بسم الله الرحمن الرحیم

رشد آموزش زمین‌شناسی

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

مدیر مسئول: محمد ناصری
سردبیر: مصطفی شهرابی
مدیر داخلی: مریم عابدینی
هیئت تحریریه(به ترتیب حروف الفبا):
سید علی آقا نباتی، محمد حسن بازو بندی،
فرخ برزگر، سهیلا بوذری، مریم پیش بین،
جهانبخش دانشیان، مریم عابدینی،
مرتضی مومن زاده، مازیار نظری
ویراستار: مرتضی حاجعلی فرد
طراح گرافیک: زهره محمودی

فصل‌نامهٔ آموزشی، تحلیلی و اطلاع رسانی | دورهٔ هجدهم • شمارهٔ ٤ • تابستان ۱۳۹۲

سخن سردبیر **از خرافه تا باور** ۲
رویداد **بالا آمدن رویهٔ دریاها**/ فرخ برزگر ۴
آموزشی **نابودی بزرگ زیستمندان در پایان کرتاسه**/محمدحسن نبوی ۸
دانش‌افزایی **ماگماتیسم ایران**/ سیدعلی‌آقا نباتی ۱۸
معرفی بزرگان **استاد سِدراک آبدالیان**/ محمدرضا قاسمی ۲۴
حلقوی چشم زیبا!/شویان مهدوی‌فر ۲۵
آموزشی **ماگنتوسفر و کمربندهای تشعشعی زمین**/ فاطمه دوامی ۲۸
خبر **اولین جلسهٔ کمیتهٔ ملی المپیاد**/ فرخ برزگر ۳۳
آموزشی **نیروهای لختی و آونگ فوکو**/ محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر ۳۴
گفت‌وگو **زبان، حلقهٔ گمشدهٔ دانشجویان**/ آرزو پاک ۳۶
معرفی کتاب **زمین‌شناسی ساختاری**/ مریم عابدینی ۴۰
تازه‌های زمین‌شناسی/ ملیحه قنبری ۴۱
آزمون عملی اخترشناسی/ مسعود کیمیاگری ۴۳
آزمون نوشتاری اخترشناسی ۴۴
آزمون عملی هواکره ۴۶

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

نشانی دفتر مجله:
تهران، ایرانشهر شمالی
پلاک ۲۶۶
صندوق پستی ۶۵۸۵ -۱۵۸۷۵
تلفن:۹-۸۸۸۳۱۱۶۱ (داخلی ۳۷۴)
نمابر: ۸۸۳۰۱۴۷۸
پیام‌نگار :Zamin shenasi@roshd.ir
وبگاه :www.roshdmag.ir
تلفن پیام گیر نشریات رشد:۸۸۳,۱۴۸۲
کد مدیر مسئول: ک ۱۰۲
کد دفتر مجله: ک۱۱۳
کد امور مشترکین: ۱۱۴
تلفن: ۷۷۳۳۶۶۵۶-۷۷۳۳۶۶۵۵
شمارگان: ۴۰۰۰ نسخه
چاپ: شرکت افست (سهامی عام)

اخیراً کتابی با نام «کتاب هنر زمین» توسط چند تن از پژوهشگران سازمان ملی فضانوردی آمریکا تهیه و توسط این سازمان چاپ و منتشر شده است که شامل تصاویری از پدیده‌های جالب، یگانه و بی‌همتای کره زمین - از جمله دو تصویر از دشت کویر مرکزی ایران می‌باشد. این تصویر در سال ۲۰۰۳ توسط ماهواره لندست اخذ شده و با استفاده از اختصاص فیلترهای رنگی گوناگون به باندهای تصویری متفاوت بدین‌صورت پردازش شده است.

از خرافه تا باور؟!!

باوجود پیشرفت‌های علمی- تکنیکی شگفت‌انگیز در جهان امروز، هنوز خرافات و خرافه‌گرایی رواج دارد و جالب‌تر اینکه برای رفع نگرانی‌های ناشی از آثار خرافه‌گرایی، نسخه‌هایی هم می‌پیچند و داروهایی تجویز می‌کنند؛ و اسف‌بارتر آنکه بعضی مردمان ساده‌لوح این خزعبلات را باور می‌کنند.

چند وقتی بود که شخصی از طایفهٔ مایا واقع در آمریکای مرکزی اعلام کرده بود که «ایهاالناس، چه نشسته‌اید که دنیا در تاریخ ۲۱ دسامبر ۲۰۱۲ به پایان می‌رسد و و کرهٔ زمین نابود می‌شود.» این تاریخ یعنی ۲۱ دسامبر ۲۰۱۲ پایان تقویم طولانی ۵۱۲۵ ساله در باورهای مایاهاست که تمدّنی در آمریکای مرکزی در حدود مکزیک، السالوادور، کلمبیا، گواتمالا و هندوراس داشتند و از نظر زمانی در حدود ۲۵۰۰ سال قبل از میلاد مسیح تا ۲۵۰ سال بعد از میلاد می‌زیستند.

این روز در ماه دسامبر ۲۰۱۲ هم‌زمان با اوّل دی‌ماه ۱۳۹۱ مصادف با چرخهٔ طولانی ۵۱۲۵ سالهٔ مایایی است. شخص مزبور نیز از فرصت استفاده کرد و در دل مردم دنیا بیشتر ولوله انداخت و صد البته خرافه‌گرایان پیرو این مکتب هم گوش به فرمان جناب ایشان منتظر فروپاشی و نابودی کرهٔ زمین بودند. اما به‌رغم همهٔ جاروجنجال‌هایی که به راه انداختند چیزی جز شرمندگی نصیبشان نشد و زمستان رفت و روسیاهی به زغال ماند.

این‌جا فقط یک کلام باقی می‌ماند و آن اینکه در میان هزاران هزار پیرو این مکتب یکی نبود به این بندهٔ خدا بگوید که «آدم عاقل، مگر این کرهٔ زمین و این کائنات و کهکشان‌های عظیم را تو آفریده‌ای که با این اطمینان و صراحت، روز و ساعت نابودی آن‌را در بوق و کرنا کرده‌ای و تحویل خلق‌الله می‌دهی؟!! آن نیروی لایزال که این جهان را به‌وجود آورده، خیلی تواناتر از آن چیزی است که در فکر تو می‌گذرد و تو و امثال تو قطره‌ای از اقیانوس علم و قدرت بی‌کران این خالق یکتا نمی‌شوید.»

همین یک‌بار برای همیشه کافی است.

باتوجه به زمین لرزه‌های پی‌درپی در دو سه ماه اخیر در کشورمان و مصادف شدن این زمین‌لرزه‌ها با پنجم دی‌ماه ۹۱، یعنی «روز ایمنی در برابر زمین‌لرزه»، بسیاری از رسانه‌ها

تیترهای مهم خود را به ایـن موضوع اختصاص داده‌اند. از جمله روزنامهٔ همشهری در ضمیمه‌نامهٔ سوّم دی‌ماه ۱۳۹۱ خود باعنوان «خاطر قـوی‌دار» در لابه‌لای صفحات خود با زیرعناوینـی چون «اگر زلزله بیایـد»، «این مطلب را قاب کنید»، «واکنشی سریع با کوله مخصوص» و «نگاه به خطر زلزله در تغییر اسـت» و برشـماری ویژگی‌های زمین‌لرزهٔ احتمالی در تهران، موضوعاتی چون زمین‌لرزه‌های تاریخی، بزرگی زمین‌لرزه‌هـای مخرب تاریخی، گسـل‌های تهران و آسـیب‌های وارد شـده بر تهـران را اطلاع‌رسـانی کرده اسـت که دسـت تهیه‌کنندگانش درد نکند، کار باارزشی اسـت. امّا، ای‌کاش در این اطلاع‌رسـانی‌ها دربارهٔ مقابله با ایـن بلای طبیعی یا همان «علاج واقعـه قبل از وقوع» هم بحث و بررسـی به میان آید. ژاپنی‌ها بعد از زمین‌لرزهٔ اوّل سـپتامبر ۱۹۲۳ کانتو با قدرت ۷/۹ ریشتر دریافتند که با این بلای طبیعی نمی‌توان شـوخی کـرد و با علم به اینکه تمامی سرزمین ژاپن همیشه در معرض وقوع زمین‌لرزه‌های مخرب اسـت، کاری کرد کارستان. یعنی مردمش آن‌چنان زیرساخت‌هایی در سازه‌ها و بناهایشان ایجاد کردند که با وقوع زمین‌لرزه‌ای با بزرگی ۷/۳ ریشتر (که همین چند روز پیش در آن کشـور رخ داد)، آب از آب تکان نخورد و همهٔ ما تکان‌های ناشـی از آن زمین‌لرزه را در تلویزیون‌هایمان دیدیم.

ما بارها در صفحات این فصل‌نامه به نقش علوم زمین در مقابله با بلایای طبیعی به‌ویژه زمین‌لرزه نوشـته‌ایم و باز هم یادآور می‌شویم که مطالعات لرزه‌خیزی در ارتباط با احداث هرگونه سازه مانند ساخت شهرک‌ها، روستاها، سدّها، پل‌ها، تونل‌ها و... از جمله نیازهای اساسی و مهم ماست که نتیجهٔ آن پیشگیری از ویرانی‌ها و مرگ‌ومیرها و جانمایی‌هـای علمی- فنی علوم زمین خواهد بود و آن وقت اسـت که می‌توانیم در سـر تیترهای رسانه‌هایمان بـا اطمینان کامـل بنویسـیم: «هم‌وطنان عزیـز، خاطر قـوی دارید که قـرص و محکم در مقابـل بلایای طبیعی ایسـتاده‌ایم.» امـا اینکه فقـط بخواهیـم از دانش علوم زمین بهره بگیریم باید چگونگی آن‌را در ویژه‌نامهٔ سـال زمین، ۲۰۰۸ مطالعه کنید. اگر فرصت کردید، این شمارهٔ فصل‌نامه را ورق بزنید.

بالا آمدن رویهٔ دریاها

ترجمه و گردآوری: فرخ برزگر

رویهٔ دریاهای کرهٔ زمین در زمان زندگی نسل‌های آیندهٔ بشر ممکن است تا هفتاد فوت (حدود ۲۳ متر) بالا بیاید، آن هم در حالی‌که اگر بشر بتواند افزایش گرمای جهانی را در حد دو درجهٔ سانتی‌گراد ـ آن‌طور که میزگرد بین دولتی تغییرات اقلیم توصیه می‌کند ـ محدود کند و این میزان را ثابت نگه‌دارد.

کلیدواژه‌ها: رویهٔ دریا، یخ دریایی، پهنهٔ یخی، حسگر ریزموج، رادیومتری، یخ ـ کره، یخچال

رویهٔ دریاهای کرهٔ زمین در زمان زندگی نسل‌های آیندهٔ بشر ممکن است تا هفتاد فوت (حدود ۲۳ متر) بالا بیاید، آن هم در حالی‌که اگر بشر بتواند افزایش گرمای جهانی را در حد دو درجهٔ سانتی‌گراد ـ آن‌طور که میزگرد بین دولتی تغییرات اقلیم توصیه می‌کند ـ محدود کند و این میزان را ثابت نگه‌دارد.

آن‌طور که در نوشتار پژوهشی در ماهنامهٔ «زمین‌شناسی» آمریکا آمده است، نسل‌های آینده به احتمال زیاد با زمین کاملاً متفاوتی روبه‌رو خواهند بود. کره‌ای با رویهٔ دریاهای بین ۱۳ تا ۲۳ متر بالاتر از رویهٔ کنونی دریاها. این نتیجه‌ای است که دانشمندان زیر نظر پروفسور کنت میلر[1] از دانشگاه راتگرز، از طریق پژوهش‌های انجام شده روی مغزه‌های[2] سنگی و خاکی برداشته شده در ویرجینیا، نیوزیلند و آتول‌های مرجانی انیوتوک[3] در شمال اقیانوس آرام بدان دست یافته‌اند.

این گروه با پژوهش روی نهشته‌های دورهٔ پلیوسن (۲/۷ تا ۳/۲ میلیون سال پیش) یعنی آخرین باری که میزان دی‌اکسیدکربن نیوار[4] کرهٔ زمین در دمای نیواری دو درجهٔ سانتی‌گراد بیشتر از امروز، بدان رسیده است، دریافته‌اند که رویهٔ دریاها در چنین فرازانی قرار داشته است. بنابرهمین پژوهش‌ها و به گفتهٔ ریچاردلین[5]، مدیر بخش علوم زمین بنیاد ملی علوم آمریکا، در آن زمان، تفاوت حجم آب رهاشده در دریاها، معادل آب حاصل از آب شدن کل پهنهٔ یخی گرینلند[6] و بخشی از پهنه‌های یخی باختر و خاور قطب جنوب بوده است.

چنین میزانی از بالا آمدن رویهٔ اقیانوس‌ها و دریاهای کنونی، نه تنها بخش‌های گسترده‌ای از نواحی کرانه‌ای کرهٔ ما را باتلاقی می‌کند؟ بلکه بر زندگی هفتاد درصد از جمعیت جهان تأثیر خواهد گذاشت.

تا پایان قرن بیست‌ویکم میزان بالا آمدن رویهٔ دریاها، با توجه به گرم شدن اقیانوس‌ها، ذوب بخشی یخچال کوهستان‌ها و ذوب بخشی پهنهٔ گرینلند و قطب جنوب شصت تا نود سانتی‌متر است. این نکته و نتایج به‌دست آمده حساسیت پهنه‌های سترگ یخی کرهٔ ما را به تغییرات دمایی، کاملاً آشکار می‌کند و نشان می‌دهد که حتی افزایش میزان متوسطی از دما نیز سبب بالا آمدن گستردهٔ رویهٔ دریاها می‌شود و رنگ کرهٔ ما از فضا با شدت رنگ آبی بیشتری دیده خواهد شد.

یخ دریا[7]

یخ‌های دریایی، آب‌های یخ‌بستهٔ دریاها هستند که بر رویهٔ اقیانوس‌ها شناورند و با پوشش میلیون‌ها کیلومترمربع از سطح دریاها و اقیانوس‌ها، یخ دریا را می‌سازند. در فصل آب‌شدگی قطبی بر کوشندگی (فعالیت) انسان و زیستگاه‌های جانداران تأثیر بسیار می‌گذارند.یخ‌های قطب شمال گرچه سالیان سال دیرپایی دارند، نقش بسیار مهمی در تنظیم اقلیم جهانی ایفا

می‌کنند و در قطب جنوب نیز پهنه‌های یخی موجود بر زیستگاه پستانداران دریایی و و پرندگانی که در این نواحی زندگی می‌کنند تأثیر بسیار دارند.

گسترش و تراکم یخ دریاهای جهان

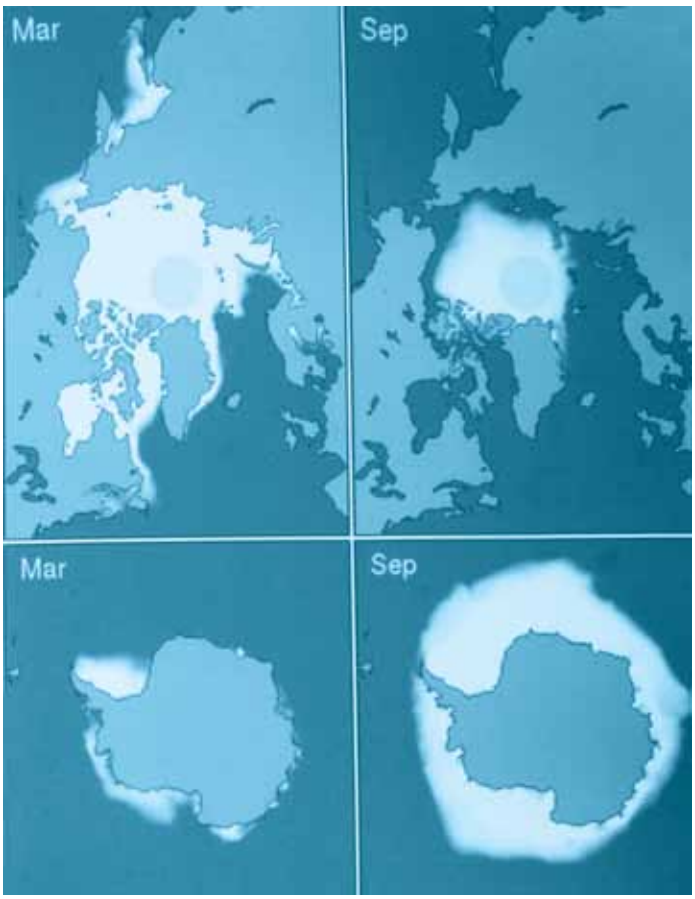
یخ دریاها، تبادل دما، رطوبت و شوری اقیانوس‌های قطبی را تنظیم می‌کند و چرخهٔ فصلی آن‌ها نیز همان‌گونه که یاد شد بر کوشندگی انسان و زیستگاه‌های جانداران تأثیر می‌گذارد. در این پیوند، برای نمونه باید از کوشندگی شرکت‌های کشتی‌رانی در ترابری مواد خام مانند نفت خام یا زغال‌سنگ نام برد که باید دربازهٔ زمانی کاهش تراکم یخ با سرعت عمل کنند و از نواحی قطبی خارج شوند و به این ترتیب، ضمن هدایت کشتی‌های خود به گستره‌های عاری از یخ آن‌ها را از ناحیهٔ وجود توده‌های یخی خطرناک چندساله که در طی سال‌ها متراکم شده‌اند، دور سازند.

برخی از پستانداران قطبی مانند خرس‌های قطبی، شیرها و خوک‌های دریایی هم برای زیستن به یخ‌های دریایی متکی هستند و با شکار، خوردن و تولیدمثل در پیرامون یا روی یخ‌ها، روزگار می‌گذارند. بررسی‌های نوین نشان داده‌اند که جمعیت خرس‌های قطبی با کاهش مقدار یخ دریا کاهش یافته است.

بسترهای یخ، گسترهٔ مکانی آن و آب‌های آزاد میان توده‌های یخ با سرعت زیاد و به غایت در برابر و نسبت به هوا و اقلیم تغییر می‌کند.

یخ دریا در قطب شمال به‌طور تیپیک چهارده تا شانزده کیلومترمربع و در قطب جنوب هفده تا بیست میلیون کیلومترمربع را در اقیانوس منجمد جنوبی، در پایان زمستان می‌پوشاند. به‌طور میانگین، کاهش فصلی گستردگی پهنهٔ یخی در قطب جنوب بیشتر است و نسبت به گستردگی هفت میلیون کیلومترمربعی آن در قطب شمال، به سه تا چهار میلیون کیلومترمربع می‌رسد.

در چندین‌سال گذشته، کمیتهٔ گسترش پهنهٔ یخی قطب شمال بین چهار تا شش میلیون کیلومترمربع بوده است. در نقشهٔ زیر گسترش پوشش یخ در قطب شمال و جنوب برای نمونه، در پایان فصل زمستان و تابستان در دو نیمکرهٔ زمین نشان داده شده است (شکل ۱).



شکل ۱: تغییرات تراکمی اقلیمی پهنه‌های یخی قطب شمال و جنوب بین سال‌های ۱۹۷۹ تا ۲۰۰۰ و بیشینه و کمینهٔ فصلی و تقریبی گسترهٔ آن‌ها در پایان فصل زمستان (ماه مارس) و فصل تابستان (ماه سپتامبر). دو شکل بالا مربوط به قطب شمال و دو شکل پایین مربوط به قطب جنوب است.

شکل ۲ تا ۴: تصاویر ماهواره‌ای تهیه شده در سه تاریخ متفاوت از یخچال پیترمن در قطب شمال

تا پایان قرن بیست‌ویکم میزان بالا آمدن رویهٔ دریاها، با توجه به گرم شدن اقیانوس‌ها، ذوب بخشی یخچال کوهستان‌ها و ذوب بخشی پهنهٔ گرینلند و قطب جنوب شصت تا نود سانتی‌متر است

ابزارهای بررسی یخ دریاها

برای بررسی ویژگی‌های یخ دریا به کمک ماهواره‌ها، از دو حسگر ریزموج غیرفعال[8] موسوم به رادیومتر اسکن‌کنندهٔ ریزموجی چندکاناله[9] که سازمان ناسا آن را ساخته است و حسگر و ویژه ریزموج / تصویرگر[10] که وزارت دفاع آن را تولید کرده و به کمک ماهواره‌های هواشناسی نظامی در مدار قرار داده است، استفاده می‌شود. پژوهشگران مرکز پروازهای فضایی گدارد با ترکیب داده‌های یخ دریاها که دارای سری زمانی ـ درسی سال گذشته ـ نیز هستند برای مطالعات موردنظر بهره می‌گیرند. هم‌چنین از داده‌های ماهواره‌های گرفته شده از ماهواره نیمبوس-۷ که شامل داده‌های شدت دمای روزانه و داده‌های مربوط به تراکم یخ دریاست نیز، در این بررسی‌ها استفاده می‌شود.

داده‌های ذکر شده یعنی داده‌های نوع رادیومتری اسکن ریزموجی چندکاناله و حسگر ویژهٔ ریزموج اطلاعات قابل ملاحظه‌ای از تغییرات پوشش یخی، تغییرات منطقه‌ای، فصلی و بین‌سالی[11] در اختیار گذاشته‌اند. داده‌های مربوط به تراکم یخ، چرخهٔ سالیانهٔ گستردگی یخ و نواحی دارای پوشش یخی (بخش‌های اقیانوسی که عملاً با یخ پوشیده می‌شوند) و میانگین ماهیانه یا ناهنجاری‌های ماهیانه را نیز در دسترس قرار می‌دهد که از طریق مرکز ملی داده‌های یخ و برف دانشگاه کلراد ـ و قابل دریافت است.

