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 ۲ • زمستان ۱۳۹۱

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: مرتضی حاجعلی فرد
طراح گرافیک: زهره محمودی

سخن سردبیر **علاج واقعه قبل از وقوع** ۲

تغییرات اقلیمی زمین و یخ‌بندان‌های دورهٔ کواترنری / فرشته مهدی‌پور حسکوئی ۴

علم تافونومی / جهانبخش دانشیان و زهرا اکرمی ۱۴

پدیده‌های زمین‌شناختی **شن‌بادهای ایران** / فرخ برزگر ۲۰

دانشرافزایی **زمین‌شناسی اقتصادی عناصر نادر** / خلیل بهار فیروزی ۲۴

آموزشی-کاربردی **گچ، مزایا انواع و هشدارهای آموزشی** / بهزاد سعیدی‌رضوی ۲۹

میدان مغناطیسی زمین / محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر ۳۳

آموزشی **سرعت گریز** / مجید کوهستانیان ۳۸

رویداد **لاک‌پشتی به اندازهٔ خودرو** / فرخ برزگر ۴۰

آموزشی **شیوه‌ای برای دیدنی کردن فکرها** /مسعود کیمیاگری ۴۱

معرفی بزرگان **نیکلا استنو، پدر زمین‌شناسی** / رضا نداف ۴۷

معرفی نرم‌افزار **تولید محتوای آموزشی (ستما)** / زهرا پیریایی ۵۴

گفت‌وگو **برای کسب مدرک آمدند!** / آرزو پاک ۵۷

رشته‌های نوین **فناوری نانو، انقلاب قرن ۲۱** / زهرا سلطانی مقدم ۶۰

تازه‌ها **تازه‌های زمین‌شناسی** / ملیحه قنبری ۶۳

معرفی کتاب **زمین، منبع سلامت و مخاطرات** / مریم عابدینی ۶۴

• 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 پرورش 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 کلیدی » از متن استخراج 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 کنید.

نشانی دفتر مجله:
تهران، ایرانشهر شمالی
پلاک ۲۶۶
صندوق پستی ۶۵۸۵-۱۵۸۷۵
تلفن:۹-۸۸۸۳۱۱۶۱ (داخلی ۳۷۴)
دورنگار: ۸۸۳۰۱۴۷۸
پیام‌نگار: Zamin shenasi@roshd.ir
وبگاه: www.roshdmag.ir
تلفن پیام گیر نشریات رشد:۸۸۳,۱۴۸۲
کد مدیر مسئول: ۱۰۲
کد دفتر مجله: ۱۱۳
کد امور مشترکین: ۱۱۴
تلفن: ۷۷۳۳۶۶۵۶-۷۷۳۳۶۶۵۵
شمارگان: ۴۵۰۰ نسخه
چاپ: شرکت افست (سهامی عام)

توضیح تصویر روی جلد: رودخانه‌های سازنده ساختار«درخت-سان» بر روی بیابان بایای (Baya) کالیفرنیا./ منبع: وبگاه ماهنامه نشنال ژئوگرافیک
دیدگاهی که این عکس هوایی بدین‌سان فراهم آورده است لحظه‌ای بیننده را با این پوشش ذهنی روبرو می‌کند که آیا در حال دیدن منظره‌ای کلان از رودخانه‌ای است که به بیابانی عریان می‌رسد یا خرد منظره‌ای از شریان‌های یک آفریده زنده است./ عکس توسط الکساندر کیف از مجله نشنال ژئوگرافیک

علاج واقعه قبل از وقوع

از زمان وقوع زمین‌لرزهٔ مخرّب بوئین‌زهرا تا زمین‌لرزهٔ اهر- ورزقان (۱۳۹۱) حدود پنجاه سال می‌گذرد. در این مدّت، زمین‌لرزه‌های ویرانگر دیگری چون دشت بیاض (۱۳۴۷)، خورگوشمال بندرعباس (۱۳۵۶)، طبس (۱۳۵۷)، رودبار (۱۳۶۹) و بم (۱۳۸۱) و تعدادی زمین‌لرزه‌های با شدّت کمتر نیز در این سرزمین به‌وقوع پیوسته‌اند که هر یک از آن‌ها زیان‌های جانی و مالی هنگفت و غیرقابل جبرانی به‌ویژه از دیدگاه ضایعات انسانی برجای گذاشته‌اند. آنچه از این زمین‌لرزه‌ها به یادگار مانده مشتی اعداد و ارقام مانند تعداد کشته‌ها و زخمی‌ها در هر واقعه، ویرانی کامل یا ناکامل سرپناه ساکنین مناطق آسیب‌دیده و جمع‌آوری فلان مبلغ کمک‌های مردمی و آماری از بازسازی واحدهای مسکونی مناطق زلزله‌زده به‌دست دولت‌مردان با همیاری مردم بوده و بعد هم پروندهٔ این حادثه تا زمین‌لرزهٔ بعدی بسته شده است. ولی خدا وکیلی یک بار هم از عامل اصلی به‌وجود آورندهٔ زمین‌لرزه‌ها، یعنی گسل یا گسل‌های مسبّب آن، بحث جدّی به میان نیامده (اگر هم بحث شده در حدّ یک یا چند جلسهٔ خودمانی بوده است) که چگونه می‌توان بر پایهٔ یافته‌های علمی و عملی حاصل از بررسی کارشناسان فن در مقام چاره‌جویی برآییم و علاج واقعه را قبل از وقوع انجام دهیم.

دوستان ما شاهدند که ما بارها و بارها در همین صفحه یا لابه‌لای صفحات فصل‌نامه‌مان در ارتباط با بلایای طبیعی و راه‌های مقابله با آن‌ها (به‌ویژه زمین‌لرزه‌ها) سخن گفته‌ایم و باز هم یادآور می‌شویم که کشور ما به دلیل موقعیت جغرافیایی- تکتونیکی روی کمربند چین‌خوردگی آلپی- هیمالیا که رشته‌کوه‌های جوان و در حال شکل‌گیری هستند قرار گرفته است. این شکل‌گیری از دو میلیون سال پیش آغاز شده است، و تاکنون ادامه دارد. کشورهای جای گرفته در این کمربند در ردیف مناطق بلاخیز جدی به‌شمار می‌آیند. کشور ما نیز جزء ده کشور اوّل این بلاخیزی است. بخشی از شکل‌گیری این کمربند با جابه‌جایی زمین ها و سرزمین‌ها همراه است که عامل اصلی آن چین‌خوردگی و گسل‌ها در پوستهٔ زمین است که اثر آن‌ها در زمین‌لرزه‌هایی ظاهر می‌شود.

هر روز اخبار این زمین‌لرزه‌ها را از رسانه‌ها دریافت می‌کنیم که تازه‌ترین آن‌ها همین زمین‌لرزهٔ اهر- ورزقان کشور خودمان است. نکتهٔ مهم در اینجا آن است که ما عادت کرده‌ایم همیشه بعد از وقوع چنین حوادثی به فکر بیفتیم که چه باید بکنیم و چاره چیست؟ جواب در یک جمله خلاصه می‌شود، اینکه علاج واقعه را قبل از وقوع

باید کرد. اکنون با تکیه بر دانسته‌های حاصل از علوم زمین به آسانی می‌توان عامل یا عوامل بلایای طبیعی از جمله زمین‌لرزه را که زمان وقوع آن قابل پیش‌بینی نیست، شناسایی کرد. به عنوان مثال می‌توان گسل‌های لرزه‌زا را که در زمان کواترنر فعالیّت داشته‌اند و پیشینهٔ تاریخی آن‌ها ثبت شده است مورد بررسی قرار داد و سازوکارهای آن‌ها را تجزیه و تحلیل کرد، و بر پایهٔ اطلاعات به‌دست آمده، محل سازه‌های روستاها را تغییر و مقاوم‌سازی سازه‌ها را در دستورکار قرار داد.

خوشبختانه امروز در کشور ما اطلاعات پایه‌ای مانند نقشه‌ها و گزارش‌های زمین‌شناسی پایه در مقیاس‌های گوناگون که حاصل کار نیم قرن دانش‌آموختگان علوم زمین است وجود دارند که با به‌کارگیری آن‌ها می‌توان مناطق لرزه‌خیز را مشخص و بررسی‌های ویژهٔ لرزه زمین ساخت را انجام داد و به مقاوم‌سازی مناطق مزبور در مقابل زمین‌لرزه پرداخت: یعنی همان کاری که کشورهای لرزه‌خیزی مانند ژاپن انجام داده‌اند.

ختم کلام اینکه با نگاهی به زمین‌لرزه‌های پنجاه سال اخیر کشور عزیزمان می‌بینیم که به‌طور میانگین هر ده سال یک زمین‌لرزهٔ ویرانگر داشته‌ایم که در جریان آن‌ها شماری از هم‌وطنانمان جان باخته‌اند و هزینه‌های گزافی برای ویرانی‌ها پرداخته‌ایم، ولی با گذشت زمان به بوته فراموشی سپرده شده‌اند. آیا وقت آن نرسیده است که برای مقابله با این بلا و سایر بلایای طبیعی، از دانش علوم زمین کمک بگیریم؟!

تغییرات اقلیمی زمین و یخ‌بندان‌های دورهٔ کواترنری

فرشته مهدی‌پور حسکوئی
دانشجوی کارشناسی ارشد سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی ایران
جعفر صبوری
کارشناس ارشد زمین‌شناسی
مسئول آزمایشگاه پالینولوژی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی ایران
حبیب علی‌محمدیان
دکترای زمین‌شناسی
مسئول آزمایشگاه محیط دیرینهٔ مغناطیسی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی ایران

چکیده

تغییر اقلیم، یک تغییر پایدار و مشخص در توزیع آماری الگوهای آب و هوایی است که در محدودهٔ زمانی بین ده‌ها تا میلیون‌ها سال و در پاسخ به تغییرات تراز انرژی جهانی به وقوع می‌پیوندد. پارامترهای مؤثر در تغییرات آب و هوایی را می‌توان با قلمروهای مختلفی در دو گروه (عوامل طبیعی و عوامل انسانی) دسته‌بندی کرد. عوامل طبیعی عبارت‌اند از: عوامل درون‌جوی و عوامل برون‌جوی (نقش‌خورشید بر آب‌و هوای زمین و موقعیت زمین به عنوان یک سیاره در فضا). عوامل انسانی مربوط به فعالیت‌های بشری می‌شوند که می‌توان از جملهٔ آن‌ها به تشدید غلظت گازهای گلخانه‌ای، تخریب جنگل‌ها، افزایش آلاینده‌ها و غیره اشاره کرد. پیامد عملکرد بشر سبب ایجاد فاکتورهای نامبرده و از عوامل اصلی

افزایش درجهٔ حرارت هوا (گرمایش جهانی) است که خود سبب بالا آمدن سطح آب‌های جهان و بر هم خوردن الگو و میانگین بارندگی‌ها، پسروی یخچال‌ها و مناطق پوشیده از برف و یخ همیشگی (دائم الانجماد)، تغییر در بازدهی محصولات کشاورزی، وقوع خشکسالی، سیل و دیگر فاجعه‌های طبیعی است. امروزه بر اساس پژوهش‌ها، تنها دو سازوکار فیزیکی (آلاینده‌ها و نیروی گریز از مرکز زمین) وجود دارند که مکرراً سبب پیشروی سرمایش هوا شده‌اند. از این‌رو تصور می‌شود که مکانیسم نیروی گریز از مرکز یکی از دلایل اصلی وقوع چرخه‌های یخچالی کواترنری بوده است. دورهٔ کواترنری جوان‌ترین دوره از دوران سنوزوئیک است. این دوره در بردارندهٔ وقایع جدید بسیاری در طول تاریخ زمین است. از جملهٔ این وقایع سرمایش عمومی هوای زمین موسوم به وقوع عصر یخ کواترنری است. اصطلاح «عصر یخ» نشان‌دهندهٔ کاهش بلندمدت دمای سطح زمین و اتمسفر در یک دورهٔ زمین‌شناسی است که به گسترش کلاهک‌های یخ قاره‌ای، کلاهک‌های یخ قطبی و نیز، یخچال‌های طبیعی انجامیده است. در طول تاریخ زمین، وقوع پنج عصر یخ شناسایی شده که وقوع عصر یخ کواترنری آخرین آن‌ها بوده و تا عهد حاضر را نیز شامل می‌شود. در برخی مقالات اصطلاح عصر یخ به صورت دو اصطلاح یخچال‌شناسی، دوره‌های یخچالی (برای دوره‌های آب و هوایی سردتر طی یک عصر یخ) و بین یخچالی (برای دوره‌های گرمتر طی یک عصر یخ)به کار برده می‌شوند. همگان بر این باورند که چندین فاکتور مهم سبب وقوع یک عصر یخ بزرگ یا دوره‌های یخچالی بین یخچالی درون این اعصار یخ شده‌اند، از جمله: تغییرات در انحراف محور زمین، حرکت تقویمی زمین و نیز مسیر حرکت انتقالی زمین موسوم به چرخه‌های میلانکوویچ، جابه‌جایی قاره‌ها (که بر الگوی جریان‌های باد و آب‌های اقیانوسی تأثیر می‌گذارند، برای مثال: تشکیل جریان‌های دریایی دراک به دور قارهٔ قطب جنوبگان بر اثر جدایش این قاره از قارهٔ آمریکای جنوبی و سرمایش دائمی این قاره در اثر رفت و آمد این جریان دریایی و نیز انسداد جریان دریایی بین اقیانوس اطلس و آرام به دلیل بالا آمدن باریکهٔ پاناما)، گوناگونی انرژی خروجی از خورشید، مجموعه نیروهای مداری سیستم ماه و زمین، برخورد سنگ‌های آسمانی نسبتاً عظیم، فعالیت‌های ولکانیکی (فوران ابر آتش‌فشان‌ها) و غیره.

کلید واژه‌ها: تغییر اقلیم، گرمایش جهانی، سرمایش جهانی، عصر یخ، دورهٔ کواترنری، دوره‌های یخچالی و بین یخچالی

مقدمه

در جدول زمانی زمین‌شناسی کمیسیون بین‌المللی چینه‌نگاری[1] آخرین دورهٔ دوران سنوزوئیک دورهٔ کواترنری[2] نامیده می‌شود که در ادامهٔ دورهٔ نئوژن قرار دارد و حدوداً از ۲/۵۸۸ میلیون سال پیش تا به امروز به طول انجامیده است. آغاز این دورهٔ زمانی با آغاز هجوم یخبندان‌های عمدهٔ نیمکرهٔ شمالی هم‌زمان است. این دوره دو دور[3] زمین‌شناسی به نام‌های پلیستوسن[4] و هولوسن[5] را دربرگرفته است.

پلیستوسن بیشترین بخش از آخرین عصر یخ کواترنری را دربرگرفته و پایان آن مطابق با پسروی آخرین یخچال‌های طبیعی قاره‌ای است، در حالی‌که مطابق با یک باور متداول زمین‌شناسی، هولوسن یک دورهٔ بین یخچالی در نظر گرفته شده که متعلق به عصر یخ معاصر است.

به‌طور کلی، اولین عصر یخ ثبت شده در طول تاریخ زمین‌شناسی در زمان پرکامبرین یعنی در ۶۳۰ تا ۸۵۰ میلیون سال پیش به وقوع پیوسته و احتمالاً شدیدترین عصر یخ در یک میلیارد سال گذشته بوده است. در طی این عصر یخ، یخچال‌های دائمی تمام جهان را پوشانده بودند، ولی در اثر انباشت گازهای گلخانه‌ای در جو زمین (مانند گاز CO_2 که در اثر فعالیت‌های آتش‌فشانی تولید شده بودند) به پایان رسیده است. در خلال اعصار یخ، وجود دوره‌های معتدل‌تر و نیز شرایط یخبندان شدیدتر با یک نظم و ترتیب خاص، اشاره به تناوب وقوع دوره‌های یخچالی و بین یخچالی دارند.

دورهٔ کواترنری جوان‌ترین دوره از دوران سنوزوئیک است. این دوره در بردارندهٔ وقایع جدید بسیاری در طول تاریخ زمین است

در حال حاضر، زمین در یک دورهٔ بین یخچالی متعلق به عصر یخ کواترنری به سر می‌برد، آخرین دورهٔ یخچالی در طی زمان کواترنری حدود ده هزار سال پیش به پایان رسید. در طی یک دورهٔ یخچالی با بین یخچالی، یخچال‌های طبیعی پیشروی‌ها و پسروی‌های جزئی را تجربه می‌کردند، که هر یک از این چرخه‌های فرعی را یک مرحلهٔ کوچک یخچال‌زایی یا در اصطلاح استادیال[6] و زمان‌های بین آن‌ها را مرحلهٔ کوچک بین یخچالی[7] می‌نامند. به عبارت دیگر، استادیال یک دوره از دمای هوای سردتر طی یک دورهٔ بین یخچالی (دوره‌های گرم‌تر) است که در واقع یک دورهٔ یخچالی نارسا (یعنی فاقد شدت سرما یا مدت زمان کافی) به حساب می‌آید، در حالی‌که اینتراستادیال یک دورهٔ هوای گرم‌تر طی یک دورهٔ یخچالی است که در واقع یک دورهٔ بین یخچالی نارسا (فاقد شدت گرما یا مدت زمان کافی) است.

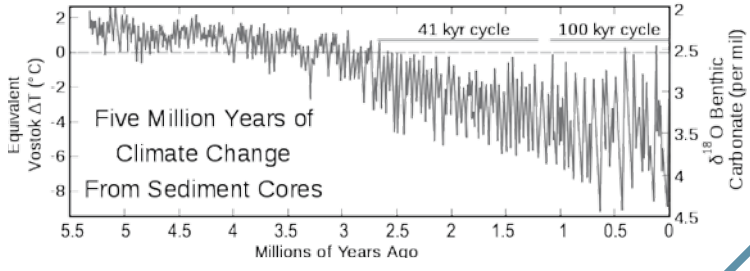
منشأ نظریهٔ عصر یخ را در سال ۱۷۴۲، پیرمارتل[8] (۱۷۶۷-۱۷۰۶) در گزارشی از کوه‌های آلپ آورده که پراکندگی تخته‌سنگ‌های درون دره را به گسترش یخچال‌های طبیعی در این منطقه مرتبط دانست.

در حدود یک قرن بعد، زمین‌شناسی به نام جنز اسمارک[9] (۱۸۳۹-۱۷۶۳)، یک توالی از اعصار یخ را در سرتاسر جهان مطرح و تغییرات آب و هوایی را به عنوان علت وقوع این‌گونه یخبندان‌ها معرفی کرد. وی کوشید نشان دهد

که این وقایع از تغییرات در مدار چرخش زمین سرچشمه گرفته‌اند. چند سال بعد در سال ۱۸۲۹، یک مهندس سوئیسی به نام ایگناز وِنت[۱۰] (۱۸۵۹-۱۷۸۸) تشریح کرد که بی‌نظمی در پراکندگی تخته‌سنگ‌های کوه‌های آلپ در واقع نشانه‌ای از یخچال‌های بزرگ طبیعی‌اند. در سال ۱۸۴۰، لوئیز آگاسیز[۱۱] (۱۸۷۳-۱۸۰۱) کتاب خود را به نام مطالعهٔ یخچال‌های طبیعی[۱۲] منتشر کرد. به طور کلی، حدود یک قرن به طول انجامید تا اینکه نظریهٔ عصر یخ به طور کامل پذیرفته شد. این مطلب در مقیاس زمان بین‌المللی در نیمهٔ دوم دههٔ ۱۸۷۰ رخ داد.

یخبندان کواترنری[۱۳]

بر پایهٔ باورهای زمین‌شناختی، عصر یخ حضور کلاهک‌های گسترده‌ای را در نیمکرهٔ شمالی و جنوبی زمین ایجاب می‌کند. طبق این تعریف ما هنوز در یک عصر یخ به سر می‌بریم، زیرا کلاهک‌های یخی قطب جنوب و گرینلند هنوز وجود دارند [۴،۱، ۵] از این‌رو اصطلاح یخبندان کواترنری که به عنوان عصر یخ فعلی[۱۴] شناخته شده است، در واقع به دوره‌ای در همین ۲/۵۸۸ میلیون سال پیش تا به امروز اشاره دارد که کلاهک‌های یخی پایداری در قطب



نگارهٔ ۱: تغییر درجه حرارت از پلیوسن به کواترنری (philander, ۲۰۰۸)[۶]

شمالگان، احتمالاً گرینلند و همچنین به طور سرگردان در سطح زمین نمایان شدند.

بر پایه مطالعهٔ نسبت ایزوتوپ‌های اکسیژن در موجودات کف‌زی از ۵/۵ میلیون سال پیش تا به حال به این نتیجه می‌رسیم که در مرز کواترنری (حدود ۲/۵ میلیون سال پیش) افت درجهٔ حرارت محسوسی داشته‌ایم (نگارهٔ ۱).

داده‌های به‌دست آمده از هسته‌های یخی نشان می‌دهند که در خلال یخبندان کواترنری، حجم کل آب‌های سرزمین‌های یخی و درجه حرارت جهانی، به مدت ۴۱۰۰۰ سال یک‌بار (به سمت ادوار امروزی‌تر هر ۱۰،۰۰۰ سال یک‌بار و نیز هر ۸۰۰۰ سال یک‌بار) نوسان داشته‌اند، به طوری‌که بر اساس اطلاعات به‌دست آمده از آثار مغزه‌های یخی و رسوبی، در بیش از ۷۴۰،۰۰۰ سال گذشته، هجده چرخهٔ یخچالی به وقوع پیوسته است.

از دلایل وقوع چرخه‌های یخچالی بین یخچالی پیاپی در طی دورهٔ کواترنری آنچه می‌دانیم این است که این چرخه‌ها قویاً با پارامترهای چرخش مدار زمین کنترل شده‌اند. دوره‌های مداری شناخته شده در حدود چهارصد تا صد هزار سال پیش، احتمالاً ناشی از نیروی گریز از مرکز زمین بوده‌اند. در ۴۱ هزار سال پیش به علت تغییر در درجهٔ انحراف محور زمین[۱۵] و در ۲۳ و ۱۹ هزار سال پیش نیز به سبب تغییر در حرکت تقدیمی زمین[۱۶] (حرکتی که در آن کرهٔ زمین به دور خود می‌چرخد) به وقوع پیوسته‌اند. گفتنی است که چهارصد هزار سال گذشته در بردارندهٔ یک دورهٔ بین یخچالی کوتاه (ده هزار تا سی هزار سال) با گرمای هوای مشابه امروز بوده که با یک دورهٔ یخچالی بسیار طولانی‌تر (هفتاد هزار تا نود هزار سال) و خیلی سردتر از عهد حاضر جایگزین شده است. [۸]

در طول زمان کواترنری چرخه‌های یخبندان عمده در سطح قاره‌ها به طور پیاپی به وقوع پیوسته‌اند، که آن‌ها را بر اساس زمان و مکان وقوع مطابق جدول ۱ تقسیم‌بندی کرده‌اند. آخرین دوره‌های یخچالی و بین یخچالی کواترنری، از امروزی‌ترین تا آن‌هایی که در گذشته‌های دور قرار دارند.

جدول ۱. کرونولوژی چرخه‌های یخچالی کواترنری بر پایهٔ شواهد قاره‌ای[۱۷] در نقاط مختلف جهان که به اشکوب‌های ایزوتوپی دریایی تلفیق شده‌اند (Gibbard, and van Kolfschoten, 2004) [۹]

Backwards Glacial Index	نامگذاری					یخبندان/بین یخبندان	دوره (هزار سال پیش)	اشکوب‌های ایزوتوپی دریایی (MIS)	Epoch
	کوهستان آلپ	آمریکای شمالی	شمال اروپا	بریتانیا	آمریکای جنوبی				
				Flandrian		بین یخبندان	12 – حال	1	هولوسن
1st	Würm	Wisconsin	Weichsel یا Vistula	Devensian	Llanquihue	دوره یخبندان	12 – 110	2-4 & 5a-d	پلیستوسن
	Riss-Würm	Sangamonian	Eemian	Ipswichian		بین یخبندان	110 – 130	5e	
2nd	Riss	Illinoian	Saale	Wolstonian یا Gipping	Santa Maria	دوره یخبندان	130 – 200	6	
	Mindel-Riss	Yarmouth	Holstein	Hoxnian		بین (ها) یخبندان	200 – 300/380	7,9,11	
3rd – 5th	Mindel	Kansan	Elsterian	Anglian	Río Llico	دوره یخبندان(ها)	300/380 – 455	8,10,12	
	Günz-Mindel	Aftonian		Cromerian		بین (ها) یخبندان	455 – 620	13-15	
7th	Günz	Nebraskan	Menapian	Beestonian	Caracol	دوره یخبندان	620 – 680	16	

در طول تاریخ زمین، وقوع پنج عصر یخ، شناسایی شده که وقوع عصر یخ کواترنری آخرین آن‌ها بوده و تا عهد حاضر را نیز شامل می‌شود

همگی نام‌گذاری شده‌اند. این دوره‌ها در جدول زیر نشان داده شده‌اند:

دلایل تغییرات اقلیمی کرهٔ زمین

۱. چرخه‌های میلانکوویچ[۱۸]

پیش از پرداختن به دیگر دلایل وقوع یخبندان کواترنری به‌طور خلاصه به تشریح چرخه‌های مدار زمین که با عنوان چرخه‌های میلانکوویچ شناخته شده‌اند، می‌پردازیم. چرخه‌های میلانکوویچ از علل تغییرات اقلیمی در کل تاریخ زمین بوده‌اند و به طور کلی این چرخه‌ها، چرخه‌های نجومی به تغییرات مکرری در حرکات زمین اشاره دارند که برای اولین بار توسط یک فیزیک‌دان به نام میلوتین میلانکوویچ[۱۹] مطرح شدند. این تغییرات عبارت‌اند از:

۱. تغییر در انحراف محور زمین، که در طی یک دورهٔ ۴۱ هزار ساله در حال تغییر است (نگارهٔ ۲- الف).

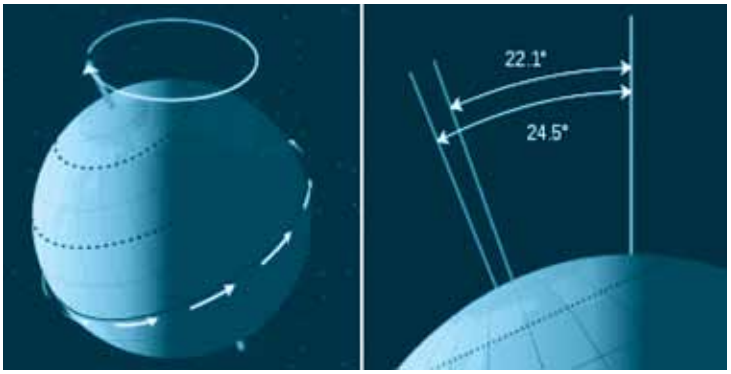
۲. تغییر در حرکت تقدیمی زمین، که در طی یک دورهٔ ۲۶ هزار ساله در حال تغییر است (نگارهٔ ۲- ب).

۳. تغییر در مدار حرکت انتقالی زمین از شکل بیضوی به دایره‌ای و بالعکس (موسوم به وقوع حضیض[۲۰] و اوج[۲۱] خورشیدی)، که در طی دوره‌هایی مابین ۹۵ تا ۱۲۵ هزار ساله (نگارهٔ ۲- ج) در حال تکرار است (اکثراً دوره‌هایی در حدود صد هزار سال).[۱۰]

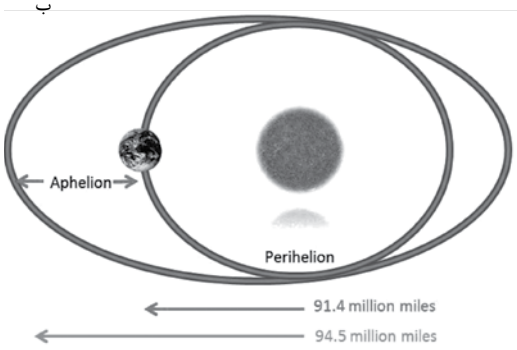
این تغییرات بر اثر تغییر در نیروی گریز از مرکز زمین رخ می‌دهند. در واقع این نیرو به تغییرات چرخه‌ای کندی در انحراف محور زمین و شکل مدار آن اشاره دارد که با تغییرات کوچک در آن‌ها، مقدار مجموع کل نور رسیده از خورشید به زمین و مدت زمان فصول تأثیر می‌گذارند و این باور وجود دارد که این مکانیسم سبب وقوع چرخه‌های عصر یخ کواترنری بوده‌اند.

امروزه همه بر این باورند که چرخه‌های میلانکوویچ تغییرات تناوبی گوناگونی را در تابش انوار خورشیدی به صورت منطقه‌ای ایجاد می‌کنند. این تغییرات در واقع ناشی از تکرار مجموعه تغییرات بسیاری در حرکت زمین هستند، ولی نمی‌توانند تنها عامل برای توضیح آغاز و پایان یک عصر یخ یا تکرار دوره‌های یخچالی باشند. هر چند به نظر می‌رسد که این چرخه‌ها بهترین عملکرد را در توضیح چرخه‌های یخچالی و بین یخچالی کواترنری دارند، به گونه‌ای که برای هر صد هزار سال یک بار وقوع یک دورهٔ یخچالی را پیش‌بینی می‌کنند (نگارهٔ ۳ و۹).

براساس نگارهٔ ۷ می‌توان اثبات کرد که ارتفاع پیک حرارتی[۲۴] دورهٔ بین یخچالی فعلی با پیک حرارتی دورهٔ بین

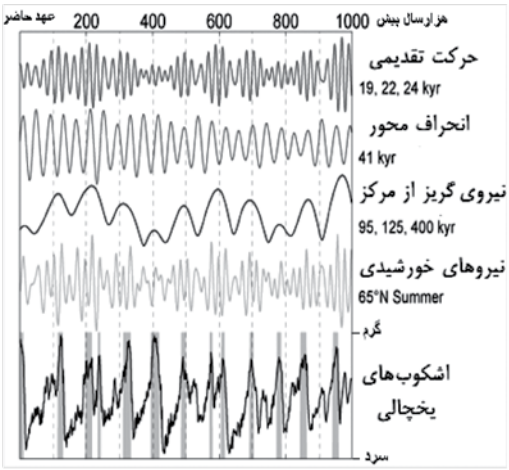


الف ب



ج

نگارهٔ ۲چرخه‌های میلانکوویچ الف) محدودهٔ تغییرات زاویهٔ انحراف محور زمین در حدود ۱,۲۲ تا ۲۴,۵ درجه است ب) تغییر در حرکت تقدیمی که در حین این جابه‌جایی، رقص محور[۲۲] نیز به وقوع می‌پیوندد؛ ج) تغییر در مدار حرکت انتقالی زمین سبب تغییر فاصله زمین تا خورشید در حدود بین ۹۱,۴ تا۹۵,۵ میلیون مایل می‌شود [10] (wikipedia,2010)



نگارهٔ۳. رابطهٔ مدار زمین با دوره‌های یخچالی. نقش تغییرات مداری زمین در تطابق دادن با تغییرات آب‌وهوایی اولین بار به وسیلهٔ جیمزکرول[۲۳] در اواخر قرن نوزدهم مورد استفاده قرار گرفت. نمودار قرمز رنگ بیانگر نوسانات حرکت تقدیمی زمین است.(philander,2008)

یخچالی پیشین یکسان است. از این رو نتیجه می‌گیریم که احتمالاً در حال حاضر در محدودهٔ انتهایی یک دوره گرما قرار داریم. [۱۲]

۲. نقش لکه‌های خورشیدی

در دهۀ ۱۶۰۰ برخی از دانشمندان، نقاط تیره‌ای را روی سطح خورشید مشاهده کردند که بعدها این نقاط تیره را لکه‌های خورشیدی[۲۵] نام نهادند. لکه‌های خورشیدی نقاط سردتر و تیره‌ای روی سطح خورشید هستند که سلول‌های انتقال انوار خورشیدی را درهم می‌شکنند. این لکه‌ها در ارتباط با نقاط عطف میدان‌های مغناطیسی قوی در محدودۀ زمانی بین یک روز تا چندین ماه تشکیل می‌شوند. این لکه‌ها به هنگام چرخه‌های خورشیدی در طی یازده سال ظاهر و سپس ناپدید می‌شوند. امروزه ثابت شده است که فعالیت‌های مغناطیسی خورشید روی چرخه‌های تغییرات تابشی آن تأثیر می‌گذارند. از این‌رو بر اساس برخی از تحقیقات گفته می‌شود که احتمالاً افزایش درجه حرارت عمومی کرۀ زمین (گرمایش جهانی) با افزایش تعداد لکه‌های خورشیدی و برعکس، وقوع سرمایش جهانی با ناپدید شدن این لکه‌ها مرتبط‌اند. [۱۱]

۳- تأثیر نیروی کشندی ماه و خورشید

از دیگر عوامل تغییرات اقلیمی می‌توان به نوسانات و تغییرات حرکتی کرۀ زمین اشاره کرد. زمین در حین حرکت وضعی حول محور خود (نگارۀ ۵- الف) و به هنگام جابه‌جایی در مسیر انتقالی (نگارۀ ۵- ب)، در یک مسیر مستقیم جابه‌جا نمی‌شود. این سیاره در مسیر چرخش به دور خورشید (حرکت انتقالی) و چرخش حول محور خود (حرکت وضعی) دارای نوسانات و تغییراتی است که سبب ایجاد تغییرات اقلیمی در سطح کرۀ زمین می‌شوند. اعمال نیروی کشندی که از سوی ماه و خورشید به کرۀ زمین اعمال می‌شود این نوسانات را به وجود می‌آورد. حرکات

نگارۀ ۴. در دهۀ ۱۶۰۰ برخی از دانشمندان نقاط تیره‌ای را روی سطح خورشید مشاهده کردند که بعدها این نقاط تیره را لکه‌های خورشیدی نامیدند (تصویر برگرفته از www.starrynighteducation.com/sntim)

و نوسانات بسیار کم و سریع‌تر هنگام چرخش زمین حول خود را رقص محور زمین می‌نامند، که در ارتباط با تغییر در حرکت تقدیمی زمین به وقوع می‌پیوندند. به طور معمول، این تغییرات در حدود نوزده هزار سال به طول می‌انجامند و سبب ایجاد گوناگونی در جریان‌های اقیانوسی، رویۀ وزش بادها و حتی تغییرات حرکتی در هستۀ غیرجامد و آهنی نیکلی زمین می‌شوند (که خود باعث ایجاد تغییرات در ساز و کار تکتونیک ورقه‌ای و جابه‌جایی قاره‌ها هستند).

ب) در صورت نبودن ماه، مسیر حرکت زمین به دور خورشید به شکل بیضوی ساده (مسیر خط‌چین) می‌شود، ولی در حال حاضر این مسیر به شکل یک بیضوی با نوسانات مارپیچی‌شکل (مسیر نقطه‌چین) است (عکس از کتاب زمین- جعفری، ۱۳۶۱).

دیگر عوامل عمدۀ مؤثر بر یخبندان‌های دورۀ کواترنری

علاوه بر این عوامل که سبب تغییرات اقلیمی در کل تاریخ زمین شده‌اند، فاکتورهایی وجود دارند که به وقوع تغییرات اقلیمی در طی دوران سوم و نیز دوران چهارم به ویژه دورۀ کواترنری انجامیده‌اند. این فاکتورها عبارت‌اند از:

الف) حرکت قاره‌ها و چرخۀ آب‌های اقیانوسی[۲۶]

آثار و شواهد زمین‌شناسی نشان می‌دهند اعصار یخ زمانی آغاز شده‌اند که قاره‌ها سبب انسداد یا کاهش ادامۀ جریان آب‌های گرم اقیانوسی از مناطق استوایی به سمت مناطق قطبی شده و زمینۀ شکل‌گیری و گسترش کلاهک‌های یخی را فراهم آوردند. از جملۀ این وقایع می‌توان به دو جاگیری شناخته شده و عمده اشاره داشت که عبارت‌اند از:

۱- موقعیت کنونی قاره قطب جنوبگان؛

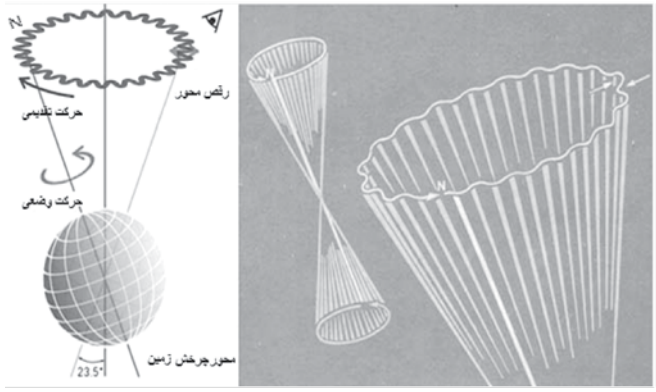
۲- تشکیل باریکۀ پاناما[۲۷] و پیامدهای آن.

الف- ۱)موقعیت کنونی جنوبگان

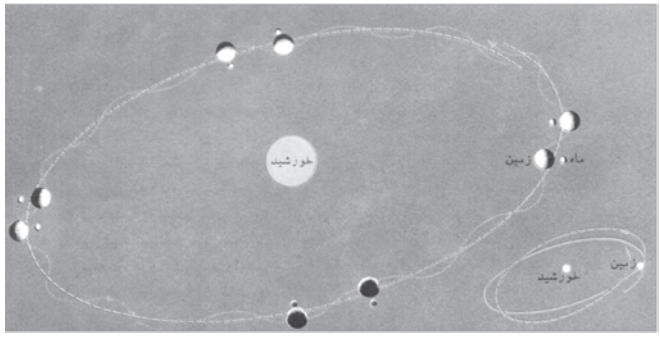
چهل میلیون سال پیش، قاره قطب جنوبگان و نوک انتهایی قارۀ آمریکای جنوبی به یکدیگر متصل بودند (نگارۀ ۶- سمت چپ). در حدود ۳۴ میلیون سال پیش این دو خشکی از یکدیگر جدا و سبب شکل‌گیری جریان دریایی دراک[۲۸] شدند (نگارۀ ۶- سمت راست). قارۀ جنوبگان به‌طور کامل با اقیانوس‌ها احاطه و چرخۀ جریان دور قطبی[۲۹] گردش به دور این قاره را آغاز کرد، به گونه‌ای که مانند عایقی قاره جنوبگان را از جریان آب‌های گرم اقیانوس‌های جهان مجزا می‌کند و بر سرمایش هوا به‌طور طولانی مدت در زمان زمین‌شناسی دامن می‌زند. [۱۵]

الف-۲)تشکیل باریکۀ پاناما و پیامدهای آن

ده میلیون سال پیش، بین قارۀ آمریکای شمالی



الف



نگارهٔ۵. الف) چرخش زمین حول محور خود و نوسانات آن. تصویر سمت راست نمایش دهندهٔ رقص محور و تشکیل دو مخروط فرضی است(عکس از کتاب زمین- جعفری،۱۳۶۱)؛ تصویر سمت چپ نیز نمای کلی از حرکت وضعی زمین را نشان می‌دهد(wikipedia,2010) [۱۳]

و جنوبی به واسطهٔ وجود یک دروازهٔ دریایی به نام راه دریایی آمریکای مرکزی[۳۰]، آب‌های اقیانوسی اطلس و آرام می‌توانستند آزادانه رفت و آمد داشته باشند و در نتیجهٔ ارتباط آب‌های این دو اقیانوس، هر دو دارای شوری یکسان بوده‌اند (نگارهٔ ۷- الف).

پنج میلیون سال پیش، بر اثر فعالیت‌های تکتونیکی و بالا آمدن مقداری از باریکهٔ پاناما جریان آب‌ها محدود شد و مقادیر شوری مابین دو اقیانوس به تدریج اختلاف پیدا کردند (نگارهٔ ۷- ب).

امروزه به دلیل هموار بودن باریکهٔ پاناما، وزش بادها به سمت اقیانوس آرام است (نگارهٔ ۷- ج) و بخارهای آب‌های اقیانوس اطلس را به سوی اقیانوس آرام یا دیگر مناطق می‌برد و در آنجا به صورت بارندگی‌ها فرود می‌آیند (نگارهٔ ۷- د)؛ از این‌رو پیوسته شوری در اقیانوس آرام کاهش و در اقیانوس اطلس افزایش می‌یابد.

با بسته شدن راه دریایی پاناما و تفاوت در دما و شوری (و در نتیجه چگالی) آب اقیانوس اطلس، جریان دریایی موسوم به گلف استریم[۳۱] آغاز شد (نگارهٔ ۷- د) در اثر این جریان، آب‌های سرد و سنگین قطب شمال به سمت جنوب و در مقابل آن، آب‌های گرم استوایی به سمت شمال

نگارهٔ۶. چگونگی انفصال قارهٔ جنوبگان و تشکیل جریانات جریان دریایی دراک به عنوان پیامد آن(Haug et al.,۲۰۰۴)

حرکت کردند و با رسیدن به مناطق شمالی، سرد و سنگین می‌شوند و به کف دریا سقوط می‌کنند. [۱۶]

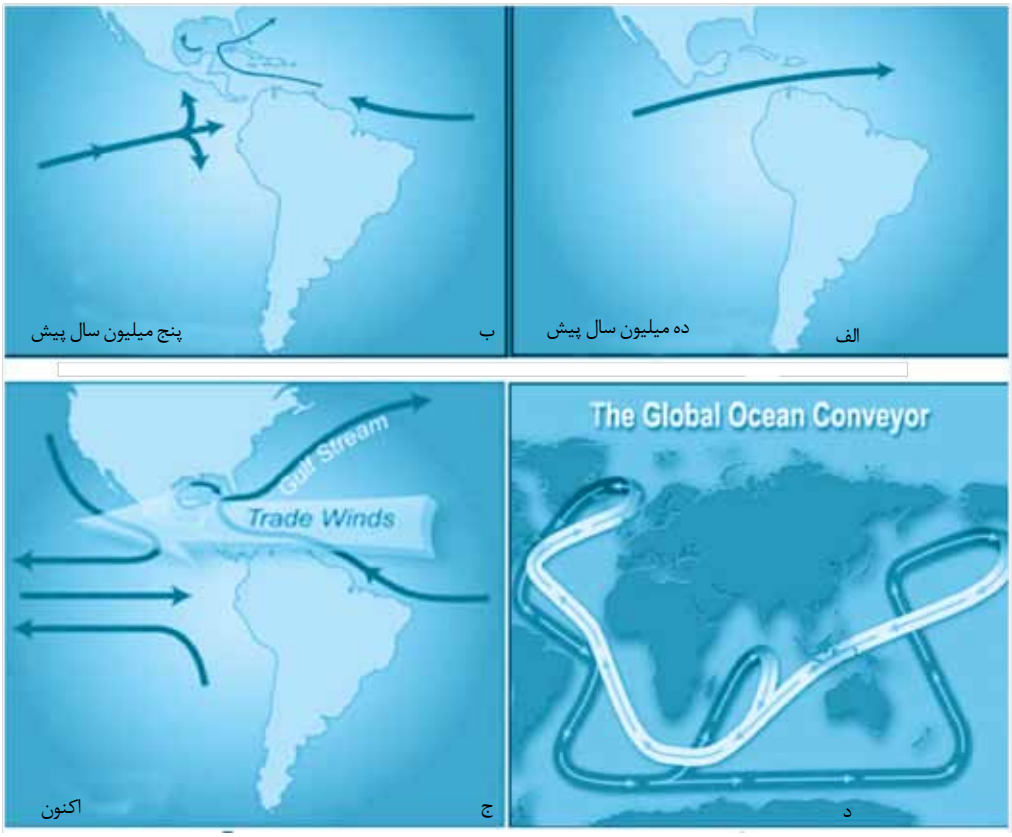
همان‌گونه که در نگارهٔ ۸ مشاهده می‌کنید، این روند علاوه بر اینکه سبب جدایی آب‌های سرد اقیانوس شمال از دیگر آب‌های گرم جهانی می‌شود، آثار دیگری نیز دارد، بدین شرح که بر طبق یک تئوری از سوی محققانی همچون دریسکول و هائوگ (۱۹۹۸)، گلف استریم سبب حمل رطوبت و بخارهای آب از مناطق جغرافیایی به سمت منطقهٔ قطب شمال و میزان رشد کلاهک‌ها و سرزمین‌های یخی را افزایش می‌دهد و احتمالاً گسترش دوران یخبندان را در پی دارد. ولی علاوه بر این‌ها، جریان گلف استریم هوای گرم را نیز با خود به سمت این منطقه حمل می‌کند. از این‌رو امکان دارد که تمرکز هوای گرم در مدارهای شمالی سبب متوقف شدن یخچال‌زایی شود. البته این امکان نیز وجود دارد که جابه‌جایی بخارهای آب به سمت مدارهای شمالی موجب افزایش بارندگی در این مناطق و در نتیجه رشد پهنه‌های یخی در منطقهٔ قطب شمال شود.

