF و مطالعات میکروسـکوپی وجود دارد. مسـلماً در صورت امکان بایسـتی دقیق‌ترین روش را انتخاب کرد.

به‌عنـوان مثال در سیسـتم با عضوهـای نهایی کوارتز (SiO_2)، پریـکلاز (MgO)، فورسـتریت (Mg_2SiO_4)، انسـتاتیت ($MgSiO_3$) می‌خواهیم تعداد و نوع واکنش‌ها را به‌دست آوریم؛ بنابراین به مرحلهٔ دوم می‌رویم:

۲. پس از مشخص شدن عضوهای نهایی جدولی ترتیب می‌دهیم، سپس کانی‌های مذکور و فرمول شیمیایی هریک را، در دو سـتون، می‌نویسـیم و در مقابل، آنها را به‌صورت اکسید تجزیه می‌کنیم: (جدول ۱)

۳. به همان ترتیب نام کانی‌ها و نام اکسـیدها را نوشته و در مقابل، آنها را به‌صورت عنصری تجزیه می‌کنیم: (جدول ۲)

اکسیدها	فرمول شیمیایی	نام کانی
$=2MgO + SiO_2$	Mg_2SiO_4	Fo فورستریت
$=SiO_2$	SiO_2	Qtz کوارتز
$=MgO$	MgO	Per پریکلاز
$= MgO + SiO_2$	$MgSiO_3$	En انستاتیت

(جدول ۱)

۴. بـا توجـه به تعـداد عضوهـای نهایی یک تسـاوی ماتریسی به‌صورت زیر تعریف می‌کنیم که در آن:

A؛ ماتریس مربعی اسـت که شـامل ضرایب عضوهای نهایی در تساوی‌های زیر است.

X؛ ماتریسِ ستونی است که از عضوهای نهایی تشکیل شده است.

عناصر	اکسیدها	نام کانی
$Si + 2O$	SiO_2	Qtz
$Mg + O$	MgO	Per
$2Mg + Si + 4O$	$2MgO + SiO_2$	Fo
$Mg + Si + 3O$	$MgO + SiO_2$	En

(جدول ۲)

استفـــــــاده از ماتریس‌هـــــا

اولیــه و کانی‌های حاصله در مطالعــات بافتی و پتروگرافی، و پیدا نمودن واکنش تقریبــی بین آنها در مقالات و کتاب‌های معتبر و مرجع و تعمیم آن واکنش به تحقیق و پژوهش مورد نظر؛ اما در این روش واکنش‌های حقیقی و واقعی مجموعه‌های دگرگونی به کمک محاسبات ریاضی (مبحث ماتریس‌ها) تعیین می‌شود.

کلیدواژه‌ها: ماتریس، واکنش دگرگونی، عضو نهایی، روش گوس ـ جردن.

B؛ ماتریســی اســت کــه دربرگیرندهٔ ضریــب عناصر می‌باشد.

Y؛ ماتریس ســتونی اســت کــه از عناصــر موجود در اکسیدها تشکیل شده است.

حال با توجه به مثال مذکور می‌توان نوشت:

۱Qtz+۰Per+۰Fo+۰En=۱Si+۰Mg+۲O

۰Qtz+۱Per+۰Fo+۰En=۰Si+۱Mg+۱O

۰Qtz+۰Per+۱Fo+۰En=۱Si+۲Mg+۴O

۰Qtz+۰Per+۰Fo+۱En=۱Si+۱Mg+۳O

بنابرایــن طبــق قاعــده، چهــار ماتریــس مربوطــه را می‌نویسیم:

$$\begin{bmatrix} ۱ & ۰ & ۰ & ۰ \\ ۰ & ۱ & ۰ & ۰ \\ ۰ & ۰ & ۱ & ۰ \\ ۰ & ۰ & ۰ & ۱ \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Qtz \\ Per \\ Fo \\ En \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ۱ & ۰ & ۲ \\ ۰ & ۱ & ۱ \\ ۱ & ۲ & ۴ \\ ۱ & ۱ & ۳ \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Si \\ Mg \\ O \end{bmatrix}$$

$$A.X = B.Y$$

۵. در تســاوی اخیــر، B را به روش «گــوس- جردن» قطری و زیر قطر اصلی را صفر می‌کنیم که به تبع آن در A نیز تغییراتی حاصل خواهد شد.