حسگر مهم دیگر، رادیومتر اسکن‌کنندهٔ ریزموجی پیشرفته[12] است که داده‌های آن در آرشیو مرکز ملی یاد شده در بالا گردآوری و نگهداری می‌شود و در ماه مه سال ۲۰۰۲ میلادی روی ماهوارهٔ آکوا[13] نصب و در مدار قرار گرفته است.

استفاده از داده‌های حسگرهای ریزموج غیرفعال در عمل، بهترین روش برای پایش یخ دریاست، زیرا این حسگرها دارای این توانایی هستند که از میان ابرها و حتی در تاریکی نیز نفوذ کنند و داده‌های موردنیاز را بگیرند و در اختیار بگذارند.

حسگرهای ریزموج غیرفعال همان‌گونه که در بالا آمد، به دانشمندان این اجازه را می‌دهد تا با پایش تغییرات بین‌سالی، روند تغییرات پوشش یخی را بررسی کنند. مشاهدات انجام شده روی اقیانوس‌های قطبی از طریق این حسگرها برای ردیابی مرز وجود یخ[14]، تخمین تراکم یخ دریاها و طبقه‌بندی انواع یخ نیز اساسی هستند و این امکان را به‌وجود می‌آورند که اطلاعات به‌دست آمده به‌طور عملی برای کشتی‌رانی و ترابری دریایی استفاده شوند و دانش هواشناسی پایهٔ موردنیاز برای درک اقلیم تأمین شوند.

تأثیر یخ ـ کره بر تغییرات رویهٔ دریاها

پژوهش‌های انجام شدهٔ پژوهشگران مرکز ملی داده‌های یخ و برف دانشگاه کلرادو نشان داده است که رویهٔ دریاهای جهان در چند هزارهٔ پایانی بعد از آخرین عصر یخ (تقریباً ۲۱۰۰۰ سال پیش) ۱۲۰متر بالا آمده و از حدود سه هزار تا دو هزار سال پیش ثابت مانده است. نشانگرهای تغییرات رویه نشان می‌دهند که رویهٔ دریاهای جهان تا پایان سدهٔ نوزدهم (یعنی زمانی که ابزارهای مثبت تغییرات رویهٔ دریاها دلایل محکمی در زمینهٔ بالا آمدن رویهٔ دریاها در اختیار گذاشتند، تغییرات چشمگیری نداشته است.

تخمین‌های انجام شده در قرن بیستم نشان می‌دهند که میانگین بالا آمدن رویهٔ دریاهای کرهٔ زمین ۱/۷ میلی‌متر در سال بوده ست. هم‌چنین به کمک حسگرهای نصب‌شده در ماهواره‌ها، که از اوایل دههٔ ۱۹۹۰ در اختیار است و داده‌های دقیق‌تری که در مورد رویهٔ دریاها از طریق بررسی

این داده‌ها به‌دست آمده بیانگر آن است که از سال ۱۹۹۳ به‌طور میانگین پوشش و رویهٔ دریاها به میزان سه میلی‌متر در سال بالا می‌آید.

غیر از این، مدل‌های اقلیمی تولید شده بر مبنای میزان کنونی افزایش گازهای گلخانه‌ای نیز حاکی از آن است که رویهٔ دریاها به میزان ۴ میلی‌متر در سال بالا آمده و در بازهٔ زمانی بین ۲۰۹۰ تا ۲۰۹۹ به میزان ۲۲ تا ۴۴ سانتی‌متر بالاتر از رویهٔ دریاها در سال ۱۹۹۰ خواهد رسید.

نقش یخ ـ کره[16]

یخ ـ کره در نتیجه گرم شدن اقلیم کرهٔ زمین از چهار طریق می‌تواند در بالا آمدن رویهٔ دریاها تأثیر بگذارد:

- پوشش برفی فصلی که در تابستان و بهار آب می‌شود و با جاری شدن در رودها سرانجام به دریاها می‌ریزد.

این فرایند حتی با افزایش بارش برف‌های فصلی و با برخورداری از تأثیر بر چرخهٔ هیدرولوژیک یک فصل در دههٔ اخیر، چندان اثر مهمی در بالا آمدن رویهٔ دریاها ندارد.

- یخ دریا و لایه‌های یخی موجود در اقیانوس‌ها که حتی بعد از آب شدن باز هم تأثیری بر بالا آمدن رویهٔ دریاها ندارند.
- پهنه‌های دارای یخزدگی دائمی[17] و یخ داخل خاک‌ها نیز منبع دیگری از آب مایع هستند، ولی میزان آب حاصل از ذوب یخ آن‌ها که به جریان‌ها و رودها می‌ریزد و سپس به دریاها می‌رسد، به خوبی شناخته شده نیست.
- یخچال‌ها که تأثیرگذارترین شوند (دلیل) بالا آمدن رویهٔ آب دریاها و اقلیم هستند و در زیر، توضیح بیشتری دربارهٔ آن‌ها می‌آید:

بالا آمدن رویهٔ دریاها در حال حاضر، نتیجهٔ افزایش دمای اقیانوس‌ها و در پی آن، آب‌شدن یخچال‌هاست که هر یک مسئول نیمی از میزان بالاآمدگی رویه و نقش آن‌ها معلول افزایش میانگین دمای جهانی است.

بررسی‌های انجام شده در دورهٔ زمانی ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۳ نشان می‌دهد که بالا آمدن رویهٔ دریاها ناشی از افزایش دمای جهانی ۰/۴۲ میلی‌متر در سال و میزان کل آب‌شدگی یخچال‌ها شامل یخچال‌های کوچک، کلاهک و پهنه‌های یخی ۰/۶۹ میلی‌متر در سال است، ولی در بازهٔ زمانی ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۳ این میزان به‌ترتیب به رقم ۱/۶۰ و ۱/۱۹ میلی‌متر در سال رسیده است.

در این راستا اگر یخ‌های قطب جنوب و گرینلند، یعنی گسترده‌ترین پهنهٔ یخی کرهٔ زمین، هر دو به‌طور کامل آب شوند رویهٔ آب دریاهای کرهٔ ما، هفتاد متر بالا خواهد آمد. اما خوشبختانه تخمین‌های اخیر بیانگر آن است که از نظر ذوب و بازساخت، پهنهٔ یخی قطب جنوب تقریباً در حال تعادل و توازن است و تنها امکان دارد به میزان ۱۰ درصد در بالا آمدن رویهٔ دریاها نقش داشته باشد، ولی این میزان برای پهنهٔ گرینلند سی درصد است. هم‌چنین مشاهدات اخیر نشان داده‌اند که ذوب یخچال‌ها (عکس‌های ۲ تا ۴) و حرکت توده‌های یخی جداشده از آن‌ها افزایش یافته است. این پویایی می‌تواند نقش کلیدی در واکنش یخچال‌های ساحلی و قطعات یخی به تغییرات اقلیم داشته و رل مهم‌تری در بالا آمدن رویهٔ دریاها داشته باشد.

پی‌نوشت

1. Keneth Miller 2. Core 3. Eniwetok 4. Atmosphere5. Richard Lane
6. GreenLand 7. Sea Ice 8. Passive Microwave
9. Scqning Multichannel Microwave Radiometer (SMMR)
10. SPecial Sencor Microwave / Imager (SSM/I) 11. Inter-annual
12. Advanced Microwave Scaning Radiometer
13. Aqua 14. Ice edge15. Altimetry16. Cryosphere17. Permafrost

نابودی بزرگ زیستمندان در پایان کرتاسه (انگارهٔ برخورد بزرگ)

محمدحسن نبوی، کارشناس‌ارشد زمین‌شناسی

اشاره

مقالهٔ حاضر به مطالب دیرینه‌شناسی سرفصل‌های شواهدی در سنگ‌ها و تحولات گذشته در کتاب درسی زمین‌شناسی سال چهارم متوسطه مربوط می‌شود. همکاران از تحلیل مقالهٔ حاضر در غنا بخشیدن به محتوای سرفصل‌های یادشده بهره‌مند می‌شوند.

مقدمه

حدود ۶۵ میلیون سال پیش به‌علت رویدادی سترگ، زمانه یکه‌تازی خزندگان غول‌پیکر خشکی‌های مزوزوئیک، آمونیت‌های دریاهای آن دوران و بسیاری دیگر از زیستمندان خشکی و دریا به پایان رسید و از پی آن، دورانی نو با جنبش‌های شدید تکتونیکی و فعالیت‌های آتش‌فشانی فرا رسید. این رویداد بزرگ زیستی و زمین‌شناسی، آن‌چنان جلوه‌های اندیشه‌برانگیز و گرایش‌زایی دارد که پژوهندگان بی‌شماری بدان پرداخته‌اند. نشانه‌های رویداد مورد سخن را در دو سوی مرز جداکنندهٔ دو سیستم کرتاسه و ترسی‌یر (ترشیاری)، اینجا و آنجا در زمین‌کره به بررسی و پژوهش گذاشته و همچنان با جوشش و کوشش در تکاپو و آزمایش‌اند تا بفهمند که بر سر زیست‌کره (بیوسفر) آن‌زمان چه آمده است. تاکنون هیچ مرز چینه‌شناسی چون مرز کرتاسه-پالئوسن مورد بحث و اندیشه قرار نگرفته است.

امروزه نگاره‌های زیادی در زمینهٔ یادشده در دست است که همگی برای توضیح نابودی بزرگ[1] زیستمندان دریازی و خشکی‌زی عنوان شده‌اند. از میان تمام گونه‌ها، جنس‌ها و گروه زیستمندان جانوری و گیاهی که در پایان

کرتاسه به نابودی کشیده شده‌اند، تنها دو گروه بزرگ یعنی دایناسورها و آمونیت‌ها بهتر و بیشتر در فکر و اندیشهٔ نسل دانش‌آموخته جا باز کرده‌اند. پیرامون دایناسورها که مردم عادی هم آن‌ها را بیشتر می‌شناسند، نوشتارها و گفتارهای بیشتری ارائه شده است، ولی به‌طوری که در بخش‌های آیندهٔ این نوشتار خواهیم دید، موضوع بزرگ‌تر از آن است که تنها به مرگ ناگهانی یا رازگونهٔ دایناسورها پرداخته شود.

در کتاب زمین‌شناسی چهارم برای بیان علت نابودی دایناسورها به رشته‌ای از علت‌ها اشاره شده که باید گفت زمینهٔ فکری پژوهشگران ده، پانزده سال پیش و حتی قدیمی‌تر است. در آن کتاب می‌خوانیم: «بالا آمدن زمین و کاسته شدن از وسعت مرداب‌ها، بزرگی جثه و عدم تکافوی غذا، شیوع بیماری، زیاد شدن پستاندارانی که از تخم دایناسورها تغذیه می‌کردند، نابودی نسل آن‌ها را سبب شده‌اند و...».

در این نوشتار به ماهیت محلی بودن موضوع‌های یادشده نگاهی خواهیم داشت. ولی به انگارهٔ پراثرتر و جهانی‌تر پرداخته‌ایم که آن را با عنوان «نو و داغ» در بیشتر نشریه‌های زمین‌شناسی اروپا و آمریکا شرح داده‌اند. این انگاره عبارت است از «برخورد یک شخانهٔ بزرگ یا دنباله‌داری بزرگ بر زمین و آلوده کردن زیست‌کره.» امکان چنین برخورد یا برخوردهایی را بارها در نوشته‌های زمین‌شناسی آورده بودند، ولی هیچ دلیل و نشانه‌ای برای پرمایه کردن آن ارائه نمی‌دادند تا اینکه در سال ۱۹۸۰ میلادی، نخست آلوازر [۱] و پس از او اسمیت [۲] پایه‌های علمی آن را استوار کردند. آنگاه بحث داغ و گیرایی آغاز شد. نشانه‌های بیشتری را اینجا و آنجا در لایه‌های گسیلی مرز کرتاسه-پالئوسن جست‌وجو کردند و یافتند و انگاره را به نگره (تئوری) نزدیک‌تر کردند. تا این تاریخ همچنان نویافته‌هایی را در نشریه‌ها می‌بینیم.

کلیدواژه‌ها: نابودی بزرگ، زیستمندان، کرتاسه، انگارهٔ برخورد بزرگ، مرز کرتاسه، پالئوسن.

نابودی بزرگ

ردیف‌های چینه‌شناسی در ناحیه‌های گوناگون زمین‌کره که کامل‌ترند، واقعیت تکان‌دهنده‌ای را بازگو می‌کنند و آن نابودی بخش بزرگی از زیست‌توده[۲] در یک زمانهٔ بسیار کوتاه‌مدت زمین‌شناسی است. این‌گونه نابودی‌ها در درازنای سرگذشت زمین‌کره کم نیست، ولی نابودی زیستمندان و کاهش بزرگ زیست‌توده در پایان کرتاسه در نوع خود، همانندی ندارد! در سال ۱۹۷۷ نوشته‌ای از راسل منتشر شد (در نشریهٔ سیلوگوش[۳]) که بحران زندگی را در پایان مزوزوئیک جمع‌بندی کرده بود. از آنجا که جمع‌بندی راسل برای بیان اهمیت و سترگی این نابودی بسیار گویاست، آن را در زیر می‌آوریم (تعداد نسل‌های مشخص‌شده را از روی فسیل‌های به‌دست آمده در دو سوی مرز کرتاسه-پالئوسن تعیین کرده‌اند.)

الف) زیستمندان آب شیرین

	پیش از بحران	پس از بحران	درصد بازمانده
ماهیان غضروفی[۴]	۴	۲	
ماهیان غضروفی	۱۱	۷	
دوزیستان	۹	۱۰	
خزندگان	۱۲	۱۶	
جمع	۳۶	۳۵	۹۷

در این مورد باید گفت که تغییر و نابودی بسیار ناچیز بوده است.

ب) زیستمندان خشکی

	پیش از بحران	پس از بحران	درصد بازمانده
گیاهان	۱۰۰	۹۰	
حلزون‌ها	۱۶	۱۸	
دوکفه‌ای‌ها	۱۰	۷	
خزندگان	۵۴	۲۴	
پستانداران	۲۲	۲۵	
ماهیان و دوزیستان (الف)	۳۶	۳۵	
جمع	۲۲۶	۱۸۳	۸۱

پ) خرده‌زیستمندان شناور دریایی

پ) خرده‌زیستمندان شناور دریایی

	پیش از بحران	پس از بحران	درصد بازمانده
آکریتارک‌ها[۵]	۲۸	۱۰	
کوکولیت‌ها[۶]	۴۳	۴	
اینوفلاژن‌ها[۷]	۵۷	۴۳	
دیاتومه‌ها	۱۰	۱۰	
رایمولرها	۶۳	۶۳	
سوزن‌داران	۱۸	۳	
لوستراکودها	۷۹	۴۰	
جمع	۲۹۸	۱۷۳	۵۰

بسیار آشکار است که نابودی زیستمندان قابل توجه بوده است.

ت) زیستمندان دریایی

	پیش از بحران	پس از بحران	درصد بازمانده
جلبک‌های آهکی	۴۱		
اسفنج‌ها	۲۶۱		
سوزن‌داران	۹۵		
مرجان‌ها	۸۷	۳۱	
بریوزوآ	۳۳۷	۲۰۴	
بازوپایان	۲۸	۲۲	
شکم‌پایان	۳۰۰	۱۵۰	
دوکفه‌ای‌ها	۳۹۹	۱۹۳	
بارناکل‌ها[۸]	۳۲	۲۴	
خرچنگ‌ها	۶۹	۵۲	
یاس دریایی	۱۰۰	۳۰	
خارپوستان	۱۹۰	۶۹	
ستاره‌سانان	۳۷	۲۸	
جمع	۱۹۷۶	۱۰۱۲	۵۱

ث) زیستمندان شناگر دریایی

	پیش از بحران	پس از بحران	درصد بازمانده
آمونیت‌ها	۲۴	۰	
نوتیلوس‌ها	۱۰	۷	
بلمنیت‌ها	۴	۰	
ماهیان غضروفی	۷۰	۵۰	
ماهیان استخوانی	۱۸۵	۳۹	
خزندگان	۲۹	۳	
جمع	۳۳۲	۹۹	۳۰
جمع کل	۲۸۶۸	۱۵۰۲	۵۲

از جمع‌بندی یاد شده به خوبی می‌توان دریافت که نیمی از تمام نسل‌های جانوری و گیاهی که در دریاها و خشکی‌های کرتاسهٔ پسین می‌زیسته‌اند، در پایان کرتاسه و به‌طور ناگهانی! نابوده شده‌اند که از آن میان تمام آمونیت‌ها، بلمنیت‌ها، سیکادنون‌ها[۱۰] و دایناسورها از میان رفته‌اند و نابودی کوکولیت‌ها و خزندگان دریایی و اسفنج‌ها بیش از هفتاد درصد بوده است.

نتیجه‌گیری دیگر آنکه نابودی زیستمندان دریایی بیش از خشکی بوده است (۵۱ درصد برابر ۱۹ درصد). نابودی بزرگ پایان کرتاسه بدین علت کنجکاوی را برمی‌انگیزد که هیچ نشانه‌ای حاکی از جانداران در حال انقراض یا رو به نابودی وجود ندارد. برای مثال، دایناسورهای باهوش‌تر که دارای کالبد کوچک‌تر و کاسهٔ سر بزرگ‌تری بودند، در عصر پایانی کرتاسه، یعنی در ماستریشین زیاد و در حال گسترش بوده‌اند. همچنین باید گفت که گسترش زیاد خزندگان بزرگ، از آرژانتین گرفته تا جزیرهٔ کوئین الیزابت در شمال کانادای قبلی می‌رساند که گیاهان و بارش کافی بوده، هر چند که در مرکز آسیا، ۱۵۰۰ کیلومتر دورتر از دریا نیز زندگی خزندگان خشکی پررونق بوده است.

در نوشتهٔ دیگر راسل که به سال ۱۹۷۹ تنظیم شده، می‌بینیم که نابودی گونه‌های جانداران دریازی و خشکی‌زی در پایان کرتاسه را حدود ۷۵ درصد عنوان کرده است. بنابراین، رویداد مورد سخن، بسیار سترگ‌تر از آن است که به سادگی و آسانی بتوان آن را با یک عامل محلی و زمینی توضیح داد.

در اینجا بایسته است به مدت یا درازنای این نابودی سترگ نیز اشاره کنیم. تعیین سن سنگ‌های دو سوی مرز دو سیستم کرتاسه و ترسیر، می‌تواند پاسخ‌گوی مدتی باشد که نسل‌های جانوری و گیاهی نابود و منقرض شده‌اند. برای چنین مدتی ضروری است که کامل‌ترین یا ردیف‌های کامل‌تر چینه‌شناسی را جست‌وجو کرد. برای تعیین سن مناسب و تعیین ماهیت مرز جداکننده از نگاه رسوب‌شناسی و دیرین‌شناسی بررسی‌های گوناگونی در اروپا و آمریکا به‌عمل آمده است و مدت‌زمان‌های متفاوتی همچون ۱۰۰۰، ۵۰۰۰۰۰ و ۱۵۰۰۰۰۰ سال را اعلام کرده‌اند که بر پایهٔ سن پرتوسنجی و زمانهٔ تغییر جهت میدان مغناطیسی زمین‌کره (تغییر قطب‌ها) است [۴].

بنابر آنچه تاکنون روشن شده، این نابودی سترگ که گاهی با عنوان «ناگهانی» در نوشته‌های گوناگون آمده، در یک زمانهٔ کوتاه‌مدت زمین‌شناسی صورت گرفته است و نکته‌های اصلی آن عبارت‌اند از:

۱. درازنای زمانه: ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰۰۰ سال [۴ و ۵].

۲. نابودی در اقیانوس‌ها زودتر از خشکی‌ها آغاز شده است.

۳. زیستمندان آب‌شیرین خیلی کم دچار بحران شده‌اند (حدود سه درصد).

۴. زمانهٔ نابودی در اروپا زودتر از آمریکا بوده است [۵].

۵. رویداد پایان کرتاسه در سراسر کرهٔ زمین قابل شناسایی است.

ویژگی‌های یادشده همچنان دستخوش تغییرند و روند روشن‌تر شدن و کامل‌تر شدن آن‌ها بسیار چشمگیر است. برای آن‌که موضوع مورد بحث بهتر نمایانده شود، ماهیت مرز دو سیستم را در زیر مورد توجه قرار می‌دهیم.

مرز کرتاسه- پالئوسن

سال‌ها بود که موضوع مرز میان دو سیستم کرتاسه و ترسی‌یر در حلقهٔ بحث پژوهشگران دیرینه‌شناس جا خوش کرده بود. ویژگی‌های دوگانهٔ آشکوب دانین برای دیرینه‌شناسان اندیشه‌برانگیز بود.

کارشناسان فسیل‌های مهره‌دار، گیاهان و میکروفسیل‌ها، هریک به نوعی در گزینش این مرز وسواس داشتند. این‌گونه وسواس‌ها، همیشه بر سر مرزهای چینه‌شناسی فراوان است (در شکل ۱ بحث هر فسیل‌شناس را می‌توان دریافت). کارشناسان دایناسورها و پستانداران کیسه‌دار[۱۲] به نابودی این زیستمندان بزرگ می‌اندیشیدند و «مرز» را آنجا می‌گرفتند که این جانوران نابود شده بودند.