ب) تغییر در ترکیب جو زمین[۳۳]

دربارهٔ ارتباط تغییر ترکیب جو زمین و تأثیر آن بر آب و هوای جهانی می‌توان به بررسی این تغییرات که روی نمودار نشان داده شده در نگارهٔ ۹ اشاره کرد. با توجه به این نمودار در می‌یابیم که مقادیر CO_2 و در پی آن میانگین درجهٔ حرارت هوای جهان حدود ۱۴۰۰۰۰ سال پیش افزایش زیادی یافته است. در مقابل، در حدود ۹۰۰۰۰ سال پیش که میزان CO_2 روند کاهنده‌ای داشته است، در کواترنری آخرین دورهٔ یخچالی موسوم به ویسکانسین (در آمریکا) یا وورم (در آلپ) به وقوع پیوسته است. این دورهٔ یخچالی، نزدیک‌ترین دورهٔ یخچالی به زمان حال بوده که در درون عصر یخ فعلی قرار داشته و در آخرین سال‌های پلیستوسن از حدود ۱۱۰ تا ۱۰ هزار سال پیش به وقوع پیوسته است.

همان‌گونه که در نگارهٔ ۹ مشاهده می‌کنید، دورهٔ بین یخچالی

چرخه‌های میلانکوویچ از علل تغییرات اقلیمی در کل تاریخ زمین بوده‌اند که برای اولین بار توسط یک فیزیک‌دان به نام میلوتین میلانکوویچ مطرح شدند



نگارهٔ۷. چگونگی تغییر جریان آب‌های اقیانوسی با تشکیل باریکه پاناما، از ده میلیون سال پیش تاکنون. الف) اقیانوس ده میلیون سال پیش در محل امروزی پاناما؛ ب) تشکیل جزایر کمانی ناشی از فعالیت‌های تکتونیکی؛ ج) موقعیت کنونی پاناما و جریان بادها و آب‌های اقیانوسی؛ د)گردش آب‌های اقیانوسی جهان موسوم به جریان گلف‌استریم (Haug et al, 2004)

امروزی (هولوسن)، هم‌زمان با افزایش در جو، یعنی حدود پانزده تا ده هزار سال پیش آغاز شده است. این بدین معناست که در پی کاهش گازهای گلخانه‌ای در جو زمین مانند CO_2، سرمایش جهانی در دورهٔ کواترنری به وقوع پیوسته است. این اطلاعات با اندازه‌گیری CO_2 جوی برگرفته از نمونهٔ مغزه‌های یخی از ۶۵۰ هزار سال پیش تا زمان حال به‌دست آمده‌اند و بیانگر ارتباط قوی بین دمای هوا و میزان گاز CO_2 موجود در جوند. [۱۲]

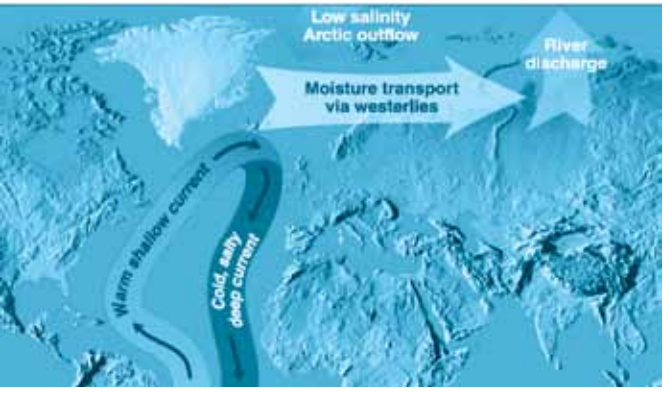
بررسی چرخه‌های ژئوشیمیایی در نگارهٔ ۹ نشان می‌دهد که هر بار کاهش CO_2 در جو زمین با وقوع سرمایش جهانی همراه بوده است، ولی اینکه آیا کاهش CO_2 سبب کاهش درجهٔ حرارت جهانی شده یا به عکس و اینکه کدام یک علت و کدامین معلول است، هنوز جای بحث دارد.

البته فعالیت‌های عظیم آتش‌فشانی می‌تواند یکی از علل افزایش گاز CO_2 در جو زمین باشد. همچنین، برخورد شهاب‌سنگ‌های غول‌آسا نیز ممکن است علاوه بر تغییر ترکیبات جو زمین سبب ایجاد آلاینده‌های دیگری در جو و در نتیجه سبب ایجاد تغییراتی در درجه حرارت عمومی کره زمین شود.

پ) تأثیر عملکرد فرآیندهای پس‌خور[۳۴]

یکی از عوامل مؤثر در تشدید سرمایش جهانی یا به عبارت دیگر پیشروی یخچال‌ها، «فرآیندهای پس‌خور» هستند. به طور کلی، هر دورهٔ یخچالی تابع یک پس‌خور مثبت[۳۵] است که باعث می‌شود شدت سرمای آن بیشتر شود و در عوض یک پس‌خور منفی[۳۶] شدت سرمای دورهٔ یخچالی را تخفیف می‌دهد و (در همهٔ موارد بررسی شده) در نهایت آن را به پایان می‌رساند. برای مثال، ایجاد پس‌خور مثبت در یک دورهٔ یخچالی بدین‌صورت است که در اثر وجود یخ، انرژی خورشید بیشتر منعکس می‌شود. از این‌رو، با تشدید کاهش دمای هوا، زمین‌های پوشیده از برف و یخ توسعه می‌یابند و این روند در رقابت با فرآیند پس‌خور منفی تا رسیدن به یک تعادل کامل، ادامه می‌یابد.

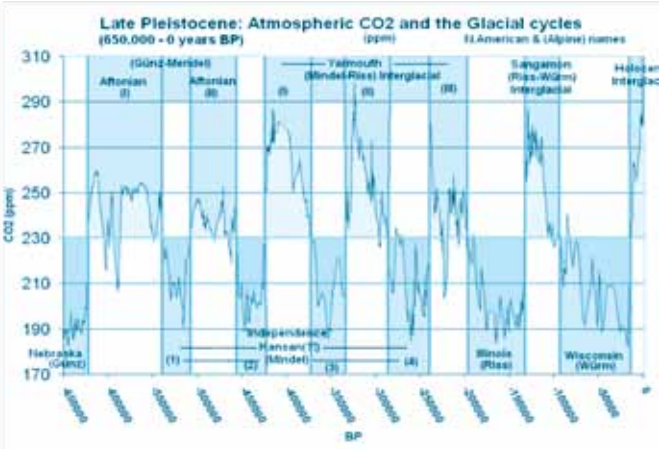
در ادامه با افزایش شدت سرمای دورهٔ یخچالی، کلاهک‌های یخی که در این دوره شکل گرفته‌اند، سبب افزایش خشکی هوا (با تبدیل شدن بخارات آب به یخ) و وقوع بیشینهٔ یخچالی می‌شوند و میزان بارندگی در یخچال‌های کوهستانی را کاهش می‌دهند. با کاهش بارندگی‌ها در تابستان، برف‌های باریده شده در عرض‌های بالا ذوب و اقیانوس‌های منجمد نشده نیز در اثر جذب انوار خورشیدی، موجب تبخیر حجم عظیمی از آب‌های اقیانوسی به داخل جو خواهند شد و در نهایت با افزایش



نگارهٔ۸. الگوی جریان‌های دریایی، تبخیر و بارندگی امروزی در اقیانوس اطلس(Driscoll & Haug,۱۹۹۸)

بارندگی‌ها، سبب پیشروی دوبارهٔ یخچال‌ها می‌شوند.

گمان قوی بر آن است که این روند یکی از علل تشدید یخبندان‌هـای مکرر در دورهٔ کواترنری بـوده و تکرار پیاپی



نگارهٔ۹. وقوع چرخه‌های یخچالی بین یخچالی پلیستوسـن پسین در دورهٔ یخبنـدان کواترنری، کـه با اندازه‌گیـری جوی برگرفتـه از نمونه مغزه‌های یخی از ۶۵۰ هزار سـال پیش تا بـه زمان حال حاضر را نشان می‌دهد(Aber,۲۰۰۶) [۱۷]

دوره‌های یخچالی در بین یخچالی نیز بدین صورت به پیش رفته است. [۱۸]

عوامل انسانی و گرمایش جهانی

گرمایش جهانی عبارت اسـت از گرم‌شدن جو عمومی زمیـن، به طوری‌که در قرن بیسـتم میانگین درجه حرارت هوای عمومی کرهٔ زمین در حدود ۰/۷۴ درجهٔ سـانتی‌گراد گرم‌تر شده اسـت. اندازه‌گیری درجهٔ حرارت هوای سطحی کرهٔ زمین، بیانگر یک روند خطی افزایش درجهٔ حرارت هوا در حـدود تقریبی ما بیـن $^{\circ}C$ ۰/۸± ۰/۷ در یـک دوره از سـال‌های ۱۹۰۶ تا ۲۰۰۵ اسـت [۱۹]که به عنوان یکی از شـواهد گرمایش جهانی هوا در نظر گرفته می‌شـود (نگارهٔ ۱۰- الف).

با توجه به نمودار نگارهٔ ۱۰- الف، متوسط درجهٔ حرارت جهانـی هوای کرهٔ زمین تنها در دههٔ ۱۹۰۰ به صفر نزدیک شـده است و پس از آن روند نمودار متوسط تغییرات درجهٔ حرارت جهانی هوا به صورت صعودی اسـت بیشترین ارقام این نمودار متعلق به اواخر دههٔ ۱۹۹۰ بوده است. [۲۰]

آثـار این افزایش درجهٔ حرارت هـوا (گرمایش جهانی) عبارت‌اند از:

۱. بالا آمدن سـطح آب‌های جهانی و برهم‌خوردن الگو و میانگین بارندگی‌ها، به گونه‌ای که احتمالاً شـامل افزایش وسعت بیابان‌ها در مناطق نیمه استوایی می‌شوند. [۲۱]

۲. پـس‌روی یخچال‌ها، مناطق دائم الانجماد و کوه‌های یخی شناور؛

۳. تغییر در میزان بازدهی محصولات کشاورزی؛

۴. وقوع خشک‌سالی، سـیل و دیگر فاجعه‌های طبیعی مانند انقراض گونه‌های زیستی.

به‌طـور کلی، آثار گرمایش جهانی و تغییرات ناشـی از آن، از منطقه‌ای به منطقهٔ دیگر و در طول زمان، در سراسر جهان متفاوت اسـت، به گونه‌ای که آثار تغییرات طبیعت به طور منطقه‌ای هنوز نامعلوم و مشکوک است. [۲۲]

مطالعه رسوبات کف دریا و مغزه‌های یخی سراسر جهان نیز نشـان می‌دهند که تغییرات آب و هوا به‌طور یکنواخت پیـش نرفته‌اند و تغییرات دمای هوا از درجه حرارت گرم به حالت انجماد، می‌تواند طی یک تا دو دهه به وقوع بپیوندند. به علاوه، این مغزه‌ها نشـان می‌دهند. که نه یک عصر یخ به طور یکنواخت سرد است و نه یک دورهٔ بین یخچالی به طور یکنواخـت گرم، بدین معنا که چرخه‌هـای یخچالی پیاپی، مجموعه‌ای از دوره‌های یخچالی بین یخچالی است.

همان‌گونه که قبلاً گفته شـد، دوره‌های یخچالی و بین یخچالی نیز دربردارندهٔ اسـتادیال‌ها[۳۷]، اینتراسـتادیال‌ها[۳۸]، فصول پربـاران[۳۹] و بیـن بارندگی‌ها [۴۰]بوده‌اند، بدین‌شـرح کـه مثلاً در طی یـک دورهٔ یخچالـی، یخچال‌های طبیعی پیشـروی‌ها و پس‌روی‌هـای جزئـی را تجربـه کرده‌اند. در دوره‌های یخچالی و بین یخچالی، اصطلاحات فصول پرباران و بین بارندگی‌ها مورد اسـتفاده قرار می‌گیرند. استادیال‌ها دوره‌های زمانی بلند به همراه تغییرات درجهٔ حرارت هوا در نواحی وسـیع بوده، ولی فصـول بارندگی دوره‌های فصلی با تغییرات در میزان بارندگی‌ها محلی بوده‌اند.

به طور کلـی در فصول بارانی به دلیـل افزایش میزان رطوبـت جـو، آب و هوای یک منطقهٔ خـاص در یک فصل پرباران گرم‌تر شـده و متناظر با همین مطلب، در دوره‌های بیـن بارندگی‌هـا به دلیل کاهـش رطوبت جـو بارندگی‌ها کاهش یافته‌اند. امروزه باور محققان بر این اسـت که یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تغییرات اقلیم عوامل انسانی هستند. از تأثیر فعالیت‌های انسانی می‌توان به تشدید غلظت گازهای گلخانه‌ای در جو زمین (از جمله گاز دی‌اکسید کربن، متان، بخار آب، اکسید نیتروژن)، تخریب جنگل‌ها، تغییر مساحت اقیانوس‌ها، ناشـی از گرمایش جهانـی، افزایش آلاینده‌های ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی یا فعالیت‌های صنعتی و دیگر عملکردهای بشر، اشاره کرد.

همـگان بر این باورند، کـه دورهٔ کنونی که ما در آن به سـر می‌بریم، یک دورهٔ بین یخچالی اسـت. به طور معمول یک دورهٔ بین یخچالی هزار سـال طول می‌کشد. برای مثال در سـال ۲۰۰۴ در یـک مقاله که معمـول اعضای کمیتهٔ EPICA چاپ رساندند، استدلال شد که دورهٔ بین یخچالی کنونی قابل قیاس با دورهٔ بین یخچالی گذشته است (دارای

پنج میلیون سال پیش، بر اثر فعالیت‌های تکتونیکی و بالا آمدن مقداری از باریکهٔ پاناما جریان آب‌ها محدود شد و مقادیر شوری مابین دو اقیانوس به تدریج اختلاف پیدا کردند

فعالیت‌های عظیم آتش‌فشانی می‌تواند یکی از علل افزایش گاز co_2 در جو زمین باشد. همچنین، برخورد شهاب‌سنگ‌های غول‌آسا نیز ممکن است علاوه بر تغییر ترکیبات جو زمین سبب ایجاد آلاینده‌های دیگری در جو و در نتیجه سبب ایجاد تغییراتی در درجه حرارت عمومی کره زمین شود

پیک حرارتی یکسان) که ۲۸ هزار سال به طول انجامیده بوده است. تغییرات پیش‌بینی شده در نیروهای مدار زمین نیز بیان می‌دارند که دوران یخبندان بعدی حتی بدون وجود گرمایش جهانی ناشی از دخالت انسان ممکن است پنجاه هزار سال بعد از زمان حال آغاز شود[۲۳]، یعنی در هر صورت وقوع یک دوران یخ دیگر تکرار خواهد شد.

از طرفی، احتمالاً تا زمانی که استفادهٔ شدید از سوخت‌های فسیلی همچنان ادامه دارد، تأثیر نیروهای برهم‌زنندهٔ طبیعت بیش از نیروهای مداری سبب افزایش گازهای گلخانه‌ای و تشدید گرمایش جهانی می‌شود.[۲۴]

با گرم‌تر شدن جو زمین اقیانوس‌ها نیز گرم‌تر می‌شود و کارایی آن‌ها را برای ذخیرهٔ دی‌اکسیدکربن بسیار کمتر و گرمایش کرهٔ زمین را تقویت می‌کند. همان‌گونه که در مورد تأثیر بازخورد منفی اشاره شد با گرم‌شدن اقیانوس و انتقال حجم عظیمی از آب‌های اقیانوسی به داخل جو زمین، بارندگی‌ها افزایش می‌یابند. از این‌رو ادامهٔ این روند، احتمالاً شروع یک عصر یخ جدید را پیش می‌اندازد.

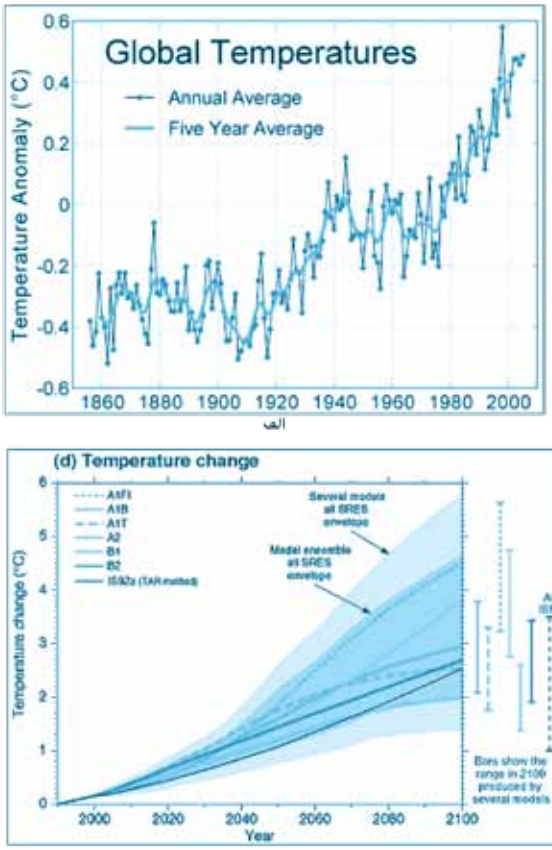
با توجه به نگارهٔ ۱۰- ب انواع مدل‌های مطالعه شده، افزایش درجهٔ حرارت عمومی زمین را در حدود بین یک تا شش درجهٔ سانتی‌گراد برای صد سال آینده پیش‌بینی می‌کنند.

همچنین برخی از تحقیقات اخیر روی ارتباط غلظت co_2 جو و تغییرات درجه حرارت نشان داده‌اند که اگر غلظت co_2 جو به [(parts per million) ppm۷۵۰] برسد، دورهٔ بین یخچالی امروزی تا پنجاه هزار سال دیگر به طول می‌انجامد (غلظت جوی در حال حاضر ppm۳۸۵ است، ولی با ادامهٔ عملکرد انسان به سرعت افزایش خواهد یافت)؛ در حالی‌که اگر این غلظت به مقداری در حدود ppm۲۱۰ کاهش یابد، دورهٔ بین یخچالی کنونی احتمالاً پانزده هزار سال دیگر ادامه خواهد یافت و دورهٔ سرمایش جهانی سریع‌تر آغاز خواهد شد. از این‌رو این پرسش وجود دارد که آیا تأثیر عملکرد انسان بر تغییرات آب و هوای جهان به سمت افزایش گرمایش جهانی به پیش خواهد رفت یا با عملکرد یک بازخورد منفی وارونه و سبب سرعت بخشیدن به وقوع یک عصر یخ جدید می‌شود؟ در هر حال امروزه، بحث بر سر تأثیر عوامل انسانی بر اقلیم جهانی است و دانشمندان می‌پندارند که با افزایش ریزگردها، گازهای گلخانه‌ای، تخریب جنگل‌ها و دیگر فعالیت‌های بشر روند گرمایش جهانی نیز افزایش یابد. ولی برخی نیز معتقدند که این ذرات معلق در جو با ایجاد یک فرایند پس‌خور سبب سرمایش جهانی می‌شوند.

در هر حال، با توجه به تمامی موارد بیان‌شده، گرمایش فعلی جهان، حتی با عملکرد احتمالی یک بازخورد منفی و وارونه شدن شرایط و ایجاد سرمایش جهانی، حاصل دخالت انسان به عنوان یک نیروی برهم‌زنندهٔ روند طبیعی چرخه‌های یخچالی بین یخچالی است و با کمی توجه به راحتی می‌توان دریافت که دخالت انسان یک عامل تهدیدکنندهٔ تمدن‌های گوناگون بشری مانند تمدن‌های شکل‌گرفته روی جزایر کم ارتفاع اقیانوس آرام که با یک تا دو متر افزایش یافتن آب‌های اقیانوسی غرق خواهند شد. به شمار می‌رود. از جملهٔ این جزایر می‌توان به مجموعه جزایر تشکیل‌دهندهٔ کشور کریباتی در نزدیکی خط استوا اشاره کرد. این مجموعه جزایر همگی دارای ارتفاعی کمتر از دو متر هستند و با ذوب حجم کمی از کلاهک‌های یخی قطب جنوب به راحتی مورد هجوم امواج قرار می‌گیرند و به زیر آب فرو می‌روند.

نتیجه‌گیری

دلایل وقوع یک عصر یخ بزرگ یا دوره‌های یخچالی بین یخچالی درون یک عصر یخ، هنوز بررسی می‌شوند و متأسفانه یک تئوری رضایت‌بخش که به طور کامل دلیل وقوع دوره‌های یخچالی را در زمین توجیه کند، ارائه نشده است. برخی از دانشمندان بر این باورند که علاوه بر فاکتورهای بیان‌شده، دلایل



نگارهٔ ۱۰. الف) تغییرات جهانی درجهٔ حرارت هوا در دههٔ ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰ میلادی؛ ب) پیش بینی چگونگی گرمایش زمین تا قرن آینده بر اساس اطلاعات به‌دست آمده(GCCR,2009)

خاص هر زمان ممکن است وجود داشته باشند. برای مثال، در هنـــگام وقوع هر دورهٔ بین یخچالـــی و ذوب یخچال‌ها، هجوم آب‌های شـــیرین به درون آب شـــور دریاها روند جریانات گرما نمکـــی را بر هم زده و در پی آن هجوم دوبارهٔ یخ‌بندان و وقوع دورهٔ یخچالی را به دنبال داشته است. قدر مسلّم این است که تنها با عملکرد یکی از فاکتورهای آب و هوایی نمی‌توان تغییرات آب و هوایی و اقلیمی در کرهٔ زمین را توجیه و تشریح کرد، زیرا بررســـی‌ها و تحقیقات انجام شده در ســـال‌های اخیر نیز بیان می‌دارند که علاوه بر نوسانات و گوناگونی در جابه‌جایی سیستم ماه و زمین به دور خورشید، منظومهٔ شمسی[۴۲] ما (خورشید و همگی سیارات اطراف آن) نیز به دور مرکز کهکشانی که در آن قرار دارد (مانند حرکت ســـیارات به دور خورشـــید) در حرکت است و در حین حرکت به سمت بالا و پایین صفحهٔ چرخش، نوســـان دارد؛که احتمالاً در این میان پارامترهای تأثیرگذاری بر شـــرایط منظومهٔ شمسی و ســـتارگان و سیارات درون آن‌ها وجود دارند که هنوز ناشناخته باقی‌مانده‌اند. از طرفی، با توجه به تمامی موارد بیان شـــده در بحث عوامل انســـانی، گرمایش فعلی جهان، حتی با عملکرد احتمالی یک بازخورد منفی، وارونه می‌شـــود و وقوع یک عصر یخ جدید را به پیش می‌اندازد و در هر صورت دخالت انســـان یک نیروی برهم‌زنندهٔ روند طبیعی تغییرات و نوسانات آب و هوایی است و یک عامل تهدیدکنندهٔ تمدن‌های گوناگون بشری به شمار می‌آید.

پی‌نوشت

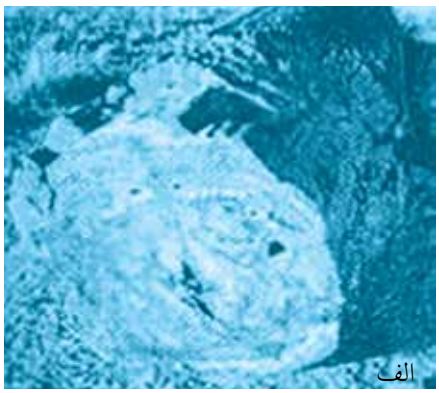
1. International Commission on Stratigraphy2. Quaternaru period
3. Epoch 4. Pleistocene 5. Holocen 6. Stadial
7. Inter stadial 8. Pierre Martel 9. Jens Esmark
10. Ignaz Venetz 11. Louis Agassiz 12. Etudes Sur les glaciers
13. Quaternary glaciation 14. The current ice age 15. Obliquity
16. Precession 17.Land-based chronology of Quaternary glacial cycles 18. Milankovitch cycles 19. Milutin Milan kovic
20. Perihelion 21. Aphelion 22. Temprature peak
23. James Croll 24. Nutation 25. Sunspts 26.Ocean currents
27. The Isthmus of Panama 28. Drake Passage
29. Antarctic Circumolar Current 30. Central American Seaway
31. Gulf Stream 32. Driscoll 33. Atmosheric composition
34. Feedback Process 35. Positive Feedback 36. Negative Feedback
37. Stadials 38. Interstadials 39. Pluvial 40. Interpluvial
41. Global Climate Change Research 42. Solar system

منابع

1. Gribbin/J./(1982).Future Weather and the Greenhouse Effect. Delacorte Press. Pp. 1-22.
2. Remis/ F/ and Testus/ Laurent (2009). Mais comment secoule donc un glacier? . C.R. Geoscience/ Vol. 338: pp. 368-385.
3. Kruger/ T./(2008). Internationale Rezetion und Konsequenzen fur das Verstandnis der Klimageschichte The Discovery of the Ice Ages. International Reception and Consequences for the Understanding of climate history. International Reception and Consequences for the Understanding of climate history/ Vol. pp. 59-542.
4. Imbrie/ J./ and Imbrie / k.P./ (1979). Ice Ages: Solving the Mystery. Short Hills/ NJ: Enslow Publishers/ pp. 1-215.
5. Gradstein/ F.M & Ogg/ J.G(2004). A Geologic Time Scale 2004. Cambridge University Press. Cambridge , pp.1-412.
6. https://commons . Wikimedia .org/wiki/File:Vost.018.svg/ Retrieved by Lisiecki and Raymo on 7 July 2005
7. Augustin/ L./et al (2004). Eight glacial cycles from an Antarctic ice core. pp. 623-638.
8. Spassov/S./(2000).Loess Magnetism/Environment and Climate Change on the Chinese Loess Plateau. Ph.D Thesis . pp. 1-151.
9.Gibbard/P. and van Kolfschoteh/ T./(2004). The Pleistocene and Holocene Epochs/ Chapter 22. In: Gradstein/F.M./Ogg/J.G./ and Gilbert/ S.A./(Eds.)/ A Geologic Time Scale 2004. Cambridge University Press, Cambridge . pp. 181-191.
10. https://en.wikipedia. Org/ wiki/Milankovitch-cycles/ Retrieved on 01-09-2010.
11. Philander/S.G./ (2008). Encyclopedia of Global Warming and Climate Change. SAGE Refrence Publish/ Vol.1-3:pp.1-1283.
12. Connolley/ W./ (2011). Was an imminent Ice Age predicted in the 70s? The Christan Science Monitor, Vol. 194No.4270:pp.1121-32
13. https://commons.wikimedia. Org/wiki/ File:Precession – nutation-ES.svg/Retrieved on 06-09-2010.
14. Raymo/M.E./Ruddiman / W.F./ and Froelich/ P.N./ (1988). Influence of late Cenozoic mountain buikding on ocean geochemical cycles . Geology/ Vol. 16:pp.649-653.
15. Haug/ G.H./ Tiedemann/ R./ Keigwin/ L.D./ (2004) . How the Isthmus of Panama Put Ice in the Arctic. Oceanus/ Vol.42:pp.94-95.
16. Driscoll/ N.W. and G.H./ Haug/ (1998). A Short Circuit in Thermohaline Circulation: A Cause for Northern Hemisphere Glaciation? Science/ Vol. 282/ pp. 436-438
17. Aber/ J.S./ (2006). Regional Glaciation of Kansas and Nebraska. Emporia State Univerisiy/ Emporia Kansas. Pp . 16-18.
18. Ewing/ M./ and Donn. W.L./ (2009). A Theory of Ice Ages. Science/ Vol. 123:pp. 6-1061.
19. Treberth/ K.E./ P.D. Jones . P. Ambenje/ R. Bojariu/ D. Easterling/ A. Klein Tank/ D. Parker/ F. Rahimzadeh/ J.A. Renwick / M. Rusticucci/ B. Soden and P. Zhai / (2007). Surface and Atmospheric Cimate Change. In Solomon/ S./ D. in/ M. Manning/ z. Chen/ M. Marquis. K.B. Averyt/ M, Tignor and H.L. Moller (Eds). Cilmate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fouth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press/ Cambridge/ United Kingdom and New York/ USA/ pp. 235-336
20. Brohan/ P./ (2006) . Uncertainty estimates in reginal and global observed temperature change. Journal of Geophysical Research/ Vol. 111/pp. 2311-2315.
21. Lu/ J./ Vecchi/ G.A./ Reichler/ T./ (2007). Expansion of the Hadley cell under global warmind. Geophysical Research Letters/ Vol. 34/ No. 6: pp. 13-22
22. IPCC(2007). Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I/II and III to the Fourt Assissment Report of the Interfovernmental Panel on Climate Change. Core Writng Team/ Pachauri/ R. K and Reisinger/ A. (Eds). Geneva/ Switzeriand/ IPCC: www. Ipcc. Ch/ publications and data/ publications- ipcc- fourt-assessment- report- synthesis- report. Htm.
23. IPCC.(2001). Climate Change 2001: Synthesis Report. Cambridge University Press/ Cambridge.
24. EPICA community members (2004). Eight glacial cycles from an Antarctic ice core. Nature/ Vol. 429/ No . 6992:pp. 623-628.
25. Tyrrel/ T./ Shepherd/ J.G./ and Castel. S.. (2007). The Long- term legacy of fossol fuels. Tellus B./ Vol. 59/No/ 4:pp. 664-627.
26. Vavrus/ J./ and Kutzbach/ J./ (2008) Did Early Climate Impact Divert a New Glacial Age? Newswise. Vol. 43/No. 5: pp. 37-41.
27. GCCR-Global Climate Change Research – Gloval Effects mht, Retrieved on 8 March 2009.

علم تافونومی

جهانبخش دانشیان و زهرا اکرمی
گروه زمین‌شناسی دانشکدهٔ علوم دانشگاه خوارزمی


الف

ب

ج

د

مقدمه

نخست این عبارت را بخوانید: «به فسیل تنهٔ این درخت (شکل ۱ – الف) توجه کنید. امروزه جنس آن از سنگ است، اما بدیهی است در گذشته همین قطعه فسیل از تنهٔ یک درخت بوده است. در این صورت چه حوادثی باعث تبدیل چوب به سنگ شده‌اند.»

کلیدواژه‌ها: تافونومی، فسیل‌شده، فسیلی‌شدن، دیاژنز (سنگ‌شدگی)، سنگ‌های رسوبی، کانی‌زایی، به‌هم‌فشردگی، تبلور

شکل ۱: تصاویر تنهٔ درخت: الف، ج و د) تنهٔ درخت فسیل‌شده؛ ب) تنهٔ درخت عهد حاضر (شکل‌ها برگرفته از: کتاب علوم زمین پیش‌دانشگاهی و سایت‌های www.martinparrsnaturepics، www.freefoto.com، هستند)

این عبارت که در ابتدای فصل هفتم از کتاب علوم زمین دورهٔ پیش‌دانشگاهی (صداقت و همکاران، ۱۳۸۱) آمده، بخشی از مطالعاتی است که فسیل‌شناسان به طور ویژه و تخصصی با عنوان تافونومی انجام می‌دهند. تافونومی علمی است که دربارهٔ قوانین تدفین بحث و بررسی می‌کند. ریشهٔ تافونومی[۱] از دو کلمهٔ یونانی تافوس[۲] به معنای مرگ و نوموس[۳] به معنای قانون است (مارتین[۴]، ۱۹۹۹).

دانش تافونومی فرایند حفظ‌شدگی و یا فسیل شدن را بررسی می‌کند و در اصل فرایند گذر بقایای جانداران از زیست‌کره به سنگ‌کره و یا فرایندهای فسیل‌شدن (Fossilization) از لحظه مرگ تا دیاژنز را مورد مطالعه قرار می‌دهد. بنا بر نظر مارتین (۱۹۹۱)، افریموف[۵] (۱۹۴۰) اولین شخصی بود که اصطلاح تافونومی را به کار برد. البته علم تافونومی چندین قرن مورد توجه بوده است (کادئی[۶]، ۱۹۹۱). غربی‌ها معتقدند که اولین تحقیقات

در مـورد تافونومی را لئوناردو داوینچی (۱۴۵۲- ۱۵۱۹) انجام داده و مشاهدات وی در خصوص صدف دوکفه‌هایی بوده که در نزدیکی کوه‌ها یافت شده‌اند. داوینچی آن‌ها را با توجه به حیات و مرگشـان مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه رسید که این صدف‌ها فسیل‌هایی نابرجا نیستند.

اما برخلاف نظـر غربی‌ها، این ابوعلی‌سـینا بود که بحث تافونومی را در کتاب شفا، فن پنجم، بیان داشت. ابوعلی‌سینا که در قرن پنجم هجری قمری و حدود پانصدسال قبل از داوینچی می‌زیست، به نحو زیبایی تافونومی فسیل‌ها یا به قول خودش «درک علت وجود بقایای حیوانات و نباتات به صورت سـنگ» را بیان داشـت و چنین پدیده‌ای را صحیح دانست و این‌چنین توضیح داد: «سبب آن قوهٔ معدنیّه و محجّره است که در بعضی نقاط سـنگی پیدا می‌شود یا دفعتاً در مواقع زمین‌لرزه از زمین منفصل می‌شود». به نظر ابوعلی‌سینا فسیل‌هایی که در کوه‌ها یافت می‌شـوند، در اثر یک طغیان آب به وجود نیامده‌اند، بلکه نتیجهٔ سلسـله‌طغیان‌هایی هستند که در مدتی طولانی کوه‌ها را به وضع فعلی درآورده‌اند. وی معترف بود که «نمی‌توان بین طغیان‌های گوناگون آب که هر یک آثار خود را بر احجار جبال عالم باقی گذاشـته‌اند امتیازی قائل شـد و آن‌ها را از همدیگر تشخیص داد» (بحیرایی و همکاران، ۱۳۹۰).

در طـول تاریخ، افراد دیگری نیز بـه تافونومی پرداختند، ماننـد نیکلاس اسـتنو[۷] در اواخر قرن هفدهـم میلادی که با بررسـی سنگی که در عامه زبان‌سـنگ اطلاق می‌شد، پی برد که این سـنگ درواقع دندان‌های کوسه است. همچنین رابرت هوک نیز سـاختار سلولی چوب‌پنبه را نسبت به ساختار چوب سنگ‌شده مورد مطالعه قرار داد. نزدیک به اواخر قرن نوزدهم و در طول قرن بیستم فسیل‌شناسان بیشتری به ویژه اروپایی‌ها علم تافونومی را مورد توجه قرار دادند؛ محققانی نظیر آلیسون و بریگـز[۹] (۱۹۹۱، b و a)، والتر ویتینگتون و کانوی موریس[۱۰] (۱۹۰۴، ۱۹۱۰)، شـیلاچر[۱۱] (۱۹۷۰، ۱۹۷۶)، آبـل[۱۲] (۱۹۱۲، ۱۹۲۳، ۱۹۳۵)، ویگلـت[۱۳] (۱۹۲۸) از جملـه اولین محققانی بودند که توانستند بیواستراتونومی[۱۴] یا تاریخچهٔ رسوب‌گذاری فسـیل‌ها را از زمان مـرگ[۱۵] تا دفن نهایی مورد بررسـی قرار دهند. البته بیشـتر محققان ترجیح می‌دهند به جای اصطلاح بیواستراتونومی از واژهٔ تافونومی استفاده کنند. به هر حال ارائهٔ تحقیقات متنوع توسـط محققان به آنجا رسید که بهرنسمر و کیدول[۱۶] (۱۹۸۵) تافونومی را مطالعهٔ فرایندهای حفظ‌شدگی دانستند و نظر خود را مبنی بر اینکه آن‌ها چگونه بر شکل‌گیری فسیل‌ها تأثیر می‌گذارند، ارائه کردند. با پیشرفت علم تافونومی و مطرح شـدن آن به صورت شاخهٔ علمی مستقل و جداگانه، کم‌کم این امکان فراهم شد که استفاده از فسیل‌ها در مطالعات اکولوژی و فیلوژنی امکان‌پذیر شود (تاوه[۱۷]، ۱۹۸۷).

بررسی روش‌شناسی علم تافونومی حاکی از آن است که در گذشته مبنا به جای آزمایش و تجربه بیشتر مطالعه و مقایسه بوده است. در دانش تافونومی دیرینه‌شناسی، رسوب‌شناسی و چینه‌نگاری، از شـاخه‌های علوم زمین‌شناسی تاریخی اهمیت زیـادی دارند، زیرا شـاخه‌های مربوط به تاریـخ حیات زمین هستند که در سنگ‌ها ثبت شده‌اند. درواقع تافونومی شبیه به تاریخ است و مانند جاده یا گذرگاهی است که اطلاعات گذشته را از طریق مجموعه‌های فسـیلی را پشت سر می‌گذارد که به اجمال به آن‌ها می‌پردازیم.

دانش تافونومی فرایند حفظ‌شدگی و یا فسیل شدن را بررسی می‌کند و در اصل فرایند گذر بقایای جانداران از زیست‌کره به سنگ‌کره و یا فرایندهای فسیل‌شدن (Fossilization) از لحظه مرگ تا دیاژنز را مورد مطالعه قرار می‌دهد

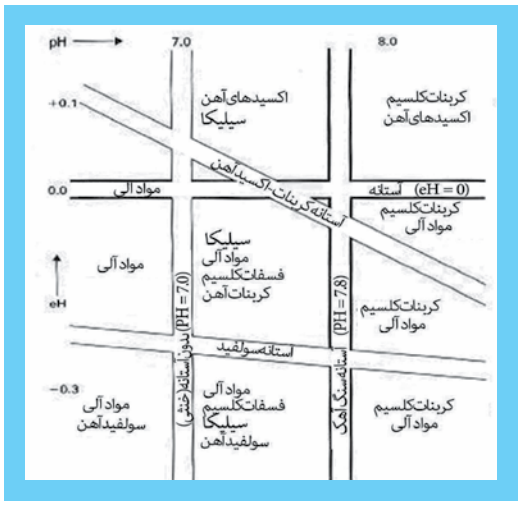
فسیلی‌شدن[۱۸]

موجودات زنده پس از مرگشـان در نتیجـهٔ فرایندی به فسیل تبدیل می‌شوند، این فرایند که فسیل‌شدن نام دارد به شـکل‌های مختلف انجام می‌شود. تنوع در این فرایند به علت ویژگی‌های منحصر به فرد موجودی است که فسیل می‌شود. بنابراین، فرایند فسیلی‌شدن از نظر گستردگی می‌تواند سطوح مختلفی داشـته باشـد. برای مثال ممکن اسـت در حد یک سـلول یا اندام یک موجود یا در سطحی وسیع‌تر، یعنی بدن کامل موجود باشـد. بدن موجودات زنده دارای قسـمت‌های نرم و سـخت هستند و پس از مرگ، بافت‌های نرم به سرعت می‌پوسـند و از بین می‌روند و فقط قسـمت‌های سخت باقی می‌ماننـد. البته گاهی امـکان دارد بافت‌های نرم یک موجود زنده پس از مرگ در حالات کاملاً استثنایی به صورت فسیل حفظ شـوند. در هر حال داشـتن بخش‌های سخت به مقدار زیادی شـانس فسیل‌شـدن جانداران را پس از مرگ افزایش می‌دهد. اما حتی قسـمت‌های سـخت نیز فناناپذیر نیستند و احتیاج دارند در شـرایط مناسـب قـرار گیرند تا از تخریب مصون بمانند (برگرفته از دانشـیان، ۱۳۹۸). شرایط مناسب برای حفظ‌شدگی و باقی ماندن قسمت‌های سخت به چندین عامل بسـتگی دارد (تاوه، ۱۹۸۷): سـاختمان و ترکیب مادهٔ تشـکیل‌دهندهٔ پیکرهٔ جانداران (شکل ۲)، فراوانی جانداران از نظر تعداد، روش زیست جانداران و چگونگی محفوظ ماندن و دیاژنز یا به عبارت دیگر، محیط رسوبی و تغییرات رسوبی که در گذشته به وقوع پیوسته‌اند (شکل ۳).