$$\begin{bmatrix} ۱ & ۰ & ۰ & ۰ \\ ۰ & ۱ & ۰ & ۰ \\ -۱ & -۲ & ۱ & ۰ \\ -۱ & -۱ & ۰ & ۱ \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Qtz \\ Per \\ Fo \\ En \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ۱ & ۰ & ۲ \\ ۰ & ۱ & ۱ \\ ۰ & ۰ & ۰ \\ ۰ & ۰ & ۰ \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Si \\ Mg \\ O \end{bmatrix}$$

۶. پــس از انجام عملیات بــه روش «گوس- جردن» بر روی ماتریس‌هــای A و B، ایــن ماتریس‌ها را در هم ضرب می‌کنیم و حاصل را به‌صورت خطی می‌نویسیم.

غیر قابل قبول ۱Qtz=۱Si+۲O

غیر قابل قبول ۱Per=۱Mg+۱O

قابل قبول -1Qtz - ۲Per+۱Fo=O

قابل قبول -1Qtz - ۱Per+۱En=O

۷. از واکنش‌هــای فوق که به‌صورت خطی نوشــته‌ایم آنهایی که مساوی صفر هستند به عنوان واکنش‌های ممکن و قابل‌قبول و آنهایی که مساوی صفر نیستند، غیرقابل قبول و غیرممکن در نظر گرفته می‌شوند.

بنابراین در سیســتم فوق تنهــا دو واکنش قابل قبول و ممکن می‌باشند که به شرح زیر ادامه می‌یابند:

$1Qtz \rightarrow Mg_۲SiO_۴ = ۲MgO + SiO_۲$

-۲Per+۱Fo=O

$1Qtz \rightarrow MgSiO_۳ = MgO + SiO_۲$

-۱Per+۱En=O

منبع

Cox, K. J. Bell (1979). Internatiol of Igneous Rock, Allen and unw In, Londan, 450pp.

بوون

ابوالفضل بشیری
دبیر آموزش و پرورش
منطقه ۵ تهران

دانش‌آموزان و دانشجویان با سری واکنشیِ **بوون**، که چگونگی تبلور کانی‌های گوناگون در شرایط مختلف دما و فشار در کتاب زمین‌شناسی سال سوم مبحث ماگماتیسم را نشان می‌دهد، آشنا هستند از این‌رو نام «بوون» برای آن‌ها غریب‌نیست.

بوون بدون شک بزرگ‌ترین سنگ‌شناس سدهٔ بیستم بود. وی با به‌کارگیری اصول الهام گرفته از نمودارهای فازی سادهٔ اعضای انتهایی کانی‌های سنگ‌ساز رایج، برای علمی که پیش از آن تنها با مشاهده و رده‌بندی سروکار داشت رویکردی کمّی ابداع کرد.

نورمن در ۲۱ ژوئن سال ۱۸۸۷ در شهر کینگ‌تاون اونتاریو در کانادا دیده به جهان گشود. او به‌رغم شخصیت آرام و طبع‌شوخ و قامت کوچکش، انسانی بزرگ بود.

بوون در روزگار جوانی در مغازهٔ نانوایی خانوادگی به پدرش کمک می‌کرد و با گاری نان را برای مشتریان حمل می‌کرد. تجربه‌ای که به عدم اطمینان همیشگی او به اسب‌ها منجر شد. وی زمستان‌ها را به بازی اسکیت روی یخ می‌گذراند و در تابستان به یک شناگر قوی شنای پروانه تبدیل می‌شد و در مسابقات شنا شرکت می‌کرد؛ نیز در کلیسای محلی انگلیکان[1] آواز می‌خواند و گفته می‌شد صدایی عالی داشته است.

مدارس دولتی زادگاه بوون، او را برای امتحانات ورودی دانشگاه (کوئینز) آماده ساخت و بوون در رشتهٔ هنر ثبت‌نام کرد. قصد داشت معلم شود، اما مانند بسیاری از جوانان دیگر اشتیاق شدیدی برای دیدن مناطق تازه و جذاب و به‌دست آوردن پول داشت. از این‌رو به بخش نقشه‌برداری زمین‌شناسی، در ادارهٔ معادن اونتاریو زیر نظر **بروک**، پیوست.