پژوهشگران در زمینهٔ کروکودیل‌ها و پستانداران جفت‌دار[۱۳] به‌سان دیگران، در گزینش مرز مزوزوئیک و سنوزوئیک کوشش و جوشش داشتند و باور نداشتند که این «مرز» بر پایهٔ نابودی دایناسورها باشد. کارشناسان دایونوفلاژل‌ها می‌گفتند که در «مرزهای » پیشنهادی؛ هیچ تغییر نامعمول را نمی‌بینند ولی بررسی صدها گونه از نانوپلانکتون‌های[۱۴] آهکی که گرایش مشخصی برای انقراض داشته‌اند. سرانجام پژوهشگران میکروفسیل‌ها، دانین را آغاز ترسی‌یر اعلام کرده‌اند که امروزه مورد پذیرش است.

مرز کنونی کرتاسه- پالئوسن در قاعدهٔ ماسه‌سنگ‌های قرمز-صورتی است که روی شیل‌های قرمز با فسیل تخم‌های دایناسورها قرار گرفته است. این مرز پذیرفته شده در کشور فرانسه در دامنهٔ جنوبی کوه سنت‌ویکتوار در پایین‌دست بندر سانگل[۱۵] واقع شده است [۴]. این مرز حالت تدریجی ندارد. مرز میان کرتاسه و پالئوسن در کشورهای دیگری چون مکزیک، ایتالیا، تونس، پاکستان، کانادا، نیجریه و برزیل نیز به‌خوبی مشخص شده است که آن‌ها را به‌عنوان مقطع محلی و قابل توجه معرفی کرده‌اند (مقطع تیپ در فرانسه است). کم‌وبیش در همه‌جا سخن و پرسش این است که این مرز تدریجی است یا ناگهانی و نشان از یک رویداد زمینی دارد یا نه؟

چنین پرسشی را تا میانهٔ دههٔ سال‌های ۱۹۷۰ به‌درستی پاسخ نمی‌دادند.

شکل ۱: جدال برای گزینش مرزهای چینه‌شناسی (این شکل روی جلد یک کتاب است که کمیسیون چینه‌شناسی کرتاسه در سال ۱۹۸۳ آن را چاپ کرده است).

مرز میان دو سیستم در کشورهای مختلف یکسان نیست. گاهی در لایه‌های آهکی دریایی است مانند ایتالیا (ناحیهٔ گوبیو[۱۶]) که تنها با یک لایهٔ رسی یک سانتی‌متری مشخص می‌شود [۱]. در مکزیک تا کلورادو در آمریکای شمالی به‌صورت یک نازک‌لایه از دیرینهٔ خاک[۱۷] است [۶].

در جنوب باختری تبت در کوه کایلاس[۱۸] که بوداییان و هندوان آن را مقدس‌ترین کوه جهان می‌دانند، مقطع تیپ شمال هیمالیا معرفی شده که با لایه‌های افقی از ماسه‌سنگ و کنگلومرا با ناپیوستگی آذرین‌پی[۱۹] روی سنگ نفوذی تونالیتی قرار گرفته است و یک فاز مهم فرسایشی را مشخص می‌کند [۴]. در کشورهای دیگری چون تونس، اسپانیا، دانمارک، پاکستان، برزیل، نیجریه، کانادا، مراکش و... نیز مرز مورد سخن به‌خوبی شناسایی شده است. این مرز در بیشتر جاهای زمین‌کره به‌صورت یک لایهٔ رسی-شیلی یا ماسه‌سنگی است به ضخامت یک تا چند ده دسی‌متر که مورد پژوهش‌های زیاد دیرین‌شناسی، ژئوشیمیایی، دیرینه‌مغناطیسی و... قرار گرفته و نتیجه‌های بسیار ارزنده‌ای به بار آمده که پایه و بنیاد انگارهٔ «برون‌زمینی» را استوارتر کرده است.

ویژگی‌های مهمی که برای این مرز پرانگیزه در بیشتر جاهای شناخته‌شده در زمین‌کره مشخص کرده‌اند، در زیر خلاصه می‌شود:

۱. هم در نهشته‌های خشکی و هم در نهشته‌های دریایی، مرز کرتاسه-پالئوسن با تغییر لیتولوژی همراه است و رنگ نهشته‌ها در دو سوی مرز تفاوت دارد [۴].

۲. محیط رسوب‌گذاری پس از کرتاسه، پرانرژی‌تر شده است و کانی‌های سنگین در قسمت قاعده‌ای پالئوسن در بیشتر جاها دیده شده است [۴].

۳. مقدار ایزوتوپ سبک‌تر کربن در جانداران دریایی پس از کرتاسه بیشتر شده است [۴].

۴. آهنگ رسوب‌گذاری در محیط کم‌ژرفای دریای آغاز پالئوسن کاهش داشته است و علت اصلی آن را کم‌آب‌بودن رودها یا کمتر بودن بار رودها نوشته‌اند [۵]. در کشورهای دانمارک، اسپانیا و نیوزیلند آهنگ رسوب‌گذاری برای لایه‌های کرتاسه در زیر مرز را حدود ۰/۰۱۲ سانتی‌متر در سال و برای لایه‌های قسمت پایین دانین، حدود ۰/۰۰۰۶ سانتی‌متر در سال برآورد کرده‌اند [۷].

۵. لایهٔ مرزی کرتاسه-پالئوسن به‌طور میانگین حدود ۵۰۰,۰۰۰ سال را مشخص می‌کند که در حقیقت نمایندهٔ زمانهٔ نابودی سترگ زیستمندان است.

۶. در موقعی که لایهٔ مرزی، ماستریشین ستریشین-پالئوسن تشکیل می‌شده، جای قطب‌های مغناطیسی زمین حداقل دوبار تغییر کرده است. در ایتالیا قطب‌گرایی[۲۰] میدان دیرینهٔ مغناطیس زمین منفی بوده و حال آنکه در نیومکزیکو مثبت شده است. در آلاباما و دیگر ناحیه‌های آمریکا شمالی نیز مثبت بوده است [۵].

۷. در نهشته‌های بالای استرشین، فسیل خزندگان بزرگ دریایی را یافته‌اند، ولی تاکنون نشانه‌ای از فسیل‌های دست‌خورده و آوارهٔ[۲۱] آن‌ها را در نهشته‌های دانین نیافته‌اند [۵].

تمام نسل‌های جانوری و گیاهی که در دریاها و خشکی‌های کرتاسهٔ پسین می‌زیسته‌اند، در پایان کرتاسه و به‌طور ناگهانی! نابوده شده‌اند که از آن میان تمام آمونیت‌ها، بلمنیت‌ها، سیکادنون‌ها و دایناسورها از میان رفته‌اند و نابودی کوکولیت‌ها و خزندگان دریایی و اسفنج‌ها بیش از هفتاد درصد بوده است.

انگاره‌های کهن (پیش از ۱۹۸۰)

در ایـن بخش از نوشـتار به مجموعـه‌ای از انگاره‌های ارائه‌شـده می‌پردازیـم کـه بـرای توضیح نابـودی بزرگ دایناسـورها و برخی دیگر از زیسـتمندان عنوان کرده‌اند و در کتاب‌های درسـی نیـز تنها از آن‌ها نام برده‌اند. بیشـتر این انگاره‌ها را از سـال‌های پیش یا در آغاز سـدهٔ بیسـتم طـرح کرده‌اند و فشـار بیان آن‌ها روی نابودی دایناسـورها بوده است.

۱. کاهش مادهٔ غذایی: فیتوپلانکتون‌ها در حقیقت، پایهٔ زنجیرهٔ غذایی هسـتند که در سطح دریاها زندگی می‌کنند. هـر تغییـری در آن‌ها می‌تواند زیسـتمندان دیگـر به‌ویژه خزنـدگان دریایی را دچـار بحران کند. وارد شـدن مقدار زیادی آب‌شیرین به دریا می‌تواند این خرده‌جانداران شناور را به نابودی بکشـاند [۵]. کاهش این جانداران نمی‌تواند در زیستمندان خشکی یا آب‌شیرین اثر مهمی داشته باشد. در بخش دوم دیدیم که حدود ۹۷ درصد ماهیان، خزندگان و... آب‌های شـیرین در پایان کرتاسه، همچنان به زندگی خود ادامه داده بودند!

بنابراین، انگارهٔ مورد سخن هرچند می‌تواند بسیار مهم باشـد (برای زیسـتمندان دریایی) ولی بـرای بیان نابودی بزرگ پایان کرتاسه نارسا و نادرست است.

در آلبرتای مرکزی (کانادا) نشـانه‌هایی به‌دسـت آمده اسـت مبنی بر اینکه گیاهان خشکی در پایان کرتاسه دچار تغییـر بزرگی شـده بودند و این رویـداد همزمان با نابودی دایناسورها بوده است.

این کاهش غذا می‌تواند برای دایناسـورهای گیاه‌خوار، نابودی‌زا باشد، اما خزندگان گوشت‌خوار را باکی نبوده است!

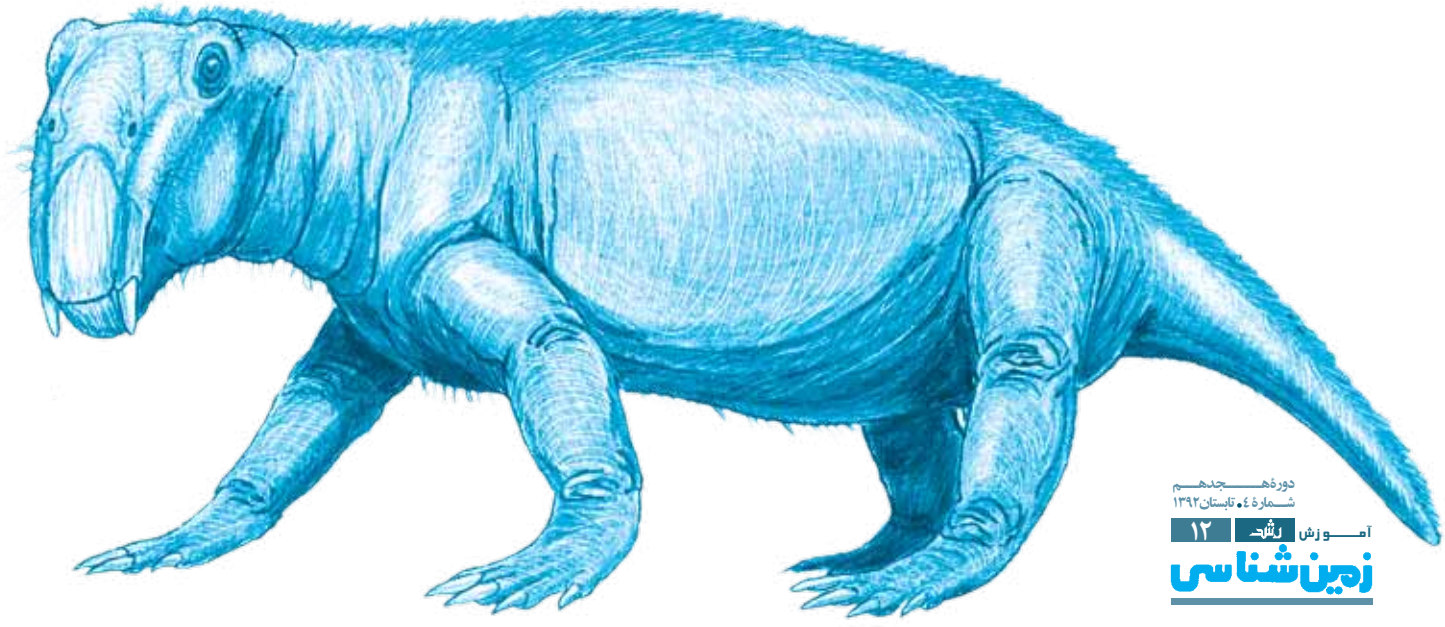
۲. پس‌روی دریا: گفته‌اند و نوشـته‌اند که پس‌روی دریا در تغییر محیط‌زیست بسیار اثر داشته و نابودی دایناسورها را در پی داشـته اسـت! گـزارش کرده‌اند کـه در کانادای قطبـی و باختری، سـطح دریای پایان کرتاسـه تا صد متر پایین افتاده بود [۵] و کم‌وبیش این مقدار را برای سراسـر زمین‌کره یکسان گرفته‌اند تا اهمیت موضوع بیشتر باشد. در سال ۱۹۷۸ زمین‌شناسـی به نام بوند، نوشت که بالا آمدن خشـکی آفریقا در زمانهٔ پس از میوسن حدود صد متر بوده، ولی در اروپا، استرالیا و آمریکا چنین پدیده‌ای وجود نداشته یا بسیار اندک بوده است [۸].

از سـوی دیگر، پایین رفتن سـطح دریا اگر در سراسر زمین‌کره هم باشد، روشن نیست که بتواند نابودی بزرگ را در خشکی‌ها هم به‌وجود آورد، چه رسد به اقیانوس‌ها! برای مثال در پایان دورهٔ میوسن (شش میلیون سال پیش)، افت جهانـی آب اقیانوس‌ها به چهل تا هفتاد متر رسـیده بود و پیامد آن نیز نابودی زیستمندان آن زمان نبوده است!

پـس‌روی دریاهـا، موضوع بسـیار مهمی اسـت، ولی نمی‌تواند زایندهٔ میرایی سراسری زیستمندان باشد.

۳. تغییر دمای زمین: این موضوع برای خزندگان بزرگ عنوان شده اسـت، زیرا این‌گونه جانوران در برابر تغییر دما بسیار حساس‌اند. انگارهٔ تغییر دما چندان نشانه‌های عینی را به‌دست نداده است. بررسـی‌های ایزوتوپ اکسیژن که روی میکروفوسـیل‌های دریایی نزدیک اسـتوای دورهٔ کرتاسه در اقیانـوس آرام و بلمنیت‌های کرتاسـه در عرض جغرافیایی میانه در اروپا و نیوزیلند انجام شـده‌اند، نشان می‌دهند که دمای سـطح آب‌های دریای ماستریشین در استوا کم‌وبیش مانند دمای اقیانـوس در عرض‌های جغرافیایی کم در زمان حال، یعنی حدود ۲۰ درصد بوده است.

در عرض‌های جغرافیایی کمی بالاتر در زمان کرتاسـهٔ



پایانی نیز، حدود ۱۵ درجه اندازه‌گیری شده است [۵].

در گزارش‌های دیگر نیز می‌بینیم که گیاهان خشکی در پایان کرتاسه، افزایش دما را نشان نداده‌اند. بررسی‌های دمای دورهٔ کرتاسه هنوز کامل نشده‌اند.

۴. آتش‌فشانی: اثر گرمایی پرتابه‌ها و دولاخ‌های آتش‌فشانی این است که موجب سرد شدن دمای هواکره خواهد شد. این موضوع موجب شده است که انگارهٔ نابودی زیستمندان را با فعالیت شدید آتش‌فشانی بیان کنند. بررسی‌های انجام شده در دههٔ ۱۹۷۰ و سال‌های اول دههٔ ۱۹۸۰ نشان می‌دهند که تغییر دما یعنی کاهش برای زمین چندان زیاد نمی‌تواند باشد (یک درجه). آنچه مشخص است اینکه در تخم‌های فسیل‌شدهٔ دایناسورهای کرتاسهٔ پایانی که در جنوب فرانسه آن‌ها را کشف کرده‌اند، نشانه‌هایی دیده می‌شود که برخی آن را به سرد شدن هوا (تالر، ۱۹۶۵) و برخی آن را به نقش یک مادهٔ زهرآگین نسبت داده‌اند (اربن ۱۹۷۲). این نشانه‌ها بدین صورت است که پوستهٔ تخم دچار نازک‌شدگی شده و می‌رساند که نوعی بیماری یا سرمازدگی داشته است. ناگفته نماند که برخی از پژوهشگران، این نازک‌شدگی را نوعی تحول تکاملی در دایناسورها می‌دانند و نوشته‌اند که فرایند چیره‌ای بوده است و هیچ سخنی از بیماری یا... نیست [۵].

۵. تابش یونی (پلاسما): این نکته روشن شده است که تابش یونی یعنی تابیدن پلاسما بر زیستمندان، نقش نابودکننده‌ای دارد، ولی اثر آن بر جانداران یکسان نیست. جانورانی که اسپرم بیشتری دارند، اثرپذیرترند. برای مثال دایناسورها بیشتر از خزندگان کوچک‌تر مانند سوسمارها به نابودی کشانده می‌شوند و از آنجا که سوسمارها توانسته‌اند از مرز کرتاسه-ترسی‌یر بگذرند، این موضوع موجب شده که این انگاره را برای نابودی جانوران بزرگ به‌کار گیرند و عنوان کنند که «هیچ خزنده‌ای سنگین‌تر از ۲۵ کیلوگرم نتوانسته است دورهٔ کرتاسه را پشت‌سر بگذارد!» [۵].

گفتنی است که اثر تابش یونی یعنی پلاسما در خشکی بیش از دریاست.

۶. تابش نور فروبنفش: وجود لایه‌های ازون در هواکرهٔ زمین در حقیقت یک سپر نیرومند است که زیستمندان زمین‌کره را از نقش زیان‌بار و سوزانندهٔ پرتوهای نور فروبنفش دور نگه‌می‌دارد. این لایه‌ها آسیب‌پذیرند و زبانه‌های[۲۲] نیرومند خورشید یا ذره‌های پرانرژی کیهانی بزرگ‌ترین عامل ویرانگر لایه‌های ازون‌اند. انگاره‌ای عنوان شده که برای مثال اگر زبانه‌ای ۱۰،۰۰۰ برابر آنچه تاکنون دیده شده، از خورشید به‌سوی زمین برسد یا ذره‌های پرانرژی به هواکره برسند، زیستمندان دچار نارسایی و سرانجام نابودی خواهند شد و گفته‌اند که در پایان کرتاسه چنین رویدادی وجود داشته است؛ و از آنجا که اثر نور فروبنفش تنها برای ده سال دوام دارد، بنابراین برای نابودی کافی نیست و باید این انگاره را رها کرد یا بهای کمتری به آن داد.

۷. انفجار سوپرنوا: در سال ۱۹۵۷ دو نفر از دانشمندان شوروی به نام شکلوفسکی و کراسوفسکی نوشتند که انفجار سوپرنوا در تکامل زندگی در نقش بزرگی دارد. پرتوها و ذره‌های کیهانی پرانرژی که در فضا پراکنده می‌شوند، چنانچه سوپرنوا به خورشید نزدیک باشد این اثر بیشتر خواهد بود. آن‌ها عنوان کردند که پرتوهای کیهانی و پرتو مجهول اگر ده تا صد برابر زمانهٔ عادی باشد، هم نقش ویرانگر خواهند داشت مانند نابودی دایناسورها و... و هم امکان دارد جهش تکاملی را افزایش دهد. آن‌ها نوشتند که اگر سوپرنوا در فاصلهٔ ۸ پارسک[۲۳] (برابر ۳/۳۶ سال نوری) باشد، اثر آن برای مدت چندهزار سال دوام خواهد داشت. بدین علت، تمام زیستمندانی که در خشکی یا قسمت سطحی آب دریاها زندگی می‌کنند، از اثر این تابش‌های سوزاننده به دور نخواهند بود [۹].

دانشمندان فیزیک اختری به این نتیجه رسیده‌اند که انفجار سوپرنوا در کهکشان راه شیری به فاصلهٔ صد سال نوری از خورشید، به‌طور میانگین، یکی در پنجاه میلیون سال است و چنانچه فاصله را ۵۰ سال نوری بگیریم، میانگین مورد سخن یک در هفتاد میلیون سال خواهد بود[۵]. پیروان انگارهٔ نقش سوپرنوا بر این باورند که آخرین بار در پایان کرتاسه (۶۵ میلیون سال پیش)، انفجار روی داده و نابودی بزرگ را بنیاد نهاده است.

۸. رویدادهای چرخه‌ای در کهکشان: خورشید در مدت دویست سال یک‌بار به گرد مرکز کهکشان راه شیری می‌گردد. زمین‌کره در این مدت، چند بار استوای کهکشان را قطع خواهد کرد و در چنین زمانه‌هایی است که تابش کیهانی (کهکشانی) چندین بار بیشتر از زمانهٔ عادی است و صدها یا هزاران سال به درازا می‌کشد. اثر این تابش‌ها بر زیستمندان زمین‌کره می‌تواند نابودی آن‌ها را در پی داشته باشد، ولی برای «نابودی بزرگ» ناکافی است و نشانه‌ای هم به‌دست نیامده است تا وجود چنین اثری را بنمایاند.