شکل ۲

تاکسا	مواد معدنی				مواد آلی			
	کربنات‌ها	فسفات‌ها	سیلیکا	اکسیدهای آهن	کیتین	سلولز	کولاژن	کراتین
پروکاریوت‌ها	X	x		x		x		
جلبک‌ها	X		x		x	X		
گیاهان عالی	x		x	x		X		
پروتوزوها	X		X	X	x	x		
قارچ‌ها	x	x		x	X	X		
اسفنج‌ها	X		X	x			X	
نیدریا	X				x		x	
بریوزوا	X	x			X		x	
براکیوپودا	X	X			X		x	
نرم‌تنان	X	x	x	x	x		x	
تلیبا	X	X		x	x		X	
بندپایان	X	X	x	x	X		x	
خارتنان	X	x	x				X	
طناب‌داران	x	X		x		x	X	X

شـکل ۲: مواد اصلی تشکیل‌دهندهٔ پیکرهٔ گروه‌های تاکسونومیکی مختلف
X: میزان موادی که در تشـکیل بدن بیشـتر بـه کار رفته‌اند. X: میـزان مـوادی که در ترکیب بـدن کمتر بـه کار رفته‌اند. هرچه در ترکیـب پیکرهٔ جانداران مواد معدنی بیشـتری باشـد، امکان فسیل‌شـدگی آن‌ها با فراهم بودن شـرایط فسیلی‌شـدن بیشتر می‌شود (برگرفته از تاوه، ۱۹۸۷).



شکل ۳: مرزهای تعیین‌شده براساس eH-pH و شرایط شیمیایی محیط که به حفظ مواد معدنی می‌انجامند. برای مثال در pH بالای ۷/۸ کربنات کلسیم به خوبی حفظ می‌شود و در pH کمتر از آن، سایر مواد حفظ‌شدگی خوبی دارند. به عبارت دیگر، در شکل فوق حدود آستانهٔ شیمیایی حضور مواد مختلف در pH-eH مختلف را نشان می‌دهد و براسـاس آن می‌توان دریافت که در فرایند حفظ‌شدگی چه شرایطی حکم‌فرما بوده‌اند (برگرفته از تاوه، ۱۹۸۷).

تاریخچهٔ تافونومی بیشتر فسیل‌ها شامل سه مرحلهٔ قبل از دفن، هنگام دفن و پس از دفن است. مرحلهٔ دفن کوتاه‌ترین مرحله و پس از دفن طولانی‌ترین مرحله است

درواقع برای شـناختن فسـیل‌ها باید به موجوداتی فکر کرد که اغلب، بدنشـان در میان سـنگ‌های رسوبی دفن و برای میلیون‌ها سـال محافظت شده‌اند. باید توجه داشت که حفظ بدن موجودات در رسوبات به صورت ثابت و در شرایط اولیـه زندگی، موجود زنده نبوده اسـت، بلکه تا درجاتی نیز تغییر می‌کند. البته همان‌طور که اشـاره شد میزان تغییرات بـه خصوصیـات بافتی و شـیمیایی موجود زنده و شـرایط فیزیکوشـیمیایی محیط در هنگام فسیل‌شدن آن‌ها در بین رسـوبات بستگی دارد. از سـوی دیگر نیز تحت تأثیر پدیدهٔ سنگ‌شـدگی یا دیاژنز قرار دارد. علمی که به مطالعهٔ شرایط دفن شـدن موجودات زنده پـس از مرگشـان می‌پردازد و همچنین چگونگی استقرار آن‌ها در لایه‌های رسوبی را مورد بحث و بررسـی قرار می‌دهد، تافونومی نـام دارد. به عبارت ساده‌تر، تاریخچهٔ تغییراتی را که فسیل‌ها در حالات مختلف حفظ‌شـدگی تحمـل کرده‌اند، تافونومی گویند (شـکل ۴). تاریخچهٔ تافونومی بیشـتر فسیل‌ها شامل سه مرحلهٔ قبل از دفن، هنگام دفن و پس از دفن است. مرحلهٔ دفن کوتاه‌ترین مرحله و پس از دفن طولانی‌ترین مرحله اسـت (دانشـیان، ۱۳۸۹). این مراحل را در ذیل به اختصار مرور می‌کنیم.

قبـل از دفن: موجـود زنده پس از مـرگ و قبل از دفن احتمالاً تغییراتی را متحمل می‌شـود که عبارت‌اند از: انتقال و جابه‌جایی، تغییرات زیست‌شـناختی و تغییرات شیمیایی. در انتقال ممکن اسـت بقایای موجودات از محیط و مسـکن اولیه‌شان پراکنده و به محیط دیگر منتقل شوند. جریان‌های مواج سـاحلی، امواج شـدید و توفانی و حرکت یخچال‌ها به جابه‌جایـی و حتی تأثیرگذاری بر آن‌ها می‌انجامند. همچنین ممکن است موجودات با پوشـش خاصی که دارند محافظت شـوند یا به دلیل تغییرات زیست‌شناختی رو به نابودی روند که البته این تخریب به دو شـکل بیرونی و درونی اسـت. در حالت درونی، نابودی از درون موجود به وسیلهٔ باکتری‌ها انجام می‌گیرد. به عبارت دیگر از جسد موجود آغاز می‌شود. در نوع بیرونی ممکن اسـت موجوداتی نظیر خرچنگ‌ها بدن موجود را قطعه‌قطعه کنند. تغییرات شـیمیایی نظیر تغییر اسیدیتهٔ محیط نیز سبب تخریب و انحلال موجود می‌شود یا کانی‌زایی یا سنگی‌شدن بدن موجود از نظر شیمیایی تغییر می‌یابد.

در هنـگام دفن: یکی از مواردی که هنگام دفن شـدن مورد مطالعه قرار می‌گیرد، سرعت آن است. به عبارت دیگر، امکان دارد دفن آهسـته انجام شـود یا با یک تغییر ناگهانی و سـریع همراه باشـد، مثل ریزش‌های ناگهانی رسوبات که موجود زنده را در محل سـکونت خود دفن می‌کنند یا اینکه جسـد موجود را تا مسافتی چند حرکت می‌دهد و در پایان در درون انبوهـی از رسـوبات دفن می‌کنـد. از طرفی نیز، موجودات زنده ممکن است در همان محل که مرده‌اند، دفن شـوند، برای مثال موجودات دریازی که در رسوبات دانه‌ریز زندگـی می‌کنند یا هنگام دفن از محل مرگ به محلی دیگر منتقل می‌شوند که میزان آن از روی ساییدگی و گردشدگی آن‌ها مشـخص خواهد شد. در حالت اول به فسیل‌ها برجا و در حالت دوم به آن‌ها نابرجا گویند.

پس از دفن: طولانی‌تریـن مرحلهٔ تافونومی مرحلهٔ پس از دفن اسـت؛ مرحله‌ای که موجود بـا توجه به خصوصیت بافتی و شیمیایی خود (به‌ویژه قسمت‌های سخت) و شرایط فیزیکوشـیمیایی محیـط و پدیدهٔ سنگی‌شـدن به سـمت فسیلی‌شدن پیش می‌رود.

همان‌گونه که اشـاره شد، اسـکلت‌ها و صدف‌هایی که در داخل رسـوبات قرار می‌گیرند عموماً متحمل تغییراتی می‌شوند که زمین‌شناسان به آن دیاژنز گویند. دیاژنز شامل تمامی دگرسانی‌ها و تغییراتی است که در درون نهشته‌های یک رسـوب اتفاق می‌افتند و موجب می‌شوند که رسوب به سنگ تبدیل شود. این تغییرات را می‌توان به دو بخش قبل از سنگی‌شدن[19] و بعد از سنگی شدن[20] تقسیم کرد. در مرحلهٔ قبل از سنگی‌شـدن در اثر فشار لایه‌های بالایی امکان دارد بدن موجودی که در داخل رسوب قرار گرفته است از حالت

شکل ۴- فرایند فسیلی شدن (Martin,1999)

اولیه خارج شـود و به اصطلاح به پهن‌شدگی فسیل‌هایی که انحناپذیرند بینجامد. همچنین ممکن اسـت باکتری‌ها بدن موجودات را از داخل متلاشـی کنند یا موجودات دیگری از خارج بدن باعث از بین رفتن آن شـوند یا از نظر شـیمیایی تحت تأثیر قرار گیرند و متلاشـی شـوند و از طرفی ممکن است با کانی‌زایی حفظ شوند.

در مرحلهٔ پس از سـنگ شـدن، بدن موجودات ممکن اسـت از نظـر سـاختاری تغییر شـکل پیدا کند یـا دچار هوازدگی و فرسـایش شود یا از نظر شیمیایی مواردی چون تبلور مجدد، کانی‌زایی، جانشـینی و... رخ دهد که جداگانه مورد بحث قرار خواهند گرفت.

برخی از انواع فسیل‌شدن

حفظ‌شـدگی جانداران یا به عبارتی فسیل‌شـدن آن‌ها با روش‌های بسـیار گوناگون انجام می‌شـود کـه در زیر به متداول‌ترین آن‌ها اشاره می‌شود (دانشیان، ۱۳۸۹).

الـف) کانی‌زایی[۲۱]: به طور خلاصه منظـور از کانی‌زایی تجزیهٔ مواد آلی پس از مرگ جانداران و پر شـدن هر حفره یـا فضای خالی در بدن موجود با موادمعدنی اسـت. در این روش که یکی از متداول‌ترین حالات فسیل‌شدن است بیشتر اختصاصات مربوط به موجود به حالت فسـیل باقی می‌ماند. روش فـوق زمانی رخ می‌دهد که فضاهای خالی در گیاهان، اسـتخوان‌ها یا صدف‌های مدفون‌شـده در محیطی اشباع از مواد معدنی قـرار می‌گیرند و جای مواد آلی آن‌ها با کانی‌ها عوض می‌شود و در نتیجه فسیل‌هایی به شکل موجود اولیه تشـکیل می‌شـوند که از نظر جنس با مواد تشـکیل‌دهندهٔ اولیه متفاوت و از نظر وزنی سـنگین‌ترند. به عبارت دیگر به ازای هـر مولکول از مواد طبیعی اسـکلت که به خارج از آن منتقل می‌شـود یک مولکول از محلول‌های کانی‌ساز موجود در محیط جانشـین آن می‌شـود. در کانی‌زایـی موجودات فسیل‌شـده از نظر شـکل ظاهری تغییر نمی‌کننـد و ابعاد خـود را همان‌گونه که هسـتند حفظ می‌کنند و به اصطلاح فسـیل‌های سـه‌بعدی هسـتند. در چنین حالتـی می‌توان سـاختمان‌های داخلی و خارجی آن‌هـا را مورد مطالعه قرار داد. کانی‌زایی نه تنها به قسمت‌های سخت نظیر استخوان‌ها و صدف‌هـا محدود نیسـت، بلکه می‌تواند در قسـمت‌های نرم بدن نیز رخ دهد. سیلیسـی شـدن[۲۲]، پیریتی شدن [۲۳] و کربناتی شدن[۲۴] زیرمجموعه‌ای از کانی‌زایی یا سنگی‌شدگی هسـتند. در سیلیسی شدن، مادهٔ معدنی جایگزین، سیلیس (SiO_2) اسـت، در حالی که در پیریتی‌شـدن سولفور آهن

اسکلت‌ها و صدف‌هایی که در داخل رسوبات قرار می‌گیرند عموماً متحمل تغییراتی می‌شوند که زمین‌شناسان به آن دیاژنز گویند

(FeS_2) و در کربناتی‌شدن انواع کربنات‌ها از قبیل کلسیت و دولومیت هستند. تصویر درخت فسیل‌شده در شکل ۱، فسیل تنهٔ درخت، درواقع فسیلی‌شدن از نوع کانی‌زایی و سیلیسی‌شدن است که در آن سیلیس جایگزین بافت چوبی درخت شده است.

ب) به هم فشردگی[۲۵]: نتیجهٔ این نوع فسیل‌شدگی، فسیلی دوبعدی و فاقد حجم است که از فشرده‌شدن بقایای یک موجود سه‌بعدی به دست آمده است. به عبارت دیگر، به علت فشردگی، موجود شکل اصلی خود را آن‌چنان از دست داده که به جای سه‌بعد، دارای دوبعد شده است. این نوع فسیل‌شدگی که اصولاً در گیاهان رخ می‌دهد، خود، دارای دو حالت کربنی شدن [۲۶] و تقطیر[۲۷] است. در کربنی‌شدن در اثر تجزیهٔ موادآلی در محیط‌های غیرهوازی و فشار از طرف دیگر گازهای هیدروژن، اکسیژن و نیتروژن به تدریج از پیکرهٔ گیاه خارج می‌شوند و فقط کربن باقی می‌ماند، این کربن خیلی از خصوصیات موجود فسیل‌شده را حفظ می‌کند. اما در تقطیر، عناصر فرار، نظیر گازها و مایعات تقطیر می‌شوند و در نتیجه قشر بسیار اندکی از کربن روی سنگ از موجود فسیل‌شده باقی می‌ماند و خصوصیات به خوبی حفظ نمی‌شوند. این نوع فسیل‌شدگی اغلب در حواشی رگه‌های زغال‌سنگ مشاهده می‌شود.

ج) فشرده شدن[۲۸]: در فسیل‌شدگی به روش فشرده شدن، همچون به هم فشردگی، موجودات تحت فشار قرار می‌گیرند، اما این فشار آن‌چنان زیاد نیست و فقط باعث تغییر و پهن شدن بدن موجود می‌شود. به عبارت دیگر، فسیل تغییر شکل می‌دهد، اما حالت سه‌بعدی خود را از دست نمی‌دهد و مواد آلی با کاهش حجم کمی باقی می‌مانند.

د) اثرگذاری[۲۹]: این نوع فسیل‌شدگی درواقع آثار باقی‌مانده از موجودات فسیل‌شده و اغلب به حالت دوبعدی است و هیچ‌گونه مواد آلی ندارد. اثرگذاری در حقیقت آثار به‌جای‌مانده از فعالیت زیستی موجود زنده در زمان حیاتش بوده است. آثار ردپا، آثار باقی‌مانده از تونل‌ها یا کانال‌های حفرشده به دست موجودات حفار، فضولات و مدفوعات فسیل‌شدهٔ پلت و کوپرولیت ۳۰ از این نوع فسیل‌شدگی هستند (دانشیان و رمضانی دانا، ۱۳۸۷؛ دانشیان و همکاران ۱۳۸۵).

هـ) قالب‌ها (قالب و کست[۳۱]): حالت دیگری از فسیل‌شدگی سه‌بعدی قالب و کست است که درواقع ویژگی‌های فیزیکی موجودات هستند که روی سنگ‌ها اثر می‌گذارند و باقی می‌مانند و قالب را به وجود می‌آورند.

به عبارت دیگر از آنجا که هر موجودی مثل صدف دارای یک سطح خارجی و یک سطح داخلی است و این دو با دیواره‌ای از هم جدا می‌شوند، اگر مواد رسوبی صدف را در برگیرد یا به داخل آن نفوذ و آن را پر کند، پس از سخت شدن رسوبات، شکل‌هایی حاصل می‌شوند که به آن‌ها قالب گویند. شکل‌هایی که آثار و سطح خارجی صدف را نشان می‌دهند. قالب خارجی نامیده می‌شوند. اما اگر موادی جانشین صدف شوند یا پس از ساخته شدن دو نوع قالب داخلی و خارجی، مواد معدنی فضای خالی را پر کنند و بین قالب‌ها ته‌نشین شوند، کَست تشکیل می‌شود، به این معنا که به جای فسیل به طور کامل ماده‌ای دیگر جایگزین می‌شود. این حالت فسیل‌شدن را که جانشینی[۳۲] گویند، عموماً برای صدف‌هایی از جنس آراگونیت رخ می‌دهد که به سرعت به وسیلهٔ سیالات مهاجر در سنگ انحلال می‌یابند و فضای خالی به جای می‌گذارند، این فضای خالی دقیقاً شکل صدف قدیمی است.

و- تبلور مجدد[۳۳]: این نوع فسیل‌شدگی با جانشینی فرق دارد، چون مستلزم داشتن فضای خالی نیست و مادهٔ تشکیل‌دهندهٔ فسیل شکل بلوری خویش را خودبه‌خود تغییر می‌دهد. به عبارت دیگر، ساختمان طبیعی با به هم آمیختن مولکول‌ها و در نتیجه عمل انحلال و ته‌نشست دوباره تغییر می‌کند. در این فرایند ساختمان ذره‌بینی اولیه، جابه‌جا، به طور کامل محو می‌شود و صدف به شکل موزائیکی از بلورهای به‌هم‌پیوسته تبدیل می‌شود. ظاهر خارجی چنین فسیل‌هایی حفظ می‌شود و حجم آن‌ها تغییراتی پیدا می‌کند. تبلور مجدد نیز اغلب در صدف‌های آراگونیتی صورت می‌گیرد و به شکل پایدارتر یعنی کلسیت تبدیل می‌شود. فسیل‌های حاصل از تبلور مجدد را شاید بتوان به طریقی به عنوان کست معرفی کرد، زیرا اگرچه جانشینی و تغییر در ترکیب اسکلت رخ نداده است، اما آرایش بلوری آن شکل جدیدی به خود می‌گیرد.

ز- محبوس‌شدن در کهربا[۳۴]: نوع دیگری از فسیل‌شدن وجود دارد که در آن موجود در یک محیط ساکن از نظر زیستی به دام می‌افتد و به طور کامل حفظ می‌شود. در این روش بیشتر حشرات و عنکبوتیان به صورت فسیل دیده می‌شوند (دانشیان، ۱۳۸۳).

در هر حال این‌گونه تصور می‌شود که از بیش از میلیون‌ها گونه جاندار موجود شاید کمتر از ده درصد آن‌ها به صورت فسیل باقی بمانند (تاوه، ۱۹۸۷) و جاندارانی که پس از مرگ دوام بیشتری در مقابل شرایط فیزیکی و شیمیایی بیاورند، به صورت فسیل بیشتر حفظ خواهند شد. بنابراین تافونومی و به عبارت حفظ‌شدگی جانداران به شکل فسیل در علم دیرینه‌شناسی بسیار مهم است و این علم را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد. به دست آوردن اطلاعات در زمینه‌های تاکسونومی، فیلوژنی، چینه‌نگاری زیستی، تنوع،

جغرافیای زیستی دیرینه، جغرافیای دیرینه، پالئواکولوژی، ظهور و انقراض گونه‌ها و... همگی تابع بررسی و میزان حفظ‌شدگی است و هرچه اطلاعات ارائه‌شده در زمینه‌های مورد اشاره بیشتر و دقیق‌تر باشد، حاکی از حفظ‌شدگی خوب فسیل‌هایی است که داده‌ها از آن‌ها استخراج شده و مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

پی‌نوشت

1. Taphonomy 2. Taphos 3. Namas 4. Martin
5. Efremove 6. Gadee 7. Nicolas Steno8. Tonguestone
9. Allison and Briggs 10. walter whitting ton and Conway Morris 11. Seilacher 12. Abel 13. weigelt
14. Biostratonomy 15. Necrolysis
16. Behrensmer and Kidwel 17. Towe 18. Fossilization
19. Perlithification 20. Postlithification
21. Permineralization 22. Silicification
23. Pyritization 24. Carbonate mineralization
25. Compression 26. Carbonization
27. distillation 28. Compaction 29. Impression
30. Pellet and Coprolite 31. mold and cast
32. Replacement 33. Recrystallization 34. Amber

منابع

کتاب‌ها و مقالات فارسی

۱- بحیرایی، ز.، کرمی، م.، ناصری سندانی، م و سلیمانی، ز. (۱۳۹۰)؛ «بررسی پیشینهٔ تاریخ زمین‌شناسی در ایران و کشورهای اسلامی (زمین‌شناسی در دیدگاه ابوعلی‌سینا)»، طرح تحقیقاتی دانشگاه خوارزمی (تربیت معلم تهران)، انجمن علمی دانشجویی زمین‌شناسی.

۲- دانشیان، ج.، (۱۳۸۳)؛ «کهربا و اهمیت آن در دیرینه‌شناسی»، مجلهٔ رشد آموزش زمین‌شناسی، سال دهم، شمارهٔ ۳۸، وزارت آموزش‌وپرورش.

۳- دانشیان، ج.، (۱۳۸۹)؛ «جزوهٔ دیرینه‌شناسی ۱»، دانشگاه خوارزمی (تربیت معلم تهران).

٤- دانشیان، ج.، کلنات، ب.، و قنبری، م.، (۱۳۸۵).؛ «بررسی فسیل تخم و جنین دایناسورها»، مجلهٔ رشد آموزش زمین‌شناسی، دورهٔ دوازدهم، شمارهٔ ۲، ص ۱۲ تا ۱۸، وزارت آموزش‌وپرورش.

۵- دانشیان، ج.، و رمضانی دانا، ل.، (۱۳۸۷)؛ «کوپرولیت و اهمیت آن در زمین‌شناسی»، مجلهٔ رشد آموزش زمین‌شناسی ۲۵۳، دورهٔ سیزدهم، شمارهٔ ٤.

٦- صداقت، م.، دانشفر، ج.، حسینی، ا.، مدنی، ح و هاشمی، ع.، (۱۳۸۱)؛ علوم زمین دورهٔ پیش‌دانشگاهی، وزارت آموزش‌وپرورش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.

کتاب‌ها و مقالات انگلیسی

7- Allison, P. A. and Briggs, D. E. G. 1991a. The taphonomy of soft-bodied animals. In: S.K. Donovan (ed.) The processes of Fossilization, pp. 120-140. London: Bellhaven Press.

8- Allison, P. A. and Briggs, D. E. G. 1991b. Taphonomy of nonmineralized tissues. In: P. A. Allison and D. E. G. Briggs (eds) Taphonomy: Releasing the Data Locked in the Fossil Record, pp. 25-70. New York: Plenum Press.

9- Behrensmeyer, A. K. and Kidwell, S. M. 1985. Taphonomy's contributions to paleobiology. Paleobiology 11:105-119.

10- Cadee, G. C. 1991. The history of Taphonomy. In: S. K. Donovan (ed.) The Processes of Fossilization, pp. 3-21. London: Belhaven Press.

11- Efremov, J. A. 1940. Taphonomy: new branch of paleontology. Pan- American Geologist. 74:81-93.

- Martin, R. E. 1991. Beyond biostratigraphy: micropaleontology in transition? Palaios 6:437-438.

12- Martin, R. E. 1999. Taphonomy: A process approach. Cambridge Palaeobiology, Series 4, Cambridge University Press.

13- J. Rowell, 1987, Fossil Invertebrates; Blackwell Scientific Publication.

14- Seilacher, A. 1970. Begriff und Bedutung der Fossil- Lagerstatten. Neues Jahrbuch fur Geologie und Palaontologie, Monatshefte 1970:34-39.

- Towe, K. M. (1987). Fossil preservation, pp. 36-41. In: R. S. Boardman, A. H. Cheetham, and A.

15- Walther, J. 1904. Die Faun der Solnhofener Plattenkalk, Bionomisch betrachtet. Jenaische Denekchriften 11:133-214.

16- Walther, J. 1910. Die Sedimente der TaubenbanK im Golfe von Neapel. Aabhandlungen der koeniglich Preussishen Akademie der wissenschaften. Philosophisch Historische Classe 1910: 1-49.

17-Weigelt, J. 1928. Die Pflanzenreste des mitteldeutschen Kupferschiefers und ihre Einschaltung ins Sediment. Fortchritte der Geologie und Palaontologie. 6:395-592.

18- Whittington, H. B. and Conway Morris, S. (eds.) 1985. Extraordinary fossil biotas: their ecological and evolutionary significance. Philosophical TYransaction of Royal Society of London (B) 311: 1-192.

وبگاه‌ها

- www.freefoto.com
- www.martinparrsnaturepics.com

شن بادهای ایران

فرخ برزگر
کارشناس‌ارشد زمین‌شناسی و سنجش از دور

چکیده

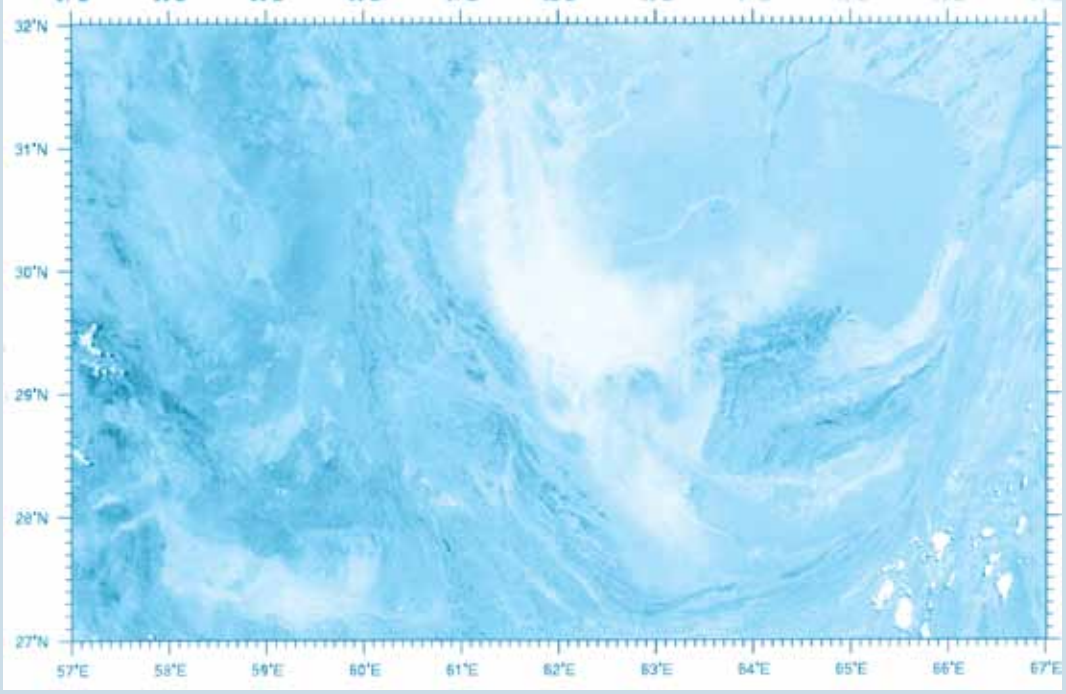
شن باد[1] یک پدیدهٔ هواشناسی است که در مناطق خشک یا نیمه خشک متداول است و ریزگردهای ناشی از آن هنگامی به حرکت در می‌آید و واژگونه و روان می‌شود که بادهای قدرتمند روی ماسه ها و فرش[2] های رها[3] موجود بر رویهٔ یک ناحیهٔ خشک وزیدن آغاز کند. در چنین شرایطی، ذرات یادشده از طریق جهش[4] و واژگونگی[5] یعنی فرایندهای حرکتی از یک محل ترابری (حمل و نقل) شده و در مکانی دیگر نهشته می‌شوند.

کلیدواژه‌ها: شن‌باد، ریزگرد، گستره‌های رویداد در ایران، میدان الکتریکی ثابت، بادنواز

دلایل رویداد

هنگامی‌که نیروی باد وزان روی ذرات رها افزایش می‌یابد، ابتدا ذرات ماسه به لرزش در می‌آیند و سپس با به جهش در آمدن به‌طور مکرر به رویهٔ زمین ضربه می‌زنند که نتیجهٔ آن خرد شدن ذرات کوچک‌تر و تولید ریزگرد و آغاز حرکت آن به‌صورت واژگونه است. دراین شرایط (فزونی سرعت باد) هنگامی‌که باد سبب واژگونگی ریزگرد[6] و دیگرذرات کوچک می‌شود، ذرات دیگری نیز با سازوکارهایی[7] چون جهش و خزش نیز به حرکت درمی‌آیند. بررسی‌های تازه نشان داده‌اند که جهش آغازین ذرات ماسه از طریق مالش (اصطکاک) ، یک میدان الکتریکی ثابت[8] القا می‌کند و با ایجاد بارالکتریکی منفی نسبت به زمین زیرین خود، به نوبهٔ خویش سبب رها شدگی بیشتر ذرات ماسه و آغاز جهش آن‌ها می‌شود که این فرایند نیز سبب افزایش دو برابری تعداد ذراتی می‌شود که در انگاره‌های پیشین بدان اشاره می‌شد.

فرازای گسترش ستونی(عمودی) شن بادها وبادهای دارای ریزگرد بیشتر به پایداری نیوار (اتمسفر) حاکم روی زمین و وزن ذرات موجود بستگی دارد و در حالی‌که این فرازا برای شن بادهای دارای مقادیر زیاد ریزگرد می‌تواند ۱/۶ کیلومتر باشد، در مورد بادهای دارای ریزگرد تنها به



شکل۱. شن‌بادهای وزان و دارای ریزگرد بسیار در گسترهٔ خاوری ایران (دشت زابل) و نواحی جنوبی آن. این تصویر با حسگر مُدیس (Modis) ماهوارهٔ ترّا (Trra) در تاریخ ۲۹ نوامبر ۲۰۰۲ برداشته شده است.

۶۱۰۰ متر(۲۰۰۰۰پا) می‌رسد. یکی از نمونه‌های روی‌داده در ایران در روز ۱۳۹۰/۱/۲۴ رخ داد که شن باد شدید ، وزان و قدرتمند دارای ریزگرد، پس از آغاز و پدید آمدن در پیرامون کویت و بخش شمال باختر عربستان از فراز البرز نیز گذشت و ریزگرد را به مازندران وگیلان، منطقه خاوری دریای خزر تا دشت گرگان و بخش‌هایی از ترکمنستان و خلیج قره بغاز نیز برد(تصویر۱).

گستره‌های روی داد در ایران

مهم‌ترین گستره‌های روی داده و مشاهدهٔ شن بادهای دارای ریزگرد در کشور شامل(الف) گستره‌های خاور ایران شامل دشت زابل و بخش‌های خاوری و جنوب آن، (ب) کویر لوت، ج)گسترهٔ باختری شامل استان‌های کردستان، خوزستان و فارس که درمواردی نیز به گسترهٔ مرکز و شمال خاوری یعنی استان‌های زنجان مرکزی و البرز می‌رسد و پس از فراگرفتن کل منطقهٔ مرکزی ایران از قم تا شاهرود فراتر، گاه تا استان خراسان نیز می‌رسد، (د) گسترهٔ جنوبی خلیج فارس و بالاخره (ه) گسترهٔ جنوب خاوری از محدودهٔ چابهار تا جاسک می‌شود. به این گستره‌ها باید شن بادهای نواحی مرکزی و در کل، دیگر نواحی خشک و کوچک‌تر کشور را که بیشتر به‌طور محلی و مقطعی روی می‌دهند، نیز افزود.

الف) گسترهٔ خاوری ایران

شن بادی دارای ریزگردی که در این گستره می‌وزد، دارای بیشینهٔ درازی است و اگر نگوییم سده‌ها بلکه دهه‌های زیادی است که بر زندگی مردم این ناحیه و کل استان‌های سیستان و بلوچستان تأثیر گذاشته است.

این شن بادها که مردم گستره از آن با «بادنواز» یا «باد یک‌صدو بیست روزه» از آن یاد می‌کنند معمولاً از خردادماه شروع می‌شود و تا شهریور و مهرماه و نیز گاه دیرتر(اخیراً) ادامه می‌یابد و شن و ریزگردهای ترابری شدهٔ و آن بر زندگی روزمرهٔ مردم از رانندگی گرفته تا زیست روزانه اثرمی‌گذارد. این اثر بنا بر پرسش‌نگارنده از مردم منطقه حتی بر نوع پوشش سنتی مردم نیز بسیار مؤثر است و استفاده از دستار و پوشش فراگیر و سفید رنگ بدن و بستن صورت(درحدی که فقط چشمان پیدا باشد) غیر از مقابله با گرمای زیست بوم، برای جلوگیری از نفوذ شن و ریزگرد و تماس آن با بدن عمومیت دارد.

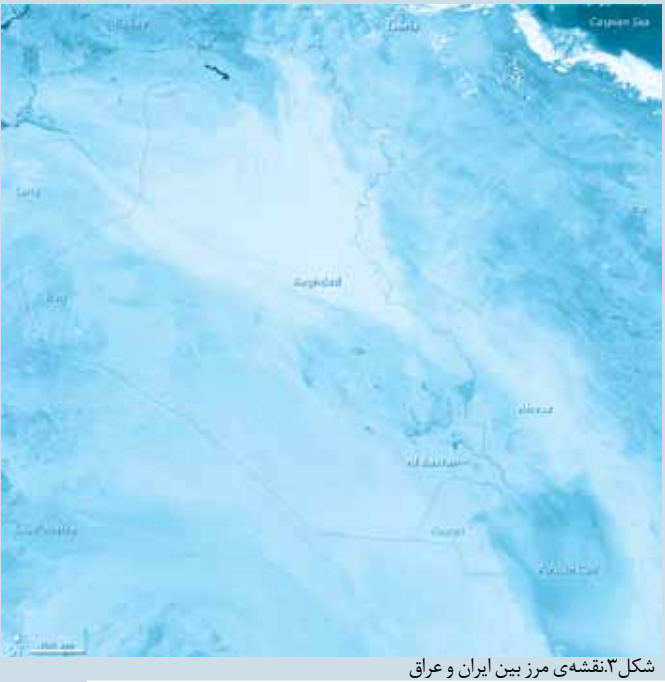
شن بادهای این گستره بیشتر از بخش شمالی‌هامون صابری برخاستن آغاز می‌کند و پس از فراگیری و گذر از آسمان دشت زابل و نواحی جنوبی‌تر، ذرات واژگونهٔ خود را در پهنهٔ ماسه‌ای خاور هامون ، تشکیل در پاکستان و پهنهٔ گسترده و باختری بین لشگرگاه، قندهار، چمن تا یک‌صد کیلومتری کوه تفتان در افغانستان برجای می‌گذارد. در عمل خاستگاه این پهنه‌های پوشیده از ماسه و تلماسه تماماً از نواحی شمالی هامون صابری پیدایی (نشئت) می‌گیرد. اگر در بیشتر موارد این شن باد با رسیدن به رشته‌کوه کمانی شکل باختری و جنوبی (بین کوه تفتان تا سراوان) و برخورد بدان‌ها به نهشته‌گذاری می‌پردازد. (تصویر۲)، ولی در برخی از زمان‌ها نیز به ویژه با توجه به خشک‌سالی دههٔ اخیر و شدت وزش و قدرت باد، شن بادها از فراز کوه‌های مکران نیز می‌گذرند و دریای عمان می‌ریزند. با وجود مدت طولانی وزش شن بادها در این گستره، اخبار پراکنده‌ای از آن‌ها در رسانه‌ها منتشر می‌شود که شاید مربوط به کمبود نسبی جمعیت و دوری آن از پایتخت باشد.

شن باد یک پدیدهٔ هواشناسی است که در مناطق خشک یا نیمه خشک متداول است

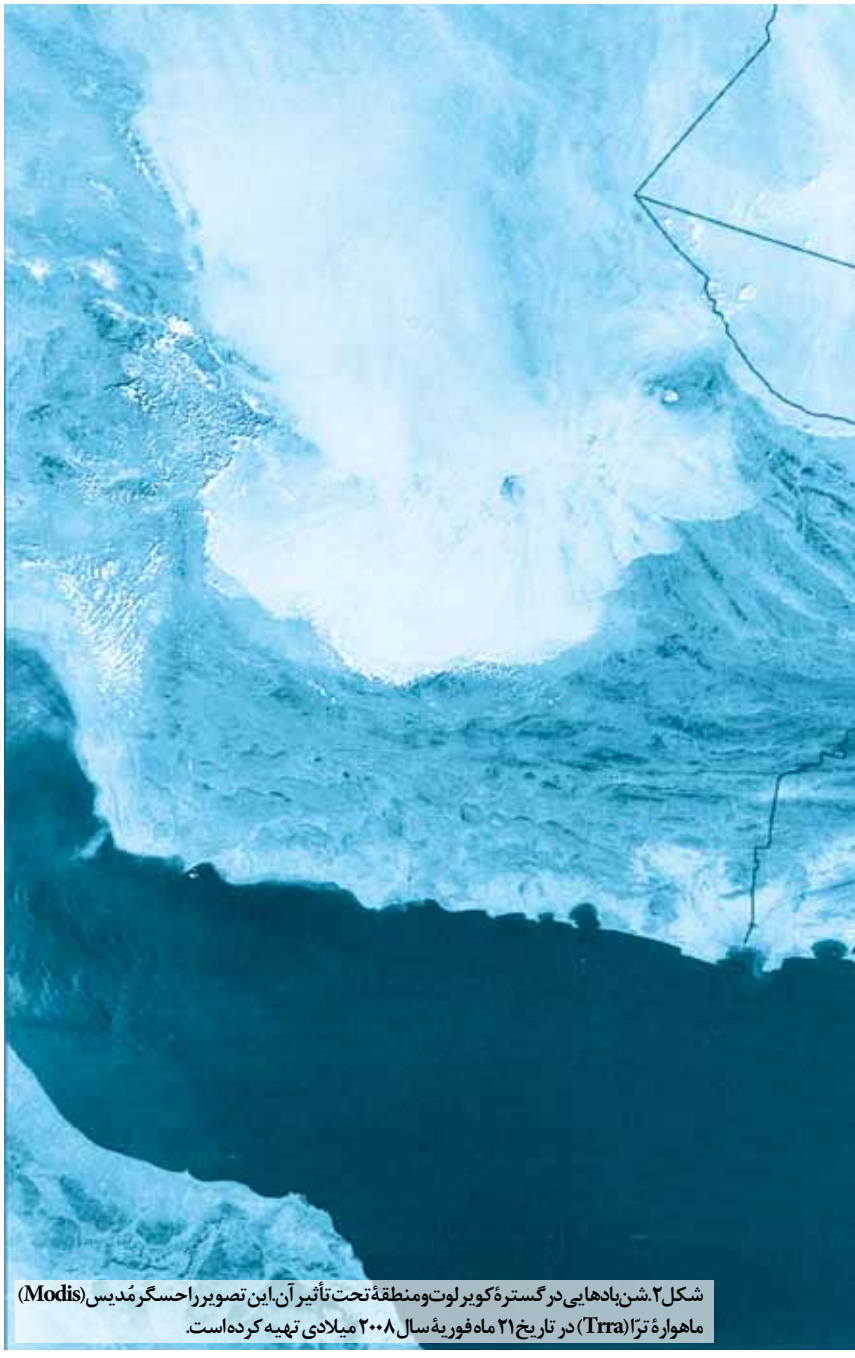
ب)گسترهٔ کویرلوت

در این گستره نیز شن بادهای بسیار شدید و قدرتمند می‌وزند که توده‌های سترگ شن و ریزگرد را از نواحی

شـــمالی و به ویژه از روی دریای ماســـهٔ بخش خاوری کویر لوت بـــه حرکت در می‌آورند و در بســـیاری از موارد پس از گذر از رشـــته‌کوه‌های بارز به هامون جازموریان می‌رسند و پس از رســـیدن به رشته کوه‌های مکران قدرت و شدت آن کاهش می‌یابـــد و پس از برخورد با هـــوای مرطوب موجود ذرات واژگونهٔ خود را در این هامون به ویژه روی نشیب‌های جنوبـــی آن برجای می‌گذارند(تصویر۳). در این گســـتره نیز مواردی مشاهده شده که به دلیل قدرت و شدت نیروی باد، شـــن‌ها و ریزگردها به کرانه‌های دریای عمان می‌رسند و در این دریا فرو می‌ریزند.



شکل۳.نقشه‌ی مرز بین ایران و عراق


شکل۲.شن‌بادهایی در گسترهٔ کویر لوت و منطقهٔ تحت تأثیر آن. این تصویر را حسگر مُدیس (Modis) ماهوارهٔ ترّا (Trra) در تاریخ ۲۱ ماه فوریهٔ سال ۲۰۰۸ میلادی تهیه کرده است.

ج) گسترهٔ باختری

بیشتر شـــن‌بادهای گســـترهٔ باختری و جنوب باختری ایران از مناطق خشـــک و بیابانی کشـــورهای سوریه و عراق پیدایی (نشئت) می‌گیرند و به علت شدت و میزان نیروی باد، اغلب اســـتان‌های کردستان، خوزستان، فارس و در مواردی کـــه اخبار رخداد آن‌را در رســـانه‌های همگانی می‌خوانید یا می‌شـــنوید، تمام بخش‌های مرکزی کشور شامل استان‌های مرکزی زنجان، البرز و حتی بخش‌های شمال خاوری کشور را در برمی‌گیرند(تصویر۴) این شـــن‌بادها بـــه علت تأثیر بر بیشـــتر مناطق مسکونی و صنعتی کشور اکنون بیشتر مورد بحث و شـــناخت همگانی قرار می‌گیرنـــد و همان‌گونه ذکر می‌شـــود جلوگیری از رویداد آن نیاز به یـــک ارادهٔ ملی در کشورهای یاد شده دارد. در این راستا دولت عراق گام‌هایی را برداشته است که شامل کاشتن نزدیک به ۱۲۰هزار اصله درخت در منطقهٔ کربلا با اســـتفاده از روش آبیاری قطره‌ای اســـت . این پروژه به نام «کمربند ســـبز» خوانده می‌شـــوند و قرار اســـت ایـــن کار در بخش‌های دیگری که شـــن بادها، ریزگردها را از این بخش‌ها حمل می‌کنند نیز گسترش یابد. کشـــور ما نیز آمادگی خود را بـــرای انتقال تجارب و اجرای پروژه‌های لازم بارها مطرح و اعلام کرده است که در سرمایه گذاری لازم بـــرای اجرای این پروژه‌ها شـــرکت می‌کند. در تصویر۴، یک نمونه از این شن بادها و گسترهٔ پخش و تأثیر آن‌را مشاهده می‌کنید.