بروک که شخصیت برجسته‌ای داشت و سرانجام مدیر سازمان زمین‌شناسی کانادا شد، اعتماد زیادی به توانایی‌های ذاتی بوون و مهارت‌های وی در نقشه‌برداری بیشه‌زارها پیدا کرد به گونه‌ای که این مرد جوان را برای انجام کار تنها گذاشت. سفر به این بیشه‌زارها با قایق انجام می‌شد و پیمایش رخنمون‌ها زیر پوششی از پشه و مگس‌های سیاه صورت می‌گرفت. بوون هنگام انجام عملیات نقشه‌برداری به تفکیک دیابازها علاقه‌مند شد.

درنتیجهٔ تجارب صحرایی که بوون به دست آورد، هنگامی که به دانشگاه کوئین بازگشت، در دانشکدهٔ معدن ثبت‌نام کرد و درس‌های کانی‌شناسی و زمین‌شناسی را گذراند. پس از چند عملیات صحرایی در اطراف دریاچه آبی‌تی‌بی و گوگاندا، بار دیگر توجه او به دیابازها جلب شد. بوون به خاطر نوشتن بهترین مقاله با عنوان «دیاباز و آپلیت ناحیهٔ کبالت- نقره» برندهٔ ۲۵ دلار و مدال طلای پرزیدنت از سوی مؤسسهٔ معدن‌کاری کانادا شد. به دلیل تجاربی که در بیشه‌های کانادا در مورد تنوع متغیرها در فرایندهای زمین‌شناختی طبیعی اندوخته بود، به سرعت توجه او به اصول زمین‌شناسی و شیمی جلب شد. در سال ۱۹۰۹ بوون برندهٔ بورس تحصیلی لندن شد و امکان ادامهٔ تحصیل برایش فراهم گردید.

بوون ابتدا قصد داشت در نروژ ادامه تحصیل دهد که دلیل آن خواندن کتاب[2] نوشتهٔ **پروفسور فوگت** بود. فوگت در این کتاب کاربرد اصول فیزیکوشیمیایی در بررسی سرباره‌ها برای تفکیک آذرین را توضیح داده بود. وجود **دکتر بروگر** که با مطالعهٔ فراوان بر روی سنگ‌های ناحیه اسلو به نتیجه‌گیری‌های فیزیکوشیمیایی ارزنده‌ای دست یافته بود عامل دیگری برای کشش بوون به طرف نروژ بود. متأسفانه فوگت دلایل زیادی برای منصرف کردن بوون آورد که

مشـکل زبان نروژی از آن جمله بود. از این‌رو بوون به ناچار از همکاران کانادایی خود کمک گرفت.

سـرانجام بوون به MIT (مؤسسهٔ فناوری ماساچوسـت) رفـت تا زیر نظر استادی برجسته و پرجذبه یعنی **رینولد دالی** تحصیل کند. این استاد الهام‌بخش بوون بـود و کمک‌هـای ارزنـده‌ای در عملیات‌های صحرایـی به وی کرد. این اسـتاد، بوون را با این عقیـده که مایع بازالتی یک ماگمای اولیـه بوده و تمام ماگماهای دیگر از آن مشـتق شده‌اند، آشـنا کـرد. دالـی، هم‌چنیـن بعضی از دلایـل تفریـق مانند انتشـار، تبلور جزء‌به‌جزء، جدایش بلوری، انتقال گازی، ناهم‌آمیـزی و هضم را بـه بوون معرفی کرد. کمک‌های بزرگ دیگری که بوون در هنگام تحصیل در MIT دریافت کرد و منطق فکری وی را شکل داد. استادانی همچـون **وارن**، **شـیمر**، **لافلیـن**، **لیندگرن** و **جـاگار** بودند که در اصول زمین‌شناسی، و **نووی**، **لویس**، و **بری** در فراگرفتن اصول شـیمی- فیزیک وی را یاری کردند. احتمالاً **چارلز. اچ. وارن**، هم کاربرد اصول شیمی فیزیک در مورد مسائل کانی‌شناختی و سنگ‌شناختی را به وی الهام کرده است.