انگارهٔ نو و داغ

انگاره‌هایی که به آن‌ها اشاره شد، هرچند می‌توانند پاسخ‌هایی برای نابودی محلی و برخی از زیستمندان داشته باشند، ولی مشخص است که سراسر زمین‌کره را در بر نمی‌گیرند. کم‌وبیش همهٔ آن‌ها را می‌توان از نوع «امکان‌پذیر» و محلی به‌شمار آورد و مهم‌ترین انتقاد بر آن‌ها این است که از دیدگاه زمین‌شناسی و به‌ویژه چینه‌شناسی سخن نمی‌گویند و به‌ویژگی‌های مرز دو سیستم کرتاسه و ترسی‌یر یا لایه‌ها و سنگ‌های مرزی نمی‌پردازند. مگر می‌توان رویدادی به این سترگی و فراگیر جهانی را دریافت،

ولـی به لایه‌های مرزی تشـکیل شـده در آن‌زمـان کاری نداشـت؟ همین موضوع یعنی نشـانه‌های «رویداد بزرگ» را باید در نهشـته‌ها و سـنگ‌های آن‌زمان جست‌وجو کرد، بسیاری از پژوهندگان را از پشت میز اندیشه به بیرون کشاند و در برونزدگاه‌های مرزی ماستریشن-پالئوسن پراکنده کرد تا نمونه‌های بیشـتری بگیرند و نتیجهٔ آزمایش‌ها را به پشت میز اندیشه و آنگاه کنفرانس‌ها و سمینارها ببرند. در اینجا با روش گام‌به‌گام، شکل‌گیری این انگارهٔ نو را دنبال می‌کنیم.

● در سال ۱۹۷۳، گزارشی انتشار یافت که نویسندگان آن، کریستن سن و همکاران او بودند. آنان نمونه‌های زیادی از شـیل‌ها و رؤس‌های مرزی کرتاسه-ترسـی‌یر در کشـور دانمارک، ناحیهٔ اسـتفن کلینـت را آزمایش کردند و به‌طور ناباورانـه‌ای دریافتند که در این سـنگ‌ها، مقـدار فلزهای کمیاب گروه پلاتین خیلی بیشتر از سنگ‌های دوسوی این لایهٔ مرزی اسـت [۱۰]. در نوشـتهٔ آن‌ها بنیاد و خاسـتگاه چنین پدیده‌ای مورد بررسی قرار نگرفته است.

● در سال ۱۹۷۵، نوشته‌ای از ماسایی تیس، دانشمند شـوروی، چاپ شد که نوشته بود «برخوردهای شخانه‌ای بر زمین امکان دارد نابودی بزرگ را موجب شده باشد» [۵].

● در سـوختارگاه برخورد آتشین گوی سیبری به سال ۱۹۰۸، مقـدار زیادی از عنصرهای کمیاب را کشـف کردند که در نوشـتهٔ ووستروخوف بازتاب داده شد (۱۹۷۷). بدین ترتیب، پیوند میان برخـورد و غلظت عنصرهای کمیاب در سنگ‌های برخوردگاه مورد توجه قرار گرفت و پیامد پرباری را به ارمغان آورد.

● در سـال ۱۹۷۸، آلـوارز و همکارانش لایهٔ رسـی با ضخامت یک سانتی‌متر را که جداکنندهٔ دو سیستم ترسی‌یر و کرتاسـه در ناحیهٔ گوبیو (ایتالیا) است، مورد آزمایش قرار دادند و نتیجهٔ کارشـان را دو سال بعد انتشار دادند. آنان به این نتیجه رسـیدند که غلظت ایریدیـوم در این لایهٔ مرزی بسیار زیادتر از دوسوی آن است (۲۵ بار) و نوشتند که علت آن باید برخورد یک شخانهٔ بزرگ به قطر ۴± ۱۰ کیلومتر بر زمین باشـد. بدین‌سان بود که آلوارز و همکاران، پایه‌گذاری علمی انگاره را آغاز کردند . در لایهٔ مرزی، نشانه‌ای از عنصر پلوتونیوم ۲۴۴ دیده نشده است و این موضوع می‌رساند که نقش انفجار سـوپرنوا در این مورد، جایی نداشـته است. از سال ۱۹۸۰ تاکنون، نوشته‌های بسیاری پیرامون این رویداد بزرگ و پیوند آن برای نابودی بزرگ زیستمندان چاپ شده و همچنـان ادامـه دارد و بحث داغ و گیرایی شـکل گرفته است.

● در لایهٔ مرزی (رس‌ها) در کشـور اسـپانیا (سـازند کاراواکا) کره‌وارهـای[۲۴] کوچکی به اندازهٔ ماسـه پیدا کردند (از جنس فلدسپات) که در آن‌ها مقدار ایریدیوم، ۹/۸ تا ۱۱ پی‌پی‌ام است. در کشـور تونس هم این‌گونه کره‌وارها را در لایهٔ مرزی کشف کردند. نتیجه اینکه این کره‌وارها قطره‌های سنگ‌شده‌ای هستند که از ذوب ماده در برخوردگاه به‌وجود آمده‌اند [۱۰].

● در جزیرهٔ شـمالی نیوزیلند نیز کره‌وارهایی به قطر ۰/۲۵ تا یک میلی‌متر پیدا کردند که در لایهٔ شـیلی مرز دو سیستم پراکنده‌اند و در برخی از آن‌ها مقدار ایریدیوم تا ۷۲ میلی‌گرم در گرم اندازه‌گیری شده است [۱۱].

● در کشورهای دانمارک، ایتالیا، نیوزیلند، اسپانیا و... همراه لایهٔ رسـی مرزی، مقدار زیـادی دوده را یافته‌اند که یادآور و نشـانهٔ یک سـوختار طبیعی و وحشـی است [۷]. چنانچه این سـوختار بزرگ را بپذیریم، باید نشـانه‌های آن را در سراسـر زمین‌کره کشـف کنیم. کربن یافت شـده در رس‌های مرزی از نوع کربن عنصری اسـت و مادهٔ کروژن[۲۵] (مـادهٔ کربن آلی‌دریایی) دیده نشـده یا بسیاربسـیار اندک است. مقدار آن در این چند کشور دور از هم، حدود ۰/۳۶- ۰/۵۸ درصد اسـت که چنانچه تمام آن را یکجا جمع کنیم، به‌صورت لایه‌ای رسـی-زغالی درخواهد آمد که سراسر کره را به‌صورت پوشـش نازک دربرمی‌گیـرد و ۰/۰۲۱ گرم در سانتی‌متر مکعب آن کربن عنصری خواهد بود [۷]!

● در کشورهای یادشده هیچ نشانه‌ای از سنگ بیگانه، یعنی شـخانه یا دنبالـه‌دار را در لایهٔ مـرزی نیافته‌اند و در نتیجه، چنین عنوان شده که برخورد بسیار شدید بوده است و بنابرایـن گفته‌اند که تمام جرم مادهٔ آسـمانی، بخار و گاز شده است (به هوا رفته است).

● مقدار دوده در لایهٔ مرزی در کشـور دانمارک چهار تا پنج برابر مقدار آن در سـنگ‌های دو سـوی مرز اسـت و در مقایسه با نهشـته‌های دریایی کنونی (در اقیانوس آرام) ۴ تا ۲۵ برابر اسـت. در نیوزیلند ۱/۵ بار بیشـتر از دانمارک است. آهنگ رسوب‌گذاری لایهٔ مرزی حدود یک سانتی‌متر در سـال بوده است و حال آنکه آهنگ رسوبی در سنگ‌های دو سوی مرز، خیلی کمتر است (۰/۰۱۲ سانتی‌متر در سال برای ماستریشین و ۰/۰۰۶ سـانتی‌متر در سال برای قاعدهٔ دانین) [۷].

● در سـال ۱۹۸۴، نوشـته‌ای از بوهر آمریکایی چاپ شده که موضوع برخورد را از دیدگاهی دیگر توضیح می‌داد. او رس‌هـای لایهٔ مرزی دو سیسـتم مونتانا را مورد آزمایش قـرار داد. کوارتزهای ریزدانه و بسـیار کوچک آن را جدا و مشخص کرد شیارهای موازی بسـیاری در دانه‌های کوارتز به‌وجود آمده است که باید نشانهٔ ضربه‌ای شدید باشد [۱۲]. با آزمایش پرتـو مجهول روی نمونه‌های کوارتز، دریافت که مقدار زیادی استیشـوویت[۲۶] درست شده و بنابراین برخورد و فشـار و ضربهٔ شـدید تردیدناپذیر اسـت! (ایـن کانی که پلی‌مورف کوارتز اسـت و تحت فشار بسیار زیاد صد کیلوبار و بیشتر تشکیل می‌شود، در برخوردگاه‌های شخانه‌ای یافت

شده است).

- در نمونه‌هـای کوارتز که درون رس‌های دانمارک و اسپانیاست نیز، همین نتیجه‌گیری را ارائه داده‌اند.
- در سـال ۱۹۸۵ مقاله‌ای چاپ شد که کشف نوینی را در آلمان نشان می‌داد. آرنت، لایهٔ مرزی کرتاسه-ترسی‌یر را در جنـوب سـالرزبورگ آلمان مورد آزمایـش قرار داد و افزوده بر آنکه مقدار زیادی فلزهای گروه ایریدیوم را کشـف کرد، به این نتیجهٔ جالب دسـت یافـت که آب اقیانوس نیز در آن زمان دسـتخوش یک بحران و آشـفتگی بوده اسـت [۱۳]. او در لایـهٔ مرزی بـه ضخامت ۱/۲ متر، آزمایش‌های تعییـن کربن آلی و کربن غیرآلی (کلسـیت) را انجام داد و ایزوتوپ‌های کربن در لایهٔ مرزی و در سـنگ‌های دو سوی مرز یعنی آهک‌های ماستریشـین و مارن‌های دانین تعیین کـرد و نتیجـه گرفت که ایـن پارامترها در لایـهٔ مرزی در مقایسه با زیر آن بسیار متفاوت‌اند و مادهٔ تشکیل‌دهندهٔ لایه مرزی، دارای آلایش‌های قاره‌ای و خشـکی اسـت. ایزوتوپ کربـن ۱۳ در لایـهٔ مرزی خیلی فراوان اسـت و یک پدیدهٔ بزرگ و جهانی آن را موجب شده است. در بیست سانتی‌متر پایین‌تـر از لایهٔ مرزی که از ماسه‌سـنگ زغال‌دار تشـکیل شـده، مقدار کربـن آلی تا ۱/۵ درصد هم می‌رسـد و تمام این کربن از جای دیگری به این ناحیه رسیده است. از نگاه چینه‌شناسی زیستی، در ۲۵ سـانتی‌متر بالای واحد مرزی بیش از هفتاد درصد زیسـت‌تودهٔ آن از نوع دریابن اسـت و حال آنکه در لایه‌های آهکی کرتاسه و مارن‌های دانین تنها پلانکتون‌ها را یافته‌اند!
- اکنون در بیش از بیست جا در سراسر کرهٔ زمین، در لایهٔ مرزی دو سیسـتم کرتاسه-ترسی‌یر، نشانه‌های برخورد شخانهٔ بزرگ به زمین را به‌صورت غلظت عنصرهای کمیاب به‌ویـژه ایریدیوم، گزارش کرده‌اند که چندین برابر مقدار آن در سنگ‌های دو سوی مرز است. بحث‌ها همچنان ادامه دارد و هر از چندگاهی داغ‌تر می‌شود.

نتیجه‌گیری

در سـال‌های ۱۹۸۲-۱۹۸۳، آن زمان که بحث‌های داغ پیرامون «انـگارهٔ نو» اینجا و آنجا گرمابخش محفـل زمین‌شناسـان بـود، سـه موضوع اصلی و فرعی نیز پایه‌ریزی شـد کـه به‌صـورت پرسـش‌هایی جا باز کرد. نخسـت آنکـه برخورد شـخانه‌های بزرگ یا دنباله‌داران به زمین‌کـره با چه فراوانـی یا در چه زمانه‌هایی انجام می‌شود؟ دوم آنکه ایـن برخورد به چه صورت می‌تواند «نابودی بزرگ» را موجب شـود؟ و پرسـش سوم که فرعی است آنکه سرانجام با این‌همه گرایش‌های موافق و گاهی هم ناموافق «انگارهٔ نو» چه باید کرد؟

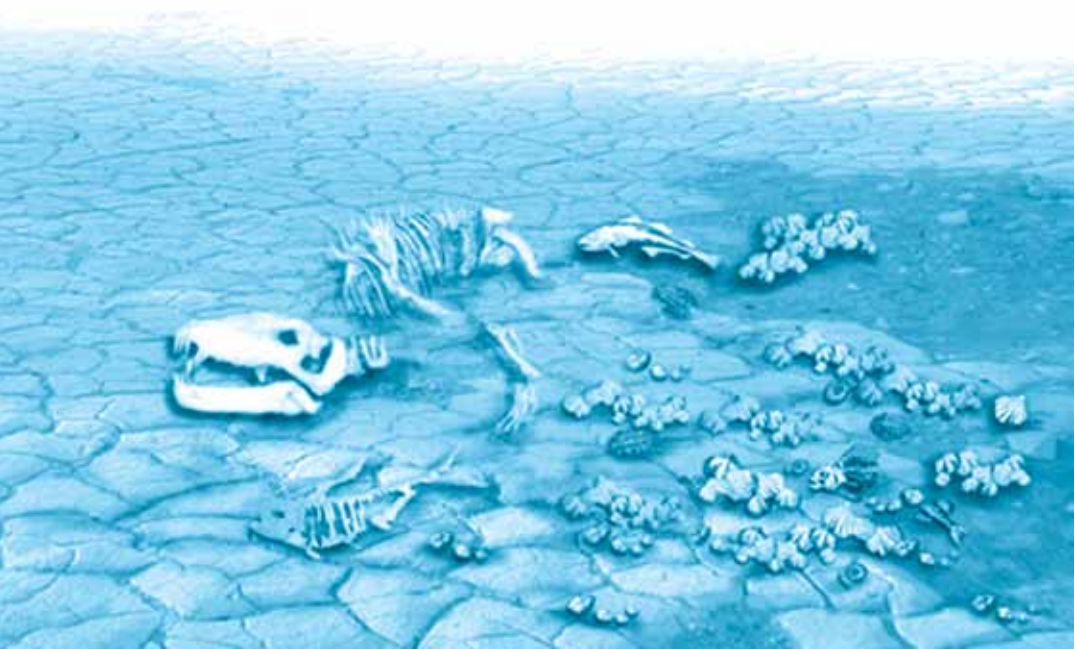
در مورد پرسـش نخست، دانشمندان فیزیک اختری به یاری برخاستند و موضوع را به‌صورت زیر روشن کردند:

زمین در گردشـگاهش با شـهابی‌ها، خرده‌سـیاره‌ها و دنباله‌دارهـا و... برخورد می‌کند. چنانچـه جرم‌هایی که به بزرگی ۱۰۱۵ کیلوگرم و با سـرعت بیست تا هفتاد کیلومتر در ثانیه در گردش‌اند با زمین برخورد کنند، برخوردگاه‌هایی در زمیـن به‌وجود خواهند آمد که به‌صـورت دهانه‌هایی به قطر چندین‌ده کیلومتر خواهند بود.

دوره‌ای که چنین برخوردی امکان‌پذیر تواند بود، حدود ۵۰×۱۰۶ سال است [سیرور و شولتز، ۱۹۸۲: ۱۴]. هم‌اکنون بیش از صد دهانهٔ برخوردی در سراسر زمین‌کره کشف شده کـه قطر آن‌ها ۱ تا ۱۴۰ کیلومتر اسـت و این برخوردگاه‌ها دلیل روشنی است بر اینکه «انگارهٔ نو» به «نگرهٔ نو» نزدیک می‌شود.

در مورد پرسـش دوم، اختلاف میان پژوهشـگران زیاد است. در سـال ۱۹۸۱ در این زمینه کنفرانسی تشکیل شد و بیشـتر مقاله‌ها دربارهٔ تغییر مهم و اساسی در شیمی، دما، فراوانـی پلانکتون‌ها در اقیانوس زمانهٔ آغاز ترسـی‌یر (برای مدت ۵۰،۰۰۰ سال) بود و نکته‌های فراوانی ارائه شد.

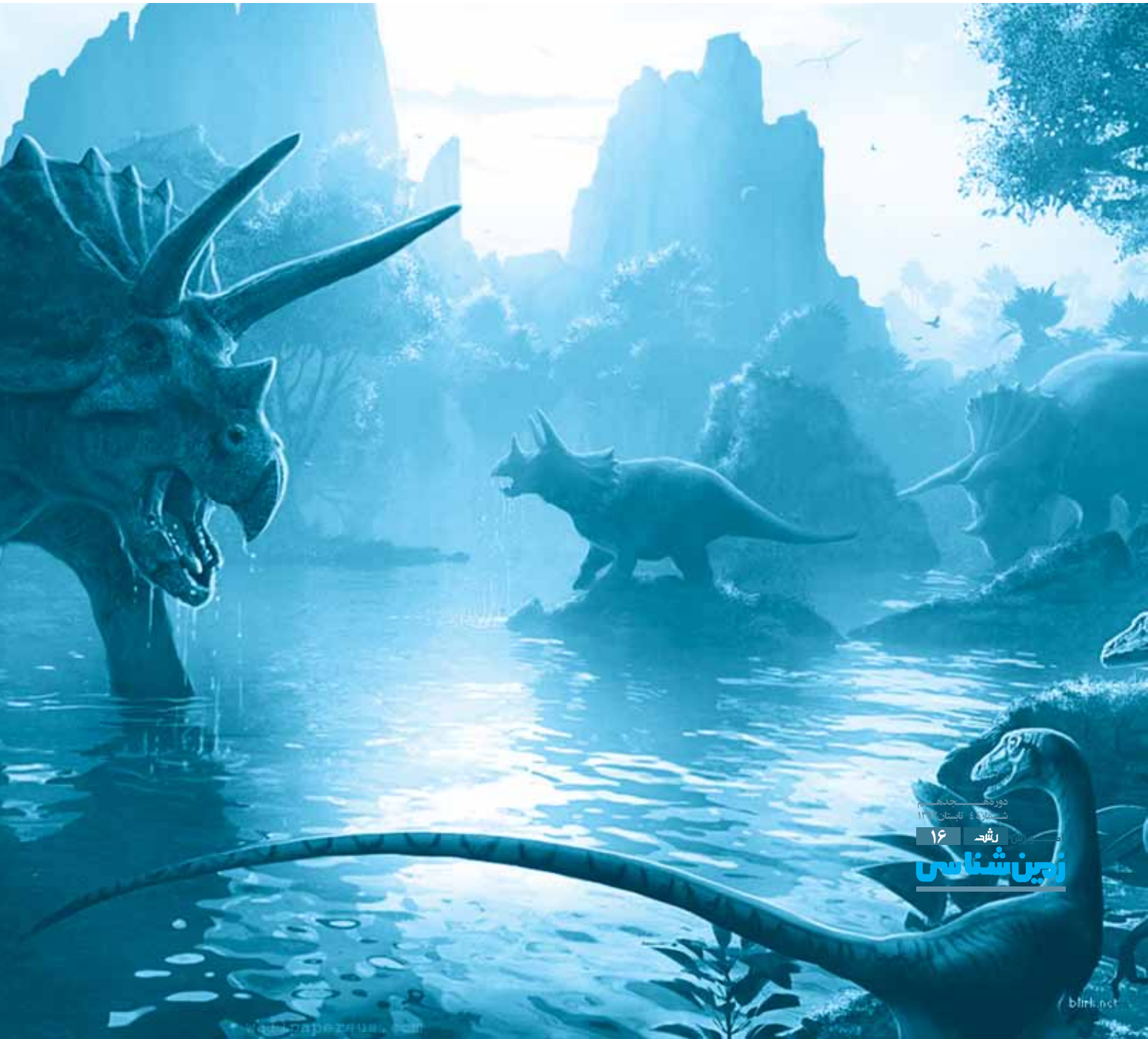
افزایش دمـای آب اقیانوس و کاهش شـدید در تولید پلانکتون‌ها در پایان کرتاسـه را به ترتیب با تعیین ایزوتوپ اکسـیژن و کربن در نهشـته‌های پایین‌ترین قسمت دانین مشـخص کرده‌اند و نتیجه گرفتند که نابودی پلانکتون‌های آهکـی دریایـی ناگهانی بوده و تنها در پنجاه سـال صورت گرفته اسـت. از سـوی دیگـر وجود مقدار زیـادی از کربن (دوده) در نهشـته‌های مرزی کرتاسه-پالئوسـن، نشانه‌های یک سوختار طبیعی و وحشی را بازگو می‌کند، زیرا این‌همه کربن نه در شـخانه بوده و نه از برخوردگاه برخاسـته است؛ چون اگر مقداری کربن در خرده‌سـیاره وجود داشته باشد،



وقتی با سرعت زیاد سی کیلومتر در ثانیه به زمین برسد، آن‌چنان داغ و آتشین می‌شود که تمام کربن آن از میان خواهد رفت. در برخوردگاه نیز این‌همه کربن نمی‌تواند به‌وجود آید، به‌ویژه آنکه کربن عنصری باشد.

بنابراین، پذیرفتن یک سوختار سترگ طبیعی در زمانهٔ مرزی کرتاسه-ترسی‌یر را می‌توان عادی دانست. این دودهٔ بسیار زیاد که غلظت آن یک کیلوگرم در یک تا شش مترمربع بوده، توانسته است انرژی خورشید را ۲۰۰ تا ۱۲۰۰ بار کمتر کند و در نتیجه فتوسنتز از میان برود یا بسیار کاهش یابد. گاز کشندهٔ کربن مونواکسید که در پی سوختار طبیعی به‌وجود آمده، می‌توانسته است محیط‌زیست زیستمندان بسیاری را دچار نارسایی و ناگواری کند و سرانجام آن‌ها را به میرایی بکشاند. افزوده بر این، تیرگی هواکره به علت افزایش زیاد مادهٔ کربن موجب کاهش دمای محیط‌زیست شده است. چنانچه شخانه‌های بزرگ مورد سخن به‌صورت آتشین‌گوی‌های بزرگ به درون دریاها افتاده باشند، مقدار زیادی از آب‌ها را بخار کرده، تغییر قابل ملاحظه‌ای در سطح آب داده و فروکش کردن آن را باعث شده‌اند. آشفته‌شدن شدید آب دریا، زیستمندان دریایی را دچار تغییر و نابودی کرده و موج‌های بلند برخاسته از این رویداد توانسته‌اند، در کناره‌ها و روی زیستمندان دریابُن نیز اثر بزرگی برجای نهند. بدین ترتیب، بارش رگباری از این شخانه‌ها توانسته است نابودی بزرگ زیستمندان را موجب شود.