د) گسترهٔ جنوب باختری و خلیج فارس

شن بادهای این گستره اغلب از بخش‌های شمال باختری پهنه‌های بیابانی و خشک دشت میان رودان (بین‌النهرین) و در

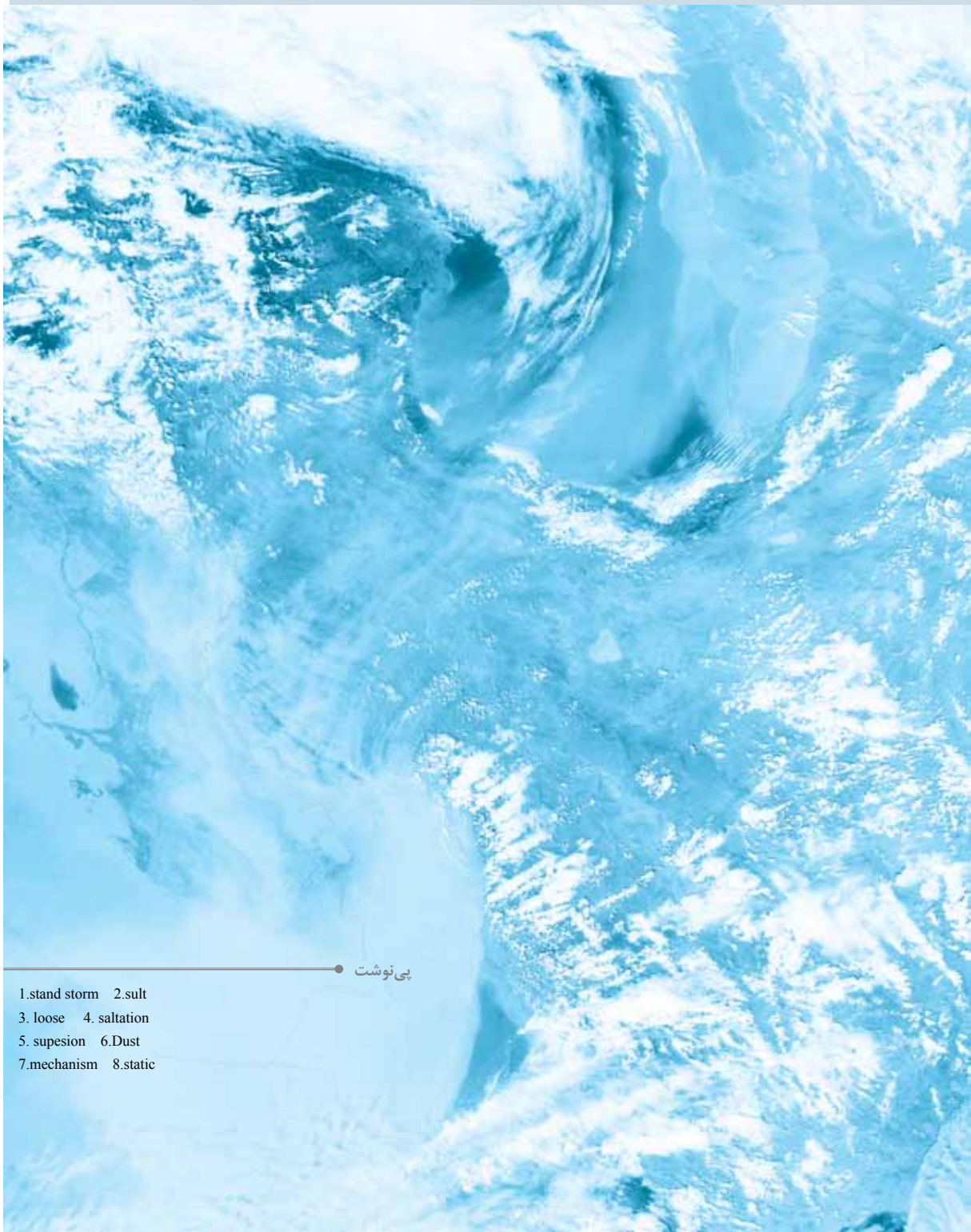
کشور عراق و کشور کویت پیدایی می‌گیرند و با وزیدن به سوی جنوب خاوری بخش‌های پوشـیده از تالاب‌های هورالعظیم در بخش‌های جنوبی اسـتان خوزستان پخش می‌شوند و پس از تأثیر گذاری در بخش‌هایی از اسـتان فارس و بوشهر به سوی جنوب و امارات متحده عربی می‌روند و آسمان این کشورها را در بر می‌گیرند. در مواردی نیز شـن‌بادهای دارای ریزگرد این گستره به سوی شـمال خاوری حرکت می‌کنند و استان‌های ایلام، کهگیلویه و بویراحمدی و حتی مرکزی، زنجان و البرز را نیز در برمی‌گیرند (تصویر ۵).

ه) گسترهٔ جنوب خاوری

شن‌بادهای این گسـتره(تصویر۶) بیشتر از نواحی خشک و نهشته‌های موجود در دشت و دشتک‌های ساحلی واقع بین چابهار تا جاسک پیدایی می‌گیرند و با گسترش ناچیزی در فاصلهٔ کوتاهی از خط سـاحلی به دریای عمان می‌ریزند. شن‌بادهای فروریز در خلیج عمان و دریای عرب تنها محدود به این شن‌بادهای ساحلی نیستند و شامل شن‌بادهایی نیز می‌شوند که از پاکستان به سوی جنوب باختری می‌وزند و ریزگرد و شن موجود در درون خود را به این دو منطقه فرو می‌ریزند.

نوع پوشش سنتی مردم نیز بسیار مؤثر است و استفاده از دستار و پوشش فراگیر و سفید رنگ بدن و بستن صورت(درحدی که فقط چشمان پیدا باشد) غیر از مقابله با گرمای زیست بوم، برای جلوگیری از نفوذ شن و ریزگرد و تماس آن با بدن عمومیت دارد

شکل۴. شن‌بادهای عراق

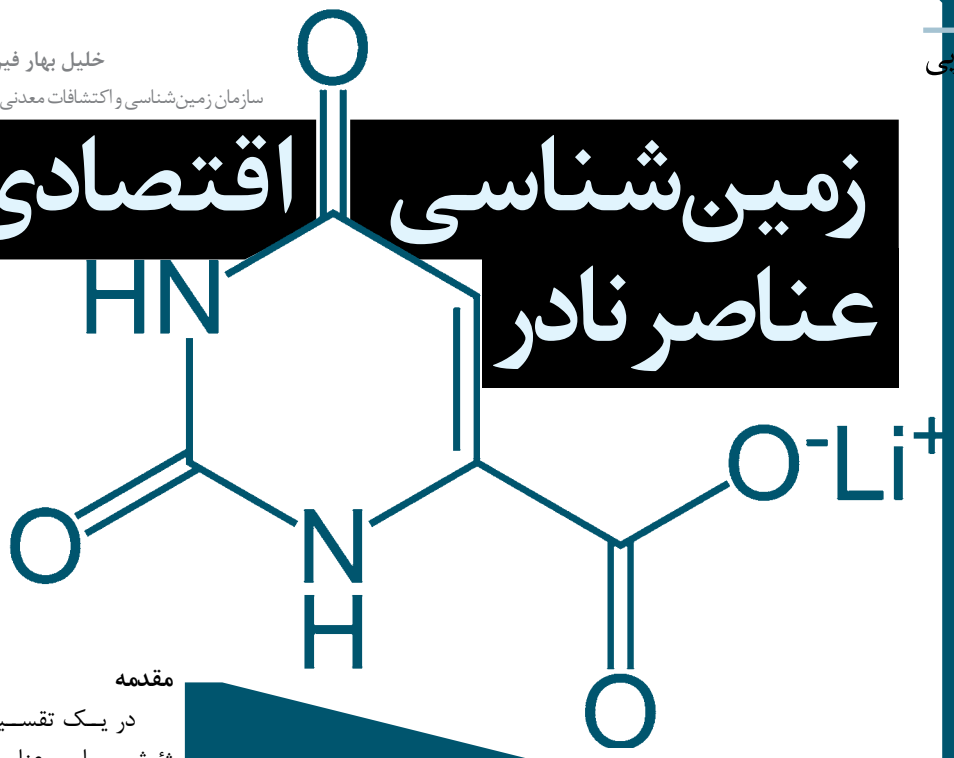


پی‌نوشت

1.stand storm 2.sult
3. loose 4. saltation
5. supesion 6.Dust
7.mechanism 8.static

زمین‌شناسی اقتصادی عناصر نادر

خلیل بهار فیروزی
سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور



چکیده

از دیدگاه کاربردی بخشی (حدود ۳۰عنصر) از عناصر با فراوانی کم به عنوان عناصر نادر معروف‌اند. این نام بنا به دلایل گوناگون از جمله کشف دیر هنگام، رخداد کم در طبیعت، نداشتن تقاضا در بازار و فرایند استحصال بسیار دشوار برای آن‌ها انتخاب شد و تنها در چند دههٔ اخیر در صنایع مورد توجه قرار گرفته‌اند. این عناصر به پنج گروه عناصر نادر آلکالن، عناصر نادر سبک، عناصر با نقطهٔ ذوب بالا، عناصر نادر خاکی و عناصر پراکنده‌ای که به‌طور عمده در کانه‌های سولفیدی متمرکزند، تقسیم می‌شوند.

هر یک از این عناصر به دلیل ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خود، کاربردهای بسیار متنوع دارند. برخی از کاربردهای آن‌ها در زندگی انسان نقش استراتژیک دارند. این نقش ممکن است استفاده از آن‌ها در ابزار و ماشین آلات یا کاربرد مستقیم در مواد دارویی یا غذایی مصرفی انسان وسایر موجودات زنده باشد. منابع تأمین این عناصر نیز محدودند و معمولاً به جز چند مورد خاص به عنوان محصول جانبی از ذخایر فلزات دیگر استخراج می‌شوند.

کلیدواژه‌ها: عناصر کمیاب، عناصر سازگار، عناصر ناسازگار، عناصر نادر آلکالن،عناصر نادر سبک، عناصر نادر خاکی، عناصر با نقطهٔ ذوب بالا.

مقدمه

در یک تقسیم بندی کلی ژئوشیمیایی، عناصر تشکیل دهندهٔ سنگها در سه دسته عناصر اصلی(با فراوانی بیش از ۱/. درصد)،عناصر فرعی (با فراوانی ۰/۱ تا ۰/۰۱درصد) و عناصر با فراوانی کم (کمتر از ۰/۰۱ درصد) تقسیم می‌شوند. هر یک از عناصر یاد شده در سنگ‌های گوناگون آذرین، رسوبی و دگرگونی، رفتاری ناهمسان را در فرایندهای گوناگون عمل کننده در سنگ‌های آذرین رسوبی و دگرگون در چند رده قرار می‌گیرند. این دسته از عناصر در سیستم آذرین به دو رده تقسیم می‌شوند.

۱. عناصر سازگار: در کانی‌های تشکیل شده درگامه‌های آغازین وارد می‌شوند.

۲. عناصر ناسازگار: در کانی‌های تأخیری سنگ‌های آذرین وارد می‌شوند. عناصر ناسازگار شامل دو گروه‌اند: از دیدگاه کاربردی بخشی از عناصر با فراوانی کم به عنوان عناصر نادر معروف‌اند که دراین نوشتار نیز به‌طور عمده به آن‌ها می‌پردازیم.

عناصر نادر

عناصری هستند که بنا به دلایل گوناگون از جمله کشف دیرهنگام، رخداد کم در طبیعت، نداشتن تقاضا در بازار و فرایند استحصال بسیار دشوار، تنها در چند دههٔ اخیر درصنایع مورد توجه قرار گرفته و به نام عناصر نادر مصطلح شده‌اند.

این عناصر بیش از سی عنصر هستند، که به چند گروه تقسیم می‌شوند(شکل شمارهٔ ۱)

۱. عناصر نادر آلکالن شامل لیتیم، روبیدیم و سزیم،

۲. عناصر نادر سبک، تنها عنصر برلیم در این گروه قرار می‌گیرد؛

۳. عناصر با نقطهٔ ذوب بالا شامل تانتالیم، نیوبیوم، زیرکنیم و هافنیم؛

۴. عناصر نادر خاکی شامل لانتانیدها و عناصر شبیه به آن‌ها مثل ایتریم و اسکاندیم؛

۵. عناصر پراکنده‌ای که به‌طور عمده در کانه‌های سولفیدی متمرکز می‌شوند و شامل ژرمانیم، گالیم، رنیم، تالیم، کادمیوم، ایندیم، سلنیم و تلوریم هستند.

بنابراین اصطلاح عناصر نادر آن‌چنان مرتبط با رخداد نادر آن‌ها در طبیعت نیست. این عناصر گاهی به‌نام فلزات نادر نیز نامیده می‌شوند که البته چون برخی ازآن‌ها شبه فلزند(مثل سلنیم) اصطلاح عناصر نادر درست‌تر می‌نماید.

۱- گروه عناصر نادر آلکالن

۱-۱-لیتیم

در سال ۱۸۱۷ آرفودسون، شیمیدان سوئدی لیتیم را کشف کرد. این عنصر در قرن گذشته به مقدار کم در صنایع دارویی استفاده شد. به دلیل وزن مخصوص بسیار اندک آن(۰/۵۳)، ظرفیت گرمایی بالا، قابلیت واکنش بسیار بالا، پتانسیل بسیار بالا برای تشکیل آلیاژ یا برلیم، آلومینیوم ، مس و سرب، این فلز در بیش از ۱۵۰مورد کاربرد دارد. لیتیم در شیشه‌سازی، متالوژی، صنایع الکتریکی،سرامیک و شیمیایی استفاده می‌شود.

کانسارهای با عیار بالای این فلز داری ۱/۵-۱/۳و به ندرت تا ۲درصد اکسید لیتیم هستند. مهم‌ترین منبع لیتیم، پگماتیت‌ها، شورابه‌ها و آب‌های حوضه‌های با تبخیر شدید و هم‌چنین آب‌های زیرزمینی دارای برم و ید در میدان‌های نفتی هستند.

لیتیم در ساختمان۲۸ کانی که به‌طور عمده سیلیکاته و فسفاته هستند متمرکز می‌شود اما این فلز به‌طور عمده از کانی اسپدومن به دست می‌آید. این کانی دارای ۶تا ۷/۵درصد اکسید لیتیم است. کانی‌های دیگران شامل پتالیت، لپیدولیت، آمبلی گونیت، ائوکریپتیت و زینوالدیت‌هستند.

۱-۲- سزیم و روبیدیم

روبیدیم نخستین بار با آنالیز طیفی به دست بونسن به دست بونسن در سال ۱۸۵۹ و سزیم نیز با آنالیز طیفی به دست کریشهوف در سال ۱۸۶۰ شناسایی شده‌اند. برای مدتی طولانی این عناصر هیچ‌گونه کاربردی نداشتند. سزیم با داشتن بزرگ‌ترین شعاع یونی در بین کاتیون‌ها و پایین‌ترین پتانسیل یونی هنگامی که در برابر اشعهٔ خورشیدی یا اشعهٔ کیهانی قرار گیرد یا گرم شود، می‌تواند منبعی برای جریان الکترون‌ها باشد و باتری‌های خورشیدی بر اساس آن کار می‌کنند. سزیم به عنوان سوخت موتورهای راکت‌های یونی در پروازهای فضایی و هم‌چنین در ژنراتورهای پلاسمایی استفاده می‌شود.

روبیدیم به مقدار محدود در داروسازی و در شیمی تجزیه به کار می‌رود. بیشترین تولید سزیم از پولوسیت‌های موجود در انباشته‌های پگماتیتی به دست می‌آید که ممکن است از ۰/۳ تا ۳ درصد عیار اکسید سزیم باشند.

۲-گروه عناصر نادر سبک

تنها عنصر این گروه بریلیم است . بریلیم را در سال ۱۷۹۸، شیمی‌دان فرانسوی، و کولین، در درون بریل کشف کرد. فلز خالص آن پس از گذشت یک قرن، به دست دانشمندی به نام لبو به دست آمده است. بریلیم از روی وزن مخصوص بسیار پایین (۱/۸۴۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب)، سختی بالا، الاستیسیتهٔ بالا و ظرفیت گرمایی بالا شناخته شده است. بریلیم فناوری‌های هسته‌ای، ساخت هواپیماها، موشک و فضاپیماها، قطعات ژیروسکپی، سیستم‌های ناوبری و جهت‌یابی کاربرد دارد. مهم‌ترین انباشته‌های گرایزنی و رگه‌های کوارتز با محصولات جانبی تنگستن، مولیبدن و بیسموت یافت می‌شوند. به هنگام کاربرد بریلیم در فناوری‌های هسته‌ای، وجود عناصر نادر خاکی با قابلیت جذب نوترونی بالای آن‌ها بسیار مضرند.

کانی‌های بریلیم شامل کانی‌های سیلیکاته و آلومینو سیلیکاته، فسفاته، اکسیدی و بوراته هستند. کانی‌هایی که ارزش اقتصادی دارند عبارت‌اند از: بریل با ۱۰تا ۱۲درصد اکسید بریلیم، فناکیت با ۴۰تا ۴۴درصد اکسید بریلیم. برتراندیت با ۴۰تا ۴۲درصد اکسید بریلیم، کریزوبریل با ۱۸تا ۲۰درصد اکسید بریلیم وچند کانی دیگر.

۳-عناصر کمیاب با نقطهٔ ذوب بالا

۳-۱- نیوبیوم و تانتالیم

نیوبیوم و تانتالیم دو فلز شبیه به هم هستند که به‌طور عمده همراه هم دیده می‌شوند. در سال ۱۸۰۲آکبرگ، شیمیدان سوئدی، اکسیدی را از یک کانی جدا کرد ونام آن را تانتالیم گذاشت. پس از آن در سال ۱۸۴۴، دانشمندی دیگر به‌نام روز ثابت کرد که همهٔ کانی‌های دارای تانتالیم یک عنصر مشابه با تانتالیم دارند که آن را نیوبیوم نامید. هر دو عنصر دارای نقطهٔ ذوب بالا و هر دو قابل کار، چکش خوار و پایدار در برابر دماهای بالا و اسید هستند. نیوبیوم به مقدار فراوان به صورت فروکلمبیوم،

به عنوان یک عنصر آلیاژی در فولاد ضد زنگ استفاده می‌شود که در ابزارهای هوا فضا و هواپیمای مافوق وصوت و رآکتورهای هسته‌ای کاربرد دارد با افزایش قلع، زیر کنیم و ژرمانیم، نیوبیوم به صورت یک مادهٔ ابررسانا در دماهای پایین عمل می‌کند. تانتالیم در رادیو الکترون‌ها درمهندسی شیمی ودر تولید فوق آلیاژها استفاده می‌شود. نزدیک به سی درصد از تانتالیم موجود به عنوان محصول جانبی از سرباره‌های ذوب قلع در بردارندهٔ تانتالیم به دست می‌آید که در تایلند، مالزی و زئیر واقع‌اند.

بیش از پنجاه کانی در ترکیب خود دارند مهم‌ترین کانی آن‌ها گروه کلمبیت- تانتالیت و گروه پیروکلر- میکرولیت‌هستند.

۳-۲-زیرکونیم و هافنیم

زیرکونیم و هافنیم همسانی‌های ژئوشیمیایی فراوان دارند و به‌طور معمول با همدیگر در درون کانی‌ها و سنگ‌ها یافت می‌شوند. زیرکونیم در سال ۱۷۸۹ به دست شیمی‌دان آلمانی، ام- کلاپروت به صورت اکسید از زیرکن جدا شد هافنیم را مندلیف پیش‌بینی کرد دو دانشمند دانمارکی به نام‌های هوسی و کاستر در سال ۱۹۲۳ آن را کشف کردند. نقطهٔ ذوب بالا، پایداری در برابراسید و مواد ساختمانی در رآکتورهای هسته‌ای را تعیین می‌کنند. زیرکونیم مادهٔ ایده‌آل برای مخازن سوخت هسته‌ای و مواد ساختمانی در رآکتوهای هسته‌ای است. و به عنوان مواد افزودنی در آلیاژهای غیر آهنی به کار رفته در صنایع هواپیمایی و اتومبیل استفاده می‌شود. به‌دلیل سرشت دیرگدازی زیرکن، این ماده در مواد قالب برای ریخته‌گری فلزات آهنی و نیز به عنوان آجر و بلوک در شیشه‌گری استفاده می‌شود.

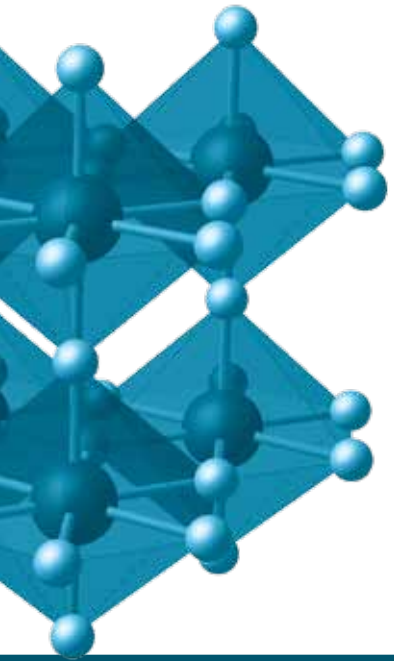
هافنیم دارای نقطهٔ ذوب ۳۹۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد و به صورت کاربید برای تولید مواد پایدار در برابر گرما کاربرد دارد. نزدیک به ۷۵درصد از تولید زیرکونیم دنیا به صورت اکسید زیرکونیم در آمریکا واسترالیا انجام می‌پذیرد. هافنیم تنها به صورت محصول جانبی در فرایند تولید کنسانترهٔ زیرکونیم تولید می‌شود. در بعضی از کشورها از جمله هند، زیرکن به صورت محصول جانبی از پلاسرهای ایلمنیت و مونازیت به دست می‌آید. نزدیک به سی کانی زیر کنیم شناخته شده‌اند اما تنها دو کانی زیرکن (سیلیکات زیرکونیم) و بادلئیت(اکسید زیرکونیم) ارزش اقتصادی دارند.

۴- عناصر نادر خاکی و عناصر شبیه به آن‌ها

این گروه شامل پانزده عنصر لانتانیدها در جدول تناوبی (از عدد اتمی ۵۷تا ۷۱) به همراه ایتریم و اسکاندیم هستند. گاهی توریم را نیز در این گروه جای می‌دهند. اصطلاح نادر خاکی از واژهٔ لاتین terra rarrae مشتق شده است. عناصر نادر خاکی به دو گروه تقسیم می‌شوند: زیرگروه سبک یا سریم که شامل هفت عنصر اول خانوادهٔ لانتانیدها (عدد اتمی۵۷ تا ۶۳) و توریم هستند وزیر گروه سنگین یا ایتریم که شامل عناصری از خانوادهٔ لانتانیدها با عدد اتمی ۶۴ تا ۷۱ به همراه ایتریم و اسکاندیم هستند. با وجود آن‌که ایتریم دارای عدد اتمی پایینی است(۳۹) اما در گروه عناصر نادر خاکی سنگین قرار گرفته است که این موضوع به دلیل همسانی ویژگی‌های ژئوشیمیایی آن با عناصر سنگین است. در طبیعت نیز همراه آن‌ها یافت می‌شود.

با وجود نام آن‌ها، این گروه از عناصر در واقع نادر نیستند. هریک از آن‌ها دارای فراوانی بیشتری در پوسته نسبت به عناصر نقره، طلا یا پلاتین هستند، ضمن آنکه عناصری چون سدیم، ایتریم و نئودیم حتی بیشتر از سرب کلارک دارند. عناصر نادر خاکی سبک دارای فراوانی بیشتری نسبت به گروه سنگین هستند و عناصر با عدد اتمی زوج نیز به‌طور معمول فراوانی بیشتری نسبت به عناصر مجاورخود در جدول تناوبی (عدد اتمی فرد) دارند. که این موضوع به دلیل پایداری نسبی بیشتر در هستهٔ اتم عناصر با عدد اتمی زوج است. این عناصر هیچ‌گاه به صورت فلز آزاد در پوسته زمین یافت نمی‌شوند. کانی‌های طبیعی آن‌ها نیز مخلوطی از عناصر گوناگون این گروه و عناصر غیرفلزی را با هم دارند با سنازیت، مونازیت و زینوتیم به همراه رس‌های دارای عناصر نادر خاکی، کانی اقتصادی‌تر در میان حدود دویست کانی شناخته شدهٔ دارای این عناصر هستند. با سنازیت و مونازیت منبع عناصر نادر خاکی سبک‌اند و نزدیک به ۹۵درصد از این عناصر که در حال حاضر مصرف می‌شوند. از آن‌ها به‌دست می‌آیند. کانی‌های زینوتیم و آلانیت منبع عناصر نادر خاکی سنگین و ایتریم هستند. در حال حاضر کانسار بایان اوبو در مغولستان چین مهم‌ترین ذخیرهٔ شناخته شده این عناصر در دنیاست. علاوه بر آن حدود ۵۵۰ کمپلکس سنگ‌های کربناتیتی- آلکالن در دنیا دارای ارزش اقتصادی برای این عناصر هستند.

به طور کلی این عناصر دارای جلا و قابلیت هدایت الکتریکی بالا هستند. رنگ آن‌ها به‌طور معمول نقره‌ای، نقره‌ای



هولمیم یکی از مهم‌ترین مواد پارامغناطیس شناخته شده است. بسیاری از ترکیبات این عناصر، به‌ویژه یروپیم، پرازئودیمیم و نئودیمیم به شدت فلورسانس هستند. پرومتیم و توریم به شدت رادیواکتیوند. برخی از خواص عناصر نادر خاکی در جدول شمارهٔ ۱آورده شده‌اند

سفید یا خاکستری است. از دیدگاه شیمیایی به شدت احیا کننده‌اند، درهوا به تندی کدر می‌شوند و اکسید این عناصر را می‌سازند. در دماهای بالا آتش می‌گیرند و به سرعت می‌سوزند. ترکیبات آن‌ها به شدت پارامغناطیس‌اند. هولمیم یکی از مهم‌ترین مواد پارامغناطیس شناخته شده است. بسیاری از ترکیبات این عناصر، به‌ویژه یروپیم، پرازئودیمیم و نئودیمیم به شدت فلورسانس هستند. پرومتیم و توریم به شدت رادیواکتیوند. برخی از خواص عناصر نادر خاکی در جدول شمارهٔ ۱آورده شده‌اند.

به دلیل همسانی زیادی که میان عناصر این گروه وجود دارد، جدا کردن آن‌ها دشوار است و کاربرد آن‌ها نیز به‌طور عمده بر اساس خواص گروهی مخلوطی از چند عنصر است. نزدیک به ۳۵درصد از این عناصر به عنوان کاتالیزور در پالایش نفت خام استفاده می‌شود. نزدیک به سی درصد در صنایع شیشه وسرامیک به‌عنوان اجزای صیقل دهنده، عامل رنگ‌زدا، جذب‌کنندهٔ اشعهٔ ماورابنفش، عامل ضد سرخ‌شوندگی، عامل رنگ در سرامیک و شیشه، به عنوان مواد افزودنی به سرامیک‌های ساختمانی مثل نیترید سیلیس(si_3n_4) و زیرکن در عدسی‌ها شیشه‌های نوری و نزدیک به سی درصد آن‌ها نیز در متالوژی به عنوان عامل بهبودی در خواص ابرآلیاژها و در آلیاژهای منیزیم، آلومینیم و نیکل- کادمیم در وسائل الکترونیک (کامپیوترها و گوشی‌های تلفن همراه) استفاده می‌شود.

تک عنصرها نزدیک به پنج درصد از موارد کاربرد باقی مانده را تشکیل می‌دهند که ارزش مالی آن‌ها بیش از پنجاه درصد است. یکی از موارد کاربرد این عناصر که به تازگی گسترش یافته، تولید مغناطیس‌های دائمی است. کاربردهای صنعتی دیگر آن‌ها شامل تلویزیون رنگی، لامپ‌های فلورسانس، سنسوراکسیژن، فیبر نوری، بلورهای مصنوعی قابل کاربرد در لیزر و فیلم حافظه است.

۵. عناصر پراکنده که در کانه‌های سولفیدی متمرکز می‌شوند

این عناصر شامل ژرمانیم، گالیم، رنیم، تالیم، کادمیم، ایندیم، سلنیم و تلوریم هستند که به‌طور عمده به‌صورت افشان در کانی‌های سولفیدی به‌صورت ایزومورف جانشین عناصر دیگر می‌شوند.

۵-۱-ژرمانیم

این عنصر در سال ۱۸۸۶ به دست شیمی‌دان آلمانی، وینکلر، در کانی آرژیرودیت کشف شد. ژرمانیم به عنوان یک عنصر نیمه هادی در رادیو الکترونیک کاربرد فراوان دارد. ضمن آن‌که در تولید عدسی‌های مادون قرمز نیز استفاده می‌شود. ژرمانیم دارای ظرفیت جذب بسیار است و تمایل زیادی به تشکیل ترکیبات ارگانیک ژرمانیم دارد. درگامهٔ تشکیل تورب به راحتی جذب می‌شود و در زغال‌سنگ‌ها تجمع می‌یابد.

۵-۲-رنیم

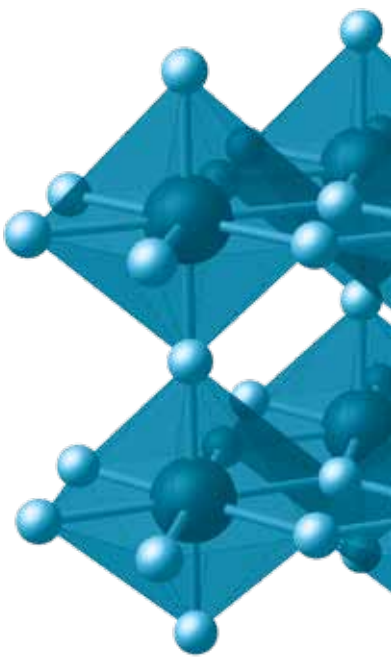
رنیم با عدد اتمی ۷۵ در سال ۱۹۲۵ به دست ژئوشیمیست‌های آلمانی، آیدا و والترنوداک، در درون کانی کلمبیت وگادولینیت کشف شد. رنیم دارای بیشترین تمرکز در مولیبدنیت و آنالوگ مولیبدنیم است. رنیم دارای نقطهٔ ذوب بالا و ۳۱۸۰درجه سانتی گراد، سختی و پایداری و مدول الاستیستهٔ بالاست. و به آسانی با عناصر مولیبدن، نیوبیوم، رنیم به عنوان یک عنصر آلیاژی در فلزات پایدار در دماهای بالا استفاده می‌شود و در پالایش نفت به عنوان کاتالیزور کاربرد انحصاری دارد. رنیم از باطلهٔ حاصل از فراوری مولیبدنیت، مس و مولیبدنیت و کنسانترهٔ مس تولید می‌شود. افزون بر مولیبدنیت، رنیم ممکن است در کانی‌های کالکوپیریت و پیریت نیز دیده شود. این عنصر در کانسارهای دارای پنتلاندیت، کالکوپیریت، پیروتیت، رنیم همراه با اوسمیوم و ایریدیوم در درون پیروتیت متمرکز می‌شود. در کانسارهای ماسیوسولفید مس، رنیم در پیریت و کالکوپیریت متمرکز می‌شود. بیشترین تمرکز رنیم در کانسارهای مس- مولیبدن اتفاق می‌افتد.

۵-۳- تالیم

تالیم با روش اسپکتروسکپی در سال ۱۸۶۱ به دست دانشمند انگلیسی، کروکس، کشف شد. از دیدگاه خواص فیزیکی شبیه به سرب است و درنیمه هادی‌ها، سلول‌های نوری و هم‌چنین در دستگاه تشخیص دهندهٔ تشعشعات مادون قرمز، لامپهای فلورسانس، آلیاژهای پایدار در برابر سایش و در مایعات سنگین و ایمرسیون کاربرد دارد. این عنصر و ترکیبات آن به شدت سمی‌اند و با وجود موارد مصرف زیاد، تقاضا برای آن کم است. این فلز بیشتر از فراوری کانه‌ها سولفیدی متعلق به انباشته‌های هیدروترمال و ماسیوسولفید به صورت جانبی به دست می‌آید. تالیم در درون کانی‌های سیلیکاته- سریسیت، کلریت- و کانی‌های سولفیدی- گالن، اسفالریت، پیریت، مارکاسیت و مقادیر کمتری در کالکوپیریت پراکنده می‌شود.

۵-۵-کادمیم

عنصر کادمیم در سال ۱۸۱۷ به دست دانشمند آلمانی استرومایر در کانهٔ روی



کشف شد. از آنجا که این عنصر در هوا اکسید نمی‌شود، مهم‌ترین کاربرد آن در پوشش فراورده‌های فلزی است. آلیاژهای کادمیم و مس برای ساخت سیستم‌های ذخیرهٔ برق استفاده می‌شوند. انواع گوناگون اجزای اتومبیل‌ها، هواپیماها و ابزار رادیویی از این آلیاژ استفاده می‌کنند. این عنصر همچنین در ساخت انواع باتری‌های نیکل- کادمیم و نقره- کادمیوم استفاده می‌شود. این عنصر دارای استفادهٔ ویژه در راکتورهای هسته‌ای نیز هست. همهٔ کادمیم موجود در بازار به عنوان محصول جانبی از باطله‌های حاصل از کانه‌های سولفیدی روی، سرب و مس به دست می‌آید.

۵-۶-ایندیم

دو شیمی‌دان آلمانی به نام‌های رایش وریشتر در سال ۱۸۶۳ ایندیم را کشف کردند. آغاز کاربرد آن در صنعت از سال ۱۹۳۰ بوده است که برای تهیهٔ آلیاژهای مخصوص با نقره، سرب، مس، کادمیم و قلع، همچنین آلیاژهای با نقطهٔ ذوب پایین با گالیم به کار رفته است. در سال‌های گذشته استفاده آن‌ها در صنایع الکترونیک به‌عنوان نیمه‌هادی گسترش یافته است. ترکیبات ایندیم با آنتیموان به عنوان نیمه هادی عمل می‌کند که می‌تواند به صورت هادی نور در بخش مادون قرمز طیف نوری عمل کند و ترکیبات آن با آرسنیک و فسفر درصنایع حرارتی استفاده می‌شود. ایندیم به عنوان محصول جانبی از فراوری کانه‌های سرب- روی، مس- سرب- روی و قلع- سرب- روی استخراج می‌شود.

۵-۷- سلنیم و تلوریم

سلنیم و تلوریم از دیدگاه ژئوشیمیایی همسان یکدیگرند. تلوریم درسال ۱۷۸۲ به دست یک بازرس معدن اتریشی به نام رایشن اشتاین، هنگامی که در حال آزمایش روی یک کانسنگ طلا بود، کشف شد این کشف در سال ۱۷۸۹ به وسیلهٔ کلاپروت تأیید و تلوریم نامیده شد. سلنیم نزدیک به ۱۹ سال پس از آن به دست برزیلیوس کشف شد. تا سال ۱۹۴۰ کاربرد این عنصر بسیار محدود بود و تنها به صورت اولیه در لاستیک سازی، شیشه و صنایع شیمیایی استفاده می‌شد. از جنگ جهانی دوم بدین سو سلنیم در صنعت نیمه هادی‌ها سلول‌های فتوالکتریک سلول‌های خورشیدی، ابزارهای اندازه‌گیری، تلویزیون و سیستم‌های نشانگر کاربرددار. تلوریم در مهندسی رادیو، دتکتورها، ترموکوپل، خنک کننده‌های نیمه هادی و ترموالمنت‌ها استفاده می‌شود. سلنیم و تلوریم در متالوژی نیز برای ساختن آلیاژهایی از فولاد و فلزات پایه استفاده می‌شوند.

در قرن نوزدهم و بیستم نقش بسیار مهم عنصر سلنیم در فعالیت‌های ارگانیک بخش‌های زیادی از بدن انسان شناسایی شده است. در حال حاضر نقش سلنیم درمبارزه با انواع سرطان، پیری، بیماری‌های قلبی، دیابت، آسم، آرتروز و انواع ویروس‌ها و همچنین کاربرد آن در بهبود ایمنی بدن، کارکرد مغز و نظم تیروئید کاملاً شناخته شده است. منابع سلنیم و تلوریم به‌طور عمده محدود به کانسارهای ماگمایی نیکل- مس، مس-مولیبدن هیدروترمال، ذخایر ماسیوسولفیدمس، انباشته‌های تراوشی سلنیم- اورانیم- وانادیم است که تقریباً همهٔ سلنیم و تلوریم تولیدی دنیا از آن‌هاست و عیار آن‌ها به‌طور معمول بین ۰/۰۴ تا ۰/۰۰۴ درصد است.

ترکیبات ایندیم با آنتیموان به عنوان نیمه هادی عمل می‌کند که می‌تواند به صورت هادی نور در بخش مادون قرمز طیف نوری عمل کند

منابع

v.i.smirnov(Editor),A.i.Ginzburg,V.M Grigoriev,G.F.Yakovlev-(1983)-studies ofMineral Deposit,English translation by A.Zilberman,yu.prizov, T.Lokhova .English translation edited by prof .A.A.Beus,D.Sc.

Yasuo kanazawa, Masaharu kamitani (2006), «Rare earth minerals and resources in the word» journal of Alloys and Compounds (408-412),1339-1343

www.usgs.gov

http://osoon.ut.ee-«Rare Elements on the Net».

http://minerals. usgs. gov/minerals/pubs.-«Historical Statistic of Minerals»

www.webmineral.com

گچ
مزایا انواع و هشدارهای آموزشی

بهزاد سعیدی‌رضوی
عضو هیئت علمی پژوهشگاه استاندارد ایران
مریم عابدینی
دبیر زمین‌شناسی آموزش‌وپرورش تهران، منطقهٔ ۵

چکیده

سنگ گچ از گروه مصالح ساختمانی کلسیم‌دار و سنگی رسوبی و دارای سختی ۲ است. در طبیعت به علت میل ترکیبی شدیدی که دارد به طور خالص یافت نمی‌شود، به طوری که بیشتر به صورت ترکیب با کربن یا اکسیدهای آهن یافت می‌شود. البته بیشتر سنگ گچ‌ها با آهک و خاک رس مخلوط‌اند.

سولفات کلسیم در طبیعت به صورت ژیپس ($CaSO_4.2H_2O$) یافت می‌شود. نظر به اینکه ژیپس در سطح زمین پایدار است، می‌تواند حالت رخ‌نمون داشته باشد. این کانی‌ها در حوضه‌های بسته و باز که میزان تبخیر آن‌ها زیاد است تشکیل می‌شوند. حوضه‌های درون‌قاره‌ای که در مراحل اولیه تشکیل می‌شوند محیط مناسبی برای تشکیل رسوبات تبخیری از جمله ژیپس و هالیت هستند. در حاشیهٔ حوضه‌های باز که میزان تبخیر آن‌ها زیاد است ژیپس تشکیل می‌شود. از حرارت دادن ژیپس، پودر گچ حاصل می‌شود که مصارف متعددی در کارهای ساختمانی، کشاورزی، صنعتی، پزشکی و ... دارد.

کلیدواژه‌ها: سولفات کلسیم، ژیپس، سنگ گچ، حرارت

سنگ گچ از گروه مصالح ساختمانی کلسیم‌دار و سنگی رسوبی و دارای سختی ۲ است. در طبیعت به علت میل ترکیبی شدیدی که دارد به طور خالص یافت نمی‌شود، به طوری که بیشتر به صورت ترکیب با کربن یا اکسیدهای آهن یافت می‌شود

مقدمه

گچ از جمله مصالحی است که در صنایع ساختمان‌سازی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. گچ به دلیل ویژگی‌هایی که دارد از زمان‌های قدیم در امر ساختمان‌سازی به کار می‌رفته است. در بسیاری از ساختمان‌های قدیمی مخصوصاً در دوران صفویه که اغلب آن‌ها در اصفهان موجود است، گچ نقش مؤثری داشته است و گچبری‌های بسیار زیبایی از آن دوران باقی مانده‌اند.

گچ به علت خواص خود از اولین قدم در ایجاد یک بنا که پیاده کردن حدود زمین و به اصطلاح برای ریختن رنگ اطراف زمین مورد نیاز است و همچنین تا آخرین مراحل بنا، یعنی سفیدکاری و نصب سنگ، باز هم گچ مورد نیاز است. حتی در نقاشی ساختمان هم از گچ استفاده می‌کنند.

بحث

سنگ گچ مادهٔ معدنی متبلوری است که به‌طور عمده از ژیپس و ناخالصی‌های معدنی دیگر تشکیل شده و دست کم هفتاد درصد وزنش را سولفات کلسیم به همراه دو مولکول آب ($CaSO_4.2H_2O$) تشکیل می‌دهد. از حرارت دادن سنگ گچ ($CaSO_4.2H_2O$) گچ به دست می‌آید.

ژیپس نیز از نظر کانی‌شناسی جسمی طبیعی، جامد، معدنی و متبلوری است با فرمول شیمیایی (CaSO4. 2H2O) که در طبیعت به شکل‌های مختلف بلوری و معمولاً به رنگ‌های سفید و بی‌رنگ یافت می‌شود [۱].

این سنگ عمدتاً به صورت سنگ‌های رسوبی دریایی مشاهده می‌شود. این رسوبات به صورت بلوری و غیربلوری وجود دارند (شکل ۱). سنگ گچ خالص، سفیدرنگ است و ناخالصی‌ها، آن را به رنگ‌های گوناگون درمی‌آورند. قابلیت حل شدن سنگ گچ در آب بسیار کم است. ویژگی این سنگ، حل‌شدن آن در اسید کلریدریک غلیظ است. ولی در اسید سولفوریک حل نمی‌شود (از این ویژگی می‌توان برای تشخیص سنگ گچ استفاده کرد).

نمونهٔ ۱. سنگ گچ

به‌طور کلی سه نوع سنگ گچ داریم:

۱. سنگ گچ بلورین، که به‌طور عمده به صورت لایه‌لایه و شیشه‌ای است.

۲. سنگ گچ غیربلورین، که به‌طور عمده از رسوبات است.

۳. سنگ گچ مرمری، که به آن آلوبوستر[۱] نیز می‌گویند. این سنگ گچ، آرایشی و تزئینی است و شباهت زیادی به سنگ مرمر دارد، با این تفاوت که سنگ مرمر بسیار سخت است و نمی‌توان آن را تراش داد، در حالی که آلوبوستر چنین نیست و به آسانی می‌توان آن را تراش داد [۸].

گچ ساختمانی از پختن سولفات کلسیم به همراه دو مولکول آب ($CaSO_4.2H_2O$) به دست می‌آید و متشکل از سولفات کلسیم در فازهای مختلف هیدراتاسیون است؛ برای مثال سولفات کلسیم نیمه‌هیدراته: $CaSO_4.\frac{1}{2}H_2O$ و سولفات کلسیم بدون آب: $CaSO_4$ [۲].

به مادهٔ معدنی‌ای که اساساً از سولفات کلسیم بدون آب تشکیل شده است، گچ بدون آب یا انیدریت می‌گویند [۳].

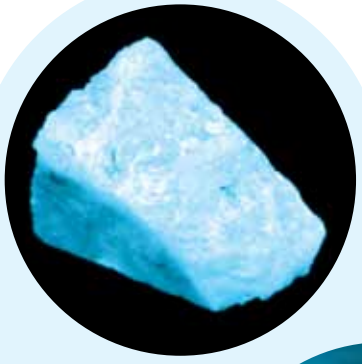
مهم‌ترین ناخالصی‌های موجود در این مواد عبارت‌اند از: کربنات کلسیم (آهک) دولومیت، رس و به ندرت کوارتز و بیتومین و ... . در صورتی که این ناخالصی‌ها در طبیعت هم‌زمان با تشکیل سنگ گچ باشد به آن‌ها ناخالصی‌های اولیه می‌گویند و ناخالصی‌هایی که بعداً هنگام استخراج یا بر اثر تشکیل شکست و به علت ترک عوامل طبیعی و شست‌وشوی مواد به داخل این سنگ‌ها و... به وجود می‌آیند، ناخالصی‌های ثانویه می‌گویند [۴].