در تابستان سال ۱۹۱۱ بوون همراه بـا دالی برای انجـام عملیات صحرایی، نقشـه‌برداری ناحیهٔ بریتیش کلمبیا که به خاطـر وجود گرانیت‌هـای متقاطع و تزریق‌هـای بزرگ‌مقیاس و گسـترده معروف است، عازم این ناحیه شد. او در سوم اکتبر سال ۱۹۱۱ با **ماری لامونت** که دانشـجوی رشتهٔ پزشـکی بوستون بـود، ازدواج کرد. ایـن کار در آن زمان غیرمعمول بود چرا که هیچ‌کس در زمان دانشجویی ازدواج نمی‌کرد.

بوون در چهارم ژوئن سـال ۱۹۱۲ فارغ‌التحصیل شد. رسـالهٔ دکتری وی که بررسی سیستم نفلین- آنورتیت بود به سرعت از سـوی مجلهٔ علوم آمریکا[3] پذیرفته و منتشر شد.

بـوون پـس از فارغ‌التحصیلـی، پیشنهادهای گوناگونی برای کار دریافت کرد که خود پـس از انجام یک عملیات صحرایـی دیگـر در بریتیـش کلمبیـا تصمیم گرفت به هیئت علمی آزمایشگاه زمین‌فیزیک مؤسسـهٔ کارنگی[4] بپیوندد، چرا که می‌توانست هم در زمین‌شناسی و هم در شـیمی به تحقیقات خود ادامه دهد. بوون در اول سـپتامبر سال ۱۹۱۲ این خواستهٔ خود را عملی کرد.

دهه‌های ۱۹۱۰ و ۱۹۲۰ زمان توسعهٔ مراحل جدیدی در بررسـی‌های تجربی سازندهای زمین‌شناختی بود. سنگ‌های پوسته‌ای در سراسر آمریکای شمالی و اروپا مطالعه شده بود و حدس و گمان در مورد چگونگی تشکیل پوستهٔ زمین، بویژه نسبت به سنگ‌های آذرین و دگرگونی فراوان بود. افزون بر این بسیاری از فنون تجربی برای ایجاد دماهای بالا توسعه خود را به تازگی آغاز کرده بودند. بوون تضمین کرد که به طریق تجربی رژیم‌های دمایی و ترکیبی را، که در آن‌ها انواع غالب سنگ‌های پوسته‌ای تشکیل می‌شوند، به‌وجود آورد. زمینه وی از شیمی و زمین‌شناسی و توانایی زیاد وی در مشـاهدات صحرایی، او را قادر ساخت تا به این تعهد خـود عمل کند. وی پس از شـروع کار در آزمایشگاه زمین‌فیزیک، بـه مطالعات خـود در مورد سـنگ‌های پوسته‌ای، بررسی سیستم آلبیت-آنورتیت که پلاژیوکلاز یعنی فراوان‌ترین کانی در پوستهٔ زمین را تشکیل می‌دهند ادامه داد. در سـال ۱۹۲۸ کتاب تکامل سنگ‌های آذرین را که به دسـتنامهٔ سنگ‌شناسان سراسـر جهان تبدیل شـد منتشر کرد. بوون در این کتاب اصول زمین‌فیزیکی و زمین‌شیمیایی مطالعه سنگ‌ها و کانی‌ها را بیان کرده است.

در سـال ۱۹۳۸ بـوون آزمایشـگاه زمین‌فیزیک را ترک کرد و ۱۰ سـال در دانشگاه شیکاگو به تدریس پرداخت. پس از آن بار دیگر به آزمایشگاه بازگشت و تا زمان بازنشستگی در سال ۱۹۵۱ در آنجا ماند. بازنشسـتگی اجباری وی در سال ۱۹۵۲ یک اشـتباه بود و بـوون پس از یک سال به تشویق همکارانش به‌عنوان دستیار پژوهشی به آزمایشگاه بازگشت اما این کار باب‌طبعش نبود و وی را افسرده کرد. سـرانجام در ۱۱ سـپتامبر ۱۹۵۶ بوون دیده از جهان فروبسـت و خاکستر جسدش بر روی زمین اطراف آزمایشگاه نزدیک درخت مورد علاقه‌اش پاشـیده شد.