نشانه‌های به‌دست آمده در لایهٔ مرزی کرتاسه-پالئوسن در مونتانا، کلرادو و مکزیک می‌رساند که به‌راستی یک چنین برخورد بزرگی وجود داشته است. در این ناحیه‌ها، درون دیرینه‌خاک‌های مرزی، عنصر کمیاب ایریدیوم، کوارتزهای ضربه‌دیده را یافته‌اند [۶]. در مورد فراوانی



ایریدیـــوم در لایهٔ مرزی دو موضوع به ظاهر مســـتقل مورد توجه قرار گرفته که هر یک از آن‌ها دارای نشانه‌های مثبت است. یکی اینکه ایریدیوم به علت فعالیت آتش‌فشانی است و دیگر اینکه برخورد شخانه‌ای موجب تشکیل و غلظت این فلز کمیاب شده است. در ژانویه سال ۱۹۸۳، در ریزپرتابه‌ها و دولاخ آتش‌فشـــانی که از فوران کیلوآ در هاوایی روی‌داد، مقدار ناباورانه‌ای از ایریدیوم را یافتند. در این دانه‌ها، نسبت ایریدیـــوم به آلومینیوم در مقایســـه با بازالت‌هـــای هاوایی، حدود هفده هزار بار بیشـــتر است! این نتیجه وقتی در بهار ســـال ۱۹۸۴ منتشر شد[۱۵] اندیشـــه‌ها بدان پرداختند تا دریابند که آیا وجود ایریدیوم همه جا در لایهٔ مرزی به علت فوران آتش‌فشانی است؟ در این گیرودار، نوشته‌ای انتشار یافت که بار دیگر انگارهٔ برخورد را نیرومندتر می‌کرد.

در لایه‌های یخ که در قارهٔ جنوبگان در نزدیک قطب جنوب

مـــورد آزمایش قرار گرفت، مقدار زیادی ایریدیوم را یافتند که با توجه به ســـن لایه‌های یخ نتیجه گرفتند به علت رویداد بزرگ برخورد دنباله‌دار به زمین در خاور ســـیبری بوده است (در سال ۱۹۰۸) و محاســـبه کردند که جرم آســـمانی باید بیش از ۰/۱۶ کیلومتر قطر داشـــته باشـــد[۱۶]. اکنون به نوعی نتیجه‌گیری ترکیبی رسیده‌اند که چه بسا برخورد شخانه‌ها و تشدید فعالیت آتش‌فشـــانی پس از آن، با هم موجب نابودی بزرگ زیستمندان پایان کرتاسه شده‌اند.

و اما پرسش سوم. این پرسش یعنی در برابر این‌همه نوشتار و گفتار که پیرامون «انگارهٔ نو» در اینجا و آنجا به چاپ می‌رسد چه باید کرد؟ در پایان سال ۱۹۸۳ بود که پرسش‌نامه‌ای در این زمینه تهیه و برای بسیاری از دست‌اندرکاران (موافق و مخالف) فرســـتاده شد. نتیجه‌ای که از بررســـی پاسخ‌ها به‌دست آمد، در ســـال ۱۹۸۵ در مجلهٔ زمین‌شناسی انتشار یافت[۱۱]. ۱۷۲ نفر دیرینه‌شناس، ۸۲ نفر دانشمند زمین‌فیزیک آمریکایی، ۱۱۵ نفر فسیل‌شناس انگلیسی، ۱۱۳ نفر فسیل‌شناس آلمانی، ۱۲۲ نفر زمین‌شناس لهستانی، ۲۰ نفر از زمین‌شناسان شوروی (سابق) و... به این پرسش‌نامه پاسخ داده بودند. با اینکه پاسخ‌ها گوناگون بود، ولی بیشتر دانشمندان اروپایی و آمریکایی با این انگاره نظر موافق داشتند و هر یک، دلیلی هم ارائه کرده بودند.

اکنون که در پاییز سال ۲۰۱۲ هستیم، با نوشته‌هایی روبه‌رو می‌شویم که هر از چندگاه موضوع «برخورد شخانه‌ای» و نابودی بزرگ زیستمندان را با کشف تازه‌ای عنوان می‌کنند و انگاره را به نگره نزدیک‌تر می‌سازند. به امید نتیجه‌گیری‌های بیشتر و کامل‌تر...

پی‌نوشت

1. Mass extinction 2. Biomass 3. Syllogeuss 4. Cartilaginous
5. Acritarchs 6. Cocolith 7. Dinoflagellate 8. Barnacle
9. Malacostraca 10. Cycadeonids 11. Danian Stage 12. Marsupalian
13. Placental 14. Nunnoplankton 15. Cengle 16. Gubbio
17. Paleosole 18. Kailas 19. Nonconformity 20. Magnetic Polarity
21. Reworked 22. Flare 23. Parsec 24. Spberoid25. Kerogen
26. Stishovite (Polymorphe) = SiO_2

منابع

۱. مجلهٔ دانش، جلد۲۰۸، صفحه‌های ۱۰۹۵–۱۱۰۸، سال ۱۹۸۰.
۲. مجلهٔ طبیعت، جلد ۲۸۵، صبحه‌های ۱۹۸–۲۰۰، سال ۱۹۸۰.
۳. نشریه سیلوگوس، جلد ۱۲، شمارهٔ ۱۱–۱۲، سال ۱۹۷۷.
٤. مجلهٔ اپی‌سود، شمارهٔ ٤، سال ۱۹۷۹.
٥. نشریهٔ سالانهٔ دانش زمین و سیارگان، سال ۱۹۷۹.
٦. مجلهٔ طبیعت، جلد ۳۱۸، شمارهٔ نوامبر، سال ۱۹۸۵.
۷. مجلهٔ دانش، جلد ۲۳۰، شمارهٔ ٤۷۲۲، سال ۱۹۸٤.
۸. مجلهٔ زمین‌شناسی، شمارهٔ ۸٦، سال ۱۹۷۸.
۹. رویدادهای ناگهانی در سرگذشت زمین (میر)، سال ۱۹۸۲.
۱۰. ژورنال زمین‌شناسی، جلد ۱۳، شمارهٔ ۱۲، سال ۱۹۸۵.
۱۱. همان، شمارهٔ ۱۰.
۱۲. مجلهٔ دانش، شمارهٔ ۲۵، ماه مه، سال ۱۹۸٤.
۱۳. نامهٔ دانش زمین و سیاره، جلد ۷۵، شمارهٔ ۱، سال ۱۹۸۵.
۱٤. ویژه‌نامهٔ انجمن زمین‌شناسان آمریکایی، شمارهٔ ۱۹۰، سال ۱۹۸۲.
۱۵. مجلهٔ دانش، شمارهٔ ۹، دسامبر، سال ۱۹۸۳.
۱٦. همان، شمارهٔ ۱۰ (جوان).

ماگماتیسم ایران

سیدعلی آقا نباتی، عضو هیئت علمی دانشگاه پژوهشکده علوم زمین

مقدمه

جایگاه ساختاری ویژهٔ ایران در حد فاصل دو قاره گندوانا و اورازیا و فروگشت تکاملی آن از پرکامبرین به بعد که همراه با اشتقاق‌ها، واگرایی و همگرایی مکرر پوسته و رخدادهای زمین ساختی دیرینگی‌های گوناگون بوده، سبب گردیده است تا درخصوص تکاپوهای ماگمایی ایران دیدگاه‌های موجود، گوناگون باشند به‌گونه‌ای که در شرایط فعلی پذیرش یا رد دیدگاه‌ها دشوار است و نیاز به اجرای پروژه‌های ویژه دارد. در این میان، از میان دیدگاه‌های موجود، دو انگارهٔ زمین ساخت ورقی، و «کافت درون قاره‌ای» محورند. ولی هیچ‌یک از آن‌ها به تنهایی و به‌طور کامل پاسخ‌گوی مسائل ماگماتیسم ایران نیست. ولی امید می‌رود که با تلفیق دو انگارهٔ یادشده بتوان پاسخگوی این مهم بود.

سنگ‌های ماگمایی ایران پیوندهای بسیار نزدیک به رخدادهای زمین ساختی پرکامبرین ـ کواترنری دارند. از این‌رو، این‌گونه سنگ‌ها با دیرینگی‌های گوناگون‌اند که از میان آن‌ها سنگ‌های ماگمایی پرکامبرین پسین، کامبرین پیشین و به‌ویژه انواع ترشیری در بیشترین مقدارند به‌گونه‌ای که ترشیری ایران عصر ماگماتیسم نام دارد.

از بارزترین ویژگی‌های اقتصادی ماگمازایی ایران باید به فازهای کانی‌سازی وابسته به ماگماتیسم اشاره داشت که از نظر تنوع، خاستگاه، فراوانی و... به میزانی درخور توجه‌اند، به‌گونه‌ای که می‌توان باور کرد بخشی بزرگ از ذخایر فلزی و غیرفلزی ایران حاصل پدیده ماگمازایی و دگرگونی ناشی از آن است. از نگاه دیرینگی، سنگ‌های ماگمایی ایران می‌توانند یکی از انواع پرکامبرین پسین ـ کامبرین پیشین، پالئوزوئیک، مزوزوئیک و سنوزوئیک باشند.

کلیدواژه‌ها: ماگماتیسم، کافت درون‌قاره‌ای، فازهای کانی‌سازی، گرانیت آناتکسی، آگلوسرا.

ماگماتیسم پرکامبرین پسین ـ کامبرین پیشین

در ایران درباره سنگ‌های ماگمایی کهن‌تر از نئوپروتروزوئیک پسین به دلایلی همچون اثر پذیری از دگرگونی همراه با تغییر ماهیت و نیز پرسش‌های

چینه‌شناسی، داده‌ای مستند وجود ندارد. براساس داده‌های موجود کهن‌ترین سنگ‌های ماگمایی پرکامبرین ایران وابسته به کوه‌زایی کاتانگایی و به دیرینگی ۵۳۰ تا ۶۳۰ میلیون سال است که افزون بر بخش جنوب خاوری زاگرس به‌ویژه در آذربایجان و ایران مرکزی، نشانه‌های پرشماری دارند.

جدا از سنگ‌های درونی و بیرونی پیدایش یافته در کافت‌های کم ژرفای قاره‌ای و یا انواع شکل گرفته در کافت‌های میان اقیانوسی می‌توان به نوع سّومی از سنگ‌های ماگمایی کاذب، اشاره کرد که بیشتر از نوع گرانیت و دیوریت‌های آناتکسی هستند و خاستگاه رسوبی دارند، ولی در اثر دگرگونی و ذوب به انواعی از نفوذی‌های کاذب، تبدیل شده‌اند.

سنگ‌های اولترامافیک ـ مافیک و توف‌های وابسته موجود در نواحی انارک، تکاب، پشت بادام ... با تردید می‌توانند نمونه‌هایی از سنگ‌های افیولیتی پرکامبرین جوان باشند. هوشمندزاده و همکاران (۱۳۶۸) ضمن نسبت‌دادن این افیولیت‌ها به پرکامبرین پسین، آن‌ها را مربوط به یک اشتقاق درون قاره‌ای می‌دانند که از انارک تا بیابانک ـ بافق ـ دو صفحه قاره‌ای را از یکدیگر جدا می‌کرده است. اگرچه دیدگاه داودزاده و لنچ (۱۹۸۱) و سامانی (۱۳۷۱) با این دیدگاه مغایرت بنیادی دارد. ولی این احتمال وجود دارد که همانند سپری عربستان، در پرکامبرین ایران نیز پدیده اشتقاق‌های نارس، فرورانش و برخورد بلوک‌ها صورت گیرد، به‌طوری که این‌گونه نواحی (انارک، پشت بادام، تکاب) می‌توانند نمونه‌های از زمین درزهای کهن باشند.

ماگماتیسم قاره‌ای پرکامبرین از نگاه ژئودینامیکی در شرایط کافت‌های قاره‌ای و در ارتباط با حادثه تکتونوترمال پان آفریکن و شرایط زمین‌ساختی کششی پیدایش یافته که گاهی به‌صورت روانه‌ها یا توف‌های ریولیتی (ریولیت‌های قره‌داش، سازند مهاباد و...) و گاه به شکل توده‌های نفوذی گرانیتوئیدی (گرانیتوئیدهای دوران، زریگان، نریگان و...) متبلور شده‌اند.

گفتنی است که روانه‌های قلیایی مذکور در نواحی آذربایجان، منطقه کرمان (کمپلکس‌های ریزو، دسو، ریزو) و زاگرس (کمپلکس هرمز) همراهان رسوبی دارند که انواع تبخیری آن‌ها (سنگ نمک ـ ژیپس، انیدریت و...) و سایر ذخایر از نوع سولفورها اکسیدها به‌ویژه ساخت و بافت نواری و تناوب سنگ نمک با اکسیدهای آهن و خاکسترهای آتش‌فشانی سبب شده‌اند تا این باور وجود داشته باشد که یکی از پیامدهای ولکانیسم محیط‌های کافتی پرکامبرین پیدایی کانون‌های فومرولی و افزوده شدن حجمی زیاد از مواد فرار به حجم محدودی از آب و در نتیجه اشباع موضعی و در پی آن «رسوب موضعی» تبخیری‌ها است. (مؤمن‌زاده و حیدری ۱۳۶۹ آقانباتی ۱۳۸۳)

وجود کانسارهای اورانیوم آهن عناصر نادر خاکی در مجموعه‌های ماگمایی ـ رسوبی ناحیه ساغند، یا کانی‌های پرتوزای موجود در بعضی از گنبدهای نمکی منطقه بندرعباس، شواهد بر کانی‌زایی وابسته به ماگماتیسم پرکامبرین پسین ـ کامبرین پیشین‌اند. بارزترین نفوذی‌های کاذب پرکامبرین ایران را می‌توان در ناحیهٔ ساغند ـ پشت بادام دید که در پیدایی آن‌ها دگرگونی در حد میگماتیتی‌شدن سنگ‌های رسوبی اولیه مانند گریواک، آرکوزها نقش داشته و موجب پیدایی گرانیت‌های آناتکسی و دیوریت‌های گسترده شده است و بعضی از آن‌ها کانی‌های دگرگونی نظیر گرونا و سیلیمانیت دارند. با توجه به ساخت و بافت دگرگونی توده‌های مذکور، منشاء آناتکتیتی آن‌ها حقیقی‌تر جلوه می‌کند.

ماگماتیسم پالئوزوئیک

بررسی دیرینهٔ جغرافیایی ایران، نشان می‌دهد که پس از تحکیم پی سنگ قاره‌ای پرکامبرین، از زمان کامبرین تا تریاس میانی، پوسته ایران نوعی سکوی پایدار و با ثبات بوده و با دریایی کم‌ژرفا پوشیده می‌شده که گاه در اثر حرکت‌های رو بالای زمین یا دوره‌های یخبندان، دریا وسعت کمتری داشته و گاه به‌طور کامل پس می‌نشسته است. به‌همین لحاظ، ترادف‌های پالئوزوئیک ایران کامل نیست.

و وقفه رسوبی مکرر دارد، ولی به‌طور عموم، رابطه و پیوند سازندهای زمین‌شناسی اگرچه فرسایشی ولی هم شیب است. هم شیبی گفته شده، نشانگر شرایط به نسبت آرام و ضعف فرایندهای زمین‌ساختی وابسته به رخدادهای کالدونین و هرسی نین است. از این‌رو در مقایسه به زمان‌های قبل (پرکامبرین) و بعد (مزوزوئیک و سنوزوئیک) سنگ‌های آتش‌فشانی به‌ویژه توده‌های نفوذی ایران در کمترین مقدارند. با وجود این، در توالی پالئوزوئیک ایران سنگ‌های ماگمایی اسید، میانه و بازی و حتی اولترامافیک وجود دارند که از میان آن‌ها تکاپوهایی آتش‌فشانی بازالتی ناشی از ذوب بخشی گوشته بالایی، سهم بیشتری دارند.

گفتنی است که جایگاه چینه‌شناسی سنگ‌های آتش‌فشانی پالئوزوئیک هرگونه تردید سنی را منتفی می‌سازد، ولی در مورد دیرینگی سنگ‌های نفوذی منسوب به پالئوزوئیک باورها و پرسش‌های گوناگون وجود دارد.

سنگ‌ها آتش‌فشانی پالئوزوئیک

سنگ‌های آتش‌فشانی پالئوزوئیک در ایران با سه دیرینگی متفاوت، نشانگر سه فاز کششی و شکسته شدن پوستهٔ ایران‌اند. برخلاف نتایج حاصل از سن‌سنجی‌های رادیومتری که نتایج رضایت‌بخش نداشته‌اند، جایگاه چینه‌شناسی سنگ‌های مذکور کمک شایانی برای برآورد

سن آن‌ها داشته است.

سنگ‌های آتش‌فشانی اردویسین ـ سیلورین مهم‌ترین تکاپوهای ماگمایی پالئوزوئیک‌اند گسترش ولکانیک‌های اردویسین محدود به البرز خاوری (جنوب بجنورد، شمال شاهرود) و در حدود ۲۰ متر آگلومرا با رنگ سبز روشن و نزدیک به ۱۴۰ متر بازالت که لایه‌های از سنگ آهک (به ضخامت یک متر) دارد که در زیر شیل و سنگ ماسه‌های اردویسین بالایی جای دارند. افزون بر البرز خاوری در جنوب شهرستان خلخال، در بین ترادف‌های اردویسین مجموعه‌ای از سنگ‌های آتش‌فشانی زیردریایی، به‌طور عمده اسپیلیت ـ به رنگ سبز تیره وجود دارد که همراهان رسوبی آن‌ها یعنی (اسپیلیت‌ها) نوتیلوئیدها و کنودونت‌ها اردویسین دارند. درخور اشاره است که همراهان رسوبی سنگ‌های آتش‌فشانی اردویسین خاوری ساخت‌های رسوبی ویژه نظیر لایه‌بندی مورب، چین‌های لغزشی، لایه‌بندی پیچیده‌اند که به انباشتگی آن‌ها در نواحی ژرف دریا اشاره دارد.

«سنگ‌های آتش‌فشانی سیلورین» از نوع بازالت‌های زیردریایی هستند که در مناطقی پرشمار از ایران، به‌ویژه در البرز خاوری (از جنوب گرگان تا شمال شاهرود)، خاور ایران مرکزی (کاشان ـ انارک ـ طبس،...) گزارش شده‌اند. در البرز خاوری به این گدازه‌ها «بازالت‌های سلطان میدان»، نام داده شده که به لحاظ داشتن tio_2 فراوان ژنی (۱۹۷۷) آن‌ها را متعلق به پهنه قاره‌ای می‌داند. در همه t جا، بازالت‌های سلطان میدان سیمای توده‌ای دارند، ولی گاهی تناوب‌های شیلی و توفیت‌های موجود به آن سیمای مطبق داده‌اند. سن نسبی رادیو متری بازالت سلطان میدان (۱۷۷ تا ۵۱۰ میلیون سال) رضایت‌بخش نبوده، ولی قرار داشتن در بین سنگ‌های اردویسین بالایی و دونین پایینی توانسته به دیرینگی سیلورین اشاره داشته باشند.

فراوانی بازالت‌های سیلورین در البرز سبب شده است تا گروهی روند خطی بازالت‌های مذکور را به اشتقاق پالئوتتیس نسبت دهند، ولی پراکندگی روانه‌های مشابه در ایران مرکزی این انگاره را به پرسش می‌کشد. شاید دیدگاه اشتمزی (۱۹۷۸) و شهرابی ۱۳۶۵ مبنی بر اثر کرد فاز تاکونین بر پلاتفرم پالئوزوئیک قابل قبول‌تر باشد.

سنگ‌های آتش‌فشانی دونین در البرز مرکزی (درّه جاجرود، شمال قزوین، ناحیه طالقان،...) ناحیه جلفا و بخش جنوب خاوری زون سنندج سیرجان، به‌طور محلی روی سنگ‌های دونین پایین روانه‌های بازیک تیره رنگ و توف و مقداری ناچیز و کم ضخامت سنگ‌های اسید وجود دارند. که سن روشنی ندارند، ولی جایگاها چینه‌شناسی این گدازه سبب شده است تا آن‌ها از آن دونین پسین دانسته شوند. سنگ‌های دونین (کمپلکس سرگز) دارای تناوب‌های مکرر از گدازه‌های بازالتی به ضخامت‌های متفاوت‌اند. تکرار

روانه‌های بازالتی می‌تواند نشانگر تکرار فازهای کششی باشد. در این آتش‌فشان پدیده دگرگونی پیشرفته است. به‌طوری که چنان متحول شده‌اند که جز با مطالعات سنگ‌شناسی و ژئوشیمیایی دقیق نمی‌توان به اصل آن‌ها پی برد.