تولید گچ

همان‌طور که ذکر شد، برای تولید گچ، سنگ گچ را حرارت می‌دهند. مراحل واکنش‌های انجام شده در این فرایند به شرح زیر است:

پایین‌تر از دمای ۴۰° C، یعنی در شرایط عادی فقط سولفات کلسیم دی‌هیدرات پایدار است. فازهای دیگر دی‌هیدرات در دماهای بالاتر ضمن از دست دادن آب تشکیل می‌شوند [۴].

تا دمای حدود ۱۰۷° C، آب تبلور در سنگ هنوز باقی است. از دمای ۱۰۷° C به بالا، عمل تبخیر کم‌کم شروع می‌شود. وقتی به دمای حدود ۱۸۰° برسیم، مادهٔ موجود به‌صورت سولفات‌کلسیم نیمه‌هیدراته ($CaSO_4.\frac{1}{2}H_2O$) درمی‌آید، یعنی در اینجا سنگ‌گچ ۱/۵ مولکول آب از دست داده است. به این ماده گچ ساختمانی می‌گویند (شکل ۲). گچ ساختمانی به سرعت با آب ترکیب می‌شود. ۱/۵ مولکول آب می‌گیرد و به سنگ‌گچ تبدیل می‌شود، ولی به علت واکنش‌هایی که در آن اتفاق می‌افتد، مقاومت آن از مقاومت سنگ‌گچ اولیه کمتر است.



شکل ۲: تکه‌ای از سنگ گچ خالص (سمت چپ) و پودر گچ (سمت راست)

اگر حرارت کوره را بیفزاییم تا به دمای حدود $200^{\circ}C$ برسیم، $CaSO_4,\frac{1}{3}H_2O$ حاصل می‌شود. این ماده بسیار سریع با آب ترکیب می‌شود؛ اما زمان‌گیرش آن از زمان گیرش سنگ گچ ساختمانی طولانی‌تر است. به این ماده گچ‌اندود می‌گویند و در سفیدکاری مصرف می‌شود. اگر با افزایش حرارت به دمای حدود $300^{\circ}C$ دست پیدا کنیم، سنگ گچ به $CaSO_4$ تبدیل می‌شود که میل ترکیبی بسیار زیادی با آب دارد. این ماده حتی می‌تواند از هوا رطوبت جذب کند که در این صورت به $CaSO_4,\frac{1}{2}H_2O$ تبدیل می‌شود. اگر باز هم دما را تا بیش از $320^{\circ}C$ بالا ببریم، سنگ گچ می‌سوزد و میل ترکیبی خود با آب را از دست می‌دهد.

سنگ گچ در دمای $800^{\circ}C$ طبق فرمول‌های زیر تجزیه می‌شود:

$$CaSo_4 \rightarrow CaO + SO_3$$

$$SO_3 \rightarrow SO_2 + \frac{1}{2}O_2$$

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، از حرارت دادن بیش از حد سنگ گچ، آهک(CaO) به وجود می‌آید. اگر در سفیدکاری از گچی که آهک به همراه دارد استفاده شود، یک روز بعد مشاهده می‌شود که تکه‌هایی از آن سطح گچی متورم و از سطح گچ‌کاری جدا شده‌اند. دلیل آن این است که این تکه‌های کوچک در هستهٔ مرکزی خود آهک دارند که با جذب آب منبسط می‌شوند و بیرون می‌پرند [۶].

انواع گچ

گچ‌ها را می‌توان با توجه به نوع پخت آن‌ها و همچنین دمای پخت، که در کیفیت فنی گچ مؤثر است، به ترتیب زیر تقسیم‌بندی کرد:

● گچ بتا (استاکو): از پخت گچ در دمای پایین با از دست دادن قسمتی از آب تبلور به وجود می‌آید. گچ بتا به دلیل حلالیت بالا و زمان گیرش کوتاه به مصارف ساختمانی می‌رسد. قسمت اعظم گچ به عنوان پوشش داخلی ساختمان‌ها مصرف می‌شود.

● گچ آلفا: گچ آلفا در اتوکلاو در فشار و حرارت حدود $97^{\circ}C$ تولید می‌شود، در صورتی که گچ بتا در دمای $100^{\circ}C$ به دست می‌آید. این نوع گچ به دلیل حلالیت کم و زمان گیرش طولانی به عنوان قالب دندان‌سازی، مجسمه‌سازی و جواهرات استفاده می‌شود.

● گچ تمیزکاری: این گچ از پخت سنگ گچ در دماهای مختلف تولید می‌شود.

● گچ پرداخت: گچی است که برای روکش کردن نمای سطوح و سایر کارهای بنایی استفاده می‌شود.

● گچ زیرکاری: برای گچ‌کاری یا گچ و خاک سطوح و سایر کارهای بنایی استفاده می‌شود.

● گچ مرمر: گچ بدون آب مولکولی است که با محلول زاج مخلوط و مجدداً پخته می‌شود. این نوع گچ پس از سخت‌شدن خاصیت جلاپذیری پیدا می‌کند و برای تزیین در ساختمان استفاده می‌شود. در گذشته به آن سیمان مرمری می‌گفتند. برای تهیهٔ این نوع گچ دو مرحلهٔ پیاپی انجام می‌شود و بین این دو مرحله مواد سفت‌کننده به آن اضافه می‌کنند. این مواد سخت‌کننده عبارتند از: زاج سفید، محلول بوراکس یا محلول پتاسیم سیلیکات.

● گچ استریش: گچ بدون آبی است که در دمای بالا حاصل می‌شوند و فعال‌کنندهٔ آن آهک است.

● گچ انیدریت: به گچ بدون آب مولکولی گفته می‌شود.

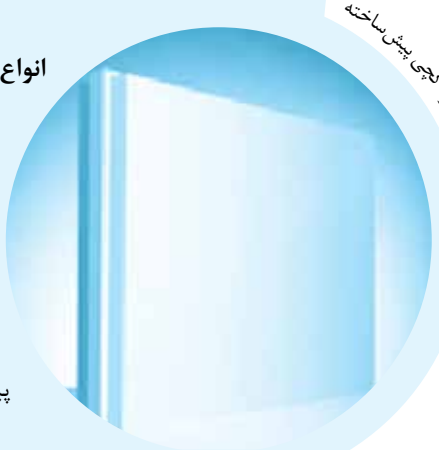
● گچ صنعتی: به طور کلی گچی است با ساختمان مولکولی نیمه هیدراته با خواص فیزیکی مشخص که در پزشکی و قالب‌سازی و صنایع دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد و برحسب پخت معمولاً مقداری گچ خام به صورت ($CaSO_4.2H_2O$)نیز به همراه دارد.

● گچ گچ‌بری: از این نوع گچ برای کارهای ساختمانی، گچ‌بری‌های بسیار ظریف (شکل ۳) و مجسمه‌سازی (شکل ۴) استفاده می‌شود. این نوع گچ به روش خشک و در دمای $130^{\circ}C$ تا $180^{\circ}C$ تولید می‌شود.

شکل ۳: گچ‌بری

شکل ۴: مجسمهٔ گچی

● گچ بسیار سخت: این نوع گچ دارای آب یا اسید نیست و برای تهیهٔ آن دمای $900\ ^{\circ}C$ تا $1050\ ^{\circ}C$ نیاز است. به همین دلیل در معرض تجزیه‌شدن قرار می‌گیرد [۷].



تصویر ۵: دیوارهٔ گچی پیش‌ساخته

انواع گچ‌های ساختمانی

● گچ ساختمانی برای مصارف عمومی (مانند گچ زیرکار)؛

● گچ ساختمانی برای سفیدکاری؛

● گچ ساختمانی برای فراورده‌های گچی پیش‌ساخته (شکل ۵) [۲].

کاربردهای گچ

مهم‌ترین موارد استفادهٔ گچ به شرح زیر خلاصه شده‌اند:

● ساختمان‌سازی: اندود، سفیدکاری، تمیزکاری، پرداخت، گچ‌بری، ملات‌های گچی، آجر، گچ و ماسه، عایق حرارتی و صوتی، ورقه‌های پیش‌ساختهٔ سقف و کف دیوار، مجسمه‌سازی؛

● صنعت سیمان: افزایش زمان گیرایی (دیرگیر). هرچه سیمان زودگیرتر باشد، مشتری‌پسندتر است؛

● قالب‌سازی در صنایع چینی و سرامیک: چینی مظروف و قالب وسایل سرامیکی؛

● صنعت شیشه‌سازی: تنظیم ویسکوزیتهٔ مذاب (از نظر میزان اکسیژن حل‌شده یا نشده)؛

● صنعت ریخته‌گری: گچ نسوز؛

● کشاورزی، تهیهٔ کود شیمیایی، تهویه‌کنندهٔ خاک، تهیهٔ سم‌های شیمیایی؛

تغییراتی که ژیپس در بخش کشاورزی ایجاد می‌کند، عبارت‌اند از:

۱. بهبود ساختمان خاک و نرم کردن خاک‌های رس

۲. تأمین کلسیم مورد نیاز گیاهان

۳. خنثی کردن سدیم خاک‌های قلیایی

۴. زلال کردن آب برکه‌های گل‌آلود

۵. فعال کردن موجودات میکروسکوپی

۶. تأمین سولفور مورد نیاز گیاهان

● پزشکی: باند پزشکی، قالب دندان، تهیهٔ قرص، در حشره‌کش‌ها و رشد مخمرها، مواد غذایی و داروسازی؛

● صنعت کاغذسازی: شفافیت کاغذ؛

● صنعت پتروشیمی: خشک‌کن؛

● صنعت چرم‌سازی: جداکنندهٔ مواد شاخی از پوست؛

● تهیهٔ سولفات دوسود؛

● تهیهٔ اسیدسولفوریک و اکسیدکلسیم؛

● پرکننده؛

● گوگردزدایی از گازهای زائد [۷].

هشدارهای آموزشی

گچ از سایر مصالح ساختمانی سرامیکی سبک‌تر است. وزن مخصوص دانه‌ای آن ۲/۸ و وزن مخصوص انبوهی آن ۰/۸۵ است. باید توجه کرد که سبک بودن گچ یکی از امتیازات آن است. نکتهٔ جالب توجه دیگر این است که روی سنگ گچ رستنی نمی‌روید و گیاهی سبز نمی‌شود.

واکنش در برابر رطوبت: یکی از معایب گچ آن است که در برابر رطوبت مقاوم نیست و به سرعت آب جذب می‌کند تا به حالت پایدار خود برسد [۶].

هنگامی که چسبانندهٔ گچی با آب مخلوط می‌شود، از طریق فرایند گیرش، سبب نگهداری ذرات جامد به همدیگر (به صورت یک تودهٔ به‌هم‌چسبیده) می‌شود [۲].

واکنش در برابر حرارت و صوت: سطوح گچی در برابر انتقال حرارت و همچنین صوت، عایق به حساب می‌آیند.

جمع‌شدگی: گچ ساختمانی یک درصد افزایش حجم دارد. در نتیجه مسئلهٔ منقبض‌شدن پس از گیرش که در مورد سیمان مطرح است، در مورد گچ وجود ندارد. برای مثال اگر در دیواری ترک وجود داشته باشد، می‌توان آن را با گچ پر کرد. به همین دلیل در گذشته و قبل از دستیابی به فناوری جدید (پوشش رنگ، کاشی، سرامیک و...) سطوح ساختمان‌ها را فقط گچ اندود می‌کردند. البته باید دانست که سطح گچ به دلیل نداشتن سوراخ‌های ریز، یک سطح صاف و بهداشتی است. از همین خاصیت گچ استفاده می‌کنند و آن را برای پوشش سطوح وسیعی که نباید درز انبساط باشند، به کار می‌برند.

اثر بر فلزات: یکی از خصوصیات گچ این است که فلزات را سولفاته می‌کند. در نتیجه فلزات نباید مستقیماً در تماس

با گچ باشند و لازم است پیش از تماس با گچ از پوشش ضدزنگ برخوردار شوند.

محافظ در برابر آتش: یکی دیگر از امتیازات گچ آن است که در برابر آتش مقاومت می‌کند. فرایند مقاومت در برابر آتش با استفاده از گچ چنین است که فرض کنید روی یک ستون فولادی با لایه‌ای از گچ پوشیده شده باشد. در صورت آتش‌سوزی آب تبلور $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ تبخیر می‌شود و لایه‌ای از بخار آب روی فولاد را می‌گیرد. در نتیجه با اینکه دمای محیط در اثر آتش‌سوزی بالا می‌رود، دمای ستون فولادی تا مدتی روی $100^{\circ}C$ می‌ماند و همین مقدار زمان برای رسیدن نیروهای آتش‌سوزی و اطفای حریق کافی است.

مقاومت: مقاومت گچ به مقدار آب موجود در خمیر گچ و همچنین به دمایی که در آن گیرش حاصل می‌شود، بستگی دارد. مقاومت گچ برخلاف سیمان، به سرعت زیاد می‌شود و بعد ثابت می‌ماند [۶].

اثر بر خاک: وجود گچ در خاک (حتی تا ۲۵ درصد) از دیدگاه کشاورزی بی‌ضرر و در مواردی نیز مفید است. اما از دیدگاه سازه‌ای بیش از چهار درصد گچ در خاک عمدتاً سبب تخریب‌های سازه‌ای خواهد شد. گرچه اکثر محققان معتقدند که میزان خسارت‌های وارد شده با مقدار گچ موجود در خاک تناسب ندارد، اما در اغلب موارد وجود گچ در خاک موجب مشکلات عمده‌ای در ساخت سازه‌ها و نیز کاهش عمر مفید آن‌ها می‌شود. به منظور بهبود خواص خاک‌های شور، با اضافه کردن گچ به آن‌ها کاتیون‌های Ca^{2+} جانشین Na^{+} در خاک می‌شوند. به این ترتیب سولفات سدیم از خاک خارج می‌شود و ESP خاک بهبود می‌یابد. اگر کربنات سدیم در خاک وجود داشته باشد، در اثر واکنش شیمیایی، سدیم از خاک خارج و کربنات کلسیم جایگزین آن می‌شود. در نتیجه، اضافه کردن گچ به دو شیوه سبب بهبود خاک قلیایی خواهد شد. در بیشتر تحقیقات به‌عمل‌آمده، وجود یون کلسیم و جایگزین شدن آن به جای سدیم موجود در کانی‌های خاک، به عنوان راه‌حلی برای کاهش پتانسیل تورم یا واگرایی خاک، مثبت ارزیابی شده است. با فرض برابر بودن سایر مشخصه‌های خاک، شکل گچ موجود در خاک (پودر یا بلوری)، نحوهٔ پخش آن در خاک (متمرکز یا مخلوط با خاک)، دانه‌بندی (ابعاد اکثر دانه‌ها به رس نزدیک‌تر باشد یا ماسه) و... در مشخصات خاک تغییر ایجاد می‌کند. به دلیل امکان انحلال یون کلسیم گچ در آب، خطر پوک‌شدن خاک و شسته‌شدن ذرات خاک به وجود می‌آید [۵].

سنگ گچ مرمری، که به آن آلوبوستر نیز می‌گویند. این سنگ گچ، آرایشی و تزئینی است و شباهت زیادی به سنگ مرمر دارد، با این تفاوت که سنگ مرمر بسیار سخت است و نمی‌توان آن را تراش داد، در حالی که آلوبوستر چنین نیست و به آسانی می‌توان آن را تراش داد

پی‌نوشت

1. Alubuster

منابع

۱. استاندارد ۵۰۳۰. کتاب‌ها و مقالات. ویژگی‌های سنگ گچ.
۲. استاندارد ۱-۱۲۰۱۵: گچ، گچ‌های ساختمانی و اندودهای گچی آماده، قسمت اول: ویژگی‌ها.
۳. استاندارد ۱۰۷۴۲: مصالح ساختمانی، واژه‌نامه، گچ و فراورده‌های گچی و سامانه‌های وابسته.
٤. عباسیان، میرمحمد؛ (۱۳۷۱)؛ «مبانی شیمی فیزیک گچ، تولید و کاربرد»، انتشارات شرکت ایران گچ سهامی عام.
۵. قراگزلویی، احمد؛ «جزوهٔ مصالح ساختمانی».
٦. منصوری‌کیا، محمدتقی و محمدعلی‌زاده، روح‌الله؛ «ترمیم ژئوتکنیکی یک کانال ساخته‌شده در خاک مسئله‌دار».
7. http://www.eastgypsum.com
8. http://www.sajjadanary.blogfa.com

آموزشی

میدان مغناطیسی زمین

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

چکیده
در مقاله حاضر به تفصیل به میدان مغناطیسی زمین و دلیل وجود آن که در کتاب علوم زمین دورهٔ پیش‌دانشگاهی به‌گونه‌ای مبهم به آن اشاره شده است، می‌پردازیم. سپس ویژگی‌های مغناطیس زمین و آثار مغناطو باستان‌شناسی آن مطرح می‌شود و در پایان به مبحث وارونگی مغناطیسی می‌پردازیم که ظاهراً، بنا به مهم‌ترین مرجعی که در این زمینه وجود دارد، هم کتاب درسی و هم تمام مراجع فارسی اینترنتی در توضیح دلیل احتمالی آن به خطا رفته‌اند.

کلیدواژه‌ها: میدان مغناطیسی، زمین، نظریه دینامو، رسانای الکتریکی، چرخش زمین، قانون کوری

نظریه دینامو

کرهٔ زمین یک آهن‌ربای عظیم است و میدان مغناطیسی آن را می‌توان به‌صورت میدان مغناطیسی حاصل از یک آهن‌ربای میله‌ای عظیم تقریب زد که در مرکز این سیاره قرار گرفته است. امّا نکتهٔ بسیار جالب آن است که این میدان مغناطیسی نمی‌تواند بر اثر مغناطیس دائمی یک آهن‌ربای میله‌ای عظیم پدید آمده باشد، زیرا میزان مغناطیسی شدن مواد مغناطیسی طبق قانونی موسوم به قانون کوری با دما نسبت معکوس دارد. با افزایش دما، همسویی گشتاورهای دوقطبی مغناطیسی اتم‌های نمونه بر اثر اغتشاش گرمایی به هم می‌خورد و نمونه، خاصیّت مغناطیسی خود را از دست می‌دهد. بنابراین چون دما درون زمین بسیار زیاد است، میدان مغناطیسی زمین یقیناً نیاز به سازوکاری دارد که مستلزم وجود جریان‌های الکتریکی در درون زمین است. اولین بار شخصی به نام والتر السایسر[1] در سال ۱۹۴۶ به این موضوع اشاره کرد. البته همان طور که در کتاب درسی نیز اشاره شده است، مشاهدات تجربی در تأیید این پیشگویی مؤثر بوده است، زیرا اگر زمین دارای یک کانون مغناطیسی پایدار و دائمی بود، توجیه تغییرات وابسته به زمان میدان مغناطیسی زمین امکان نداشت.

در توضیح میدان مغناطیسی زمین، نظریه‌ای موسوم به نظریهٔ دینامو مطرح شده که البته در کتاب درسی بسیار گذرا و ناقص به آن پرداخته شده است. نظریهٔ دینامو از دو بخش تشکیل شده است که هر دو بخش معطوف به هستهٔ خارجی زمین هستند که از این هسته فلز مذاب تشکیل شده است.

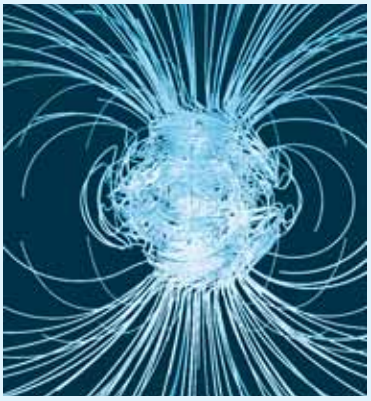
۱. یکی از ویژگی‌های رساناهای خوب این است که میدان مغناطیسی در آن‌ها به دام می‌افتد و چون آهنِ مذابِ هستهٔ خارجی زمین رسانای الکتریکی خوبی است، بخشی از خطوط میدان ژئومغناطیسی زمین در این هسته

حبس می‌شود. با چرخش زمین، و در نتیجه چرخش هستهٔ خارجی، خطوط میدان کشیده می‌شوند و میدان شمالی- جنوبی (دو قطبی) ۰/۵ گوسی زمین به شکل میدان مغناطیسی شرقی- غربی (سمتی) درمی‌آید. این تغییر شکل ناشی از نیروهای کوریولیس حاصل از چرخش زمین بر شارهٔ فلزی هستهٔ خارجی است.

کرهٔ زمین یک آهن‌ربای عظیم است و میدان مغناطیسی آن را می‌توان به‌صورت میدان مغناطیسی حاصل از یک آهن‌ربای میله‌ای عظیم تقریب زد که در مرکز این سیاره قرار گرفته است

۲. همرفت در شارهٔ فلزی مذاب، این میدان شرقی- غربی را وامی‌پیچاند. همرفت ممکن است ناشی از گرمای نهان مربوط به تغییر حالت‌ها در مرز میان بخش‌های جامد و مایع هسته یا نتیجهٔ شناوری عنصرهای سبکی مانند اکسیژن باشد که در هستهٔ مذاب حل می‌شوند و بر اثر چگالش بخش فلزی در مرز هستهٔ جامد داخلی آزاد می‌شوند. برخی این فرایند را مشابه پخش شدن قطرهٔ جوهری در آب دانسته‌اند و در مشابهت با آن استدلال می‌کنند که خطوط میدان مغناطیسی بر اثر پدیدهٔ همرفت تمایل دارند در هستهٔ خارجی زمین پخش شوند.

بنابراین اگر توجه کنید ما دو فرایند متضاد داریم که یکی تمایل دارد خطوط مغناطیسی زمین را به‌طور سمتی بکشد و دیگری تمایل دارد این خطوط را در هستهٔ خارجی حفظ کند. در تحقیقات بسیار نشان داده شده است که حاصل این دو فرایند تبدیل میدان‌های شرقی- غربی به شکل حلقه‌های نصف‌النهّاری است که در زمان‌هایی حول و حوش 10^3 سال به هم ملحق می‌شوند و میدان مغناطیسی شمالی- جنوبی زمین را تقویت می‌کنند. پس در عمل این دو فرایند نظریهٔ دینامو هستند که می‌توانند تغییرات وابسته به زمان میدان مغناطیسی زمین را توجیه کنند. در همین زمینه گری گلاتزمایر[۲] و پاول رابرتز[۳] مقالهٔ بسیار مهم و کلاسیکی را در سال ۱۹۹۵ در مجلهٔ Nature به چاپ رساندند که در منابع این مقاله موجود است.



شکل ۱. خطوط میدان مغناطیسی

شکل ۲. قطب‌های مغناطیسی و جغرافیایی زمین

توجه کنید که تغییرات زمانی میدان مغناطیسی غیر از تغییرات محلی میدان‌های مغناطیسی هستند که از اختلاف خواص مغناطیسی سنگ‌های تشکیل‌دهندهٔ پوستهٔ زمین حاصل می‌شوند.

ویژگی‌های مغناطیسی زمین

در پی تحقیقات فراوان ثابت شده است که میدان مغناطیسی زمین مانند میدان مغناطیسی یک دو قطبی مغناطیسی عمل می‌کند و بنابراین به آن یک گشتاور دوقطبی $\vec{\mu}$ وابسته است. برای چنین میدان آرمانی، بزرگی $\vec{\mu}$ برابر $8/0 \times 10^{22}$ J/T است و جهت $\vec{\mu}$ با محور چرخش زمین زاویهٔ $11/5^\circ$ می‌سازد. محور دو قطبی در راستای $\vec{\mu}$ قرار دارد و سطح زمین را در قطب شمال ژئومغناطیسی واقع در شمال گرینلند و قطب جنوب مغناطیسی را در جنوبگان قطع می‌کند. خطوط میدان مغناطیسی $\vec{B}$ عموماً از نیمکرهٔ جنوبی خارج می‌شوند و دوباره از نیمکرهٔ شمالی وارد زمین می‌شوند.

بنابراین، قطب مغناطیسی واقع در نیمکرهٔ شمالی کرهٔ زمین که به‌عنوان «قطب شمال مغناطیسی» شناخته می‌شود، «قطب جنوب دو قطبی مغناطیسی کرهٔ زمین» است.

جهت میدان مغناطیسی در هر مکان بر روی سطح کرهٔ زمین معمولاً بر حسب دو زاویه مشخص می‌شود. میل میدان (سمت چپ یا سمت راست) زاویهٔ بین شمال جغرافیایی (که در جهت عرض جغرافیایی 90° است) و مؤلفهٔ افقی میدان است. شیب میدان زاویهٔ (رو به بالا یا رو به پایین) بین یک صفحهٔ افقی و جهت میدان است. سنجه‌های مغناطیسی این زاویه‌ها را اندازه می‌گیرند، ولی شما می‌توانید این کار را خودتان نیز با استفاده از یک قطب‌نما و یک شیب‌سنج انجام دهید. قطب‌نما تنها یک آهن‌ربای سوزنی شکل است و به‌گونه‌ای سوار شده است که می‌تواند آزادانه حول یک محور قائم بچرخد. وقتی این آهن‌ربا در صفحهٔ افقی نگه داشته شود، انتهای قطب شمال سوزن معمولاً رو به سمت قطب شمال ژئومغناطیسی قرار می‌گیرد (که اگر به‌خاطر داشته باشید، در واقع قطب جنوب مغناطیسی است). زاویهٔ میان سوزن و شمال جغرافیایی همان میل میدان است. یک شیب‌سنج، مشابه آهن‌ربایی است که می‌تواند آزادانه حول یک محور افقی بچرخد. وقتی صفحهٔ قائم چرخش آن هم‌سو با جهت قطب‌نما شود، زاویهٔ میان سوزن سنجه و امتداد افق، همان شیب میدان است.

در نقطه‌ای روی سطح زمین، میدان مغناطیسی اندازه‌گیری شده ممکن است به میزان قابل توجهی، هم از نظر بزرگی و هم از نظر جهت، نسبت به میدان دو قطبی آرمانی متفاوت باشد و همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، میدان مشاهده شده در هر نقطه روی سطح زمین در طول چندین سال با زمان تغییر می‌کند. برای مثال در خلال سال‌های ۱۵۸۰ تا ۱۸۲۰ میلادی، جهتی که عقربهٔ قطب‌نما در لندن نشان می‌داد به اندازهٔ 35° تغییر کرد. این تغییر به شاخهٔ جدیدی در علم باستان‌شناسی موسوم به باستانومغناطیسی انجامیده است. مثلاً با استفاده از نقاشی‌های دیواری در واتیکان موسوم به Bibliotheca Apostolica که در سال ۱۷۴۰ رسم شده‌اند، توانسته‌اند جهت شمال مغناطیسی را در آن زمان کشف کنند.

اساس کار به این ترتیب است؛ رنگ‌هایی که در نقاشی‌های دیواری به کار گرفته می‌شوند اغلب شامل رنگ‌دانه‌های قرمز رنگ اکسید آهن هستند. هر رنگ‌دانه دارای گشتاور دو قطبی مغناطیسی مربوط به خود است. وقتی دیوار رنگ‌آمیزی می‌شود، هر رنگ‌دانه آن‌قدر می‌چرخد تا گشتاور دو قطبی آن در جهت میدان مغناطیسی زمین قرار گیرد. وقتی رنگ خشک شود، این گشتاورها در مکان خود ثابت شده‌اند و در نتیجه جهت میدان مغناطیسی کرهٔ زمین را در لحظهٔ رنگ‌آمیزی ثبت می‌کنند. پژوهشگران می‌توانند جهت میدان مغناطیسی کرهٔ زمین در زمان رنگ‌آمیزی را با تعیین سمت‌گیری گشتاورهای مغناطیسی در آن نقاشی دیواری مشخص کنند. یک تکه نوارچسب کوتاه به بخشی از نقاشی دیواری چسبانده می‌شود. وقتی نوار از دیوار کنده شود شامل لایهٔ نازکی از رنگ است. در آزمایشگاه این تکه نوار روی دستگاهی نصب می‌شود تا سمت‌گیری گشتاورهای دو قطبی در آن لایهٔ رنگ تعیین شود. باوجود این تغییرات موضعی، میدان

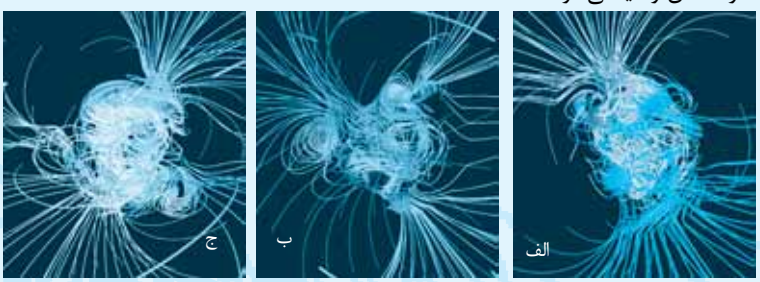
نظریهٔ دینامو از دو بخش تشکیل شده است که هر دو بخش معطوف به هستهٔ خارجی زمین هستند که از این هسته فلز مذاب تشکیل شده است

متوسط دو قطبی فقط به آرامی تغییر کرده است و شواهد برآمده از نقاشی‌های دیواری نیز این موضوع را تأیید می‌کنند. تغییرات در دوره‌های زمانی طولانی‌تر را می‌توان با اندازه‌گیری مغناطیس ضعیف کف اقیانوس در هر طرف شیار میانی اقیانوس اطلس مطالعه کرد. این کف با شارهٔ مذابی درست شده که از قسمت داخلی زمین به شیار تراوش کرده، سفت شده و از شیار (به کمک رانش صفحه‌های زمین ساختی[4]) با آهنگ چند سانتی‌متر در سال بیرون آمده است. با سفت شدن شارهٔ مذاب، این شاره به‌گونه‌ای ضعیف مغناطیسی شده که جهت میدان مغناطیسی آن در سوی میدان مغناطیسی زمین در لحظهٔ سفت شدن است. مطالعهٔ این شارهٔ مذاب سفت‌شده در کف اقیانوس آشکار می‌سازد که جهت‌های شمال- جنوب میدان زمین مغناطیسی زمین تقریباً در هر چند میلیون سال معکوس شده‌اند.

ما دو فرایند متضاد داریم که یکی تمایل دارد خطوط مغناطیسی زمین را به‌طور سمتی بکشد و دیگری تمایل دارد این خطوط را در هستهٔ خارجی حفظ کند

وارونگی مغناطیسی زمین

تاکنون دلیل متقنی برای معکوس شدن قطب‌های مغناطیسی زمین ارائه نشده و سازوکار آن همچنان مبهم است. با این حال شاید بتوان مقالهٔ مشهور گری گلاتزمایر و پاول رابرتز در مجلهٔ Nature را محتمل‌ترین نظریه پنداشت که به‌نظر می‌رسد تحلیل کتاب و کلیهٔ منابع فارسی موجود در اینترنت (از جمله ویکی‌پدیای فارسی) ترجمهٔ ناقص و مغلوطی از آن باشند. گلاتز مایر و رابرتز با تحلیل رایانه‌ای خود نشان دادند که عملاً این هستهٔ صلب مرکزی بوده که مانع از وارونگی‌های متعدد میدان مغناطیسی شده است، زیرا آشفتگی‌های کاتوره‌ای در جریان‌های همرفتی هستهٔ خارجی همواره ممکن بود میدان مغناطیسی زمین را تضعیف یا تقویت کنند و به وارونگی‌های مغناطیسی بینجامند ولی این هستهٔ صلب داخلی بوده که مانع چنین امری شده است، زیرا خطوط میدان مغناطیسی نمی‌توانند به همان سرعتی که در هستهٔ خارجی نفوذ می‌کنند (مثل قطره‌ای جوهر در آب) در هستهٔ صلب داخلی نفوذ کنند. تنها در موارد بسیار نادری که میدان مغناطیسی توانسته است در طی فرایند ناشناخته‌ای در هستهٔ صلب داخلی نیز نفوذ کند، آشفتگی‌ها در جریان‌های همرفتی توانسته‌اند موجب وارونگی مغناطیسی شوند. در هر حال رجوع به منبع ۴ این مقاله به کلیهٔ خوانندگان توصیه می‌شود.



شکل ۴. تغییر میدان مغناطیسی

پی‌نوشت

1. Walter M. Elsasser (1904-1991) 2. Gary Glatzmaier
3. Paul Roberts 4. Tectonic Plates

منابع

۱. دانشنامهٔ فیزیک، بنیاد دانشنامه‌نگاری ایران، ۱۳۸۷.
۲. هالیدی، رزینک، واکر؛ مبانی فیزیک (جلد دوم)، ویرایش نهم، ترجمهٔ محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر، انتشارات آراکس، ۱۳۹۰.
۳. یرل واکر؛ نمایش هیجان‌انگیز فیزیک، ویرایش دوم، ترجمهٔ محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر، انتشارات آراکس، ۱۳۹۰.
4. Gary Glatzmaier and Paul Roberts, A "Three dimensional self-consistence computer simulation of geomagnetics field reversals", Nature 377 (1995) 203- 2092.

سرعت گریز

مجید کوهستانیان
دبیر زمین‌شناسی شهر قوچان

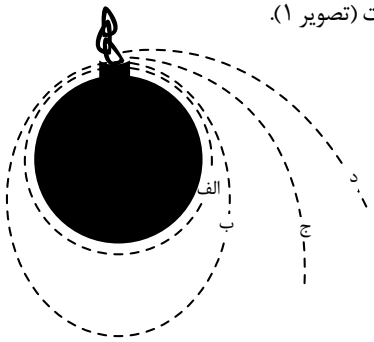
اشاره

در فصل ۹ کتاب علوم زمین سال چهارم، اشاره‌ای مختصر به سرعت گریز در سیارات شده است. آنچه در ادامه خواهد آمد، مروری کوتاه بر این موضوع است تا به روشن شدن مطلب کمک کند. به‌علاوه، برای اثربخشی بیشتر، چند نمونه مسئله نیز حل شده است.

کلیدواژه‌ها: ثابت جهانی، سرعت گریز، پرتابه، فضاپیما، میدان گرانشی، ستارهٔ سرگردان

سرعتی که در آن، یک جسم یا یک پرتابه از جاذبهٔ زمین یا اجرام آسمانی دیگر فرار می‌کند، «سرعت گریز» نامیده می‌شود

می‌دانید که اگر به فرض، یک گلولهٔ توپ را با سرعت ۸km/s از قلهٔ کوهی بلند به صورت افقی شلیک کنیم، گلوله در مدار زمین قرار خواهد گرفت. اما اگر همین گلوله را با همین سرعت رو به بالا شلیک کنیم چه اتفاقی می‌افتد؟ گلوله به بالاترین ارتفاع خود در فضا می‌رسد، سپس به زمین بازمی‌گردد. بنابراین آنچه قدما می‌گفتند که «هرچه بالا می‌رود، باید پایین بیاید»، درست است. اما اگر سرعت شلیک زیادتر باشد، چه اتفاقی رخ می‌دهد؟ در عصر فضا باید بگوییم «آنچه بالا می‌رود، ممکن است پایین بیاید»، زیرا اگر سرعت پرتاب از حد معینی بیشتر شود، پرتابه از زمین خواهد گریخت. از این‌رو سرعتی که در آن، یک جسم یا یک پرتابه از جاذبهٔ زمین یا اجرام آسمانی دیگر فرار می‌کند، «سرعت گریز» نامیده می‌شود. سرعت گریز برای زمین، ۱۱/۲ km/s است (تصویر ۱).



تصویر ۱: الف. اگر یک سوپرمن گلوله‌ای را با سرعت ۸ کیلومتر در ثانیه از قلهٔ کوهی بلند به صورت افقی پرتاب کند، حدود ۹۰ دقیقه بعد می‌تواند دور زمین بچرخد و آن گلوله را بگیرد (البته به شرطی که زمین به دور خود نچرخد).
ب. اگر سرعت پرتاب اندکی بیشتر شود، هر گلوله مداری بیضی‌شکل را می‌پیماید و بعد از مدت زمانی طولانی‌تر، باز خواهد گشت.
ج. اگر سوپرمن گلوله را با سرعت بیش از ۱۱/۲ کیلومتر در ثانیه پرتاب کند، گلوله از زمین فرار خواهد کرد.
د. اگر سرعت پرتاب بیش از ۴۲/۵ کیلومتر در ثانیه باشد، گلوله از منظومهٔ شمسی فرار می‌کند.

سرعت گریز برای هر سیاره یا جسمی، از رابطهٔ $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{d}}$ به‌دست می‌آید. در این رابطه:

G ثابت جهانی گرانش ($۶/۶۷\times۱۰^{-۱۱}\ \frac{m^3}{kgs^2}$)؛

M جرم سیاره یا جسم؛

جدول ۱. سرعت گریز برای اجرام مختلف منظومهٔ شمسی

نوع اجرام آسمانی	جرم (نسبت به جرم زمین)	شعاع (نسبت به شعاع زمین)	سرعت گریز (کیلومتر در ثانیه)
خورشید	۳۳۳۰۰۰	۱۰۹	۶۲۰
خورشید (در فاصلهٔ مداری زمین)		۲۳۵۰۰	۴۲/۲
مشتری	۳۱۸	۱۱	۶۰/۲
زحل	۹۵/۲	۹/۲	۳۶
نپتون	۱۷/۳	۳/۴۷	۲۴/۹
اورانوس	۱۴/۵	۳/۷	۲۲/۳
زمین	۱	۱	۱۱/۲
زهره	۰/۸۲	۰/۹۵	۱۰/۴
مریخ	۰/۱۱	۰/۵۳	۵
عطارد	۰/۰۵۵	۰/۳۸	۴/۳
ماه	۰/۰۱۲۳	۰/۲۷	۲/۴

و D فاصله از مرکز سیاره یا جسم است.

بـرای اینکه جسـمی از جاذبـهٔ زمین فرار کنـد، به ۶۲ میلیون‌ژول بر کیلوگرم انرژی نیاز است، یعنی سرعت آن باید ۱۱/۲ کیلومتر در ثانیه باشد.

سـرعت گریز برای اجرام مختلف در منظومه شمسی در جدول ۱ آورده شده است. توجه کنید که سرعت گریز از سطح خورشـید، ۶۲۰ کیلومتر در ثانیه اسـت. حتی در فاصلهٔ ۱۵۰ میلیون کیلومتری خورشید (فاصلهٔ زمین تا خورشید)، سرعت گریز از جاذبهٔ خورشـید، ۴۲/۵ کیلومتر بر ثانیه اسـت، یعنی از سـرعت گریز از زمین بسیار بیشتر اسـت. به عبارت دیگر، پرتابه‌ای که با سرعتی بیش از ۱۱/۲ و کمتر از ۴۲/۵ کیلومتر در ثانیه از روی زمین به بالا پرتاب شود، از زمین فرار می‌کند، اما اگر از خورشید پرتاب شود فرار نمی‌کند.

اولین مأموریت برای فرار یک فضاپیما (فضاپیمای پایونیر ۱۰)[1] از منظومهٔ شمسـی در سـال ۱۹۷۲ انجام گرفت و این فضاپیما با سـرعت ۱۵ کیلومتر در ثانیـه از روی زمین پرتاب شـد. پایونیر ۱۰ برای فرار به سمت مدار مشتری برنامه‌ریزی شده بود. این فضاپیما تحت تأثیر میدان گرانشی عظیم مشتری شـتاب گرفت و سرعت آن به حدی رسید که از سرعت فرار از خورشـید (در مدار مشتری) هم بیشتر شد. پایونیر ۱۰ که در سـال ۱۹۸۴ از مدار پلوتو گذشت، اگر با جرم دیگری برخورد نمی‌کرد، در فضای بین سـتاره‌ای سرگردان می‌ماند. البته در سـال ۱۹۹۷ دانشـمندان پایان مأموریت آن را اعلام کردند و ناپدید شد. در مدتی که پایونیر ۱۰ در فضا بود اطلاعات مهمی را از وضعیت فضا به زمین مخابره کرد.

اکنون برای روشـن شدن مطلب، سه نمونه مسئله را حل می‌کنیم.

مسئله ۱: حداقل سرعت لازم برای اینکه فضاپیمای آپولو ۱۱ از گرانش زمین فرار کند چقدر است؟

جـرم زمیـن = $۵/۹۷\times۱۰^{۲۴}\ kg$، شـعاع زمیـن = $۶/۳۷۸\times۱۰^{۶}\ m$،

ثابت جهانی گرانش = $۶/۶۷\times۱۰^{-۱۱}\ \frac{m^۳}{kgs^۲}$

$$v_e=\sqrt{\frac{۲GM_E}{d}}$$

$$v_e=\sqrt{\frac{۲\times(۶/۶۷\times۱۰^{-۱۱}\frac{m^۳}{kgs^۲})\times(۵-۹۷\times۱۰^{۲۴}kg)}{۶/۳۷۸\times۱۰^{۶}m}}$$

$$v_e=\sqrt{۱/۲۵\times۱۰^{۸}\frac{m^۳kg}{mkgs^۲}}$$

$$v_e=\sqrt{۱/۲۵\times۱۰^{۸}\frac{m^۲}{s^۲}}$$

$$v_e=۱/۱۲\times۱۰^{۴}\frac{m}{s}$$

$$v_e=۱۱/۲\frac{km}{s}$$

مسئله ۲: حداقل سـرعت لازم برای اینکه یک ذره از سطح خورشید فرار کند چقدر است؟

جرم زمین = $۲\times۱۰^{۳۰}\ kg$، شعاع خورشید = $۶/۹۵۵\times۱۰^{۸}\ m$،

ثابت جهانی گرانش = $۶/۶۷\times۱۰^{-۱۱}\ \frac{m^۳}{kgs^۲}$

$$v_e=\sqrt{\frac{۲GM_S}{d}}$$

$$v_e=\sqrt{\frac{۲\times(۶/۶۷\times۱۰^{-۱۱}\frac{m^۳}{kgs^۲})\times(۲\times۱۰^{۳۰}kg)}{۶/۹۵۵\times۱۰^{۸}m}}$$

$$v_e=\sqrt{۳/۸۳۶\times۱۰^{۱۱}\frac{m^۳kg}{mkgs^۲}}$$

$$v_e\approx۶۲۰۰۰\frac{m}{s}$$

$$v_e\approx۶۲۰\frac{km}{s}$$

مسـئله ۳: برای اینکه یک فضاپیما در فاصلهٔ مداری نپتون از منظومهٔ شمسـی (گرانش خورشید) فرار کند، سرعت آن باید حداقل چقدر باشد؟

جرم خورشید = $۲\times۱۰^{۳۰}\ kg$، فاصله از مرکز خورشید تا مدار نپتون = $۴/۵\times۱۰^{۱۲}\ m$، ثابت جهانی گرانش = $۶/۶۷\times۱۰^{-۱۱}\ \frac{m^۳}{kgs^۲}$

$$v_e=\sqrt{\frac{۲GM_S}{d}}$$

$$v_e=\sqrt{\frac{۲\times(۶/۶۷\times۱۰^{-۱۱}\frac{m^۳}{kgs^۲})\times(۲\times۱۰^{۳۰}kg)}{۴/۵\times۱۰^{۱۲}m}}$$

$$v_e=\sqrt{۵/۹۸۲\times۱۰^{۷}\frac{m^۳kg}{mkgs^۲}}$$

$$v_e=\sqrt{۵/۹۸۲\times۱۰^{۷}\frac{m^۲}{s^۲}}$$

$$v_e\approx۷۷۰۰\frac{m}{s}$$

$$v_e\approx۷/۷\frac{km}{s}$$

اولین مأموریت برای فرار یک فضاپیما (فضاپیمای پایونیر ۱۰) از منظومهٔ شمسی در سال ۱۹۷۲ انجام گرفت و این فضاپیما با سرعت ۱۵ کیلومتر در ثانیه از روی زمین پرتاب شد

پی‌نوشت

1. Pioneer 10

منابع

1. Hewitt P. G., Suchocki, J., & Hewitt L. A. (2012) Conceptual physical science. Pearson Education, Inc., 5th edition

2. Palen, S. E. (2002) Theory and Problems of Astronomy. The McGraw-Hill Companies, Inc., 234 pp.

لاک‌پشتی به اندازهٔ یک خودرو

مترجم: فرخ برزگر
کارشناس‌ارشد زمین‌شناسی و سنجش از دور

بقایای یک لاک‌پشت بزرگ اندام به اندازهٔ یک خودرو هوشمند[1] در یک معدن زغال در کشور کلمبیا پیدا شد.