به پـاس قدردانی از این دانشـمند بزرگ هر سال جایزه‌ای به نام وی از سوی اتحادیهٔ جغرافیایی آمریکا[5] به کسانی که با نوشتن مقالات فردیِ برجسته و یا انجام تحقیقات پیوسـته گروهی نقش مؤثری در پیشـبرد علوم آتش‌فشان‌شناسـی، زمین‌شـیمی، یا سنگ‌شناسی داشته‌اند اهدا می‌شود. در زیر فهرست نام کسانی را که تاکنون موفق به دریافت این جایزه شده‌اند می‌بینید که در آن نام دانشمندان بزرگـی همچون **لانگ موییر** و **فورنیه** نیز به‌چشـم می‌خـورد (تاریخ‌ها به طور نزولی مرتب شده است):

Peter B. Kelemen (2004), John W. Valley (2003), William I. Rose (2002), A T Anderson (2001), Francis Albarede (2000), Charles Bacon (1999), Alex Halliday (1998), Frank S. Spear (1997), Charles H. Langmuir (1996), Frank Richter (1995), Mark Harrison (1995), Harry Green II (1994), Alan Thompson (1994), Timothy Grove (1993), Bruce Marsh (1993), Robert Fournier (1991), Eric Essene (1991), Alexander McBirney (1990), Ross Taylor (1988), John Barry Dawson (1987), Fred A. Frey (1986), Ian Carmichael (1986), Schmincke (1985), Edward Hildreth (1985), Richard Fisher (1985), Michael O'Hara (1984), Robert Newton (1984), Lionel Wilson (1983), T. N. Irvine (1982), Richard A. Yund (1981).

پی‌نوشت

1. Anglican
2. Die Silikatschmelzlosungen
3. American Journal of Sciences
4. Carnegi
5. American Geophycial Union

منابع

۱. خبرنامه انجمن زمین‌شناسی ایران
2. www.wikipedia.org

فرهنگ چینه‌شناسی ایران

فرهنگ چینه‌شناسی ایران
مؤلف: دکتر سید علی آقا نباتی
ناشر: سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی ایران
نوبت چاپ: اول
سال چاپ: بهار ۱۳۸۷
شمارگان: ۲۰۰۰ نسخه

علوم زمین به عنوان یکی از بنیادی‌ترین رشته‌های علوم پایه دارای گرایش‌های گوناگونی است. یکی از این گرایش‌ها چینه‌شناسی است که با انجام آن می‌توان به بسیاری از وقایع و حوادث گذشته زمین مانند نوع و شرایط حوضه‌های رسوبی، پیوند زمانی و مکانی حوضه‌ها، دیرینه زیست[۱]، آب‌وهوای دیرینه[۲]، جغرافیای دیرین[۳]، فازهای گوناگون آتش‌فشانی، پدیده‌های دگرگونی، فازهای فلززایی، دوره‌های کوهزایی و... پی برد. بدین‌سان دیده می‌شود که چینه‌شناسی بنیان بسیاری از گرایش‌های علوم زمین است. از این‌رو، امروزه چینه‌شناسی دانشی تخصصی شده است که از آن جمله می‌توان به شاخه‌های آن همچون: چینه‌نگاری شیمیایی[۴]، چینه‌نگاری آب‌وهوایی[۵]، چینه‌نگاری رسوبی[۶]، چینه‌نگاری تحرکی[۷]، چینه‌نگاری اکتشافی[۸]، چینه‌نگاری مغناطیسی[۹]، چینه‌نگاری لرزه‌ای[۱۰]، چینه‌نگاری آتش‌فشانی[۱۱]، چینه‌نگاری کمّی[۱۲]، چینه‌نگاری زمین‌ساختی[۱۳] و چینه‌نگاری حادثه‌ای[۱۴] اشاره داشت.