«سنگ‌های آتش‌فشانی پرمین» در زون سنندج سیرجان بخشی بزرگ از سنگ‌های پرمین از نوع بازالت یا دیابازهای قلیایی است که می‌تواند شاهدی بر تجدید فعالیت کافت‌های درون قاره‌ایی و مقدمه‌ای برای جدایش صفحهٔ ایران از صفحهٔ زاگرس باشد. در ضمن در نواحی چالوس و جاجرود (البرز) در بین سنگ‌های پرمین گدازه‌های بازی وجود دارند در ایران مرکزی، گدازه‌های پرمین چندان نمود ندارند، ولی افق‌های بوکسیتی ـ لاتریتی می‌توانند نشانهٔ دگرسانی روانهٔ‌های آتش‌فشانی پرمین باشند که در غرب طبس و یزد امتدادی ناپیوسته دارند.

تودهٔ نفوذی پالئوزوئیک

در شرایط به نسبت آرام زمین‌ساختی پالئوزوئیک ایران،؛ داشتن توده‌های نفوذی چندان درخور انتظار نیست با این حال با توجه به جایگاه چینه‌شناسی سن پرتوسنجی، یا از راه مقایسه با کشورهای همجوار گرانیتوئیدهای مشهد، اولترابازیک‌های مشهد، توده نفوذی تالش، سینیت مرند ـ جلفا، اولترامافیک‌های باختر تبریز بعضی نفوذی‌های جنوب باختری سیرجان و... به دیرینگی پرمین دانسته شده‌اند ولی در بسیاری از نمونه‌های گفته شده بازنگری سن این توده‌ها ضروری به‌نظر می‌رسد.

ماگماتیسم مزوزوئیک

از اوایل تریاس پسین، به سبب عملکرد فازهای گوناگون کوه‌زایی و زمین‌زایی آلپ پیشین (سیمرین پیشین، میانی، پسین) و آلپ میانی (اتریشی، ساب هرسی نین، لارامید)

تحولات ژئودینامیکی گوناگون سبب شد تا فرایندهای زمین‌ساختی مزوزوئیک ایران دستخوش تغییرات زیاد شوند که از آن جمله می‌توان به پیدایی توده‌های نفوذی ناشی از برخورد ورق‌ها یا روان شدن گدازه‌ها در نتیجه کشش‌های تحمیل شده بر پوسته اشاره کرد. گفتنی است که در تریاس پسین مقدار سنگ‌های آتش‌فشانی بر توده‌های نفوذی از نظر مقدار برتری دارند، ولی در ژوراسیک میانی و کرتاسه پسین، برتری با توده‌های نفوذی و پیدایی پوسته اقیانوسی است.

ماگماتیسم تریاس

فعالیت‌های ماگمایی تریاس پیامدی از عملکرد کوه‌زایی سیمرین پیشین‌اند که در زون برخوردی البرز شمالی بیشتر از نوع توده‌های نفوذی و در سایر نواحی از نوع روانه‌های آتش‌فشانی بازیک‌اند.

سنگ‌هایی آتش‌فشانی تریاس بیشتر از نوع بازی (بازالتی ـ اسپیلتی) گاهی میانه (آندزیتی) و یا اسیدی (ریولیت)اند که در بیشتر حالات ترکیب شیمیایی قلیایی دارند. ریولیت‌های قلیایی این زمان نشانگر هجوم ماگمایی بازالتی در میان سنگ‌های ژرف پوسته و ذوب آن‌هاست. ولی در مواردی گدازه‌های بازالتی بدون ذوب پوسته جاگیر شده است. در البرز (سمنان، دماوند، فیروزکوه، باختر دامغان، سنگرود لوشان، شمال قزوین، کندوان، سیاه‌بیشه) گدازه‌های بازالتی ـ اسپیلیتی تریاس جایگاهی بین دولومیت‌های تریاس میانی(دولومیت الیکا) و رسوب‌های زغالدار (گروه شمشک) دارند.

در سنندج سیرجان گدازه‌های تریاس بیشتر از نوع ریولیت و توف‌های وابسته‌اند که با توجه به نسبت عناصر اصلی کمیاب، امامی (۱۳۷۹) آن‌ها را مظاهر سطحی فرایندهای آناتکسی مواد ناهمگون می‌دانند که از ماگمایی پرمایه از آلکالن حاصل شده‌اند. در ناحیه ترود (ایران مرکزی) گدازه‌های بستر آندزیتی همچنان ما بین دولومیت‌های تریاس میانی (سازند شتری) و شیل و ماسه‌های معادل شمشک جای دارند. توده‌های نفوذی تریاس بیشتر در دامنه شمالی البرز (لاهیجان، ماسوله، تالش، مشهد و...) یا زون سنندج سیرجان برونزد دارند. داده‌های ژئودینامیکی حاکی است که نفوذی‌های البرز بیشتر از نوع برخورداری و حاصل تصادم ورق ایران و ورق توران‌اند در حالی‌که نفوذی‌های سنندج سیرجان در نواحی اسفندقیه، ده‌بید، سیرجان، ممکن است نتیجه نیروهای کششی همراه با جای‌گیری هسته‌های گرم باشند که در دگریختی دینامیک و تأمین حرارت لازم برای دگرگونی ناحیه‌ای و مجاورتی نقش داشته‌اند.

ماگماتیسم ژوراسیک

ویژگی‌های سنگی و زیستی ژوراسیک ایران نشانگر سه ناآرامی زمین‌ساختی سیمرین میانی، طبس سیمرین پسین است که از میان آن‌ها کوه‌زایی سیمرین میانی نقش بزرگ در ماگماتیسم ژوراسیک داشته است. بخشی از تحولات ژئو دینامیکی ژوراسیک ایران از نوع اشتقاق‌های درون قاره‌ای است که همراه با پیدایی پوسته‌های اقیانوسی در ایران مرکزی و خزر جنوبی بوده است.

سنگ‌های آتش‌فشانی منسوب به ژوراسیک بیشتر از نوع گدازه‌های تیره‌رنگ بازالتی‌اند که به‌طور عموم باز

شناخت آن‌ها از گدازه‌های تریاس دشوار است. با وجود این در برخی مناطق جایگاه چینه‌شناسی سنگ‌های آتش‌فشانی به‌گونه‌ای است که تعلق آن‌ها به ژوراسیک حتمی می‌سازد که از آن جمله می‌توان به پیروکسن آندزیت‌های خاور ترود، آندزیت اسپلیت نواحی سنقر ـ کامیاران توف‌های بازیک لایه‌لایهٔ شمال کوه خاشاچال (رامسر ـ جواهرده) بازالت‌ها و آذرآواری‌های ناحیه اسفندقیه اشاره کرد.

«توده‌های نفوذی ژوراسیک» به‌ویژه در ایران مرکزی، بلوک لوت و زون سنندج ـ سیرجان فراوان‌اند که در رسوب‌های زغال‌دار تریاس بالا ژوراسیک میانی (گروه شمشک) تزریق و با ردیف‌های پیشروندهٔ کرتاسه پایین پوشیده شده‌اند. از آن جمله می‌توان به نفوذی‌های موجود در البرز باختری (گرانیت لیاسر) ایران مرکزی گرانیت‌های کلاه قاضی اصفهان، گرانیت شیرکوه یزد و دو باتولیت شاه‌کوه و چهار فرسخ در بلوک لوت اشاره کرد. در گذشته، توده‌های مذکور به دیرینگی ژوراسیک پسین و پیامدی از کوه‌زایی سیمرین پسین دانسته شده بودند، ولی سن رادیومتری بسیاری از توده‌ها حدود ۱۶۵ تا ۱۸۵ میلیون سال است که به دیرینگی ژوراسیک میانی اشاره دارد.

ماگماتیسم کرتاسه

بخشی از سنگ‌های کرتاسهٔ ایران خاستگاه ماگمایی دارند که می‌توانند شاهدی بر پویایی این دوره (کرتاسه) باشند. سنگ‌های آتش‌فشانی، کرتاسه به دو ویژگی کرتاسهٔ پیشین و کرتاسهٔ پسین‌اند انواع کرتاسهٔ پایین بیشتر شامل سنگ‌های بازیک قلیایی‌اند که به‌ویژه در مناطق قاین، خاور توران، خاور تهران، قزوین، رشت، ارومیه و... برونزد دارند. در دو ناحیه البرز، سنگ‌های آتش‌فشانی کرتاسه بخشی از یک واحد سنگی‌اند که در شرق دماوند «واحد گچ و ملافیر» و در جنوب چالوس «سازند چالوس» نام دارند. سنگ‌های آتش‌فشانی کرتاسهٔ بالا را بیشتر در دامنه‌های شمالی البرز، بخش شمال باختری زون سنندج سیرجان و کمان ماگمایی ارومیه بزمان می‌توان دید که بیشتر با خصلت بازی زیردریایی، گاهی میانه و گاهی مخلوطی از بازی و اسیدی‌اند. در باریکه‌های افیولیتی نواحی گوناگون ایران، گدازه‌های بازالتی ـ آندزیتی کرتاسه بالا مربوط به آخرین تکاپوهای افیولیت‌زایی هستند که ماهیت ماگماتیسم آن‌ها از نوع تولئیتی است.

«نفوذی‌های کرتاسه» به‌طور عمده پیکره‌های ناپیوسته در راستای SE- NW هستند که در امتداد حاشیهٔ جنوب باختری صفحهٔ ایران (زون سنندج ـ سیرجان) رخنمون دارند و ممکن است نتیجه‌ای از ذوب پوستهٔ سیالیک باشند، هرچند که احتمال ذوب پوسته اقیانوسی بیشتر محتمل است. برای نمونه می‌توان به باتولیت کلسیمی قلیایی بزمان اشاره کرد که می‌تواند نتیجه فرورانش پوسته اقیانوسی عمان با زیر مکران باشد، شناخته شده‌ترین نفوذی کرتاسه بالای سنندج سیرجان، باتولیت الوند و هم‌خانواده آن (توده‌های، یونس، سامن، بروجرد، آستانه) هستند که نوعی گرانیت کلسیمی قلیایی به دیرینگی ۶۴ میلیون سال‌اند.

ماگماتیسم سنوزوئیک

در زمان سنوزوئیک تنش‌ها و واتنش‌ها ناشی از دو کوه‌زایی آلپ میانی و پایانی موجب ماگمازایی شدید در گستره‌های پهناوری از ایران شده، به‌گونه‌ایی که ماگماتیسم ترشیری با بیش از چندهزار متر ستبرا، دربردارنده بیشترین سنگ‌های ماگمایی ایران است. شدیدترین فعالیت‌های آتش فشانی در اوایل ترشیری، به‌ویژه ائوسن بوده که کم‌وبیش در زمان‌های الیگوسن، میوسن، پلیوسن، و کواترنری تکرار شده است. به باور امامی (۱۳۷۹) ماگماتیسم ترشیری دارای تنوع سنگ‌شناسی از نوع اسیدی تا بازیک بوده و از نظر ژئوشیمیایی، روندهای قلیایی و کلسیمی ـ قلیایی فراوان‌ترند. با این حال برخی از آتش‌فشان‌های سنوزوئیک روند شوشونیتی و گاه تولئیتی دارند.

بنا به نوشته معین وزیری (۱۳۷۷) فعالیت‌های ماگمایی در ائوسن به‌صورت آتش‌فشانی و در الیگوسن و یا میوسن بیشتر به‌صورت نفوذی است. توزیع جغرافیایی توده‌های گرانیتوئیدی الیگوسن و میوسن ایران از نظر مکانی بر مناطق از پیش داغ شده منطبق‌اند و این امکان وجود دارد که بیشتر ماگماهای گرانیتی باقی‌مانده‌هایی از تبلور و تفریق ماگمای بازیک ائوسن در مخازن ماگمایی زیر آتش‌فشان‌های قدیمی باشند که در اثر نیروهای فشارشی پیرنئن یا استرئین به افق‌های بالاتر و به درون توده آتش‌فشانی و غیرآتش‌فشانی رانده شده‌اند. افزون بر این بعضی از این توده‌های نفوذی می‌توانند منشاء ذوب پوسته‌ای داشته باشند.

«سنگ‌های آتش‌فشانی سنوزوئیک» به جز زاگرس، مکران و کپه‌داغ گسترش درخور توجه در سایر مناطق دارند که داده‌های پرتوسنجی چندان مستند ندارند، ولی از نگاه سن نسبی درخور تقسیم به انواع پالئوسن، ائوسن، الیگوسن، الیگو ـ میوسن، نئوژن و کواترنری‌اند. که ممکن است از نوع گدازه‌ای، آذر آواری، آتش‌فشانی ـ رسوبی یا از نوع اپی‌کلاستیک باشند. بیشتر این سنگ‌ها فوق اشباع از سلیس با گرایش متفاوت پتاسیمی یا سدیمی هستند و می‌توان منشاء پوسته‌ای را برای پاره‌ای از آن‌ها پذیرفت.

سنگ‌های آتش‌فشانی سنوزوئیک بیشتر یادآور تکاپوهای شکافی هستند که در پیدایی آن‌ها گسل‌ها نقش داشته‌اند. با این حال، به‌ویژه انواع نئوژن و کواترنری از نوع مرکزی یا آتش‌فشان‌های چینه‌ای هستند از بارزترین آتش‌فشان‌های

چینه‌ای ایران می‌توان به آتش‌فشـان کوه مزاحم شـهر بابک، دماوند، سهند، سبلان، تفتان و بزمان اشاره کرد.

بیشـتر گدازه‌هـای بازالتی قلیایی کواترنـری از طریق شکسـتگی‌های عمـده به سـطح زمین رسـیده‌اند تا پدید آورندهٔ روانه‌ها و سـر تخت‌های بازالتی شمال باختر (ماکو، ارومیه) و خاور ایران (بلوک لوت) باشند.

«توده‌های نفوذی سنوزوئیک» از نگاه دیرینگی وابستگی به رخدادهای زمین‌ساختی، درخور تقسیم به سه گروه‌اند.

۱. توده‌های نفوذی ائوسـن ـ الیگوسـن که وابسـته به کوه‌زایی پیرندای و از ۲ نوع اسـید و بازیک‌اند. از انواع اسید می‌تـوان به گرانودیوریت قصر فیروزه، گرانیتوئیدهای طارم، سـینیت نفلین‌دار و لوسـیت‌دار کلییر ـ سراب گرانیت‌های دو میکایی زاهدان خاش و... اشـاره کرد. گابروی خارسـره در جنوب قـروه، توده بازیک کامیـاران، توده‌های گابرویی کلاه‌سر، تودهٔ پنجوین در مرز عراق، گابرو مونزونیت سد کرج (با سـن رادیومتری ۴۷ و ۳۴ میلیون سال) گابروی رودهن گابـروی اولیوین‌دار مبارک‌آباد انـواع بازیکی از نفوذی‌های ائوسن ـ الیگوسن و نتیجهٔ ذوب بخش پایینی پوسته توسط مـواد گرم گوشـته‌اند. از ویژگی بارز پـاره‌ای از این توده‌ها ایجاد دگرسـانی گرمابی در سـنگ‌های درون‌گیر و پیدایی ذخایر مس طلا سـرب روی (معدن زه‌آباد) کانی‌سازی طلا با پاراژنـز کوارتز هماتیت در کوه زرتربت حیدریه (کریم‌پور ۱۳۷۷) آلوئیت‌زائی (منطقه تاکستان) کائولن (ساوه) سرب و روی، مس (معدن لاک ساوه) است.

۲. توده‌های نفوذی الیگوسن ـ میوسن را بیشتر در نوار ماگمایی ارومیه ـ بزمان می‌توان دید که به باور پورحسینی (۱۳۶۰) جای‌گزینـی آن‌ها از الیگوسـن میانـی آغاز و در میوسن پیشین ـ میانی به بیشترین مقدار رسیده است.

۳. توده‌های نفوذی پلیوسن، بیشتر به‌صورت گنبدهای پنجه آتش‌فشـانی منفرد هسـتند از آن جملـه می‌توان به سـینیت‌های پورفیری لواسان، گرانیت علم‌کوه (دومین قلهٔ بلند ایـران) داسـیت‌های درهٔ نور، گنبدهای ریو داسـیتی عباس‌آبـاد ـ سـبزوار، گرانیتوئیدهـای قهرود کاشـان و... اشـاره کرد. گفتنی است که گنبد داسـیتی راشکسن قروه بـا کانی‌زایی از ۱۰ تا ۱۸ قسـمت در میلیون تغییر می‌کند (راستاد و همکاران) ۱۳۷۹

منابع

۱. آقا نباتی، ع. (۱۳۸۳)، زمین‌شناسی ایران، تهران، سازمان زمین‌شناسی کشور.

۲. امامی، م. ه. (۱۳۷۹)، ماگماتیسم ایران تهران ساطمان زمین شناسی کشور.

۳. پورحسینی، ف. (۱۳۶۰)، توده‌های نفوذی آذرین کرتاسه فوقانی و میوسن تحتانی در شمال مکران.

٤. سامانی، ب. (۱۳۷۱)، معرفی سازند ساغند با رخساره‌های ریفی و جایگاه چینه‌شناسی آن در پرکامبرین پسین ایران مرکزی، فصل‌نامه علوم زمین شماره ٦.

۵. شهرابی، م. (۱۳٦۵)، جنبش‌های کوه‌زایی کالدونین در منطقه گرگان ـ شاهرود و تأکیدی بر فاز تاکونین.

٦. کریم‌پور، م. (۱۳۷۷)، ژئوشیمی خاستگاه و پتانسیل طلا در منطقه اکتشافی کوه زر تربت‌حیدریه.

۷. مؤمن‌زاده، م و حیدری (۱۳٦۹)، کانسارها و منابع هیدروکربن و ماگماتیسم آلکالن، پروتروزوئیک بالایی در ایران.

۸. هوشمندزاده و همکاران (۱۳۵۸)، سنگ‌های پرکامبرین بالایی ـ کامبرین پایینی در ایران.

9. ATAMPELI,G.M.(1987) Etud geologique general de Ĺ Elbourz oriental au Sud de- Gondad –e- Qabus, Iran NE. These Geneve, 329p.

10. Davoudzadeh, M. and Schmidt (1981). On the rotation central- east iran microplate.

11. Jenney, J.1977. Geologie et Stratigraphie de Ĺ Elbourz oriental, entre Aliabad et Shahrud, Iran NE. These Univ. Geneve, 238p.

استاد سِدراک آبدالیان (۱۲۷۳-۱۳۴۲)

محمدرضا قاسمی
عضو هیئت علمی پژوهشکدهٔ سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

استاد سدراک آبدالیان (۱۳۴۲-۱۲۷۳) دکترای خود را از دانشگاه سوربن پاریس در فرانسه دریافت کرده بود. او که به افتخار دریافت رتبهٔ آکادمیک دولت فرانسه با عنوان «La Croix de Chevalier dans L'ordre des Palmes Academiques» نایل شده بود در دانشگاه ایروان ارمنستان و دانشگاه تهران به درجهٔ استادی رسید. او در این دانشگاه‌ها، درس‌های زمین‌شناسی، معدن و لرزه‌شناسی را تدریس می‌کرد. در سال ۱۳۰۹ خورشیدی، استاد آبدالیان رئیس علمی وزارت صنایع و معادن ایران شد. او در بخش‌های بزرگی از ارمنستان و ایران به سفر و پژوهش پرداخت و در زمینهٔ علوم زمین فلات ایران و ارمنستان چندین کتاب و گزارش علمی نوشت.

استاد سِدراک اولین دانشمند ایرانی بود که دگریختی‌های لرزه‌گاهی[1] زمین را که با زمین‌لرزهٔ ۱۳۳۱/۱۱/۲۳ ترود همراه بود، مورد بررسی قرار داد. آبدالیان اولین نقشه‌های زمین‌ساخت و لرزه زمین‌ساخت ایران را، در سال‌های ۱۳۴۰ و ۱۳۴۲، پیش از شکل‌گیری کامل سازمان زمین‌شناسی کشور تهیه کرد. همچنین دگریختی‌های زمین را که در پیوند با زمین‌لرزهٔ ۱۳۴۱/۶/۱۰ بویین زهرا روی داده بود مورد بررسی قرار داد و پیش از درگذشت خود نتایج این بررسی‌های میدانی را منتشر کرد. استاد آبدالیان اولین دانشمند ایرانی بود که دربارهٔ خطر زمین‌لرزه در تهران مطالبی نوشت و تنها کسی بود که زمین‌لرزهٔ سال ۱۳۳۱ ترود را مورد بررسی قرار داد.

استاد آبدالیان در سال ۱۳۴۲ خورشیدی در سن ۶۹ سالگی در تهران درگذشت. از او همسر و دو پسر (آرمن و آرتین) به یادگار ماندند. این استاد گنجینه‌های با ارزشی از کانی و سنگ از خود به‌جا گذاشت که آن‌ها را از سراسر ایران جمع‌آوری و به دقت در زیرزمین خانه‌اش در خیابان فرانسه تهران مرتب کرده بود. پسران آبدالیان نیز استاد شدند و در حال تدریس در پاریس هستند.

برخی تألیفات استاد آبدالیان به شرح زیرند:

لرزش‌های قشر زمین و زلزله‌های کشور ایران، تهران: انتشارات توس، ۱۳۳۰.

Le tremblement de terre de Torude en Iran. La Nature, 81(3222), 314-319, Paris, 1953.

Les grande unités tectoniques de l'Iran. Proc. Tehran Conf. Seism. Earthq., Institute of Geophysics, Tehran University, 1961, 10, 49-52.

La tectonique de l'Iran. Inst. Geophys., Tehran University, 1962, 8, 76 p, with Tectonic Map of Iran.