پوستهٔ این لاک‌پشت شصت میلیون ساله که آن‌را لاک‌پشت زغال[2] نام نهاده‌اند، به‌خودی خود به اندازه‌ای بزرگ است که می‌توان از آن به صورت یک استخر شنای کوچک استفاده کرد و جمجمهٔ آن به اندازهٔ یک توپ فوتبال (راگبی یا فوتبال آمریکایی) است. معدن زغال سنگی که این فسیل در آن پیدا شده است بخشی از سازند سِرِخون[3] در شمال کلمبیاست.

به گفتهٔ ادوین کادنا، دانشجوی دورهٔ دکترای دانشگاه کارولینای شمالی، که این لاک‌پشت بزرگ اندام را پیدا کرده است، اگر چه گونه‌های کوچکتری از لاک‌پشت‌ها در این ناحیه پیدا شده‌اند اما بعد از چهار روز کار مداوم برای بیرون آوردن این پوسته، تشخیص داده شد که این لاک‌پشت ویژه از جمله بزرگ‌ترین لاک‌پشت‌هایی بوده است که تا این زمان در این محدوده پیدا شده‌اند و نخستین مدرک بزرگ اندامی[4] در لاک‌پشت‌های آب شیرین است.

یافته‌های مربوط به این خبر که در مجلهٔ سیستماتیک پالنتولوژی(فسیل شناسی سیستماتیک) منتشر شده، نشان داده است که این لاک‌پشت‌ها با اندامی کوچک‌تر در زمان زندگی در کنار و همزیست دایناسورها بوده‌اند، اما این‌گونه بزرگ اندام پنج میلیون سال پس از سرآمدن دورهٔ زندگی آن‌ها(دایناسورها) یعنی دوره‌ای که موجودات بزرگ اندامی از نوع خزندگان شامل ماری به نام تیتانوبو سرخونسیس[5] بزرگ‌ترین ماری که تاکنون پیدا شده است دراین بخش از آمریکای شمالی می‌زیسته‌اند، پدیدار شده بود.

در پیوند به دلیل پدیداری اندامی چنین بزرگ، کادنا ودیگر پژوهشگران بر این باورند که ترکیبی از تغییرات روی‌داده در زیست بوم، شامل شکارگران کمتر، منطقهٔ زیست گسترده‌تر، وجود مواد غذایی فراوان‌تر و بالاخره تغییرات اقلیمی با هم بر پدیداری این‌گونه تأثیر گذارده‌اند.

اگر چه لاک‌پشت‌های امروزین معمولاً از گیاهان و با جویدن آرام آن‌ها استفاده می‌کنند، اما این‌گونه‌های پیش از تاریخ با بهره‌مندی از آرواره‌های قدرتمند می‌توانسته‌اند همه‌چیز را، از صدف‌ها گرفته تا کروکودیل‌ها، بخورند.

پی‌نوشت

۱. خودروهای هوشمند، خودروهای برقی و هیبریدی و دارای توانمندی‌های رایانه‌ای هستند که اندازه‌ای نزدیک به اندازهٔ خودروی ماتیسن یا MVM۱۱۰ موجود در بازار ایران دارند.

2. Carbonemy cofrinii 3. Cerreyon Formation

4. Giantism 5. Titanoboa Cerreyonesis

منبع

وبگاه اخبار اکتشاف؛ Discovery News

شیوه‌ای برای دیدنی کردن فکرها

سازمان‌دهنده‌های دیداری[1] و کاربرد آن‌ها در آموزش علوم زمین

مسعود کیمیاگری
مدرس دانشگاه فرهنگیان اصفهان

چکیده

شـاید برای شـما هم پیش آمده باشـد که دانش‌آموزی پس از یک آزمون کتبی، ضمن گله از دشواری سؤال‌ها ادعا کند با اینکه بارها درس‌ها را مرور کرده و همه چیز را خوب به خاطر سـپرده، نتیجهٔ خوبی نگرفته اسـت. راسـتی مشکل این قبیل دانش‌آموزان که کم هم نیستند، چیست؟ روان‌شناسان یادگیری اعتقاد دارند برای این بچه‌ها یادگیری معنادار رخ نداده اسـت، یعنی مفاهیم را به شـکل جزیره‌هایی مسـتقل از هم به خاطر سـپرده‌اند و نتوانسته‌اند موضوع‌های تازه را با سـاختار ذهنی‌شـان مرتبط کنند. یکی از راه‌هایی که می‌توانیم به دانش‌آموزانمان کمک کنیم تا بین مطالب تازه با مدل‌های ذهنی‌شـان ارتباط برقرار کنند، آشـنا کردن آنان با شیوه‌های دیداری تبادل افکار و ایده‌هاست. در این مقاله با سازمان‌دهنده‌های ترسیمی یا دیداری و برخی از موارد استفادهٔ آن‌ها در آموزش علوم زمین آشنا می‌شویم.

کلیدواژه‌ها: اینفوگرافیک‌ها[2]، سـازمان‌دهنده ترسـیمی، نمودار ون[3]، چارت ترتیبی[4]، نقشه‌های مفهومی[5]، کلیدهای دوراهی[6]، نقشه‌های ذهنی[7]

پیـش از خواندن بقیهٔ مقاله جـدول زیر را کامل کنید. این جدول یکی از سازمان‌دهنده‌های ترسیمی به نام جدول ۵ چ[8] است.

پاسـخ‌هایتان را با خلاصهٔ مقالـه که در جدول ۴ آورده شده است، مقایسه کنید.

جدول ۱: جدول ۵ چ برای سازمان‌دهنده‌های دیداری

دربارهٔ سازمان‌دهنده‌های گرافیکی چه چیزهایی می‌دانید؟
چه کسانی از آن‌ها استفاده می‌کنند؟
شامل چه چیزهایی هستند؟
چه جاهایی به کار برده می‌شوند؟
چه هنگامی از آن‌ها استفاده می‌کنیم؟
چرا آن‌ها را به کار می‌بریم؟

اهمیـت اینفوگرافیـک: اینفوگرافیک‌هـا یـا عناصر اطلاعاتی ترسیمی شـیوه‌ای برای ارائهٔ اطلاعات یا دانش با اسـتفاده از ابزارهای بصری هسـتند. بسیاری از شما از این نمادهای بصری برای تبادل اطلاعات استفاده می‌کنید. برای مثال، نشـانه‌های هوای پرفشار، برف و باران را می‌شناسید؛ یـا هنگامی که آدرس منزلتان را با ترسـیم کروکی به یک دوست می‌دهید از نوعی اینفوگرافیک استفاده می‌کنید. این شـیوه‌های ارتباطی حاوی مقدار زیادی اطلاعات هستند و به گونه‌ای اطلاعات را سـازمان‌دهی می‌کنند که دسترسی به آن‌ها آسـان‌تر است. این ابزارها گسترهٔ بزرگی، از نقشه‌ها تا ارائهٔ تصویری اطلاعات در کنفرانس‌ها را در بر می‌گیرند.

اینفوگرافیک‌ها یا عناصر اطلاعاتی ترسیمی شیوه‌ای برای ارائهٔ اطلاعات یا دانش با استفاده از ابزارهای بصری هستند

اما در قلمـرو آموزش، با شـیوه‌های گوناگون آموزش تصویری می‌کوشیم تا آنجا که ممکن است ایده‌های صوری را مرئی کنیم. با دسته‌بندی و سازمان‌دهی اطلاعات ارتباط بین ایده‌ها آشـکارتر می‌شود، دانش تازه و مفهوم‌های قبلی به هم مرتبط می‌شوند و ساختارهای مناسبی برای نوشتن، تفکـر و مباحثه، تجزیه و تحلیل، گزارش‌نویسـی و درک و تفسـیر ایده‌ها بـه وجود می‌آید. اگر روش‌هـای بصری را با نوشـتار بیامیزیم دانش تازه معنادار می‌شـود و یادآوری آن ساده‌تر خواهد شد.

برای مثال، با سـازمان‌دهی و تحلیل اطلاعات به کمک جدول‌ها، نمودارها و منحنی‌هـا می‌توانیم حجم عظیمی از اطلاعات را نمایش دهیم و ارتباط‌های بین آن‌ها و الگوها را روشن کنیم. بعضی از اینفوگرافیک‌ها نیز برای ارزیابی منظم شـواهد، منابع و داده‌ها و در نتیجه تقویت شـیوه‌های تفکر واگرا مفیدند. می‌توانیم کاربردهای آموزشـی سـازمان‌دهی تصویری اطلاعات را این‌گونه خلاصه کنیم:

۱) دسته‌بندی کردن: گروه‌بندی کردن چیزهای دنیای اطرافمان براساس ویژگی‌های مشترک آن‌ها؛

۲) زنجیره کردن: ردیف کردن چیزها یا کارها با نظمی

خاص، مثلاً با ترتیب زمانی و...؛
۳) مرئی کردن اطلاعات برای واضح کردن ارتباط‌ها؛
۴) نگاه کردن به یک موضوع از زاویه‌های گوناگون.

نقشهٔ مفهومی نوعی ارائهٔ دوبعدی، سلسله‌مراتبی و بصری حیطه‌ای از دانش علمی است. این نقشه‌ها از مفاهیم پیوندشده و مثال‌ها ساخته می‌شوند. این نقشه‌ها برای حل مسئله و ساختارسازی مناسب‌اند

سازمان‌دهنده‌های دیداری و آموزش علوم تجربی

سازمان‌دهنده‌های دیداری اینفوگرافیک‌هایی هستند که برای تبادل اطلاعات در حین آموزش به کار می‌روند. این شیوه‌های بصری برای نمایش طیف متنوعی از داده‌ها و نمایش ارتباط‌های بین آن‌ها به کار می‌روند. معلمان، به ویژه معلمان رشته‌های گوناگون علوم پایه برای واضح کردن مفاهیم پیچیده و نشان دادن ارتباط‌های بین ایده‌ها یا مفهوم‌ها از این شیوه‌ها استفاده می‌کنند. کارآمدی این شیوه‌ها برای انتقال اطلاعات پیچیده سبب شده است به جز آموزش، در بسیاری از زمینه‌های دیگر هم به کار برده شوند. به طور کلی سازمان‌دهنده‌های ترسیمی با توجه به موارد استفادهٔ آن‌ها به چند گروه دسته‌بندی می‌شوند: سازمان‌دهنده‌های ترتیبی (مانند چرخه‌ها)، سازمان‌دهنده‌های مفهومی (مانند فلوچارت)، سازمان‌دهنده‌های مقایسه‌ای (مانند ون یا چارت‌های نردبانی)، سازمان‌دهنده‌های ارزیابی (مانند جدول ۵ چ)، سازمان‌دهنده‌های ارتباط‌دهنده (مانند گراف‌ها).

اگر وظیفهٔ اصلی معلم را طراحی و اجرای ساختارسازی بدانیم این سازمان‌دهنده‌ها را می‌توانیم در مراحل مختلف ارائهٔ یک واحد یادگیری به کار ببریم:

الف) برای تشویق دانش‌آموزان به بیان کردن ایده‌هایشان در مرحلهٔ آغازین یک واحد یادگیری؛

ب) دسته‌بندی و تشخیص الگوها در حین فعالیت‌هایی که برای آزمودن ایده‌ها انجام می‌دهند؛

پ) تفسیر داده‌هایی که به کمک فعالیت‌ها تولید کرده‌اند یا از منابع معتبر به دست آورده‌اند و ارائهٔ نتایج؛ و سرانجام

ت) ارزشیابی جاری (تکوینی) و پایانی به منظور جمع‌آوری اطلاعات از فرایند یادگیری و دخالت برای رفع اشکال‌های احتمالی (شکل ۱).

شکل ۱: استفاده از سازمان‌دهنده‌های دیداری در حین ساختارسازی

انواع گوناگون سازمان‌دهنده‌های دیداری و کاربردهای آموزشی آن‌ها

سازمان‌دهنده‌های دیداری بسیار متنوع‌اند و روزبه‌روز انواع تازه‌ای از آن‌ها ابداع می‌شوند. اما کاربردهای آموزشی برخی از آن‌ها گسترده‌تر است. مهم‌ترین سازمان‌دهنده‌های

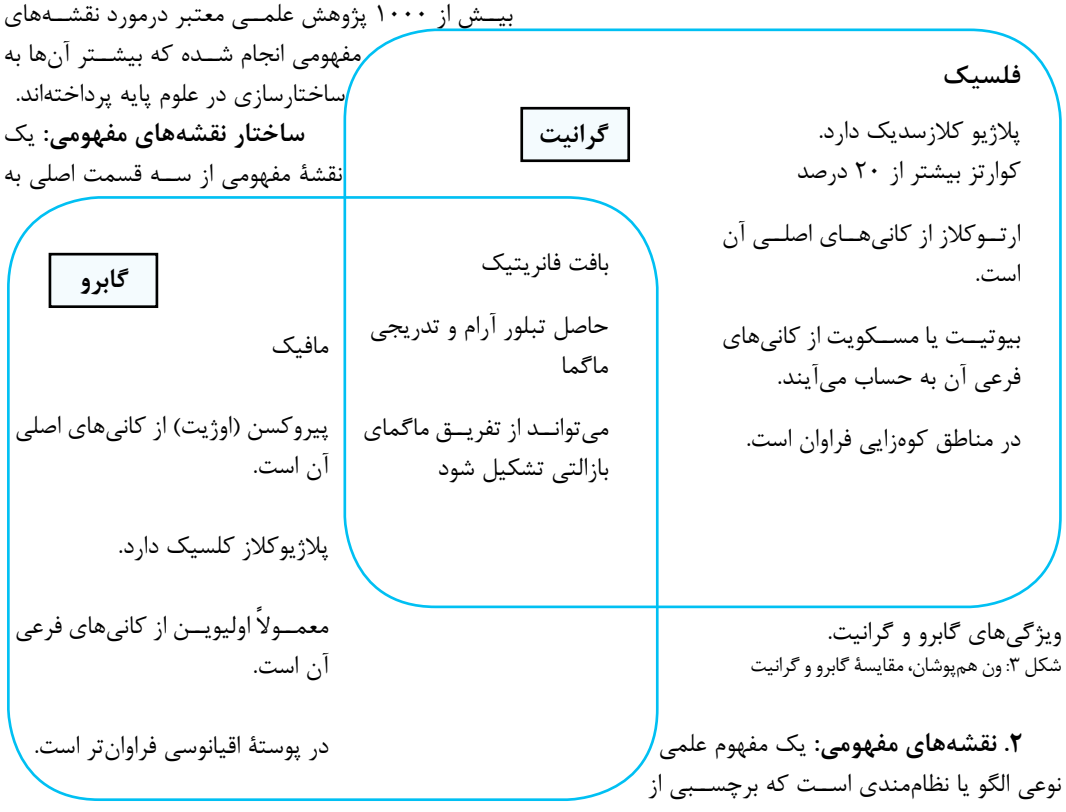
شکل ۲: معرفی اجمالی برخی از سازمان‌دهنده‌های دیداری که کاربردهای آموزشی بیشتری دراند.

سازمان‌دهنده‌های ترسیمی	پرسش‌ها	مهارت‌های تفکر
نقشهٔ حبابی	چه چیزهایی را توصیف می‌کنید؟ آن‌ها چه کیفیتی دارند؟ (مثال: نقاط داغ)	توصیف کیفیت‌ها
نقشهٔ درختی	آن‌ها را چگونه دسته‌بندی می‌کنید؟ دسته‌های فرعی کدام‌اند؟ چه چیزهای دیگری می‌توانید به زیرگروه‌ها اضافه کنید؟	رده‌بندی/ دسته کردن
ون تغییریافته	ویژگی‌های مشابه و متفاوت این‌ها کدام‌اند؟ (مثال: مقایسهٔ آتش‌فشان‌های روی زمین و مریخ)	مقایسه و تباین
نقشهٔ نردبانی	کدام ویژگی‌های هر چیز به دیگری مربوط‌اند؟ از چه طریقی؟ (مقایسهٔ حاشیه‌های زمین‌ساختی هم‌گرا و واگرا)	مقایسه و تباین
خط زمانی چارت ترتیبی	چه رخ داد؟ ترتیب روی داده‌ها چگونه بود؟ زیرمرحله‌ها کدام‌اند؟ (مثال: تحول نظریهٔ تکامل زیستی)	مرتب کردن
نقشهٔ علت‌های چندگانه	علت‌ها و معلول‌ها در این رویداد کدام‌اند؟ (مثال: کدام عوامل می‌توانند موجب گرمایش جهانی هواکره شوند؟)	رابطهٔ علی و معلولی
نقشهٔ معلول‌های چندگانه	بعد ممکن است چه اتفاقی رخ دهد؟ (مثال: گرمایش جهانی چه پیامدهایی ممکن است داشته باشد؟)	
نقشهٔ دیدگاه‌ها	چه دیدگاه‌های متفاوتی وجود دارند؟ آن‌ها چه تأثیری بر رفتارها دارند؟ گسترش آن‌ها چه عواقبی را به دنبال دارد؟	دیدگاه‌های گوناگون (تفکر واگرا)

آموزشی که در کتاب‌های درسی سراسر دنیا دیده می‌شوند، از این قرارند:

۱. نمودار ون: این سازمان‌دهنده را اولین‌بار ریاضی‌دانی به نام ون برای نمایش ارتباط مجموعه‌ها به کار برد. امروزه ون‌ها در زمینه‌های گوناگون، مانند آمار و احتمال، زبان‌شناسی، منطق و رایانه به کار می‌روند. در شاخه‌های مختلف علوم تجربی هم می‌توانیم از ون برای نشان دادن ارتباط‌های منطقی بین مجموعه‌های گوناگون استفاده کنیم (شکل ۲). همچنین ون‌ها می‌توانند مقایسهٔ مفاهیم را از طریق تأکید بر شباهت‌ها و تفاوت‌هایشان برای ما آسان‌تر کنند (شکل ۳). پژوهش‌ها نشان داده‌اند هنگامی که دانش‌آموزان ون‌ها را به کار می‌برند، مفاهیم علمی را عمیق‌تر درک می‌کنند و مهارت‌های مطالعهٔ قوی‌تری دارند.

شکل ۲: نمایش انواع ارتباط دو مفهوم یا چند مجموعه از مفاهیم به کمک نمودار ون. الف) یک مجموعه درون دیگری قرار می‌گیرد، مانند کانی‌ها که درون مجموعهٔ بزرگ‌تر بلورها قرار می‌گیرند؛ ب) دو مجموعه کاملاً از هم جدا هستند، مانند کانی‌های سیلیکاتی و غیرسیلیکاتی؛ پ) دو مجموعه که در مواردی هم‌پوشان هستند، مانند



ویژگی‌های گابرو و گرانیت.
شکل ۳: ون هم‌پوشان، مقایسهٔ گابرو و گرانیت

۲. نقشه‌های مفهومی: یک مفهوم علمی نوعی الگو یا نظام‌مندی است که برچسبی از واژگان دارد. انواع مفهوم‌ها از این قرارند:

اشیای واقعی (مانند کانی یا چین برگشته)، ایده‌های انتزاعی (مثل ژئوسنکلینال)، فرایندها (مانند انقراض‌های کلی)، ویژگی‌ها (مانند تنوع‌زیستی در یک محیط رسوبی) و همهٔ چیزهایی که دانشمندان با آن‌ها فکر می‌کنند.

مفهوم‌های علمی معمولاً سلسله‌مراتبی هستند و از نظر درجهٔ شمول گوناگون‌اند. برای درک یک مفهوم باید آرایه‌ای از نمونه‌ها داشته باشیم. با بررسی شباهت‌های ماسه‌سنگ‌ها، کنگلومراها و گلسنگ‌ها می‌توانیم مفهوم سنگ رسوبی آواری را درک کنیم. یک مفهوم سطح بالا از تعدادی زیر مفهوم تشکیل شده است. مثلاً برای درک چرخهٔ سنگ باید با مفاهیم سنگ، رسوب، چرخه و... آشنا باشیم. برای ارزیابی میزان درک شاگردان از یک مفهوم شیوه‌های گوناگونی وجود دارند. برای مثال از آن‌ها می‌خواهیم برای آن مفهوم مثالی بیاورند که پیش از این گفته نشده یا یک دسته از اشیا یا رویدادهای درهم‌آمیخته را به صورت دسته‌هایی از مفاهیم جور کنند.

نقشهٔ مفهومی نوعی ارائهٔ دوبعدی، سلسله‌مراتبی و بصری حیطه‌ای از دانش علمی است. این نقشه‌ها از مفاهیم پیوندشده و مثال‌ها ساخته می‌شوند. این نقشه‌ها برای حل مسئله و ساختارسازی مناسب‌اند. پژوهش‌های عصب روان‌شناختی نشان داده‌اند نقشه‌های مفهومی بازتابی از نحوهٔ کار مغز برای دسته‌بندی اطلاعات‌اند (Bransford et al, 1999). از سال ۱۹۷۹ تاکنون فقط بیش از ۱۰۰۰ پژوهش علمی معتبر درمورد نقشه‌های مفهومی انجام شده که بیشتر آن‌ها به ساختارسازی در علوم پایه پرداخته‌اند.

ساختار نقشه‌های مفهومی: یک نقشهٔ مفهومی از سه قسمت اصلی به نام گره، پیوند و برچسب به وجود می‌آید. گره‌ها، همان مفهوم‌ها یا واژه‌ها هستند. پیوندها یا رابطه‌ها پیکان‌هایی هستند که معمولاً به طور یک‌طرفه واژه‌ها را به هم ارتباط می‌دهند. معمولاً نوع پیوند بین اطلاعات باید مشخص باشد

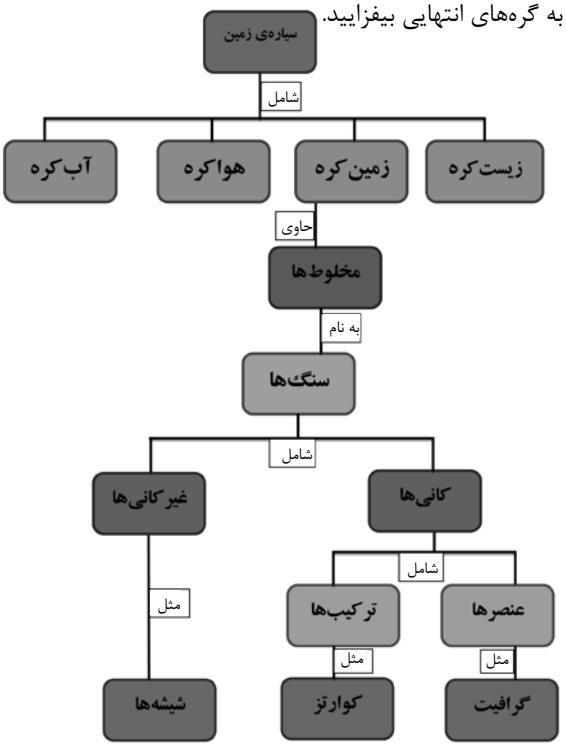
(تفاوت با نقشه‌های ذهنی). ساختار نقشه‌های مفهومی می‌تواند سلسله‌مراتبی یا غیر سلسله‌مراتبی باشد. بیشتر پیوندها نشان‌دهندهٔ این نوع ارتباط‌ها هستند: ۱) داشتن ویژگی؛ مثلاً مافیک بودن ویژگی بازالت به حساب می‌آید. ۲) ارتباط دسته/ عضو؛ برای مثال آرکوز یکی از عضوهای دستهٔ ماسه‌سنگ‌هاست. ۳) ارتباط بخش/ کل؛ مثلاً هستهٔ داخلی بخش مهمی از ساختمان درونی زمین است. ۴) ارتباط علت / معلول؛ برای مثال گرمای درونی زمین عامل جابه‌جایی قاره‌هاست.

برچسب‌ها یا گزاره‌های پیوند، جمله‌ها یا عبارت‌های کوتاهی هستند که نوع ارتباط بین گره‌ها را توصیف می‌کنند. دو گره را که با یک خط برچسب‌دار متصل شده‌اند، یک قضیه می‌گوییم که واحد بنیادی نقشه به حساب می‌آید (شکل ۴). با افزودن مثال‌ها به نقشهٔ مفهومی، آن را به زندگی واقعی مرتبط می‌کنیم.

شکل ۴: یک قضیه که ارتباط مفهوم‌های شیستوزیته و جهت‌یافتگی را نشان می‌دهد.

کاربردهای آموزشی نقشه‌های مفهومی: این نوع سازمان‌دهنده‌های ترسیمی به دانش‌آموزان کمک می‌کنند تا ایده‌های مهم خود را با شیوه‌ای تصویری سازمان‌دهی کنند و با نشان دادن روابط معنادار بین مفاهیم علمی درک عمیق‌تری از این مفاهیم داشته باشند و مهارت‌های مطالعه‌شان را تقویت کنند. ترسیم نقشه‌های مفهومی بازیابی اطلاعات را برای فراگیران آسان‌تر می‌کند. برای معلم‌ها، نقشه‌های مفهومی نوعی ابزار ارزشیابی هم هستند. آن‌ها برای تشخیص میزان یادگیری و کج‌فهمی‌هایی که فراگیران درمورد ایده‌ها و روابط بین مفهوم‌ها دارند، به کمک معلم‌ها می‌آیند (Novak & Gowin, 1990; Novak, 2000 Mintzes et al., 1984)

چگونگی ترسیم نقشه‌های مفهومی: بر پرسشی در خصوص یک مسئله یا زمینهٔ علمی متمرکز شوید که می‌خواهید آن را به صورت نقشه درآورید. با توجه به این پرسش، ده تا بیست مفهوم مربوط به آن را فهرست کنید. برچسب‌های مفهومی را به شکل یک یا حداکثر دو یا سه واژه بنویسید. مفهوم‌ها را با قرار دادن کلی‌ترین یا مرکزی‌ترین مفهوم در بالای فهرست، مرتب کنید. لیست را بررسی کنید و مفهوم‌هایی را که جا افتاده‌اند به آن اضافه کنید. حالا با عمومی‌ترین مفهوم‌ها ترسیم نقشه را آغاز کنید. مفهوم‌های کم‌اهمیت‌تر را زیر مفهوم‌های کلی‌تر بگذارید. خط‌های رابط را رسم کنید. با چند کلمه یا جملهٔ کوتاه پیوندها را برچسب‌دار کنید، به‌طوری که قضیه‌های معتبر ایجاد شوند. با افزودن، کاستن یا تغییر دادن، نقشه‌تان را بازنگری کنید. در بخش‌های مختلف نقشه به دنبال رابط‌های عرضی بگردید. آن‌ها رابطه‌های تازه و خلاقانه‌تری را در قلمرو دانش شما نشان می‌دهند. در آخر می‌توانید مثال‌هایی را به گره‌های انتهایی بیفزایید.

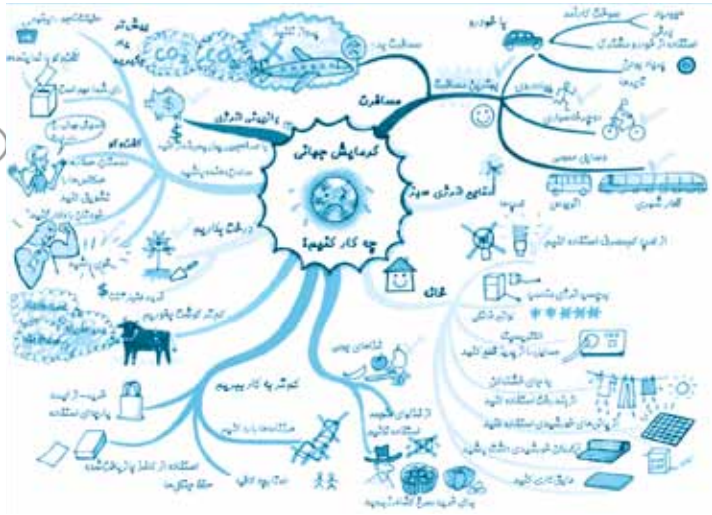


شکل ۵: نمونه‌ای از نقشهٔ مفهومی که مواد سازندهٔ زمین را نشان می‌دهد.

جدول ۳: جدول معیارهای ارزشیابی نقشه‌های مفهومی براساس اجزا و ساختار آن‌ها

معیار	نمره
قضیه‌های درست	هر کدام ۱ نمره
رعایت سلسله‌مراتب (تعداد سطوح توانایی استقرا را نشان می‌دهد)	۵ نمره برای هر سطح
تعداد شاخه‌بندی‌ها (تعداد شاخه‌ها پیشرفت در متمایز کردن را نشان می‌دهد)	۱ نمره برای هر شاخه
رابط‌های عرضی (تعداد رابط‌های عرضی توانایی در تلفیق دانش را نشان می‌دهد)	۱۰ نمره برای هر رابط عرضی معتبر
مثال‌های مرتبط	هر مثال ۱ نمره

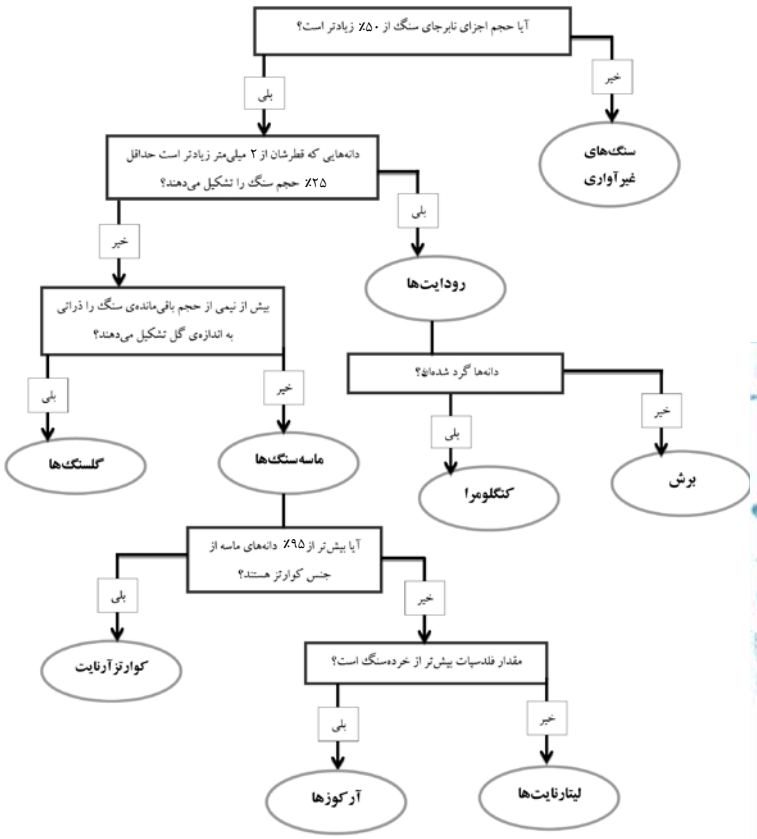
۳. نقشه‌های ذهنی: این سازمان‌دهنده‌ها را اولین‌بار تونی بوزان[۹] در سال ۱۹۷۴ معرفی کرد. یک نقشهٔ ذهنی نمایش بصری همهٔ افکار مربوط به یک ایده است که از یک گره مرکزی آغاز می‌شود. ساختار این سازمان‌دهنده‌ها مانند خود فکر کردن، سیال و غیرخطی است. آن‌ها گاهی به شکل سلسله‌مراتبی (رابطه‌های فرادستی و فرودستی)، مثل درخت‌های شبکه‌ای و گاهی مانند نقشه‌های عنکبوتی به صورت یک ایدهٔ اصلی همراه با جنبه‌های گوناگون آن بدون رعایت سلسله‌مراتب، ترسیم می‌شوند. نقشه‌های ذهنی با اینکه گاهی مثل نقشهٔ مفهومی شعاعی‌اند، فقط یک کلیدواژهٔ مرکزی دارند. برای ترسیم این نقشه‌ها علاوه بر کلیدواژه‌ها، از شکل و نشانه هم می‌توان استفاده کرد. رنگ‌های گوناگون شاخه‌ها به یاد آوردن را ساده‌تر می‌کنند.



شکل ۶: نقشهٔ ذهنی که جنبه‌های گوناگون پدیدهٔ گرمایش جهانی هوا را نمایش می‌دهد.

نقشهٔ ذهنی ابزار سودمندی برای بارش مغزی، به یاد آوردن و یادداشت‌برداری است. معمولاً وقتی بخواهیم جنبه‌های متفاوت یک موضوع را بررسی کنیم از این سازمان‌دهنده کمک می‌گیریم.

۴. کلیدهای دوراهی (چارت‌های جریانی): یکی از مهارت‌های اساسی در شاخه‌های علوم تجربی به خصوص زمین‌شناسی طبقه‌بندی کردن است. دسته‌بندی‌ها به ما کمک می‌کنند الگوهایی را که به سادگی قابل تشخیص نیستند پیدا کنیم. مثلاً طبقه‌بندی سنگ‌های دگرگونه براساس بافت و ترکیبشان برای درک چگونگی تشکیل آن‌ها اهمیت زیادی دارد. به همین دلیل استفاده از کلیدهای طبقه‌بندی در برنامه‌های درسی زمین‌شناسی مدارس به شکلی ارتقا یابنده از دورهٔ ابتدایی تا دبیرستان گنجانده می‌شوند. ساختار این کلیدها به شکل یک چارت جریانی است که از تعدادی قاب پرسش تشکیل می‌شود. هر قاب دو مسیر خروجی دارد که براساس پاسخ بلی یا خیر به پرسش مطرح‌شده انتخاب می‌شوند. کاربر با پاسخ دادن به پرسش‌ها براساس شواهدی که در اختیار دارد می‌تواند نام یا گروه نمونه‌اش را مشخص کند.



شکل ۷: کلید دوراهی طبقه‌بندی توصیفی سنگ‌های رسوبی آواری

۵. سایر سازمان‌دهنده‌ها: چارت‌های ترتیبی و چرخه‌ها، دیاگرام‌های علت و معلول، جدول W۵، نقشه‌های پازلی و نمودارهای مقایسه‌ای مانند چارت‌های نردبانی به طور گسترده برای آموزش شاخه‌های مختلف علوم تجربی به کار می‌روند.

جدول نردبانی بالا را به کمک واژه‌ها و عبارت‌های زیر تکمیل کنید:

پشتهٔ میانی اقیانوس، به طور عمده تولهٔ‌ایتی آبیسال، بازالت، فعالیت انفجاری، فوران‌های شکافی، دره‌های کافتی، کمان جزیره‌ای، تولهٔ‌ایت کمان جزیره‌ای، دگرگونی بستر اقیانوس، رشته‌کوه‌های جوان حاشیهٔ قاره‌ها، دگرگونی حرکتی – حرارتی، درازگودال، کمان آتش‌فشانی، آندزیت و گرانیت، زلزله‌هایی که با دور شدن از درازگودال کانون عمیق‌تری دارند، ماگمای آلکالن، زمین‌لرزه‌های سطحی و خفیف.

استفاده از قالب‌ها یا نرم‌افزارهای آماده: امروزه

نقشهٔ ذهنی ابزار سودمندی برای بارش مغزی، به یاد آوردن و یادداشت‌برداری است. معمولاً وقتی بخواهیم جنبه‌های متفاوت یک موضوع را بررسی کنیم از این سازمان‌دهنده کمک می‌گیریم

جدول ۴: جدول نردبانی

حاشیه‌های واگرا				ساختارهای بزرگ مقیاس زمین‌شناختی در قاره‌ها			حاشیه‌های واگرا
				زمین‌لرزه‌ها			
				سری‌های ماگمایی			
				فعالیت‌های آتش‌فشانی			
				فرایند دگرگونی			
				فراوان‌ترین سنگ آذرین			
				ساختارهای بزرگ‌مقیاس زمین‌شناختی در اقیانوس‌ها			

سازمان‌دهنده‌های دیداری به‌طور گسترده در زمینه‌های گوناگون آموزشی از ارزشیابی در کلاس‌های درس گرفته تا تألیف کتاب‌های درسی به کار می‌روند. به همین دلیل نرم‌افزارهایی تولید شده‌اند که انواع سازمان‌دهنده‌ها را با موضوع‌های گوناگون تولید می‌کنند. با مراجعه به وب‌سایت‌های زیر می‌توانید با برخی از این نرم‌افزارها آشنا شوید و آن‌ها را دانلود کنید:

http://www.inspiration.com/home.cfm

http://www.camp.ihmc.us/download

با مراجعه به این پیوند می‌توانید نقشه‌های مفهومی را به چند رسانه‌ای‌ها تبدیل کنید:

www.Campskm. Ihmc.us

جدول ۵: خلاصهٔ مقاله به شکل جدول ۵ چ

چه کسانی؟ معلم‌ها یا دانش‌آموزان
چه چیزهایی؟ نشانه‌های دیداری برای بیان ایده‌ها یا انتقال مفاهیم
چه جایی؟ همهٔ رشته‌ها به ویژه آموزش علوم تجربی
چه زمانی؟ پیش از؛ در حین و پس از واحد یادگیری؛ به عنوان ابزار ارزشیابی
چرا؟ تفکر سطوح بالاتر، درک بهتر و یادگیری پایدارتر، یادگیری ذهن‌محور، هوش‌های چندگانه، آموزش زبان و...

پی‌نوشت

1. Graphic organizers (visual organizers)
2. infographics
3. Venn diagram
4. Sequence charts
5. Concept maps
6. Flow charts
7. Mind maps
8. 5W
9. Tony Buzan

منابع

1. Bransford, J., Brown, A. L., & Cocking, R.R. (Eds.), (1999), How people learm: Brain, Mind, Experience, and School, Washington, D.C.: National Academy Press.
2. Goss, Patricia A., (2009), The influence Of Graphice Organizers On Student" Ability To Summarize And Comprehend Science Content Regarding The Earth's Changing Surface.
3. Mintzes, J. J., Wandersee, J. H., & Novak, J. D. (2000), Assessing science understanding: A human constructivist view. San Diego: Academic Press.
4. Novak, J. D.m & Gowin, D. B. (1984), Learning how to learn. New York, Ny: Cambridge University Press.
5. Rebich, Stacy, Gautier, Catherine, (2005), Concept Mapping to Reveal Prior Knowledge and Conceptual Change in a Mock Summit Course on Global Climate Change, Journal of Geoscience Education, v. 53, n. 40.
6. Struble, Janet (2007), Using graphic organizers as formative assessment, Science Scope.

وبگاه‌ها

7. http://www.graphic.org/index/html
8. http://eduscapes.com/tap/topic73.htm
9. http://www.eduplace.com/kids/hme/k_5/graphorg
10. http://www.everythingesl.net/inservices/grafic_organizers.php
11. http://www.somers.k12.ny.us/intranet/skills/thinkmaps.html
12. www.grafic.org/goindex.html
13. www.eduplace.com/graphicoganizer
14. www.mcps.k12.md.us/curriculum/science/instr/wrgrorg.htm

آغازگر منظومهٔ معرفتی زمین‌شناخت

نیکلا استنو، پدر زمین‌شناسی

رضا نداف، دبیر زمین‌شناسی
شهرستان قوچان

چکیده

نیکلا استنو (۱۶۳۸– ۱۶۸۶) در زمرهٔ محققانی بود که تاریخ زمین را، به اســتناد شواهد بر جای مانده از میلیون‌ها سال قبل بازگــو کرد. او باور داشــت که زمیــن راز و رمزهای تاریخ خویش را در ســاختار زمین‌شناســی لایه‌های خود یا همان لایه‌های افقی ســنگ‌ها آشــکار می‌کند. اگرچه استنو کار خویش را به‌عنوان یک متخصص کالبدشناســی آغاز کرد، امــا اعطای لقب پدر زمین شناســی به او، به دلیل تنظیم ســه اصل زمین‌شناســی(اصل روی هم قرار گرفتن لایه‌ها، اصل افقی بودن و اصل تداوم جانبی لایه‌ها) شایستهٔ اوست. او این اصول اساسی را در عرصهٔ جدیدی از علم زمین‌شناسی مطرح کرد، آنگاه از علم کناره گرفت و بقیهٔ عمر خود را به عنوان یک مُبلغ کاتولیک در اروپای شمالی به سر برد.

کلیدواژه‌ها: روی هم قرار گرفتن لایه‌ها، افقی بودن لایه‌ها، تداوم جانبی لایه‌ها، فسیل‌های دریایی، پرسشگری دکارتی، فسیل گلوسوپترا

شیفتهٔ دانش

نیلز استنسن[1] در اول ژانویه ۱۶۳۸ در شهر کپنهاگ دانمارک به دنیا آمد. پدرش استن پدرسون[2] و مادرش آن نیلزدتر[3] نام داشتند. استن طلاساز ماهری بود و پادشاه دانمارک یکی از مشتریان دائمی او بود. پادشاه اغلب در صورت حساب خرید طلای خویش اهمال می‌کرد، اما باز هم خانوادهٔ پدرسون زندگی راحتی داشتند. نیلز در سنین سه تا شش سالگی به بیماری ناشناخته‌ای مبتلا شد

و هنگامی که بهبود یافت پدرش از دنیا رفت و خانوادهٔ او دیگر منبع درآمدی برای زندگی نداشتند. مادرش دوباره ازدواج کرد، اما شوهر جدید وی نیز یک سال بعد از دنیا رفت و او برای بار سوم ازدواج کرد. اوضاع بی‌ثبات دوران کودکی نیلز در بقیهٔ زندگی‌اش نیز تأثیر داشت. از سوی دیگر، سال‌های میانی آن قرن دوران بسیار بدی برای دانمارک بود. در سال ۱۶۱۸ جنگ سی ساله‌ای که اروپا را ویران کرد، بین کاتولیک‌ها و پروتستان‌ها آغاز شد. همچنین در خلال سال‌های ۱۶۵۴ تا ۱۶۵۵ طاعون جان حدود یک‌سوم از مردم دانمارک را گرفت.