با توجه به تخصصی‌بودن چینه‌شناسی و اهمیت آن در علوم زمین، لازم دانسته شده است تا در سراسر جهان این‌گونه مطالعات در چارچوب‌های استاندارد و هم‌سان صورت گیرد تا داده‌های چینه‌نگاری با زبانی واحد تدوین و کاربری آن در کشورهای گوناگون آسان باشد. برای هم‌سان‌سازی روش‌های چینه‌شناسی در کشورهای مختلف، یک گروه کاری به نام زیرکمیسیون بین‌المللی طبقه‌بندی چینه‌شناسی[۱۵] وابسته به اتحادیهٔ جهانی زمین‌شناسان[۱۶] تشکیل و فعالیت دارد. جدا از زیرکمیسیون بین‌المللی، در هر کشور نیز یک کمیتهٔ ملی چینه‌شناسی[۱۷] براساس دستورالعمل‌های زیرکمیسیون بین‌المللی چینه‌شناسی (ISSC) تشکیل می‌شود که به‌طور معمول توسط سازمان‌های زمین‌شناسی و با همکاری مراکز آموزش عالی. مهندسین مشاور و سایر دست‌اندرکاران چینه‌شناسی، فعالیت دارد تا واحدهای چینه‌شناسی معرفی شده توسط زمین‌شناسان را بررسی و در صورت داشتن ویژگی‌های استاندارد تصویب و به صورت یک واحد چینه‌نگاری رسمی معرفی نماید. مجموعه واحدهای چینه‌شناسی

هر کشـور به صورت فرهنگ چینه‌شناسی ملی[18] تدوین می‌گردد تا برای تهیه فرهنگ چینه‌شناسی بین‌المللـی[19] در اختیار زیرکمیسـیون بین‌المللی چینه‌شناسی (ISSC) قرار گیرد.

نخسـتین فرهنگ چینه‌شناسی ایران در سال ۱۹۷۲ به همت والای اشـتوکلین و ستوده‌نیا تهیه گردید. از آن زمان تاکنون، به لحاظ رشـد فزایندهٔ داده‌هـای علوم زمیـن، واحدهای چینه‌شناسـی متعددی معرفی شـده‌اند که بیشـتر نتایج آنها در دسـترس همگان قرار ندارد. به همیـن‌رو، پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشـور ضروری دانسـته تا با ایجاد «بانک چینه‌شناسـی ایـران» فرهنگ چینه‌شناسـی را تکمیـل و بـه‌روز نمایـد، لذا در نخسـتین گام و همزمان با گردآوری دانسته‌ها، از کلیه دست‌اندرکاران صاحب‌نظر درخواست شد تا با رهنمودهای خود در این مهم سهیم باشند.

بـه دلیـل پرحجم‌بـودن اطلاعـات، بانـک چینه‌شناسـی ایـران به دو پروژه «چینه‌شناسـی پرکامبریـن ـ پالئوزوئیـک» و «چینه‌شناسـی مزوزوئیک ـ سـنوزوئیک» تفکیک شـده است که داده‌های چینه‌شناسـی پرکامبریـن ـ پالئوزوئیک آن، در این نوشـتار گردآوری شـده اسـت. برای هم‌سان‌سـازی در گـردآوری و تدویـن واحدهای چینه‌نگاری الگوی زیر به‌کار گرفته شد.

ـ مرتبهٔ واحد Rock Unit’s Rank
ـ سن Rock Unit’s age
ـ نشانهٔ اختصاری Rock Unit’s Symbol
ـ مؤلف Author
ـ هم‌نامی Synonimy
ـ نام‌های رسمی و غیررسمی Formal & Informal names
ـ مأخذ Reference
ـ تاریخچهٔ مطالعات Previous Studies
ـ موقعیت جغرافیایی Geography
ـ راه دسترسی Access
ـ سنگ‌شناسی Lithology
ـ سن و سنگواره Age & Fossil
ـ ضخامت Thickness
ـ حد بالایی و پایینی Overlying & Underlying
ـ گسترش جغرافیایی Geographical distribution

دفتر انتشارات کمک آموزشی

با مجله‌های رشد آشنا شوید

مجله‌های دانش‌آموزی
(به صورت ماه‌نامه و هشت شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند):

رشد کودک (برای دانش‌آموزان آمادگی و پایهٔ اول دورهٔ دبستان)
رشد نوآموز (برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دورهٔ دبستان)
رشد دانش‌آموز (برای دانش‌آموزان پایه‌های چهارم و پنجم دورهٔ دبستان)
رشد نوجوان (برای دانش‌آموزان دورهٔ راهنمایی تحصیلی)
رشد جوان (برای دانش‌آموزان دورهٔ متوسطه و پیش‌دانشگاهی)

مجله‌های بزرگسال عمومی
(به صورت ماه‌نامه و هشت شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند):