Seismo-tectonique de l'Iran. Inst. Geophys., Tehran University, 1963, 16, 105 p, with Seismotectonic Map of Iran.

Le seisme du premier September 1962, l'histoire geologique et tectonique. In: Report on the Great Buyin-Zahra Earthquake of Sep. 1st, 1962, Inst. Geophys., Tehran University, 1963, 15, Chapter III, 43-72, with isoseismal and earthquake faulting map of the area on a seismotectonic and geological background.

زندگی‌نامهٔ استاد آبدالیان به انگلیسی از سوی دکتر مانوئل بربریان تهیه شده است.

پی‌نوشت

1. Coseismic

حلقوی چشم زیبا!

شویان مهدوی‌فر کارشناس ارشد زمین‌شناسی

اگر می‌خواهید خدا را ببینید، به علم نجوم روی آورید.

آلبرت اینشتین

تصویر سه‌گونه از سحابی‌ها به‌صورت شماتیک

به ابر عظیمی از غبار، گاز و پلاسما در فضاهای میان‌ستاره‌ای، سَحابی یا اَبری گفته می‌شود. سحابی‌ها محل تولد ستاره‌ها هستند (سحابی منسوب به «سحاب»، واژه‌ای عربی به معنای «ابر» است).

اشاره

سحابی معروف به سحابی چشم زیبا[1] یکی از انواع سحابی‌های کیهان است. در اینجا لازم است قبل از معرفی این سحابی به تعریف برخی عبارت‌های لازم پرداخته شود:

کلیدواژه‌ها: چشم زیبا، سحابی، کهکشان، راه شیری

سحابی چیست؟

به ابر عظیمی از غبار، گاز و پلاسما در فضاهای میان‌ستاره‌ای، سَحابی یا اَبری گفته می‌شود. سحابی‌ها محل تولد ستاره‌ها هستند (سحابی منسوب به «سحاب»، واژه‌ای عربی به معنای «ابر» است).

بیشتر سحابی‌ها به‌قدری کم‌رنگ‌اند که بی‌تلسکوپ نمی‌توان آن‌ها را دید. نخستین‌بار که سحابی به کمک تلسکوپ‌های کوچک دیده شد، چیزی به شکل غبار بود. از این‌رو در زبان لاتین، واژهٔ Nebula برای آن برگزیده شد که به‌معنای «غبار» است.

دسته‌بندی سحابی‌ها

سحابی‌ها را برپایهٔ نحوهٔ درخشانی‌شان به دسته‌های زیر تقسیم می‌کنند:

۱. سحابی گسترده، که در اثر نور ستارگان نزدیک به آن می‌درخشد.

۲. سحابی گسیلشی یا نشری، که دارای خطوط گسیلشی است که از خود آن تابیده می‌شود.

۳. سحابی بازتابی، که نورش از بازتابش نور ستارگان نزدیک پدید آمده است.

۴. سحابی سیاره‌نما، که پوسته‌های فشردهٔ گاز است و در پیرامون یک ستارهٔ مرده قرار گرفته و از گاز و پلاسما تشکیل شده است. این نوع سحابی‌ها همان‌طور که گفته شد پس از مرگ ستارگان به‌وجود می‌آیند. این نام از قرن هجدهم به‌وجود آمده است، زیرا به‌علت حلقوی‌بودن این سحابی‌ها (به‌علت انفجار ستارهٔ مرکزی) در تلسکوپ‌های ضعیف به شکل یک سیاره دیده و به اشتباه سیاره در نظر گرفته می‌شدند. مدت عمر این سحابی‌ها کوتاه و حدود ده هزار سال در مقایسه با عمر چندمیلیون سالهٔ ستاره‌هاست. سحابی‌های سیاره‌نما زیباترین نوع سحابی‌ها هستند. سحابی چشم زیبا نیز جزء این دسته از سحابی‌هاست.

۵. ته‌مانده‌های ابرنواختری، که معمولاً در حال دورشدن از ستارهٔ مادر خود هستند و در پی برخورد به غبار و گاز کهکشانی آهسته‌رونده‌تر داغ می‌شوند.

۶. سحابی انکساری، که ذرات غبار نور را منعکس نمی‌کنند، بلکه آن‌ها را متواری می‌کنند. نور قرمز می‌تواند آسان‌تر از نور آبی از ابر غبار بگذرد، پس نور آبی بیشتر پراکنده می‌شود. این امر موجب آبی‌شدن آن ابر می‌شود. دلیل آبی‌بودن رنگ آسمان نیز همین است.

۷. سحابی تاریک، که بی‌نور و درخشش است. این سحابی‌ها زمانی آشکار می‌شوند که جلوی دیگر ستارگان یا سحابی‌ها را بگیرند.

۸. سحابی خارج کهکشانی، که توده‌های عظیم و پیوستهٔ گازی نیست، بلکه مجموعه‌ای از ستارگانی شبیه ستارگان کهکشان است. رصدهای انجام‌شده نشان می‌دهند که خاصیت طیفی نوری که از این سحابی‌ها صادر می‌شود، بسیار شبیه به نوری است که از خورشید خود ما خارج می‌شود. بنابراین درجه‌حرارت متناظر با چنین صدور نوری نمی‌تواند با درجه‌حرارت سطحی خورشید اختلاف فراوان داشته باشد و این درجه‌حرارت باید به چند هزار درجه برسد. اگر این سحابی‌ها واقعاً توده‌های غول‌پیکر گاز پیوسته‌ای بودند که درجه‌حرارت سطحی آن‌ها همان

نمایش نمونه‌هایی از انواع سحابی‌ها

سحابی دم‌نگار[۳]، نمونه‌ای از سحابی سیاره‌ای

سحابی ابرنواختری در صورت فلکی گاو

درجه‌حرارت سطحی خورشید بود، ناچار می‌بایست نوری که از آن‌ها صادر می‌شد با وسعت سطح یعنی با مربع یکی از ابعاد آن‌ها متناسب باشد.

در فضای گستردهٔ کهکشان راه‌شیری میلیون‌ها سحابی وجود دارند. سحابی‌های برون‌کهکشانی را «جهان‌های جزیره‌ای» یا «کهکشانی» می‌نامند. بدین‌معنا که هرگاه کسی به کهکشان ما از بیرون نگاه کند، چه‌بسا آن را به شکل یک سحابی خواهد یافت. سحابی‌های برون‌کهکشانی شکل‌های گوناگونی دارند. برخی نامنظم یا بیضی‌شکل‌اند، ولی بیشتر آن‌ها به شکل مارپیچ‌اند. سحابی‌های مارپیچ، مانند کهکشان خود ما (راه‌شیری) از تعداد بسیار زیادی ستاره، ابرهای بزرگ بخاری و پاره‌های گسترده‌ای از غبار درست می‌شوند. معمولاً این‌گونه سحابی‌ها دارای یک هستهٔ مرکزی هستند که از آن بازوهایی به شکل مارپیچ امتداد می‌یابند. سحابی امرأة المُسَلسَلَة از سحابی‌های مارپیچی و نزدیک‌ترین سحابی به زمین است. این سحابی بزرگ‌ترین و درخشان‌ترین سحابی است که تاکنون شناخته شده است. نوری که از این سحابی ساطع می‌شود ۱/۵۰۰/۰۰۰/۰۰۰ برابر نور خورشید ماست!

سحابی حلقوی درخشان

سحابی مارپیچ[5] معروف به سحابی چشم زیبا، یک سحابی سیاره‌ای در صورت فلکی دلو است که کارل لودینگ هاردینگ در سال ۱۸۲۴ آن را کشف کرد. این سحابی یکی از زیباترین، نزدیک‌ترین و درخشان‌ترین سحابی‌های حلقوی جهان است.

شاید به‌خاطر این درخشندگی و زیبایی‌اش است که به چشم ـ که از سوژه‌های اصلیِ زیبایی در چهره است ـ (چشم زیبا) شهرت یافته است.

عکسی که در بالا مشاهده می‌کنید، تصویری است که ناسا به کمک تلسکوپ فضایی هابل[6] در سال ۲۰۰۳ از سحابی مارپیچ گرفته است و در بیشتر وب‌سایت‌ها و مجلات معتبر دنیا به‌دلیل شکل ویژه‌ای که دارد، آن را سحابی چشم زیبا نامیده‌اند.

توضیح ستاره‌شناسان دربارهٔ این فعل و انفعال چنین است: «تونل تریلیون مایلی از گازهای درخشان، که در مرکز آن ستارهٔ در حال مرگی قرار دارد و تودهٔ خارج‌شده از گردوغبار و گاز را به شکل رشته‌های موی حساس جانورمانند تولید می‌کند.»

سحابی مارپیچ۵ معروف به سحابی چشم خدا، یک سحابی سیاره‌ای در صورت فلکی دلو است که کارل لودینگ هاردینگ در سال ۱۸۲۴ آن را کشف کرد. این سحابی یکی از زیباترین، نزدیک‌ترین و درخشان‌ترین سحابی‌های حلقوی جهان است.

پی‌نوشت

1. Eye of Gad 2. Rose Nebula 3. Spriograph Nebula
4. Globule Nebula 5. Helix Nebula or NGC 7293
6. Hubble Space Telescope

منابع

۱. دانشنامهٔ ویکی‌پدیا.
۲. امینیان، محمدرضا؛ سایت چهارسوی علم، پایگاه مقالات علمی پژوهشی.
۳. وبگاه کانون نجوم دانشگاه صنعتی بهبهان (کانون نجوم اطلس).
٤. وبگاه باشگاه مهندسان ایران http://www.iran-eng.com .
5. http://www.forums.mihandownload.com

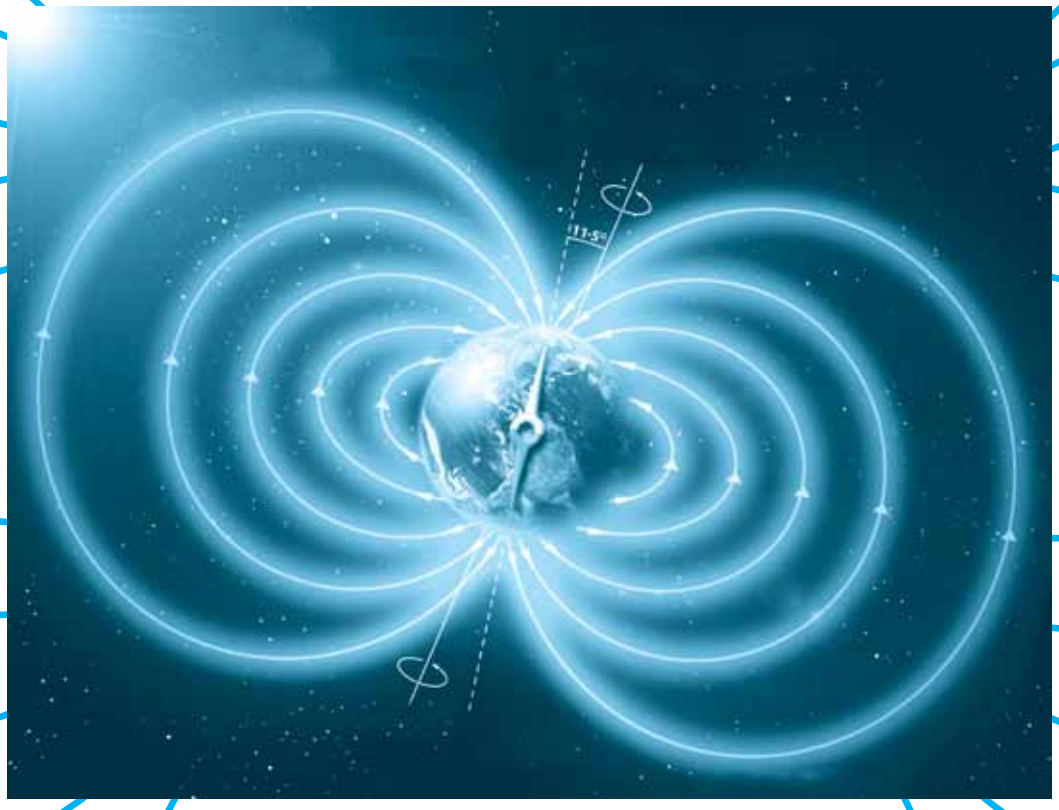
سایر تصاویر گرفته‌شده از سحابی چشم زیبا

سحابی گلبول[4]، از انواع سحابی‌های تاریک

سحابی گل رز ولنتاین[2]، نمونه‌ای از سحابی بازتابی

ماگنتوسفر و کمربندهای تشعشعی زمین

فاطمه دوامی، دبیر آموزش‌وپرورش منطقهٔ کهریزک



اشاره

در کتاب زمین‌شناسی سوم تجربی، مطالبی به اختصار در مورد ماگنتوسفر (مغناط کره) آورده شده است. مطالب زیر تکمیل کنندهٔ مطالب کتاب است.

چکیده

زمین همانند آهن‌ربایی قوی در اطراف خود یک میدان مغناطیسی ایجاد می‌کند. شعاع عمل این میدان، محدود به هواکره نیست و تا فواصل دورتر گسترش دارد. این میدان مغناطیسی به نام کاشف آن «کمربند وان آلن[1]» نامیده می‌شود. این کمربند که از سه لایه تشکیل شده است، زمین را در برابر ذرات باردار خطرناکی که از سایر نقاط فضا به سمت زمین می‌آیند، محافظت می‌کند.

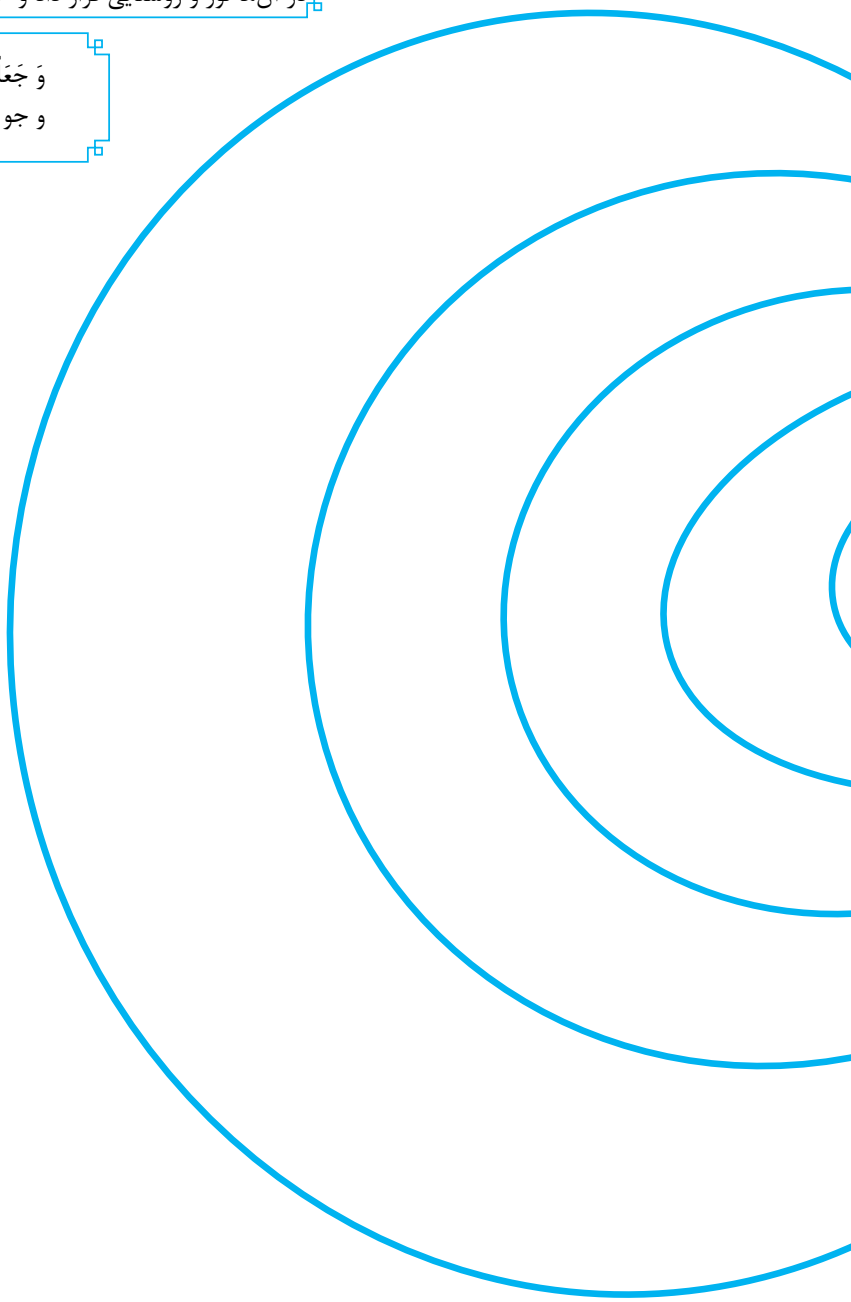
شکل میدان مغناطیسی زمین نامتقارن است و علت آن بادهای خورشیدی هستند که از سمت خورشید به میدان مغناطیسی می‌وزند. تغییر در باد خورشیدی آثار نامطلوبی بر میدان مغناطیسی و در نتیجه ماهواره‌ها و سفینه‌های فضایی دارد.

کلیدواژه‌ها: ماگنتوسفر، میدان مغناطیسی، اشعهٔ کیهانی، مغناط کره، کمربند تشعشعی، الکترومغناطیس، بادهای خورشیدی

اولین آن‌ها یعنی نزدیک‌ترین کمربند به زمین دارای پروتون‌های مثبت حامل انرژی بسیار زیاد است

اَلَمْ تَرَوْا کَیْفَ خَلَقَ‌اللهُ سَبْعَ سَماواتٍ طِباقاً ـ وَ جَعَلَ الْقَمَرَ فیهِنَّ نُوراً وَ جَعَلَ الشَّمْسَ سِرَاجاً (نوح: ۱۵ـ ۱۶).
آیا نمی‌بینید خدا چگونه هفت (لایه) جو را روی همدیگر آفرید و ماه را در آن‌ها نور و روشنایی قرار داد و خورشید را چراغی روشنگر.

وَ جَعَلْنَا السَّماءَ سَقفاً مَحفُوظاً (انبیاء: ۳۲).
و جو را سقفی حفظ‌کننده قرار دادیم.



مقدمه

خداوند متعال در قرآن کریم در آیات مختلف به خلقت آسمان و زمین اشاره فرموده است. طبق آیات ۱۵ و ۱۶ سورهٔ نوح، جو هفت لایه است که روی همدیگر آفریده شده‌اند. در آیهٔ ۳۲ سورهٔ انبیاء نیز، آسمان یا جو را سقف حفظ‌کننده نامیده است».

همچنین خداوند در قرآن کریم در بحث خلقت آسمان‌ها و زمین از ستون‌های نامرئی نام برده است. یکی از این لایه‌های حفاظت‌کنندهٔ زمین و ستون‌های نامرئی، ماگنتوسفر[۲] یا مغناطکره است. طبق تعریفی که در فرهنگ بزرگ گیتاشناسی آورده شده، «مغناطکره، بیرونی‌ترین بخش یا لایهٔ جو زمین است که از ۲۰۰۰ کیلومتری زمین به بالا در درون کمربندهای تشعشعی وان آلن قرار دارد. این کمربند مانند سپری در مقابل ذرات باردار خطرناک عمل می‌کند». در این مقاله بر آن شدیم که توضیحاتی دربارهٔ نحوهٔ پی بردن به این کمربند تشعشعی، موقعیت آن در فضا، ساختار و نقش حفاظتی تشعشعات الکترومغناطیسی این لایه از جو بپردازیم و خداوند را به خاطر همهٔ آنچه آفریده و مسخّر انسان گردانیده است، شاکر باشیم.

شکل میدان مغناطیسی زمین نامتقارن است و علت آن بادهای خورشیدی هستند که از سمت خورشید به میدان مغناطیسی می‌وزند.

نحوهٔ پی بردن به وجود کمربند تشعشعی

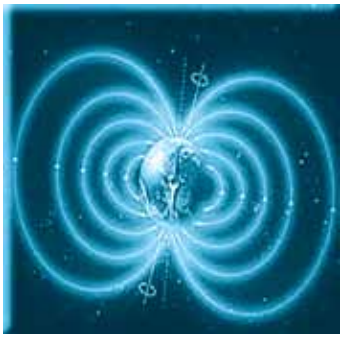
پس از کشف اشعهٔ کیهانی (جریان‌های ذره‌ای وارد شده به میدان مغناطیسی زمین از فضا)، پیشرفت در این شاخهٔ جدید فیزیک، تقریباً به ارتفاعی بستگی داشت که دانشمندان، دستگاه‌های پیچیده و شمارنده‌های خود را در آن ارتفاع به نمایش می‌گذاشتند. در این حال از رصدخانه‌های کوهستان‌های بلند، آزمایشگاه‌ها، بالون، آزمایش‌ها و غیره

استفاده می‌شده است. بنابراین حتی بالاترین ارتفاع حاصل (بیست تا هشتاد کیلومتر) برای حمل دستگاه‌ها به آن سوی لایه‌های نسبتاً متراکم جو کافی نبود و این مسئله تفکیک اشعهٔ کیهانی اولیه (مهم‌ترین جزء جریان‌های ذره‌ای) را از کل جریان‌های ذره‌ای ثبت‌شده، مشکل می‌ساخت.