در این اوضاع نیلز تحصیلاتش را در آموزشگاهی به نام ور فرو اسکول وابسته به کلیسای لوتری[۴] به پایان رساند. آموزشگاهی که حدود نیمی از دانشجویان آن براثر ابتلا به طاعون جان خود را از دست دادند. در آن زمان رسم بر این بود که افراد تحصیل کرده نام و نام خانوادگی خود را به زبان لاتین تغییر می‌دادند، نیلز هم نام خود را به لاتین تغییر داد و با لاخره نیکلاس استنو[۵] خوانده شد. استنو زبان لاتین را در آموزشگاه مذکور نزد الهبورش[۶] فرا گرفت. بورش به موضوعات زیادی علاقه داشت و پزشک قابلی بود. او نقش مهمی در علاقه‌مندی استنو به علم داشت. انجام آزمایش‌های علمی او سخت استنو را تحت تأثیر قرار می‌داد. دوستی آن دو بر اساس عشق مشترکی که به طبیعت و روش تجربی داشتند، شکل گرفت.

اعطای لقب پدر زمین شناسی به او، به دلیل تنظیم سه اصل زمین‌شناسی(اصل روی هم قرار گرفتن لایه‌ها، اصل افقی بودن و اصل تداوم جانبی لایه‌ها) شایستهٔ اوست

در سال ۱۶۵۶ استنو برای تحصیل در رشتهٔ پزشکی وارد دانشگاه کپنهاگ شد، اما بدبختانه زمان مناسبی برای دانشگاه رفتن نبود، زیرا کشور درگیر جنگ با سوئد شده بود. غذا و سوخت در دانشگاه بسیار کم بود. بسیاری از استادان و دانشجویان به جنگ پیوستند و کسانی که ماندند می‌بایست خودشان درس می‌خواندند، اما این مسئلهٔ مهمی برای استنو نبود و او با علاقهٔ تمام مطالعه می‌کرد. در این زمان او مجله‌ای به نام کی اوس[۷] را اداره می‌کرد. شناختی که ما امروزه در مورد مطالعات، تلاش‌ها، شخصیت و تفکرات استنو داریم، حاصل بازتاب آن‌ها در این مجله است.

معمای فسیل‌های دریایی

توماس بارتولین، استاد آناتومی دانشگاه کپنهاگ بود که به دلیل کشف رگ‌های لنفاوی در بدن شهرتی به دست آورده بود. لنف مایع زرد رنگ شفافی است که نقش مهمی در سیستم ایمنی بدن و حمل موادی خاص در بدن دارد. بارتولین سخنران چیره‌دستی هم بود و درست قبل از آمدن استنو به دانشگاه بازنشسته شد. ولی تداوم دوستی آن‌ها سبب شد تا استنو با جایگاه آناتومی و نیز معمای فسیل‌های دریایی آشنا شود. در مناطق کوهستانی اجسامی شبیه به صدف‌ها و سایر موجودات دریایی در میان صخره‌ها یافت می‌شدکه اگر چه شکل ظاهری آن‌ها به جانوران دریایی شباهت داشت، اما ترکیب آن‌ها به جای صدف‌های ترد و شکننده از جنس سنگ‌های سخت بود. آیا شباهت آن‌ها به موجودات زنده کاملا" اتفاقی بود یا واقعاً بقایای موجودات دریایی گذشته بودند؟

مسیحیان معتقد بودند که زمین و همهٔ موجودات زنده را خداوند در شش روز آفریده است، و در این میان، در روز سوم خشکی‌ها و دریاها از همدیگر جدا شدند و در روز پنجم پرندگان و جانوران دریایی آفریده شدند. بنابراین به نظر استنو چگونه ممکن بود که بقایای موجودات دریایی قدیمی در روی خشکی‌ها یافت شوند؟ (در آن زمان به هر چیزی که از زمین کنده می‌شد فسیل می‌گفتند).

شاید وقوع سیلی که در تورات به آن اشاره شده است (توفان نوح) می توانست پاسخی برای این سؤال باشد. اما آن سیل تنها مدت نسبتاً کوتاهی سر تا سر زمین را فراگرفته بود و جانوران دریایی نمی‌توانستند در این فرصت کوتاه خود را به مناطق بلندی که امروزه فسیل آن‌ها در آنجا یافت می‌شود برسانند. در ضمن، ترکیب پوستهٔ بدن آن‌ها با ترکیب فسیل‌ها فرق داشت. بحث‌هایی که بر سر این موضوع در می‌گرفت، عده‌ای را خشمگین می‌کرد.

استنو شیفتهٔ مباحثی بود که بارتولین مطرح می‌کرد و بر این اساس چندین یادداشت را در مورد فسیل‌ها در نشریهٔ خود چاپ کرد. اما از سوی دیگر او همچنان به تحصیل پزشکی ادامه می‌داد و علاقهٔ ویژه‌ای به علم

تشریح داشت. او ابتدا می‌خواست در رشتهٔ ریاضیات تحصیل کند، اما پزشکی چشم‌انداز حرفه‌ای بهتری را برای آینده داشت. برای او علم تشریح امری قابل درک و منطقی به نظر می‌آمد و شاید به همین دلیل تشریح می‌توانست عطش او را در زمینهٔ ریاضیات فرو نشاند.

بعد از سه سال اقامت در کپنهاگ استنو با معرفی نامه‌ای که از بارتولین دریافت کرده بود به هلند رفت. او در شهر آمستردام مهمان یکی از دوستان بارتولین به نام ژرهارد بلاز شد. بلاز یک پزشک بود که استنو توانست تشریح را به‌طور خصوصی نزد او فرا گیرد.

کشف مجرای بزاقی

یک روز استنو مشغول بررسی سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌های آروارهٔ جسد یک گوسفند بود. او سمبهٔ فلزی را که در دست داشت به درون مجرایی وارد کرد و متوجه شد که نوک سمبه با دندان‌های حیوان برخورد کرده است. استنو مجرای غدد بزاقی بنا گوشی به داخل دهان را یافته بود. تا آن روز کسی از وجود این مجرا خبر نداشت. غدد بنا گوشی ، بزاق لازم برای دهان را تولید می‌کنند. او این موضوع را با استاد خود در میان گذاشت. اما بلاز تصور کرد که استنو اشتباه کرده و وی به‌طور اتفاقی سمبهٔ خود را به داخل جایی در گونهٔ حیوان فرو کرده است. اما استنو به کار خود در زمینهٔ تشریح ایمان داشت. استنو ثابت کرد که گونهٔ حیوان در حین تشریح سوراخ نشده، بلکه مجرایی به طور طبیعی وجود داشته است. اما بلاز معتقد بود این وضعیت ناشی از وجود یک ناهنجاری قبلی در گونهٔ حیوان بوده است. بعد از گذشت سه ماه استنو آمستردام را به مقصد شهر لیدن[9] ترک و در سال ۱۶۶۰ در دانشگاه آنجا نام نویسی کرد . استنو این بار سر گوسفندی را نزد استاد جدید خویش تشریح و او را هیجان زده کرد. استاد پی به کشف جدید استنو برد. هنگامی که خبر این یافته‌های جدید به آمستردام رسید بلاز را خشمگین ساخت و مدعی شد که استنو کشف او را دزدیده است و به انتشار مطالب استنو در مورد کشف جدیدش اعتراض کرد و به همین طریق می‌خواست او را از ادامهٔ کار باز دارد. استنو می‌دانست که ادعای بلاز دروغی بیش نیست، اما چگونه می‌توانست حریف آناتومیست معروفی همچون بلاز شود؟ او به تلاش‌های خود ادامه داد تا مهارت‌های بیشتری را در تشریح کسب کند. او در سال ۱۶۶۲ میلادی مقاله‌ای با عنوان «بررسی‌های کالبدشناسی روی غدد» را منتشر کرد. وی در این مقاله علاوه بر غدد بنا گوشی سایر غدد موجود در سر را نیز توصیف کرد. مقالهٔ معتبری که استنو نگاشته بود هم به اشتباهات علمی بلاز اشاره داشت و هم توانایی فوق العادهٔ خودش را در زمینهٔ کالبدشناسی نشان می‌داد . موفقیت استنو سبب انفعال بلاز شد و حسادت او را بر انگیخت. مجرایی که ارتباط بین غدد بنا گوشی و دهان را برقرار می‌کند امروزه به نام استنو[10] شناخته می‌شود.

در سال ۱۶۶۳ استنو به دلیل در گذشت ناپدری‌اش مجبور شد به کپنهاگ برگردد. در سال ۱۶۶۴ نتایج تحقیقات چندین سالهٔ خود را در شهر لیدن با عنوان «ماهیچه‌ها و غدد» انتشار داد و به دنبال آن مدرک دکترای پزشکی دانشگاه لیدن به او اهدا شد. استنو در آرزوی استخدام در دانشگاه کپنهاگ بود، ولی پذیرفته نشد. او همچنان به کار خود ادامه داد و یک سال را در پاریس اقامت کرد.

پرسشگری دکارتی

استنو اعتقاد داشت برای آنکه عمل یادگیری یک موضوع به بهترین وجه ممکن انجام شود، باید مستقیماً آن موضوع را مطالعه کرد. برای مثال هنگامی که فردی یک قطعهٔ ادبی را می‌خواند به راحتی می‌تواند آن را بفهمد، اما درک تفسیر ادیبانه‌ای که دیگران دربارهٔ آن نوشته‌اند، چندان راحت نیست. بنابراین فردی که به گیاهشناسی علاقه‌مند است باید به مطالعهٔ گیاهان در طبیعت یا تصاویر آن‌ها در کتاب‌ها بپردازد. اگر چه استنو مدام با کتاب سروکار داشت، اما معتقد بود که نمی‌توان به همهٔ مطالب آن‌ها اعتماد کرد و برای پیشرفت علم، اثبات درستی مطالب آن ضروری است. در قرن هفدهم میلادی فیلسوف و ریاضی‌دان فرانسوی، رنه دکارت، شیوهٔ شک‌اندیشی [شک دستوری] در همهٔ پدیده‌ها و ضرورت رسیدن به یقین بر اساس مشاهدهٔ مستقیم یا راه قابل قبول دیگر را مطرح کرد. این تفکر جدید مورد توجه استنو جوان نیز قرار گرفت.

تا سال ۱۶۶۵ استنو همچنان مشغول کار روی تشریح مغز بود. اگرچه تا آن زمان، دیگران مطالب زیادی در مورد ساختمان و طرز کار مغز نگاشته بودند، اما استنو دریک

استنو زبان لاتین را در آموزشگاه مذکور نزد اله‌بورش ۶ فرا گرفت. بورش به موضوعات زیادی علاقه داشت و پزشک قابلی بود. او نقش مهمی در علاقه‌مندی استنو به علم داشت. انجام آزمایش‌های علمی او سخت استنو را تحت تأثیر قرار می‌داد

سخنرانی عمومی در پاریس اعلام کرد که ما چیز زیادی دربارهٔ این اندام نمی‌دانیم. سخنان جسورانهٔ استنو سبب بهت و حیرت حاضران شد. کالبدشناس جوان شروع به توضیح نظرات خود کرد و گفت او آغازگر راهی است که متکی به نوشته‌های کالبدشناسان قرون قبلی نبوده است، زیرا آنان تنها روش‌هایی را که از قبل متداول بوده در تشریح مغز به‌کار می‌بردند، اما قصد او کشف دقیق آن‌ها به روش خود اوست و در این زمینه تنها مشاهدهٔ مستقیم را می‌پذیرد. سخنان استنو با عنوان «گفتارهایی دربارهٔ کالبدشناسی مغز» به‌خوبی فلسفهٔ علمی او را نشان می‌داد.

استنو به کمک اله بورش با روش دکارتی آشنا شد و به روش شک‌اندیشی دکارت اعتقاد پیدا کرد و از اینکه تا به حال روش دکارتی را دیگران به‌کار نگرفته‌اند ناراحت بود. برای مثال طرز کار قلب قرن‌ها برای پزشکان معما بود. ارسطو فیلسوف یونان باستان بر این باور بود که قلب مسئول عواطف و هوش فرد است. در قرن دوم میلادی جالینوس[11] گفت که قلب سرچشمهٔ حرارت بدن و جایگاه روح انسان است. قلب روح حیات[12] را می‌سازد که به کمک خون در بدن به گردش در می‌آید و به موجود حیات می‌بخشد. دکارت گفت که قلب همانند یک کوره است و هنگامی که خون از داخل آن عبور می‌کند گرم و منبسط می‌شود و در نتیجه در رگ‌ها جریان می‌یابد.

استنو در این مورد کنجکاو شد و تصمیم گرفت هنگام بازگشت به شهر لیدن در این مورد تحقیق کند. او قلب یک گاو نر را از قصابی خرید و آن را پخت و سپس به‌دقت لایهٔ محافظ خارجی را از آن جدا کرد. رشته‌هایی شبیه بافت ماهیچه‌ای در آن دیده می‌شد. رشته‌ها به گونه‌ای قرار داشتند که انقباض آن‌ها می‌توانست خون را با شدت در میان رگ‌ها جاری سازد. استنو ماهیچه‌های قلب خرگوش را تشریح کرد تا بتواند آن را با ماهیچه‌های قلب گاو مقایسه کند. او متقاعد شد که ماهیت این اندام در هر دو حیوان یکسان است وقلب تنها یک ماهیچهٔ ساده است که در جهت فرستادن خون به بخش‌های مختلف بدن کار می‌کند. گاهی بعضی چیزها به همان سادگی که دیده می‌شوند هستند. در عین حال این موضوع ذهن او را نسبت به روش دکارتی مغشوش و شبهاتی را برایش مطرح کرد. در همین زمان او تصمیم گرفت از آمستردام به پاریس برود.

دکارت در کتاب جستارهایی دربارهٔ انسان[13] ادعا کرد که بدن انسان همانند یک ماشین ساده است و غدهٔ صنوبری هماهنگ‌کنندهٔ حرکات بدن بر اساس احساس روح خواهد بود. او تصور می‌کرد همانند نخ‌هایی که برای گرداندن و حرکت عروسک [خیمه‌شب‌بازی] نقش دارند، غدهٔ صنوبری نیز سبب ایجاد حرکت بدن می‌شود. به‌نظر می‌رسد این ایده از فرضیه‌های مربوط به کالبدشکافی‌های غیر دقیق ویا اقتباس از یادداشت‌های نادرست دیگران ناشی شده است. استنو در کالبدشکافی‌هایی که در پاریس انجام داد، دریافت که غدهٔ صنوبری کاملاً بی‌حرکت و ساکن است و نمی‌تواند عملی را که دکارت برای آن مدعی بود، انجام دهد. لذا به‌نظر استنو کالبدشناسی دکارتی بر اساس استدلال قیاسی اشتباهی بود که در آن حدس و گمان بر آزمایش و تجربه برتری داشت و این موضوع برای استنو آزاردهنده بود.

دکارت برای اثبات چیزها، دلایل منطقی خود را داشت، اما به‌نظر استنو ایده‌های دکارت درحالی که او در زمینهٔ تشریح حتی از مسائل ابتدایی نیز غافل بود نمی‌توانست قابل اعتماد باشد. از نوشته‌های استنو در مجلهٔ خود او چنین برمی‌آید که همواره ایمان عمیقی به خالق جهان داشت وحوادث بعدی زندگی‌اش او را در اندیشه‌های معنوی بیشتری فرو برد. با این‌حال استنو بر خلاف دکارت، طرفدار به‌کارگیری روش تجربه در علم بود.

او از ماندن در پاریس، یعنی جایی که در آن کسی دوست نداشت در مورد جناب دکارت انتقادی مطرح شود، خسته شد و تصمیم گرفت دوباره پاریس را ترک کند.

تا سال ۱۶۶۵ استنو همچنان مشغول کار روی تشریح مغز بود

مطالعه در مورد انقباض ماهیچه‌ای

در سال ۱۶۶۶میلادی استنو از مسیر کوه‌های آلپ به سوی ایتالیا راه افتاد. تماشای کوه‌های عظیم او را بهت‌زده می‌کرد و از دیدن طبقات سنگ‌ها لذت می‌برد. در بین راه به‌یاد معمای فسیل‌های دریایی افتاد.

او تصمیم گرفت به جست‌وجوی اندیشمندانی بپردازد که به مطالعهٔ علم از طریق تجربه معتقد بودند. یکی از این مردان فرانسیسکو ردی[14] نام داشت که پزشک دوک بزرگ بود. او از جمله کسانی بود که نظریهٔ خلق الساعهٔ موجودات را رد می‌کرد، زیرا عده‌ای تصور می‌کردند که حشرات از مدفوع جانوران یا از گوشت در حال فاسد شدن به وجود می‌آیند، اما ردی نشان داد که اگر گوشت را با پوششی بپوشانند، در این صورت هیچ حشره‌ای به‌وجود نمی‌آید، زیرا قبل از به‌وجود آمدن حشره نیاز به این است که حشره در داخل گوشت تخم‌گذاری کند تا تبدیل به نوزاد شود. ردی عضو انجمنی به نام سیمنتو[15] بود که اعضای آن طرفدار علم به شیوهٔ آزمایش بودند. این گروه از سوی فردیناند دوم[16] دوک بزرگ توسکانی[17] و برادرش شاهزاده لئوپولدو[18] که از خاندان مدیسی[19] بودند حمایت می‌شد. برادران مدیسی تنها حامی مالی انجمن نبودند، بلکه خود نیز فعالانه در آزمایش‌های علمی و بحث‌های انجمن شرکت می‌کردند. آن‌ها سخاوتمندانه مواد و تجهیزات لازم برای انجام آزمایش‌های علمی را برای انجمن تأمین می‌کردند. برادران مدیسی پذیرای استنو به انجمن شدند. دوک بزرگ او را به عنوان پزشک بیمارستان نوا[20] در شهر سانتاماریو[21] منصوب کرد و بدین

ترتیب استنو فرصتی یافت تا اوقات زیادی را به تحقیقات مورد علاقهٔ خویش بپردازد.

استنو تحقیقات جدیدی را در مورد انقباض ماهیچه‌ها آغاز کرد. در آن زمان کالبدشناسان بر این باور بودند که ماهیچه‌ها به خاطر فشاری که بر آن‌ها وارد می‌شود حرکت می‌کنند و منقبض می‌شوند. اما چگونه چنین چیزی امکان پذیر بود؟ مسلماً غدهٔ صنوبری در این کار نقشی نداشت. بر اساس یک فرضیه، مایعاتی که به داخل ماهیچه هجوم می‌آوردند سبب تورم آن می‌شد. استنو به همراه سایر اعضای انجمن سیمنتو تصمیم گرفت این موضوع را بررسی کند. او نشان داد که وقتی ماهیچه منقبض می‌شود اندازهٔ آن از نظر هندسی تغییر نمی‌کند، بلکه در جریان انقباض حجم ماهیچه ثابت می‌ماند و تنها شکل رشته‌های ماهیچه تغییر می‌کند.

در سال ۱۶۶۷ این نتایج در کتاب با عنوان اصول شناخت ماهیچه‌ها[۲۲] انتشار یافت.

فسیل گلوسوپترا[۲۳] یا سنگ زبان

در پاییز ۱۶۶۶ میلادی، هنوز استنو منتظر کتاب خود بود که موضوع شکار کوسه‌ماهی بزرگی به وزن حدود ۲۸۰۰ پوند (۱۲۷۰کیلوگرم) منتشر شد. این جانور در سواحل لیورنو[۲۴] به دام افتاده بود. فردیناند از استنو خواست تا سر جانور را که به فلورانس آورده بودند تشریح کند. استنو مدتی اندام حیوان را وارسی کرد و سپس با دقت پوست و بافت نرم سر را تشریح کرد و اعصاب و مغز کوچک حیوان را مورد آزمایش قرار داد. دیدن این منظرهٔ هیجان‌انگیز برایش باور کردنی نبود. طول دندان‌های حیوان تقریباً به اندازهٔ ۳ اینچ (۷/۶ سانتی‌متر) بودند و هر آرواره ۱۳ ردیف دندان داشت، اما شکل دندان‌ها توجه استنو را به خود جلب کرد. آن‌ها شباهت زیادی به فسیل گلوسوپترا داشتند که نخستین بار بارتولین با آن آشنا شده و هنوز فسیل را نزد خود نگه داشته بود. فسیل گلوسوپترا گاهی سنگ زبان نامیده می‌شد. این فسیل سنگی مثلثی شکل، مضرس، سیاه و سخت بود. مردم خواص فوق‌العاده‌ای برای آن قائل بودند و در درمان نارسایی گفتاری تا درمان مسمومیت‌ها از آن استفاده می‌کردند. منشأ این فسیل برای همه نامعلوم بود. عده‌ای آن‌ها را زبان سنگ شدهٔ دارکوب می‌دانستند و عده‌ای دیگر تصور می‌کردند که از آسمان سقوط کرده است. به‌نظر می‌رسید که آن‌ها بعد از بارش باران سنگین روی زمین فراوان می‌شوند و بنا به عقیدهٔ عده‌ای احتمالاً تیغه‌های مضرسی از نور آذرخش بودند. بر اساس انجیل، ماری زهرآگین پل مقدس از حواریون مسیح را در جزیرهٔ مالت نیش می‌زند، اما در او تأثیری نمی‌کند. مردمان جزیرهٔ مالت تصور می‌کردند که نفرین پل مقدس زهر مار را بی‌تأثیر کرده است و طبیعت به احترام این معجزه، شکل گلوسوپترا را به شکل دندان مار افعی درآورده است. اما به‌نظر استنو فسیل گلوسوپترا به دندان کوسه شباهت داشت.

او به صحت این داستان‌ها باور نداشت و مطمئن شده بود که ماهیت فسیل گلوسوپترا را تشخیص داده است. استنو در ابتدا سنگ زبان(گلوسوپترا) را با دندان کوسه مقایسه کرد. اما اگر آن‌ها دندان کوسه بودند، پس چرا در خشکی‌ها یافت می‌شدند؟ و چرا مواد سازندهٔ آن‌ها با مواد سازندهٔ دندان کوسهٔ زنده متفاوت بود؟ مطرح شدن این سؤالات معمای فسیل‌های دریایی را به یاد او آورد. در واقع بعضی اجزای موجودات دریایی که در روی زمین یافت می‌شدند، شباهت زیادی به گلوسوپترا داشتند. اما مردم عقیده داشتند که آن‌ها خودشان خودبه خود در داخل زمین از سیالی غنی از مواد معدنی به کمک نیروهایی مرموز شکل گرفته و در مکان‌های مختلف قرار داده شده‌اند. مردم ادعا می‌کردند سنگ‌ها و اشیای بی‌جانی را که قادرند رشد و تکثیر کنند، در حاشیهٔ جاده و در صحرا می‌بینند و فسیل‌هایی که به موجودات زندهٔ دریایی شباهت دارند، در واقع شوخی طبیعت‌اند.

استنو آزمایش‌های خویش را آغاز کرد. او فسیل گلوسوپترا را دقیقاً با دندان کوسه از نزدیک مقایسه کرد و به این نتیجه رسید که هر دو مشابه همدیگرند. او دلایلی را که به تئوری رشد خودبه‌خودی موجودات[۲۶] اشاره داشتند، با استدلال‌های منطقی رد کرد وشواهد کالبدشناسی دال بر تأیید ایده‌اش را بیان داشت. او توضیح داد که با وجود ثابت ماندن شکل ظاهری موجود، ترکیب شیمیایی می‌تواند در حین فسیل شدن تغییر کند. او در گزارش خویش به دوک بزرگ، زیرکانه بیان داشت که دور از حقیقت نیست اگر گلوسوپترا را دندان فسیل شدهٔ کوسه بدانیم.

استنو عمیقاً مجذوب مطالعه دربارهٔ زمین شد و تصمیم گرفت تا مطالعهٔ تاریخ طبیعی را دنبال کند. او اعتقاد داشت همان‌گونه که ساختمان بخش‌های مختلف بدن نشانگر نوع عملکرد آن‌هاست، ساختمان زمین نیز چنین وضعیتی دارد و وجود فسیل‌های دریایی در مناطق مرتفع و کوه‌ها روی زمین عجیب‌اند. به نظر استنو برای دست‌یابی به واقعیت‌های تاریخ زمین بهتر است به‌جای استناد به عقاید قدیمی یا کتاب مقدس [تحریف‌شده] به مطالعهٔ خود زمین پرداخت. او اعتقادات مذهبی عمیقی داشت، اما شروع به تفکر انتقادی از اعتقادات خویش کرد. استنو به تماشای محیط اطراف خویش پرداخت، اما برایش خیلی دشوار بود که بپذیرد این مکان‌ها تنها در عرض چند روز به وجود آمده‌اند. بررسی دقیق لایه‌های رسوبی، کوه‌ها و فسیل‌های درون زمین گویای داستان دیگری بودند.

شکل بعضی از فسیل‌ها شباهت زیادی به موجودات دریایی امروزی داشتند که صدف آن‌ها در میان گل‌های نرم قرار گرفته و قالبی از آن‌ها تشکیل شده است، آن‌گاه با دخالت عوامل بعدی تبدیل به فسیل‌هایی سخت شده و با حفظ شکل

از نوشته‌های استنو در مجلهٔ خود او چنین برمی‌آید که همواره ایمان عمیقی به خالق جهان داشت وحوادث بعدی زندگی‌اش او را در اندیشه‌های معنوی بیشتری فرو برد. با این‌حال استنو بر خلاف دکارت، طرفدار به‌کارگیری روش تجربه در علم بود

اولیهٔ خویش سنگ‌ها قرار گرفته‌اند.

او اعتقاد داشت که سنگ‌ها به دنبال فرایند رسوب‌گذاری به‌صورت افقی در داخل آب‌ها تشکیل می‌شوند. کانی‌ها و سایر ذرات موجود در آب بر اساس وزن خود به کف آب می‌رسند. و هر لایه تا جایی که آب وجود دارد می‌تواند ادامه داشته باشد. به همین ترتیب لایه‌های زیرین زودتر از لایه‌های بالایی سخت‌تر شده‌اند. این فرایند پیوسته رخ می‌دهد وهر لایه بخشی از تاریخ زمین شناختی را بازگو می‌کند. استنو بر این باور بود که این اتفاقات پوسته می‌بایست خیلی بیشتر از زمان ۶۰۰۰سال که در کتاب مقدس برای سن زمین ذکر شده رخ داده باشد. امروزه دانشمندان سنی معادل ۶/۴ میلیارد سال برای زمین تعیین کردند.

در سال ۱۶۶۷ استنو برخی از یافته‌های خویش را دربارهٔ تشریح سر کوسه انتشار داد. این گزارش ضمیمهٔ مقالهٔ وی دربارهٔ ماهیچه‌ها بود که هنوز به چاپ نرسیده بود.

پیشرو در علم

دوک بزرگ برای استنو حقوقی مقرر کرد و به عضویت کامل انجمن سیمنتو درآمد. او با اتکا به این حقوق می‌توانست به مطالعهٔ موضوعات جدید مورد علاقهٔ خویش در زمین شناسی بپردازد. استنو با مسافرت در اطراف توسکانی به جمع‌آوری فسیل‌ها و در کوه‌ها به مطالعهٔ لایه‌های رسوبی پرداخت. همچنین به مطالعهٔ آناتومی نیز ادامه می‌داد و به نتایج اعجاب‌انگیزی دست یافت. افراد ماده در بسیاری از گونه‌های جانوری تخم‌گذاری می‌کنند اما استنو نشان داد جنس‌های ماده‌ای که بچه‌های خود را به دنیا می‌آورند نیز در داخل اندام تخم‌دان خویش سلول تخم تولید می‌کنند. این مسئله از آن جهت اهمیت داشت که مردم آن زمان عموماً معتقد بودند جنین تنها از جنس نر به وجود آمده و جنس ماده همچون یک ماشین جوجه‌کشی فقط از آن مراقبت می‌کند. در عین حال استنو بیشترین وقت خود را صرف کشف رمزهای تاریخ می‌کرد و از اطلاعات آناتومی موجود در تشخیص ساخت‌های زمین‌شناسی بهره می‌برد.

استنو در کاوش‌های علمی و پیشرفت‌های قابل توجه خویش آزادی عمل داشت و از آن‌ها لذت می‌برد، اما متأسفانه در پاییز ۱۶۶۷ سه حادثه تأثیر عمیقی را در مسیر زندگی او برجای گذاشتند. اتفاق اول انتخاب لئوپولدو به عنوان کاردینال بود که دیگر نمی‌توانست مانند سابق سیمنتو را اداره کند. در اتفاق دوم استنو نامه‌ای از پادشاه دانمارک دریافت کرد که از او خواسته بود به میهنش برگردد و پیشنهاد یک حقوق خوب را به او داده بود. اما استنو به مذهب کاتولیک گرویده بود و به دلیل این‌که مذهب کاتولیک در دانمارک ممنوع اعلام شده بود خبر خوشایندی برای پادشاه دانمارک نبود. استنو نامه‌ای به پادشاه نوشت و این موضوع را به اطلاع او رساند.

به نظر استنو برای دست‌یابی به واقعیت‌های تاریخ زمین بهتر است به‌جای استناد به عقاید قدیمی یا کتاب مقدس به مطالعهٔ خود زمین پرداخت

اگرچه این پیشنهاد قبلاً می‌توانست برای او فوق‌العاده باشد، اما دانمارک محیط مناسبی برای تحقیقات زمین‌شناسی وی نبود. او احساس می‌کرد که مطالعات جدیدش به پایان خویش نزدیک می‌شوند و با شتاب بیشتری به مشاهدهٔ صدف‌ها، لایه‌های سنگ‌ها و بلورها ادامه داد. در سال ۱۶۶۸ تفسیرهای خویش را به رشتهٔ تحریر درآورد[۲۷].

این کتاب که با نام prodromus معروف شد، شاهکار استنو به حساب می‌آید که لقب بنیانگذار علم زمین‌شناسی را برای او به ارمغان آورد. اگرچه رسالهٔ مذکور ناتمام ماند، اما آن‌قسمتی که انتشار یافت مجموعه‌ای غنی از ایده‌های منطقی بود که به‌طور واضح توضیح داده شده بود و کالبد دانش نوپای زمین شناسی را تشکیل می‌داد.

اصول مطرح شده در این کتاب پایه‌های مطالعات زمین‌شناسی را برای آینده ترسیم کرد. استنو در پاسخ به این سؤال اساسی که چگونه لایه‌های رسوبی مختلف روی هم تشکیل می‌شوند، سه اصل اساسی در زمین شناسی را ارائه داد. نخست، اصل توالی طبقات[۲۸] است که وضعیت طبقات رسوبی در پوستهٔ زمین سن نسبی آن‌ها را نشان می‌دهد، به این معنا که هر لایهٔ رسوبی از لایه‌های بالایی خود قدیمی‌تر و از لایه‌های زیرین خود جوان‌تر است. هنگامی که لایه درحال تشکیل است، مواد در بخش بالایی آن به شکل سیال‌اند و طبقهٔ پایینی آن سخت شده است.

دوم، اصل افقی بودن اولیهٔ طبقات[۲۹] است که بیان می‌دارد لایه‌های رسوبی به دنبال رسوب‌گذاری آب یا گاهی باد به شکل افقی تشکیل شده‌اند وعدم افقی نبودن لایه‌ها به دلیل تغییراتی است که به دنبال حرکات پوستهٔ زمین بعد از رسوب‌گذاری ایجاد شده است. برای مثال یک فوران آتش‌فشانی با یک جریان قوی آب می‌تواند، توالی چینه‌شناسی لایه‌ها را بر هم زند.

سوم، اصل تداوم جانبی طبقات[۳۰] که برطبق آن طبقات رسوبی در تمام جهات گسترش داشته‌اند.

امروزه ممکن است این اصول کاملاً ساده به نظر آیند، اما استنو نخستین کسی است که آن‌ها را توضیح داد. او همچنین به نحوهٔ تشکیل بلورها توجه کرد. در یک بلور معین با وجود شکل و اندازهٔ آن، زاویه‌های دوسطح مشخص همیشه با هم برابرند که در واقع همان قانون ثابت بودن زوایای بین سطوح است.

در اروپای آن روزها قبل از موافقت بخش سانسور، هیچ‌کتابی حق انتشار نداشت. کتابprodromus مورد تأیید یکی از مأموران بخش بازبینی کتب قرار گرفت، اما مأمور دومی قدری محافظه کارتر بود و استنو را برای تأیید کتابش چند ماه معطل کرد. در این بین استنو نامه‌ای از پادشاه دانمارک دریافت کرد که سمت کالبدشناس سلطنتی در کپنهاگ را به او اعطا داده بود. چنین مقامی برای این‌که

یک کاتولیک شـده بود غیر ممکن به نظر می‌رسـید. استنو کارهـای مربوط به چاپ کتـاب خود را رها کرد و برای مدت دو سال عازم کپنهاگ شد. اما سال‌های خوبی را در دانمارک نداشت و بالاخره اندیشه ادامهٔ تحقیقاتش و همچنین خستگی روحی از وضعیت موجود، وی را برآن داشت تا در سال ۱۶۷۴ میلادی با درخواست از پادشـاه به فکر بازگشت به فلورانس باشد.

پیوستن به مبلغان مذهبی

به هنگام بازگشـت اسـتنو به فلورانس، دوک بزرگ تازه به این منصب رسیده بود و استنو را به سمت معلم خصوصی فرزند یازده سـاله‌اش گمارد. سپس در سال ۱۶۷۵ استنو به مقام کشیشـی رسید و سوگند فقر یاد کرد و در سال ۱۶۷۷ از سـوی پاپ به مقام اسقفی رسـید. او باقی عمر خویش را مرتاضانـه زندگی کرد و به مأموریت‌های مذهبی متعددی در شـمال آلمان، دانمارک و نروژ اعزام شد. استنو برای مردمان فقیر و بی‌خانمان، بسـیار تلاش می‌کرد و می‌کوشـید علاقهٔ مردم را به مذهب افزایش دهد. بسـیاری از افراد پروتسـتان تحت نفوذ استنو به مذهب کاتولیک روی آوردند.

واپسـین سال‌های عمر استنو برایش ملال‌انگیز بودند. او در سـال ۱۶۸۴ نامه‌ای به پاپ نگاشـت و از وی تقاضا کرد تا از سمت خویش مرخص شود. استنو می‌خواست به جایی که شـادترین روزهایش را گذرانده بود یعنـی فلورانس بازگردد، لذا درخواسـت خویش را به‌طور رسمی به پاپ ارائه کرد، اما بدبختانه کشیشـی که استنو با او فعالیت می‌کرد بیمار شد و اقامت کوتاه استنو در شمال آلمان دو سال به درازا کشید.

فداکاری و از خود گذشـتگی استنو باعث شد تا او حتی حلقهٔ اسقفی و صلیب خویش را بفروشد و به فقرا بدهد. سال‌ها کار زیـاد، بی‌خوابی، عبادت و بی‌توجهی به وضع جسـمانی خویش موجب شد تا او به بیماری سختی مبتلا شود. بیماری او را سـنگ کیسهٔ صفرا تشخیص دادند. شکمش متورم شده بود و به شـدت درد می‌کرد. او از کشـیش دیگری خواسـت تا آخرین مراسـم عشـای ربانی او را به‌جا آورد و می‌دانست کـه نمی‌تواند آن را به موقع انجـام دهد. بنابراین طبق روش مرسـوم اعتراف‌نامهٔ خویش را برای خانواده‌اش آماده کرد و از یکی از مریدانش که خود، او را کاتالولیک کرده بود خواست تا برایش مراسـم مربوط به فرد بیمار و مرده را اجرا کند. استنو در ۲۵ نوامبر ۱۶۸۶ درسن ۴۸ سالگی در شهر شورین آلمان درگذشـت. پس از مرگ، تنها مقداری لباس کهنه از او باقی مانده بود. استنو تا ۱۱ماه پس از مرگش دفن نشد. جسد وی در داخل جعبه‌ای که به‌ظاهر محتوی کتاب بود با کشـتی از شهر هامبورگ به فلورانس فرستاده شد. شاید اگر دریانوردان از محتـوای واقعی جعبه آگاهی می‌یافتند، در بردن آن مردد می‌شدند. بقایای جسـد او را در سرداب مدیسی در کلیسای سن‌لورنزو[۳۲] دفن نمودند.

سیصدسـال پس از تولد استنو زائران دانمارکی استنو را یک قدیس معرفی کردند در سال ۱۹۵۳میلادی بقایای پیکر استنو به محراب کلیسای کوچکی انتقال یافت. پاپ پیوس[۳۳] یازدهم، شروع به جمع‌آوری مدارکی کرد تا قدیس بودن او را ثابت کند. در ۲۳اکتبر ۱۹۸۸ پاپ ژان پل دوم اعلام داشـت که برای او ثابت شده استنو جزء قدیس‌ها بوده است.

استنو زندگی علمی کوتاهی داشت، اما نظرات او در کتاب prodromus با گذشت بیش از سیصدسال همچنان مورد توجه بوده و ایده‌های او در همهٔ کتاب‌های درسی زمین‌شناسی ارائه می‌شد. در سال ۱۹۶۹ انجمن زمین شناسی دانمارک به افتخار سیصدمین سالگرد انتشار prodromus اعطای مدال اسـتنو را به فعالیت‌های برجسته در زمینهٔ زمین‌شناسی آغاز کرد.

ازنظر اسـتنو کاملاً واضـح بود که قلب تنهـا یک اندام ماهیچـه‌ای اسـت و حال آن‌که عـده‌ای مخالـف او بودند و نمی‌خواستند باور کنند قلب که از نظر آن‌ها جایگاه روح بود تنها یک عضلهٔ ساده اسـت، همچنین جانشینی موادمعدنی بـه جای مواد آلی در دندان کوسـه چیز عجیبی نبود. تأکید اسـتنو بر این بود که دانشـمندان برای درک نحوهٔ تشـکیل زمین به جای توجه به مسـائل ماورای طبیعت می‌بایسـتی به خود زمین توجه داشـته باشـند. و نیاز بود تا یک کشیش دانمارکی عرصه‌ای از دانش زمین‌شناسی را با بیان سرگذشت چند میلیارد سالهٔ زمین آشکار نماید.

کتاب که با نام prodromus معروف شد، شاهکار استنو به حساب می‌آید که لقب بنیانگذار علم زمین‌شناسی را برای او به ارمغان آورد

پی‌نوشت

1. Niels Stensen 2. sten pedersen
3. Anne Nielsdatter
4. Vor Frue skole 5. Nicolaus steno
6. Ole Borch 7. Chaos 8.Gerhard Blaes
9.Leiden 10.Ductus stenosis 11. Galen
12.Vital spirits 13.On Man
14. Francesco Redi 15. Cimento
16. Ferdinando II 17.Tuscany 18.Leopoldo
19.de,Medici 20. Leopoldo
21. Santa Maria
22. Elements of Muscula Knowledge
23. Glossopetrae
24. Livorno 25. plastic force
26. spontaneous growth theory
27. De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus
28. The law of superposition
29.The principle of original horizontality
30.The principal of lateral extension
31. Schwerin 32. San Lorenzo 33. pius

منبع

katherine Cullen.(2006)Eerth Science: The People Behind the Science. publishing Chelsea House

تولید محتوای الکترونیکی درس علوم زمین «شکستگی‌ها چیست؟»

زهرا پیریایی
کارشناس ارشد ژئومورفولوژی دانشگاه تربیت معلم تهران

اشاره

مدرسهٔ هوشمند، مدرسه‌ای است که برای ایجاد محیط یاددهی- یادگیری و بهبود نظام مدیریتی مدرسه و تربیت دانش‌آموزان پژوهنده طراحی شده است. در این مدارس تولید محتوای الکترونیکی مهم‌ترین و تخصصی‌ترین فاز در ایجاد نگهداری نظام و ارتقای کیفیت آموزش است.

به منظور کمک در به تصویر کشیدن مفاهیم و توضیحات پیچیدهٔ درسی برای دادن شهود بصری به متعلّم می‌توان از قابلیت‌های رایانه‌ای بهره برد. از این امکانات باید برای بیان مفاهیم تئوری و نیز در حال مثال‌ها استفاده شود تا دانش‌آموز بتواند توانایی تصویری خود را نیز در درک آن‌ها به‌کار برد. برای مثال در تدریس شکستگی‌ها (درز و گسل) می‌توان به‌راحتی از خاصیت انیمیشن و عکس استفاده کرد و مفاهیم آن را به تصویر کشید.

استفاده از نرم‌افزارهای الکترونیکی در آموزش و یادگیری زمین‌شناسی، باتوجه به نیازهای روزافزون به یادگیری و کمبود زمان تدریس، به منظور جذاب نمودن درس و ارتقای خلاقیت دانش‌آموزان کمک مؤثری خواهد بود. در اینجا با استفاده از این نرم‌افزار (ستما) به آموزش شکستگی (درز و گسل) با استفاده از فیلم، انیمیشن، تصاویر و کتاب درسی می‌پردازیم.

کلیدواژه‌ها: مدرسهٔ هوشمند، شکستگی‌ها چیست؟، نرم‌افزار سامانهٔ تولید محتوای آموزشی (ستما)

آشنایی با نرم‌افزار محتواساز ستما

در زمینهٔ تولید محتوای آموزشی توأم با رویکرد به‌کارگیری آموزش‌های الکترونیکی از نرم‌افزار ستما به عنوان یک نرم‌افزار ایده‌آل برای ساختن یک رسانهٔ مولتی‌مدیای آموزشی می‌توان استفاده کرد. این نرم‌افزار محصولی از شرکت مجازی دژکام، با کسب مقام اول بین نرم‌افزارهای تولید محتوا و آموزشی در پنجمین نماشگاه رسانهٔ دیجیتال ۹۰ است. این نرم‌افزار امکان تهیهٔ انواع محتواهای آموزشی جذاب را دارد به‌طوری که می‌تواند دانشجویان را به یادگیری مطالب درسی علاقه‌مند سازد و در سریع‌ترین زمان و بدون نیاز به اینترنت، با فرمت swf و exe، هرگونه دانش فنی را، در قالب های متنوع و کاملاً کاربردی الکترونیکی و بدون نیاز به داشتن مهارت برنامه‌نویسی فلش، به اساتید، معلمان، مدیران مدارس و دانش‌آموزان انتقال دهد.