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

مجله‌های بزرگسال و دانش‌آموزی تخصصی
(به صورت فصل‌نامه و چهار شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند):

◆ رشد برهان راهنمایی (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دورهٔ راهنمایی تحصیلی) ◆ رشد برهان متوسطه (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دورهٔ متوسطه) ◆ رشد آموزش قرآن ◆ رشد آموزش معارف اسلامی ◆ رشد آموزش زبان و ادب فارسی ◆ رشد آموزش هنر ◆ رشد مشاور مدرسه ◆ رشد آموزش تربیت‌بدنی ◆ رشد آموزش علوم اجتماعی ◆ رشد آموزش تاریخ ◆ رشد آموزش جغرافیا ◆ رشد آموزش زبان ◆ رشد آموزش ریاضی ◆ رشد آموزش فیزیک ◆ رشد آموزش شیمی ◆ رشد آموزش زیست‌شناسی ◆ رشد آموزش زمین‌شناسی ◆ رشد آموزش فنی و حرفه‌ای ◆ 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 می‌شوند.

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

ـ شرایط محیط رسوبی
Sedimentary environment
ـ مقایسه و هم‌ارزی Correlation

بایـد گفت کـه بانک ایجاد شـده منحصر به مطالب نوشـتاری و شرح توصیفی واحدها نیست بلکه پاره‌ای از داده‌ها نظیر موقعیت و ویژگی‌های جغرافیایـی و یا راه‌های دسترسـی و... به صورت جدول و یا تصویر است تا کاربری آن ساده‌تر باشد.

گفتنی اسـت که با وجود تلاش‌های به‌عمل آمـده، ناممکن بودن دسـتیابی به نوشـتارهای بخشی از همکاران سبب گردید تا داده‌های موجود نشانگر تمام واحدهای چینه‌شناسی پرکامبرین ـ پالئوزوئیـک ایران نباشـد. امید اسـت با دریافت دسـتاورد علمی تمـام علاقمندان به پیشـرفت دانش زمین در ایران، چـاپ بعدی این مجموعه بتواند بازتابی کامل از ویژگی‌های چینه‌شناسـی پرکامبرین ـ پالئوزوئیک ایران باشد.

پی‌نوشت

1. Paleoecology
2. Paleoclimatology
3. Paleogeography
4. Chemical-Startigraphy
5. Climato-Stratigraphy
6. Sedimento-Stratigraphy
7. Dynamic-Stratigraphy
8. Exploration-Stratigraphy
9. Magneto-Statigraphy
10. Seicmic-Stratigraphy
11. Volcano-Stratigraphy
12. Quaternary-Stratigraphy
13. Tectonic-Stratigraphy
14. Event-Stratigraphy
15. International Subcommission in Stratigraphic Classification
16. International Union of Geological Sciences
17. National Stratigraphy Committee
18. National Stratigraphy Lexique
19. International Stratigraphy Lexique

برگ اشتراک مجله‌های رشد

نحوهٔ اشتراک:

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

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

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

◆ **نام مجلات درخواستی:**

.....

.....

.....

◆ **نام و نام‌خانوادگی:** .....

◆ **تاریخ تولد:** ..... ◆ **میزان تحصیلات:** .....

◆ **تلفن:** .....

◆ **نشانی کامل پستی:** .....

استان: ..... **شهرستان:** ..... **خیابان:** .....

شمارهٔ فیش: ..... **مبلغ پرداختی:** .....

پلاک: ..... **شمارهٔ پستی:** .....

.....

◆ در صورتی که قبلاً مشترک مجله بوده‌اید، شمارهٔ اشتراک خود را ذکر کنید:

.....

امضا:

● **نشانی: تهران، صندوق پستی امور مشترکین: ۱۶۵۹۵/۱۱۱**
● **وبگاه مجلات رشد:** **www.roshdmag.ir**
● **اشتراک مجله:** **۰۲۱ـ۷۷۳۳۶۶۵۶/۷۷۳۳۵۱۱۰/۷۷۳۳۹۷۱۳ـ۱۴**

◆ هزینهٔ اشتراک یکساله مجلات عمومی (هشت شماره): ۹۶۰۰۰ ریال
◆ هزینهٔ اشتراک یکساله مجلات تخصصی (چهار شماره): ۶۰۰۰۰ ریال