قابلیت‌های نرم‌افزار

ساخت انواع محتواهای آموزشی به صورت تک‌مرحله‌ای و چندمرحله‌ای با عکس، فیلم و صدا؛

امکان طراحی انواع آزمون‌ها با پاسخ تشریحی به همراه ثبت نتایج و ارزشیابی کمی و توصیفی؛

امکان ساخت بیش از ده نوع متفاوت از آزمون‌های مختلف برای هر محتوا یا به صورت مستقل با گرافیک زیبا و استثنایی؛

آرشیو امتیازات مربوط به یک آزمون و نمایش نمودار صعودی روی نمرات؛

امکان ساخت و تعریف قالب‌های چینش مطالب در صفحات آموزشی به صورت دلخواه و بدون محدودیت در تعداد آبجکت‌ها، محل یا نوع آن‌ها؛

امکان استفاده از محتواهای ساخته شده در اینترنت؛

پیش‌نمایش تمام صفحات تدوین شده در ستما؛

پیش‌زمینه‌ها و الگوهای آماده در برنامه؛

ساخت انواع بازی‌های آموزشی تعاملی و پازل؛

اضافه کردن صفحه بین صفحات قبل و بعد؛

اضافه کردن فیلم، انیمیشن، آهنگ، موزیک و فایل‌های صوتی به‌صورت لینک؛

پشتیبانی آنلاین برای نصب نرم‌افزار و تولید محتوا؛

امکان ارائهٔ خروجی با فرمت‌های فلش، Exe، Html و ارسال مستقیم اطلاعات روی وب.

راهنمای نصب

۱. لوح فشرده را داخل درایو CD (سی‌دی رام) قرار دهید.

۲. برنامه به صورت خودکار به اجرا درمی‌آید و مراحل نصب آغاز می‌شوند.

۳. مراحل را دنبال کنید تا برنامه به‌طور کامل نصب شود.

شروع کار با برنامه

مرحلهٔ اول

در این قسمت اطلاعات مربوط به محتوای مورد نظر (نام و نوع پروژه) و فرد سازندهٔ آن را وارد کنید.

مرحلهٔ دوم

برای تولید تعاملی و آزمون تعاملی روی آیکون‌های مربوط، به دلخواه و بسته به نوع کار کلیک کنید.

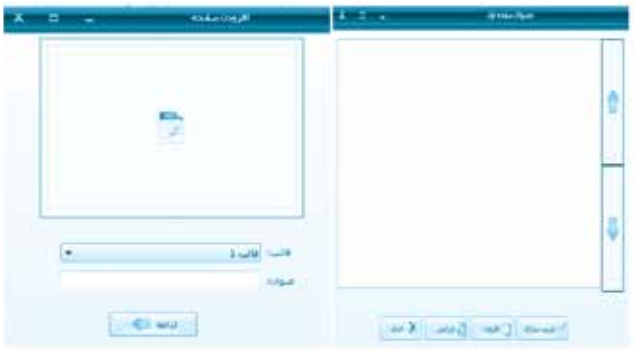
مرحلهٔ سوم

۱. برای تولید محتوای آموزشی، روی صفحهٔ اول کلیک کنید. برای

مدرسهٔ هوشمند مدرسه‌ای است که برای ایجاد محیط یاددهی-یادگیری و بهبود نظام مدیریتی مدرسه و تربیت دانش‌آموزان پژوهنده طراحی شده است

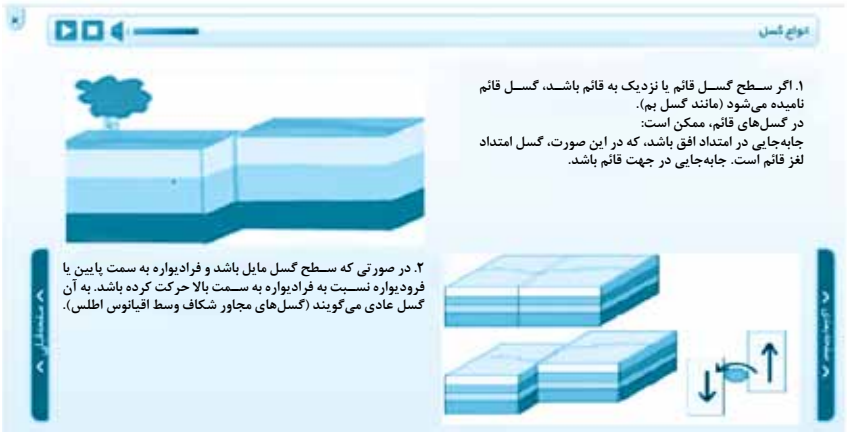
ایجاد صفحات جدید نیز از این آیکون استفاده می‌شود.

۴. در پنجـرۀ پایین با کلیک روی آیکـون افـزودن وارد مرحلـۀ بعدی شـوید. در این مرحله شـما می‌توانید از قالب‌هـای آماده بـرای تولید محتوا استفاده کنید.



۵. در ایـن قسـمت محتـوای درسـی را وارد کنید. شما می‌توانید از انیمیشـن، عکس و فیلم در قالب‌های مربوط استفاده کنید.

۶. بعـد از پایـان کار برای ذخیره سازی و ارائۀ خروجی از آیکون ساخت پـروژه بـا فرمت‌هـای فلـش و Exe استفاده کنید.



منابع
۱. متن کتاب و کلیپ‌های درسی علوم زمین
۲. تصاویر و انیمیشن‌های درس علوم زمین
۳. مدرسۀ هوشمند چیست؟، دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی
۴. شرکت دژکام

برای کسب مدرک آمدند!

پای صحبت دکتر علی درویش‌زاده، چهرهٔ ماندگار زمین‌شناسی کشور

گزارش: آرزو پاک

اشاره

برای معرفی دکتر علی درویش‌زاده نیازی به تحقیق و تفحص نیست. کافی است نامش را در اینترنت جست‌وجو کنید تا صفحات بی‌شماری از بزرگی و عشق او به زمین و زمین‌شناسی پیش چشمانت باز شود. این استاد پیش‌کسوت هر چند که از مصاحبه و شهرت فراری است، اما تخصص و مناعت طبعش به اندازه‌ای است که سایت‌های معتبر علمی، کدی را به وی اعطا کرده‌اند که DNAی کاری و تخصصی‌اش در دنیای دانشمندان به نام دنیاست.

عشق به معلمی او را به اینجا کشانده و ساده‌نویسی در قلمش به گونه‌ای است که هر چه به تحریر درآورده، یا عنوان «کتاب سال» را به خود اختصاص داده یا جزء کتاب‌های برگزیدهٔ تخصصی معرفی شده است. اصلاً سادگی با او به گونه‌ای گره خورده است که اسباب و اثاثیهٔ زندگی‌اش هم آن را به رخ می‌کشند. استاد عاشق زمین با تمامی پستی و بلندی‌هایش است و کوه‌ها و دشت‌ها را بهتر از شهرها می‌شناسد اما اندوه بی‌نهایتی دارد از کم‌لطفی برخی مسئولان و بی‌توجهی بیشتر دانشجویانی که به ناچار این رشته را برای تحصیل در دانشگاه برگزیده‌اند و هیچ علاقه‌ای نسبت به آن از خود نشان نمی‌دهند.

او از اینکه برخی جاسوسان و نامحرمان ایران، وجب به وجب خاک آن را بهتر از ایرانیان می‌شناسند و برایش مقالات متعدد تخصصی و علمی به نگارش درآورده‌اند، متأسف است و می‌گوید: «علی‌رغم برخورداری از منابع بی‌شمار و خاص معدنی، هنوز هم از جنبهٔ علمی و کاربردی در سطح بسیار پایین و غیرقابل قبولی قرار داریم.»

چهرهٔ ماندگار زمین‌شناسی، که از بنیان‌گذاران مجله رشد زمین‌شناسی و از معدود متخصصان شهرت گریز نیز هست، افسوس می‌خورد که چرا درد رشته‌ای به این پراهمیتی از سوی آنان که باید، درک نمی‌شود.

شرح زیر، گفت‌وگوی ما با اوست که خسته از جلسات پی‌درپی در منزلش پذیرفتمان و همچون زمینی بخشنده، هرچه در دل داشت و از او خواستیم بگوید، از ما دریغ نکرد. خانهٔ استاد پر از تقدیرنامه‌ها و تندیس‌های مکرری است که به دلیل برجستگی‌های این استاد در زمین‌شناسی، به او تعلق گرفته است.

وقتی کسی زمین‌شناسی خوانده و رشتهٔ زمین‌شناسی تربیت معلم را حذف می‌کند، دیگر چه انتظاری می‌توان داشت؟

• استاد، چرا زمین‌شناسی؟!

من شغل معلمی را خیلی دوست داشتم. آن زمان کسی که دوست داشت این رشته را بخواند می‌توانست با ۱۵۰ تومان زندگی خودش را بگذراند. انگیزهٔ دیگری که سبب شد این رشته را ادامه دهم، علاقهٔ من به یکی از معلم‌های دبیرستانم بود که از صمیم قلب و با علاقهٔ بسیار به ما درس می‌داد. شاید به جرئت بتوانم بگویم که از معدود معلمان زمان ما بود که لیسانس داشت. به دانشگاه

هم که وارد شـدم، مرحوم استاد یدالله سحابی اصلی‌ترین عامل تشویق من شد که با درجهٔ ممتاز این رشـته را انتخاب کردم. یادم هسـت که او می‌گفت: «تو یادگار من در دانشگاه هستی.» همچنین بـه دلیل اینکه دانشـجوی برتر رشـتهٔ خودم بـودم، برای اخذ مدرک دکترا در رشـتهٔ پترولوژی یا همان سنگ‌شناسی موفق به کسب بورسیهٔ فرانسه شدم.

• امـروز وضعیـت زمین‌شناسـی و آموزش آن را چگونه می‌بینید؟

چه بگویم؟! چندی پیش به یکی از همکاران گفتم که دانشجویان زمان ما، به ویژه آنان کـه در اروپا درس خواندند و به مقام اسـتاد دانشگاهی نائل آمدند، از نظـر انضباط، علـم و اخلاق حرفه‌ای بی‌نهایت ممتاز بودنـد. درواقع می‌توان گفت که ما نسل دوم اساتید دانشگاهی در کشور هستیم و همین‌جا باید اعتراف کنم که متأسـفانه در تربیت نسل سوم نتوانستیم چون استادانمان موفق عمل کنیم، زیرا شأن و انضباط، امروزه آن‌گونه که باید، رعایت نمی‌شـود. الگوی کار ما اساتیدی بودند که ما شاگردانشان بودیم، اما حالا چه؟ معلمان حتی از این نظر که کتاب دستخوش تغییر شود نگران‌اند و این در حالی اسـت که باید با پیشرفت علم رشد کرد.

آن زمـان آموزش ضمـن خدمت در آمـوزش و پـرورش و درجه دادن به معلمان موجب می‌شد که فاصلهٔ اساتید و معلمان کاسته شود و معلمان در دورهٔ خدمت یا مأموریت کاری‌شـان در صدد یادگیـری یافته‌های جدیـد برآیند، اما اکنون این‌گونه نیست و برخی که واقعاً از این رشته آگاهی ندارند، اقدام به تدریس آن می‌کنند. وقتی کسـی زمین‌شناسی خوانده و رشـتهٔ زمین‌شناسـی تربیت معلم را حذف می‌کند، دیگر چه انتظاری می‌توان داشـت که دیگران نسـبت به این رشـته از خود تعصب و حساسـیت نشـان دهند؟ برخی معتقدند که نباید هزینه‌ای برای تربیت معلم زمین‌شناسی صرف کرد. حتی متأسفانه امروزه دبیرها بـرای اینکه جابه‌جا نشـوند، به صورت غیرتخصصـی پذیرش ایـن درس را بر عهده می‌گیرند.

• در زمینهٔ کتاب‌هایـی که تاکنون منتشـر کرده‌اید برایمـان بگویید. بیشتر کتاب‌های شما کتاب برگزیده بوده و سـه جلد آن‌ها نیز به عنوان کتاب سـال معرفی شـده‌اند. دلیل موفقیـت نگارش‌هایتـان را در چه می‌دانید؟

آنچه کارهای مرا نسبت به دیگران متمایز می‌کند، ساده‌نویسـی من است. هر کسی که با علم زمین‌شناسی اندکی آشنا باشـد با خواندن کتاب‌های من با این رشته بهتر آشنا می‌شود. من معتقدم برای درک هر رشـته‌ای بایـد دردهای آن را شـناخت و یکی از دردهای رشته زمین‌شناسـی دشوارنویسی افراد است. تاکنون نوزده کتاب دانشگاهی به چاپ رسـانده‌ام. هیچ‌گاه فرامـوش نمی‌کنم اولیـن کتابی که از من به چاپ رسـید زمانی بود که «بلورشناسـی» را تدریس می‌کردم. اسـتاد سـحابی این درس را به مـن محول کرد. او می‌خواسـت جز جنبهٔ عملـی، جنبهٔ تئـوری آن را نیز برای دانشـجویان توضیـح دهم و ترس در انشای خوب و مناسب، موجب شد تا بهترین را در این زمینه به نگارش درآورم و واقعاً دقیق‌ترین مطالب را نوشتم. سال ۱۳۵۰ نیز بـا همکاری دکتر پورمعتمد کتاب مبانی را برای دانشـگاه تهران به چاپ رساندم و پس از آن در زمان انقلاب بود که کتاب «آتش‌فشان‌شناسـی» را تدریس کردم و پرسـش‌های بی‌شـمار دانشـجویان این درس، موجب شد آن را بـه نگارش دربیاورم. این کتاب در آن زمان، کتاب سال شد.

• وضعیـت دانش‌آمـوزان را چگونه می‌بینید؟

متأسـفانه به انـدازه‌ای کـه باید، دانش‌آموزان و حتی دانشـجویان شوق و تلاشـی برای یادگیری از خود نشـان نمی‌دهنـد. این یک حقیقت اسـت که در مملکتی زندگی می‌کنیم که کم‌آب اسـت و باید بـه این حقیقـت تلخ نیز توجه داشـته باشیم که ممکن است در فردای دیگر مجبور باشـیم پول نفت را بدهیم تا به جای آن آب خریداری کنیم. اما متأسـفانه درس زمین‌شناسـی در دبیرسـتان‌های امروز ما تبدیل به زنگ خط و نقاشی دانش‌آموزان شده و بچه‌ها نسـبت به این درس بی‌تفاوت شده‌اند. نباید فراموش کرد که تنها علاقه می‌تواند دانش‌آموزان را تربیت کند.

• آقای دکتر، مدتی اسـت که سعی در ورود ایـن رشـته در کنار سـایر رشته‌ها در المپیادهای دانش‌آموزی داریم، نظر شما در این‌باره چیست؟

از شـنیدن ایـن موضـوع بسـیار خوشـحالم. یادم می‌آیـد زمانی که در دانشگاه تهران شاغل بودم، تمام امیدها برای انجام ایـن امر مهم به من بود. آن زمان در وزارت علوم فعالیت داشتم و به عنوان رئیس و سرپرست زمین‌شناسی و رئیس کمیته تحقیقاتی و پژوهشـی وزارت علـوم معرفـی شـده بـودم. آن زمان می‌خواسـتند المپیاد را برای این رشته نیز ایجاد کنند و از ما خواستند تا دانشگاه‌هایی که رتبه‌های برتر را کسب کرده‌اند معیار باشند و ما نیز دانشگاه‌های تبریـز، اهواز، اصفهان، تهران، شـیراز و مشهد را معرفی کردیم تا پس از انتخاب، دانشجویان ما به فوق‌لیسانس راه یابند، اما همان سـال اعلام کردند که رشـتهٔ زیست‌شناسی وارد المپیاد شد!

• آقـای دکتـر، از خاطـرات دوران تدریس‌تان برایمان بگویید؟

بیشـتر خاطـرات من مربـوط به سالیان دور اسـت. آن زمان بچه‌ها را به صحرا می‌بردیم تا چیز یاد بگیرند، چون زمین‌شناسـی را باید در کوه و صحرا به بچه‌ها آموخـت نه کلاس‌هـای درس. یادم هسـت که برخی از بچه‌ها در سایه

آموزش ضمن خدمت در آموزش و پرورش و درجه دادن به معلمان موجب می‌شد که فاصلهٔ اساتید و معلمان کاسته شود و معلمان در دورهٔ خدمت یا مأموریت کاری‌شان در صدد یادگیری یافته‌های جدید برایند، اما اکنون این‌گونه نیست و برخی که واقعاً از این رشته آگاهی ندارند، اقدام به تدریس آن می‌کنند

می‌ایستادند و بعضی هم که دلشان می‌خواست بیشتر یاد بگیرند، حساسیت خاصی از خودشان نشان می‌دادند. بسیاری از اسامی را فراموش کرده‌ام.

• مشکلات زمین‌شناسی را در چه می‌بینید؟

از نظر من باید نسبت به این مسئله، دیدی پایه‌ای داشت. دورهٔ دبستان مهم‌ترین دورهٔ تحصیلی است که می‌توان دانش‌آموز را با هر رشتهٔ علمی نزدیک کرد. امروزه علم خالص در دنیا به ویژه در کشورهای پیشرفته طرفداری ندارد، زیرا اگر علم خالص با مهندسی ترکیب شود، قابلیت جذب دانشجو و دانش‌آموزان را دارد، ضمن آنکه ایجاد علاقه باید از دوران کودکی در افراد ایجاد شود. یادم هست وقتی من دانشجوی اول دانشگاه تهران بودم، دکتر قریب ما را به کوه بی‌بی‌شهربانو برده بود. او با بزرگواری خود، در همان روز مرا با پنج نوع سنگ آشنا کرد.

این روزها برخی وقوع حوادث را اصلی‌ترین مانع برای حضور میدانی دانش‌آموزان و دانشجویان عنوان می‌کنند، در حالی که حادثه پیش‌آمدنی است! باید دید چه راه‌حلی می‌توان ایجاد کرد؟ یکی از این راه‌حل‌ها ایجاد آزمایشگاه است. اما وقتی این علم جوان در کشور مهجور است و وسایل مورد نیاز در اختیار افراد قرار نمی‌گیرد یا حتی در کشور وجود ندارد، چاره‌ای نمی‌ماند.

بد نیست بدانید که زمان جنگ جهانی، آلمان‌ها و برخی از افراد جاسوس مقالات علمی فوق‌العاده‌ای دربارهٔ زمین ایران به نگارش درآوردند. به عبارت دیگر می‌توان گفت همهٔ دنیا می‌دانند که عیار و طول موج سنگ‌آهن ما در معدن چیست یا حتی از کدام نوع آن بیشتر استفاده می‌کنیم، اما خودمان از این موضوع اطلاع چندانی نداریم. در حالی که امروزه در دنیا، کف اقیانوس هم کاویده می‌شود تا ببینند از چه موادی تشکیل شده، اما ما برای علمی که حتی خیال‌پردازی هم در آن ارزشمند است چه کرده‌ایم؟ هیچ.

• آقای دکتر، آیا می‌توان اذعان داشت که عمق یادگیری بچه‌های قدیم بیشتر از بچه‌های امروز بوده است؟

خیر. به جرئت می‌توان گفت که امروز فکرها بیش از گذشته باز است. کامپیوترها هستند که موجب تنبلی شده‌اند. درست مثل شماره‌های تلفن که قبلاً ما حفظشان می‌کردیم و الآن موبایل‌ها مانع از این مسئله شده‌اند. دیدن موزه‌ها، برج‌ها، اماکن دیدنی و حتی سفر، امروزه مجازی شده‌اند. باز شدن علم بسیار ظریف و گسترده است. امروز اگر علم را از دید ریاضی و علمی نگاه کنیم، چراها در حافظه می‌مانند. اما آسان‌بینی موجب از بین رفتن ماندگاری مطالب شده است. فشار زندگی الآن به صورتی است که خانواده‌ها بیش از هر چیزی نگران خورد و خوراکشان هستند.

اجتماع و باز شدن و سرسری گرفته شدن همه چیز هم یکی دیگر از موجبات این موضوع است. در گذشته وقتی به دانشجو می‌گفتیم باید به صحرا برود، نود درصد یاد می‌گرفتند، اما امروزه تمامی این عده از زیر کار درمی‌روند. حتی پنجاه درصد دانشجویانی که برای دکترا به خارج می‌روند، آن‌گونه نیستند که باید باشند، زیرا تنها به دنبال کسب مدرک‌اند. این روزها سهل‌گرایی و آسان‌گیری اصل همه چیز شده و بار علمی کاهش یافته است. اما امیدوارم نسل بعدی نسلی باشد که به سوی علم و ترقی برود نه اینکه بیشتر رشته‌ها تنها از جنبهٔ مدرک‌گرایی حائز اهمیت باشند. در حال حاضر که مشغول تدریس هستم، می‌بینم که هیچ علاقه‌ای نیست. زمان گذشته استاد از حرمت خاصی برخوردار بود، اما الآن استادی قابل قبول دانشجویان است، که اصلاً کاری به آن‌ها نداشته باشد، زیرا در غیر این صورت آنان خود را موظف به عصبانی کردن او می‌دانند.

کوتاه از دانشمند زمین‌شناسی کشور

* دکتر علی درویش‌زاده
* سال و محل تولد: ۱۳۱۴ غازیان، بندرانزلی
* رشتهٔ تخصصی: زمین‌شناسی گرایش سنگ‌شناسی
* فعالیت‌ها:

دریافت دیپلم علوم طبیعی در زادگاه خود به سال ۱۳۳۴

ورود به دانشکدهٔ علوم دانشگاه تهران و گرفتن لیسانس در سال ۱۳۳۷

شروع به کار در آزمایشگاه زمین‌شناسی دانشکدهٔ علوم و در ادامه گرفتن فوق‌لیسانس زمین‌شناسی در سال ۱۳۴۰

عزیمت به کشور فرانسه و دریافت دکترای تخصصی پترولوژی از دانشگاه کلرمون در سال ۱۳۵۰

ارتقا به مقام دانشیاری و استادی دانشگاه تهران در سال‌های ۱۳۵۵ و ۱۳۶۴

پذیرش مسئولیت‌های علمی و اجرایی در دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی و علمی

انتخاب به عنوان استاد نمونهٔ دانشگاه‌های کشور در سال ۱۳۷۲

عضو پیوستهٔ فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران

انتخاب به عنوان چهرهٔ ماندگار عرصهٔ علم زمین‌شناسی در نخستین همایش چهره‌های ماندگار سال ۱۳۸۰

انتخاب‌شده به عنوان استاد برجسته و پیش‌کسوت زمین‌شناسی و معدن کشور در سال ۱۳۸۸ در روز صنعت و معدن

استاد راهنمای بیش از ۷۵ رسالهٔ کارشناسی ارشد

استاد راهنمای ۱۱ رسالهٔ دکترا

از بنیان‌گذاران نشریهٔ رشد زمین‌شناسی و انتشار مقاله در هر شمارهٔ آن.

آثار:

بلورشناسی، مبانی زمین‌شناسی، زمین‌شناسی ایران، کانی‌ها و سنگ‌ها، اصول آتش‌فشان‌شناسی (برگزیدهٔ کتاب سال)

پترولوژی تجربی و کاربردهای آن (برگزیدهٔ کتاب سال)، ناآرامی‌های زمین، سنگ‌شناسی دگرگونی، ماگماها و سنگ‌های ماگمایی

تألیف کتب درسی برای دبیرستان‌ها

نگارش مقالات علمی فراوان و حضور در سمینارهای علمی و تخصصی بین‌المللی

زمین‌شناسی پوستهٔ اقیانوسی

چینه‌شناسی

اغلب کتاب‌های استاد به عنوان کتاب قابل تقدیر و برگزیده شناخته شده‌اند.

فناوری نانو انقلاب قرن ۲۱

زهرا سلطانی مقدم
کارشناس ارشد رسوب‌شناسی

مقدمه

نانوتکنولوژی، فناوری جدیدی است که تمام دنیا را فرا گرفته است. به تعبیری دقیق‌تر، نانوتکنولوژی بخشی از آینده نیست بلکه همهٔ آینده است. فناوری نانو واژه‌ای است کلی که به تمام فناوری‌های پیشرفته در عرصهٔ کار با مقیاس نانو اطلاق می‌شود. این فناوری در فرایندهای زمین‌شناسی در کرهٔ زمین و دیگر سیارات مؤثر است. معمولاً منظور از مقیاس نانو ابعادی در حدود ۱ تا ۱۰۰ نانومتر (یک میلیاردیم متر) است. با کوچک شدن اندازهٔ ذرات در حد نانومتر، نسبت سطح به حجم آن‌ها افزایش پیدا می‌کند و در نهایت، قابلیت جذب عناصر توسط این ذرات به میزان چشمگیری افزایش می‌یابد. کارهای تحقیقاتی اخیر نشان می‌دهند که بسیاری از نتایج و روش‌های فرایند ژئوشیمیایی بر مبنای پدیده‌هایی در مقیاس نانو به دست

دورهٔ هجدهم
شمارهٔ ۲ . زمستان ۱۳۹۱
آموزش رشد ۶۰
زمین‌شناسی

می‌آیند. گفتنی است که نیروهای سطحی تأثیر نامتناسب و غیریکنواختی روی ساختار شیمیایی و تحرک این نانوذرات در کرهٔ زمین دارند.
این فناوری کاربردهای گسترده در علم زمین‌شناسی دارد از این رو جامعهٔ علوم زمین برای پیشبرد اهداف خود نیازمند همسو شدن با موج سریع انقلاب نانو فناوری است.

کلیدواژه‌ها: فناوری نانو، انقلاب قرن ۲۱

کاربردهای علم نانو در زمین‌شناسی

کاربردهای مهم نانوتکنولوژی در علوم زمین به خصوص نفت، معدن و محیط‌زیست، ژئومکانیک، ژئوشیمیایی و... است که بررسی این کاربردها و گسترش تحقیق در این زمینه بسیار ضروری به نظر می‌رسد. در زیر، نمونه‌هایی از مهم‌ترین کاربردهای علم نانو بیان شده‌اند.

نانوتکنولوژی در خدمت پیشرفت صنعت نفت

خوشبختانه کاربردهای عملی نانو در صنعت نفت جایگاه ویژه‌ای دارند و دیدگاه‌های جدیدی را برای استخراج، بهبود یافتهٔ نفت فراهم کرده‌اند. علم نانو می‌تواند به بهبود تولید نفت و گاز با تسهیل جدایش آن دو در داخل مخزن کمک کند، به گونه‌ای که با افزودن موادی در مقیاس نانو به مخزن می‌توان نفت بیشتری آزاد کند، هم‌چنین می‌توان با گسترش تکنیک‌های اندازه‌گیری با سنسورهای کوچک، اطلاعات بهتری دربارهٔ مخزن به دست آورد. این فناوری کاربردهایی در زمینه صنعت حفاری چاه‌های نفت نیز دارد که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

* کاربرد نانوذرات در سیمان‌کاری بین لوله‌های جداری و دیوار چاه؛
* کاربرد نانوافزودنی‌ها در گل حفاری؛
* کاربرد نانوسنسورها در اندازه‌گیری حین حفاری؛
* کاربرد نانوکامپوزیت‌های فولادی در جدارهٔ چاه‌های نفتی؛
* کاربرد پوشش‌های نانوکامپوزیتی در مته‌های حفاری.

نانو و محیط زیست

یکی از پراهمیت‌ترین کاربردهای فناوری نانو را می‌توان استفادهٔ گسترده از آن در بهبود اوضاع زیست‌محیطی دانست. این فناوری همانند هر فناوری نوین دیگر می‌تواند تغییرات شگرفی در زندگی بشر به وجود آورد. تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم فناوری نانو بر محیط زیست از جنبه‌های مختلف قابل بررسی است. در حال حاضر می‌توان به موارد متعددی از کاربرد نانوماشین‌ها در حفظ محیط زیست اشاره کرد. بعضی از این نانوماشین‌ها عبارت‌اند از: ریزفیلترها (برای تصفیهٔ پساب‌های صنعتی)، نانوپودرها (برای تصفیهٔ گازهای آلایندهٔ خروجی از خودروها و واحدهای صنعتی) و نانوتیوب‌ها (برای ذخیره‌سازی سوخت کاملاً پاک هیدروژن). اینها بخش کوچکی از موارد استفادهٔ این فناوری است. همچنین نانوتکنولوژی به تغییراتی شگرف در استفاده از منابع طبیعی، انرژی و آب انجامیده است که امکان بازیافت و استفادهٔ مجدد از مواد، انرژی و آب را فراهم می‌کند و باعث کاهش پساب و آلودگی می‌شود.

کاهش گازهای گلخانه‌ای

امروزه محققان با استفاده از فناوری نانو به مبارزه با بحران گازهای گلخانه‌ای که گاز co_2 زیادی را وارد جو می‌کند، پرداخته‌اند و در تلاش‌اند که گازهای آلاینده را از جو و اتمسفر جدا کنند.

نتایج یک مطالعه که در انگلستان انجام شده، کاربردهای فناوری نانو در زمینه‌هایی از قبیل افزودنی‌های سوخت، پیل‌های خورشیدی (فوتوولتائیک)، اقتصاد هیدروژنی و ذخیرهٔ الکتریسیته را مورد بررسی قرار داده است. این بررسی نشان می‌دهد فناوری نانو می‌تواند انتشار گازهای گلخانه‌ای را تا بیش از دو درصد در حال حاضر و بیش از بیست درصد تا سال ۲۰۵۰ کاهش دهد. همچنین افزودنی‌های نانوذره‌ای نشان داده‌اند که می‌توانند راندمان سوخت موتورهای دیزلی را تا تقریباً پنج درصد افزایش دهند. در نتیجه انتشار CO2 در انگلستان دو تا سه میلیون تن در سال کاهش خواهد یافت، هرچند که ابتدا باید نگرانی‌های مرتبط با سلامتی ناشی از تماس با نانوذرات آزاد در گازهای خروجی دیزلی رفع شوند. از سوی دیگر قیمت بالای پیل‌های خورشیدی مانع استفاده از آن‌ها برای تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر می‌شود. با وجود این، وسایل نقلیه مبتنی بر سوخت هیدروژنی می‌توانند انتشار همهٔ آلاینده‌های مضر را از وسایل نقلیه حذف کنند. یکی از مشکلات اصلی اقتصاد مبتنی بر هیدروژن، ذخیرهٔ هیدروژن است که فناوری نانو می‌تواند کمک زیادی به رفع این مشکل بکند. نانو ساختارهایی از قبیل نانولوله‌های کربنی، فولرین‌ها و غیره، توان بالقوه‌ای در ذخیره‌سازی هیدروژن دارند.

نانو و معدن

از تأثیرات مثبت فناوری نانو در معدن می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

الف) استفاده از فناوری نانو در ساخت حسگرهای بسیار دقیق برای ردیابی مقادیر بسیار ناچیز از گازهای سمی مثل CO که نشت آن سالانه به خفگی صدها کارگر در جهان می‌انجامد.

ب) استفاده از نانو پوشش‌های ضدسایش در ماشین‌های خردکنندهٔ سنگ در مجاورت معدن.

در مرحلهٔ فراوری مواد معدنی بعد از عبور از سنگ‌شکن و خردایش، جدایش سنگ‌های مورد نظر و ارزشمند عموماً با روش‌های محلولی به انجام می‌رسد. برای مثال وارد کردن عوامل فعالی‌کنندهٔ سطحی با روش‌های محلولی به انجام می‌رسد. برای مثال وارد کردن عوامل فعال‌کنندهٔ سطحی آب‌دوست یا آب‌گریز

این فناوری کاربردهای اقتصادی در عرصهٔ زمین‌شناسی را نیز دارد. برای مثال محققان کشور با استفاده از فناوری نانو موفق به ساخت و تولید سنگ‌های رنگی از سنگ‌های طبیعی، به ویژه گرانیت شدند.

کردن سطح ذرات. در این راستا، استفاده از نانوذرات با سطح ویژهٔ بالا می‌تواند کمک قابل توجهی به تسریع واکنش‌های محلولی بکند.

ج) اکتشاف ذخایر پنهان با استفاده از نانوفلزات موجود در گاز خاک.

نانوفلزات[1] موجود در گاز خاک[2] از پانزده سال پیش به عنوان روش اکتشاف مواد معدنی در ذخایر پنهان آزمایش می‌شود و کاربرد دارد. در این خصوص با توسعه و کارآمدی جمع‌کننده‌های مایع[3] که در تهیهٔ نمونه‌های برجا (فعال) استفاده می‌شوند و با توسعه و به کمک روش آنالیز ICP-MS پیشرفت‌های قابل توجهی حاصل شده‌اند، ولی همچنان جمع‌کننده‌های مایع که توانایی برداشت و گردآوری فلزات ردیاب را به درستی و با قابلیت آنالیز به روش ICP-MS داشته باشند، خیلی کم‌اند.

این فناوری کاربردهای اقتصادی در عرصهٔ زمین‌شناسی را نیز دارد. برای مثال محققان کشور با استفاده از فناوری نانو موفق به ساخت و تولید سنگ‌های رنگی از سنگ‌های طبیعی، به ویژه گرانیت شدند.

در این روش، سنگ‌های ارزان‌قیمت با رنگ و کیفیت پایین به سنگ‌هایی با رنگ‌های متنوع و کیفیت بهتر تبدیل می‌شوند. برای تغییر رنگ سنگ‌های تزیینی، رنگ‌دانه‌هایی خاص در ابعاد نانومتر به نام نانوپیگمنت‌های اکسیدهای فلزی به داخل خلل و فرج سنگ‌های تزیینی نفوذ می‌کنند و در چند مرحله سنگ به رنگ دلخواه در می‌آید.

* پتانسیل کاربردی نانو در ژئومکانیک: کانی‌های سنگ‌ها نوعی نانومواد هستند. نانومکانیک‌ها می‌توانند برای پیشرفت فهم اساسی، عملکرد مکانیکی خاک و سنگ‌ها (خزش، لغزش، سرعت لغزش و...) مورد بررسی قرار گیرند. نانومکانیک‌ها می‌توانند برای پیشگویی رفتار و عملکرد مواد زمین در شرایط متفاوت و حتی بحرانی، مورد استفاده قرار گیرند. واکنش خاک و سنگ‌ها با سیالات یکی از فرایندهای نانوذرات است که در آسیب‌ها و تخریب‌ها مؤثرند. در این زمینه، ترکیبات نانو و پلیمر و رس مورد استفاده قرار می‌گیرد.

* ذرات نانو قابلیت از بین بردن و یا کم کردن اثر گسل‌های فعال زمین‌لرزه‌ای را دارند*

با توجه به اینکه شرایط طبیعی ساختار زمین ایران برای وقوع زلزله‌های مخرب بسیار مستعد است، از این رو مسئلهٔ مصون‌سازی جامعه از هر لحاظ در مقابل آثار زلزله امروزه به طور جدی دنبال می‌شود.

درمورد زلزله با توجه به مسائل و مشکلاتی که در ایران مطرح است مقابله با آثار زلزله تنها با به‌کارگیری یک روش با فناوری خاص کارساز نخواهد بود. از طرف دیگر با توجه به نوظهور بودن فناوری نانو و اینکه کشورهای دیگر زلزله‌خیز از جمله ژاپن و آمریکا توانسته‌اند تا حدود زیادی بر این مشکل فائق آیند، استفاده از فناوری نانو می‌تواند افق جدیدی برای مقابله با اثرات زلزله داشته باشد. برای مثال می‌توان به تأثیرات ذرات نانو بر گسل‌ها اشاره کرد.

همچنین آقای دکتر مدبری، رئیس انجمن زمین‌شناسی ایران و عضو هیئت علمی دانشگاه تهران در گفت‌وگو با خبرنگار ایرنا بیان داشتند که یکی از کاربردهای نانو تأثیر بر فعالیت گسل‌هاست. زمانی که دو گسل در کنار هم حرکت می‌کنند پودرهایی در مقیاس نانو از آن‌ها به اطراف پخش می‌شود که به اعتقاد دانشمندان و محققان علوم زمین می‌توانند گسل‌ها را صیقل‌کاری کنند و از اصطکاک آن‌ها بکاهند. محققان معتقدند که اگر این پودرهای نانویی را به گسل‌های زلزله‌خیز و فعال تزریق کنند، می‌توان تا حد زیادی فعالیت گسل‌های فعال را کاهش داد. این فرضیه‌ای است که در بین محققان مطرح شده و در حال بررسی است.

سخن آخر

نانوکانی‌شناسی (شکل‌گیری، ساختار و واکنش‌پذیری سیستم‌های نانوذره‌ای طبیعی)، ثبات و پایداری نانوذرات (ترمودینامیک، کینتیک تشکیل، آگرگاسیون)، جابه‌جایی و ژئوشیمی نانوذرات (آئروسل، جابه‌جایی فازهای مایع، چرخهٔ انواعی از نانوذرات که از خشکی‌ها به اقیانوس‌ها در چرخهٔ ژئوشیمی نقش دارند)، واکنش‌های زیستی – آلی نانوذرات و اندرکنش‌های به دست آمده گاه به صورت ته نشست اکسیدهای فلزی دربرگرفته با میکروارگانیسم‌ها مثال‌های دیگری از کاربردهای فناوری نانو در حیطهٔ علم زمین‌شناسی هستند. فناوری چشم‌اندازهایی از جهان آینده را به نمایش می‌گذارد که شاید در دهه‌های آینده حیات انسان‌ها را در کرهٔ خاکی دچار

در این روش، سنگ‌های ارزان‌قیمت با رنگ و کیفیت پایین به سنگ‌هایی با رنگ‌های متنوع و کیفیت بهتر تبدیل می‌شوند

پی‌نوشت

1. nano-metals
2. gasoil
3. Liquid collectors

منابع

۱. سهرابی ملایوسفی، معصومه (۱۳۸۵)؛ «معرفی و کاربرد فناوری نانو در زمین‌شناسی»، دانشگاه آزاد اسلامی – واحد اسلامشهر.
2. http://www.civilica.com
3. www.hupaa.com
4. http://www.ngdir.ir
5. http://www.GSI.com
6. http://www.nanoclub.ir
7. www.iran.itm
8. http://www.hamshahrionline.ir/news-170184.aspx

زمین‌شناسی تازه‌های

ترجمه: ملیحه قنبری
دانشجوی دکترای دانشگاه تربیت معلم

* آتش‌سوزی عظیم در سیبری

در سال ۲۰۱۲، حدود ۱۹۸ آتش‌سوزی بزرگ در روسیه اتفاق افتاد که باعث سوختن بیش از ۸۳۳۰ هکتار از زمین‌های این نقطه از دنیا در آغاز فصل گرما شده است. قسمت اعظم این آتش‌سوزی‌ها در قسمت‌های مرکزی روسیه اتفاق افتاده و وسعت آن‌ها به حدی بوده است که آتش‌نشان‌ها برای ماه‌ها از فرونشاندن آن‌ها عاجز و ناتوان ماندند. وسعت مناطق سوخته شده از این آتش‌سوزی‌ها در تصاویر ماهواره‌ای به خوبی قابل مشاهده است.

* خطر زمین‌لغزش‌های عظیم و خالی شدن زیر سطح زمین در تایوان

دولت تایوان در ماه گذشته اعلام خطر جدی در مورد زمین‌لغزش کرد. بر اثر طوفان‌های موسمی آسیای جنوب شرقی موسوم به تالیم و ریزش باران‌های شدید و جاری‌شدن سیلاب‌ها، احتمال وقوع زمین‌لغزش‌های بزرگ و خالی‌شدن طبقات تحتانی خاک در نواحیِ مجاور بیش از صد رودخانه وجود دارد. در پی این پیش‌بینی، دولت تایوان لزوم برقراری حالت فوق‌العاده را در این مناطق اعلام کرده است.

منابع

Geology News.ir

دفتر انتشارات تکنولوژی 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 و ششم 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

زمین، منبع سلامت و مخاطرات

o نویسنده: شادروان عبدالمجید یعقوب‌پور
o ناشر: انتشارات دانش‌نگار

مریم عابدینی
دبیر زمین شناسی منطقه ۵ تهران

کتاب زمین، منبع سلامت و مخاطرات نوشتهٔ شادروان عبدالمجید یعقوب‌پور از سوی انتشارات دانش‌نگار منتشر شد. در این اثر، علاوه بر بیان تأثیر آب، خاک، برخی کانی‌ها و مواد معدنی در بروز بیماری‌های خاص، مزایا و ضررهای آن‌ها نیز ذکر شده است.

یعقوب‌پور ساده‌نویسی و خلاصه‌بودن را یکی از مهم‌ترین خصوصیات کتاب خود دانسته و معتقد است این ویژگی‌ها سبب می‌شوند محتوای کتاب برای تمام خوانندگان علاقه‌مند به دانش میان‌رشته‌ای، با توجه به منابع اشاره شده در متن کتاب، مفید واقع شود.

وی زمین شناسی پزشکی را به عنوان یک علم میان‌رشته‌ای چنین توضیح داده است: میان رشتهٔ زمین شناسی پزشکی به ارتباط بین سلامت انسان وعوارض زمین شناختی محیط او می‌پردازد. در این کتاب در مورد کانی‌ها، خواص شیمیایی عناصر وعوارض ناشی از کمبود یا زیادی آن‌ها در بدن انسان، که ممکن است در عملکرد سیستم‌های مختلف تأثیر بگذارد، به اختصار توضیح داده شده است. او اظهار امیدواری کرده است که روزی این عوارض و بیماری‌های ناشی از آن‌ها در مناطق مختلف شناخته شوند و با کمک سازمان‌های بهداشتی بتوان پیشگیری از بروز بیماری را جانشین درمان بیماری کرد.

مخاطبان این کتاب را می‌توان زمین شناسان، دانشجویان و مهندسان معدن و صنایع معدنی و هم‌چنین علاقه‌مندان به محیط زیست دانست. این کتاب ۱۳۶ صفحه دارد و شامل دو بخش است. در بخش اول، کلیاتی دربارهٔ میان رشتهٔ زمین شناسی پزشکی و تأثیر آب، خاک، برخی کانی‌ها و مواد معدنی در بروز بیماری‌های خاص به اختصار توضیح داده شده است. در بخش دوم، مزایا و مضرات عناصر با خلاصه‌ای از خواص آن‌ها مورد بحث قرار گرفته است. عنوان کامل کتاب زمین، منبع سلامت ومخاطرات و مقدمه‌ای بر زمین‌شناسی پزشکی است.

حمایت از تولید ملی، کار و سرمایه‌ایرانی

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 نام خانوادگی:

◆ 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 امورمشترکین: ۱۶۵۹۵/۱۱۱
● وبگاه مجلات رشد: www.roshdmag.ir
● اشتراک مجله: ۰۲۱-۷۷۳۳۶۶۵۶/۷۷۳۳۵۱۱۰/۷۷۳۳۹۷۱۳-۱۴

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