این پدیده در حین پرواز اقمار مصنوعی روسی و آمریکایی آشکار شد و برای مدت‌ها دانشمندان از اختلاف شدید در اطلاعات به‌دست آمده شگفت‌زده و سردرگم بودند. بنابراین، به زودی این معما تفسیر شد. یک دانشمند روسی، ورنو[۳] و تقریباً به‌طور هم‌زمان فیزیک‌دان آمریکایی، وان آلن، ثابت کردند که سطح زمین در سطح استوا با دو کمربند (و مطابق با اطلاعات جدیدتر حتی سه کمربند) نسبتاً مجزا به نام ماگنتوسفرها احاطه شده است. این کمربند به نام کاشف آن جیمز وان آلن نام‌گذاری شده است.

ژئوفیزیک‌دانان با مطالعهٔ اساسی این لایه‌ها، حد بالای آن را که حدود ده برابر شعاع زمین و در جهت خورشید است، مغناطیس سکون می‌نامند

کمربند وان آلن: محدوده‌هایی از میدان مغناطیسی زمین، که تشعشعات کیهانی را درون خویش محبوس می‌سازد و از برخورد آن‌ها به سطح زمین جلوگیری می‌کند. این محدوده از ارتفاع حدود هشتصد کیلومتری زمین شروع شده و تا ده‌ها هزار کیلومتر داخل فضا گسترش یافته است.



کمربند وان آلن، دو شکل چنبره‌ای است که با ذرات باردار پرانرژی بیشتر از پروتون‌ها و الکترون‌های پرانرژی احاطه شده است.

کمربند درونی در فاصلهٔ ۳۲۰۰ کیلومتری و کمربند بیرونی در فاصله ۱۶۰۰۰ کیلومتری زمین قرار دارد.

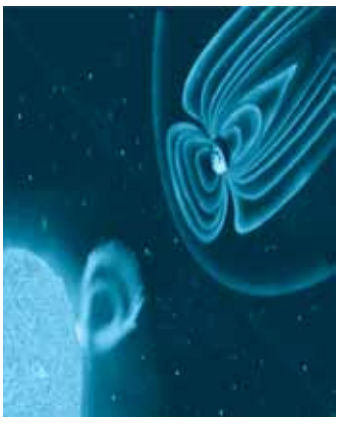
این کمربندها با ذرات باردار، بارها، انرژی‌ها و جرم‌های مختلف اشغال شده‌اند. غلظت ذرات در هر یک از این کمربندها از مرزی به مرز دیگر تفاوت دارد. فضای اطراف قطب‌ها عملاً عاری از ذرات باردار است.

پس از اولین پرتاب موشک و پرواز اقمار مصنوعی، به کمک اطلاعات به‌دست آمده، معلوم شد که ذرات باردار به‌وسیلهٔ میدان‌های مغناطیسی زمین جذب شده‌اند.

هر ذرهٔ بارداری که یک‌مرتبه وارد میدان مغناطیسی زمین شود، حول خطوط نیرو پیچ می‌خورد و پیوسته در طول آن‌ها حرکت می‌کند.

میزان پیچش مارپیچ‌های اولیه بستگی به سرعت اولیهٔ جرم و بار الکتریکی آن‌ها دارد. علاوه بر آن، به شدت میدان مغناطیسی زمین در ناحیه‌ای از دایرهٔ فضایی که ذرات وارد آن شده و تغییر جهت داده‌اند، بستگی دارد، زیرا میدان مغناطیسی زمین در نواحی مختلف آن یکسان نیست. نزدیک قطب متراکم‌تر (غلیظ‌تر) می‌شود.

ذرهٔ بارداری که در طول خط مغناطیسی به‌صورت مارپیچ حرکت می‌کند، از ناحیهٔ نزدیک به استوا حرکت می‌کند و چون به یکی از دو قطب می‌رسد، با مقاومت در حال افزایشی مواجه و متوقف می‌شود. سپس به طرف استوا برمی‌گردد و بیشتر به طرف قطب مخالف، یعنی در جهت عکس شروع به حرکت می‌کند. بدین‌ترتیب ذره در چیزی به نام تلهٔ بزرگ مغناطیسی سرگردان می‌شود.



موقعیت فضایی

اولین کمربند از ارتفاعی قریب ۵۰۰ کیلومتر بالای نیمکرهٔ غربی و ۱۵۰۰ کیلومتر بالای نیمکرهٔ شرقی زمین شروع می‌شود. بالاترین غلظت ذرات در این کمربند (هسته‌اش) در ارتفاع دو تا سه هزار کیلومتری زمین قرار دارد. مرز فوقانی این کمربند به ارتفاع سه تا چهار هزار کیلومتری سطح زمین می‌رسد.

دومین کمربند از ده تا یازده هزار کیلومتری زمین شروع می‌شود و تا ارتفاع چهل تا شصت هزار کیلومتری ادامه دارد و در ارتفاع بیست هزار کیلومتری دارای بیشترین غلظت است.

کمربند خارجی‌تر (سومین کمربند) از ارتفاع ۶۰ تا ۷۵ هزار کیلومتری شروع می‌شود.

مرز کمربندهای مذکور تاکنون فقط به‌طور تقریبی تعیین شده‌اند و در محدودهٔ معینی به‌طور تناوبی تغییر می‌کنند. دانشمندان دربارهٔ نظم و ترتیب این تغییرات در حال تحقیق هستند.

منشأ پیدایش

طبیعی است سؤال شود که این ذرات تشکیل‌دهندهٔ کمربندهای تشعشعی از کجا آمده‌اند؟ آن‌ها از اعماق خورشید پرت شده‌اند. زمین علی‌رغم فاصله‌اش با خورشید، دقیقاً در خارجی‌ترین منطقهٔ اتمسفر آن قرار دارد، زیرا هر زمان که فعالیت خورشیدی زیاد می‌شود و به تعداد ذرات منتشر شده از خورشید و نیز انرژی آن‌ها افزوده می‌شود، تعداد الکترون‌ها در کمربند تشعشعی دوم نیز افزایش می‌یابند و کمربند به طرف زمین فشرده‌تر می‌شود، درست مثل این‌که تحت فشار این ذرات، کمربند

پیچ خورده است.

دلیل دیگر آن است که ذرات در تلهٔ مغناطیسی زمین گیر می‌کنند. انرژی این دسته از ذرات برای گذشتن از کمربند غیرکافی بوده است؛ ذراتی که در اثر برخورد اشعهٔ کیهانی اولیهٔ پرانرژی با اتم‌های بیرونی‌تر و بی‌نهایت رقیق‌شدهٔ لایه‌های جو به‌وجود می‌آیند و در این تلهٔ بزرگ قرار می‌گیرند.

ساختار کمربندها

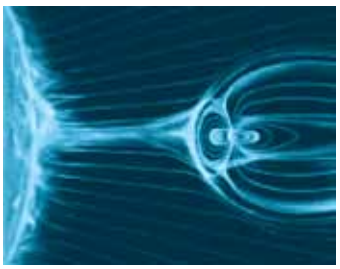
با روانه ساختن سیستماتیک اقماری که وسایلی برای کشف ذرات پرانرژی در ارتفاعات معین با خود حمل می‌کنند، کمربندهای مذکور در حال مطالعه و بررسی هستند. ماهیت هر یک از این کمربندها نسبت به دیگری متفاوت است.

اولین آن‌ها یعنی نزدیک‌ترین کمربند به زمین دارای پروتون‌های مثبت حامل انرژی بسیار زیاد است [بالغ بر صدمگا الکترون ولت (Mev)]. فقط متراکم‌ترین قسمت میدان مغناطیسی زمین آن‌ها را جذب و نگه می‌دارد.

دومین کمربند محتوای الکترون‌های با انرژی سی تا صدکیلو الکترون ولت (Kev) است.

کمربند سوم که میدان مغناطیسی زمین در آن ضعیف‌تر است، محتوی ذراتی با انرژی دویست الکترون ولت (ev) یا بیشتر است.

از آنجا که اشعهٔ معمولی که در صنعت داروسازی به‌کار می‌روند محتوی انرژی سی تا چهل کیلو الکترون ولت هستند، یا هنگامی که دستگاه‌های قوی برای تابش به قطعات بزرگ و توده‌های فلزی، ذرات اتمی را از ۲۰۰ Mev تا ۲ Mev سرعت می‌دهند، خطر بزرگ این کمربندها (مخصوصاً اول و دوم) برای انسان و جانوران و مسافرانی که در آینده به دیگر سیارات مسافرت می‌کنند، به سهولت حس می‌شود. به همین دلیل، دانشمندان با کوشش و زحمت هرچه تمام‌تر، سعی در تعیین تمرکز دقیق و شکل این کمربندها و کیفیت پخش ذرات آن‌ها دارند. تاکنون فقط یک چیز معلوم شده است و آن اینکه نواحی نزدیک به قطب‌های مغناطیسی زمین از ذرات پرانرژی آزادند و می‌توان از آن‌ها به‌عنوان دالان‌های هدایت‌کنندهٔ کشتی‌های فضایی حامل سرنشین به‌سوی دنیاهای دیگر استفاده کرد.



نقش کمربندهای تشعشعی

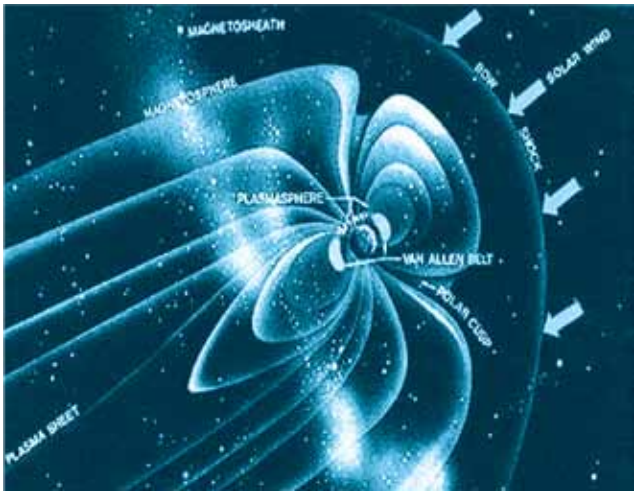
لایه‌های جو بیشتر از آنچه تصور می‌شد، تقریباً تا مسافت ۱۵۰ کیلومتری از سطح زمین توسعه یافته‌اند. ما حتی تجسم نکرده‌ایم که جو شفاف و تقریباً غیرمحسوس و نیز میدان مغناطیسی کاملاً غیرقابل رؤیت و غیرمحسوس سیار، همان سایبان‌های قابل اطمینان برای بشر و به‌طور کلی موجودات زنده‌اند.

تصور کنیم اگر زمین به‌طور کامل از تمام انواع تشعشعات کیهانی حفظ نمی‌شد، زندگی از روی زمین برداشته شده بود.

بشری که در حال پرواز به فضاهای خارجی‌تر است، به‌طور اتوماتیک از سایبان‌های نجات‌دهندهٔ خویش (اتمسفر زمین و میدان مغناطیسی آن) محروم می‌شود و در نتیجه به‌طور ناگهانی تحت تأثیر تمام انواع تشعشعات قرار می‌گیرد. کمربندهای تشعشعی زمین به‌علت غلظت و انرژی زیاد الکترون‌هایی که در آن به دام افتاده‌اند، بسیار خطرناک‌اند. تمام الکترون‌های با انرژی بالای Kev ۱۰ به دیواره‌ها و هر مادهٔ فلزی سفینهٔ فضایی ضربه می‌زنند و باعث تشعشع ناشی از توقف می‌شوند و اشعهٔ حاصل شبیه به ذرات، مادهٔ سلول‌ها و بدن انسان را یونیزه می‌کنند و سبب هلاک وی می‌شوند.

ساده‌ترین روش برای حفظ سرنشینان سفینه از تشعشعات مذکور، افزایش ضخامت دیواره‌های سفینه و احاطه‌کردن آن، مثلاً با یک لایهٔ ضخیم سرب است و این به‌طور اجتناب‌ناپذیری کشتی فضایی را سنگین خواهد کرد. به تناسب فشار خارجی، دانشمندان کوشش می‌کنند این اشکال را با قرار دادن یک میدان مصنوعی مغناطیسی یا الکتریکی در اطراف سفینهٔ فضایی برطرف کنند (شبیه به زمین). این میدان آن‌قدر قوی است که تمام ذرات مهاجم را دفع می‌کند.

در عین‌حال دانشمندان در حال تحقیق روی روش‌های دیگر حفاظت‌اند؛ برای مثال داروهایی که آثار مضرّ تشعشع را، روی سلول‌های ارگانیسم محو کنند و یا به تندی کاهش دهند. بعضی دانشمندان معتقدند که اگر سرنشینان سفینه را در خواب هیپنوتیک فرو برند یا به حالت آنابیوز سرد کنند، در آن حال تمامی عوارض حیاتی بدن به مقدار زیادی کند می‌شوند و در نتیجه مقدار



باد خورشیدی اصطلاحی برای ذرات تشعشع‌یافته نظیر بادهایی با دمای حدود صدهزار درجهٔ کلوین است. باد خورشیدی پدیدهٔ پیچیده‌ای است که سرعت و چگالی آن تغییر می‌کند. متغیر بودن پلاسمای بادی به فعالیت خورشید بستگی دارد

اکسیژن مصرفی کاهش می‌یابد و ضرر تحمیلی حاصل از تشعشعات یونیزه‌کننده بر سلول‌ها کم می‌شود.

چرا شکل میدان مغناطیسی زمین نامتقارن است؟

می‌دانیم زمین ما دارای میدان مغناطیسی است که می‌تواند بر یون‌ها و به‌طور خلاصه پلاسمای[۴] فضای اطرافش اثر بگذارد. بر طبق نظرات دینامو، میدان مغناطیسی زمین از القای مغناطیسی حاصل از حرکات ذرات داخل پلاسمای فضا به درون زمین متأثر می‌شود. به‌هر حال به‌طور نظری، باید میدان مغناطیسی به شکل متقارن باشد، ولی فشار باد خورشیدی[۵]، میدان ژئومغناطیسی زمین را به‌صورت ستارگان دنباله‌دار یا دکلی‌شکل درمی‌آورد.

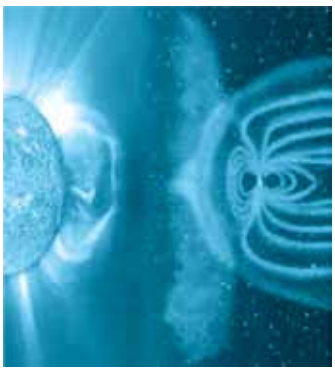
ژئوفیزیک‌دانان با مطالعهٔ اساسی این لایه‌ها، حد بالای آن را که حدود ده برابر شعاع زمین و در جهت خورشید است، مغناطیس سکون می‌نامند. خارج از مغناطیس سکون، ناحیهٔ متلاطمی است که غلاف مغناطیس نام دارد و آن باد خورشیدی در نتیجهٔ فشار ماگنتوسفر، جهت و سرعت خود را تغییر می‌دهد. خورشید منظومهٔ شمسی، منبع نیرومندی از جریان مداوم پلاسما به‌صورت باد خورشیدی است. باد خورشیدی اصطلاحی برای ذرات تشعشع‌یافته نظیر بادهایی با دمای حدود صدهزار درجهٔ کلوین است. باد خورشیدی پدیدهٔ پیچیده‌ای است که سرعت و چگالی آن تغییر می‌کند. متغیر بودن پلاسمای بادی به فعالیت خورشید بستگی دارد. گفتنی است که به‌دلیل صد برابر بودن انرژی جنبشی پلاسما نسبت به انرژی مغناطیسی‌اش، به آن «باد مغناطیسی» گفته‌اند.

ذراتی که از خورشید جدا می‌شوند و به‌صورت باد یا جریانی از ذرات به فضای بین سیاره‌ای فرار می‌کنند، از الکترون، پروتون، ذرهٔ آلفا و مقداری عناصر، سنگین‌ترند. سرعت این باد بین دویست تا نهصد کیلومتر در ثانیه است و ذراتی که باد خورشیدی آن‌ها را حمل می‌کند، بعد از چهار تا پنج روز به زمین می‌رسند.

این ذرات در دمای زیاد تاج خورشید به‌تدریج بر سرعتشان افزوده می‌شود و از میدان جاذبهٔ خورشید می‌گریزند. زمانی که فعالیت خورشیدی بیشتر باشد، تعداد و انرژی این ذرات بیشتر می‌شود. انرژی این ذرات به‌طور متوسط در حدود پانزده مگاالکترون ولت (Mev) است.

بعد از گذشت حدود چهل دقیقه از اینکه پرتو اِچ‌آلفا در فوران‌های خورشید بیش‌ترین شدت را پیدا می‌کند، سریع‌ترین ذرات و در ساعات بعد، ذرات کندتر به زمین می‌رسند.

تمام ستارگان، مانند خورشید، دارای باد هستند و ستارگان با جرم زیاد، بادهای ستاره‌ای بسیار قوی‌تری



دارند. یک ستاره با جرم سی برابر جرم خورشید، می‌تواند ۲۴ برابر جرم خورشید را پیش از آن‌که از رشتهٔ اصلی خارج شود، به شکل باد منتشر کند.

پدیدهٔ شفق در سیارات منظومهٔ شمسی، ناشی از همین بادهای خورشیدی است.

ما تنها باد خورشیدی را از سال‌های اولیهٔ عصر فضا از اوایل دههٔ شصت تاکنون بررسی کرده‌ایم. در طول این زمان، این، رویدادی نادر است. باد خورشیدی منظومهٔ شمسی ما را دربرگرفته است و با کرهٔ خورشیدی آغاز می‌شود.

کرهٔ خورشیدی میدانی مغناطیسی است که از خورشید سرچشمه می‌گیرد و به کمک باد خورشیدی تا ابعاد بسیار عظیم متورم می‌شود. همهٔ سیارات، از عطارد گرفته تا پلوتون و فراسوی آن، در این بخش قرار می‌گیرند. کرهٔ خورشیدی اولین سپر دفاعی منظومهٔ شمسی در برابر پرتوهای کیهانی است. ذرات پرانرژی خارج‌شده از سیاه‌چاله‌ها و ابرنواخترها سعی در وارد شدن به منظومهٔ شمسی را دارند، اما میدان‌های مغناطیسی کرهٔ خورشیدی آن‌ها را منحرف می‌کنند.

فشار معمول باد خورشیدی از اواسط دههٔ ۱۹۹۰ بیش از بیست درصد کاهش یافته است. دیومک کوماس[۶] از مؤسسهٔ تحقیقاتی تگزاس گفت: «از پنجاه سال پیش که شروع به بررسی باد خورشیدی کرده‌ایم، این ضعیف‌ترین حالت باد خورشیدی است که روی داده است. «حسگر باد خورشیدی سوپس[۷] در فضاپیمای اولیسز[۸] میزان کاهش را اندازه گرفت. این فضاپیما در سال ۱۹۹۰ پرتاب

شد و خورشید را در یک مدار نادر، جایی که هر دو قطب خورشید به همراه استوا در معرض دید است، دور می‌زند.

نکتهٔ عجیب این است که سرعت میلیون‌ها مایل بر ساعت باد خورشیدی به مقدار زیادی کاهش نیافته است. تنها سه درصد این تغییر در فشار ناشی از کاهش دما و جرم است. باد خورشیدی سیزده درصد سردتر و بیست درصد کم‌جرم‌تر شده است. آریک پوسنر[9]، دانشمند برنامهٔ اولیسز ناسا در این باره می‌گوید: «آنچه ما می‌بینیم یک روند طولانی‌مدت است؛ کاهشی پایدار در فشار که زمانی در اواسط دههٔ ۱۹۹۰ آغاز شد.»

اما به هر حال، این پرتوهای کیهانی اضافه، نتایجی به دنبال خواهند داشت. اگر این روند ادامه داشته باشد، فضانوردان، بیشتر در معرض این پرتوها قرار خواهند گرفت. همچنین فضاپیماها و ماهواره‌ها با خطر آسیب جدی روبه‌رو خواهند شد که ناشی از پرتوهای کیهانی است.

پی‌نوشت‌ها

1. Van Allen belt 2. Magnetosphere
3. Vernov 4. Plasma 5. Solar wind
6. Dave Mecomas 7. Swoops
8. Ulysses 9. Arik posner

منابع

۱. جعفری، عباس (۱۳۶۶)؛ فرهنگ بزرگ گیتاشناسی. تهران: انتشارات گیتاشناسی.
2. http://www.spaceweather.com2-
3. http://www.haftaseman.ir
4. www.noojum.com
5. fa.wikipedia.org
6. http://www.quranology.com/farsi/jav.htm
7. http://www.daneshnameh.roshd.ir

اولین جلسهٔ کمیتهٔ ملی المپیاد

مریم عابدینی
دبیر منطقهٔ ۵ آموزش‌وپرورش تهران

یکی از اهداف مهم آموزش‌وپرورش کشورمان، تعلیم‌وتربیت دانش‌آموختگان عالم و متعهد است. در این راستا، روش‌ها و فنون متعددی، زمینه‌ساز شکوفایی آیندگان این مرز و بوم است.

المپیادهای کشوری یکی از بسترهای مهم برای رسیدن به این مهم به شمار می‌روند.

پس از چهار سال تلاش بی‌وقفهٔ همکاران، سرانجام اولین جلسهٔ این المپیاد با حضور بهزاد صولتیان، حسن ساعی دهقان، حسین‌علی شیری، دکتر سروش مدبری، دکتر محمدرضا قاسمی و مریم عابدینی در محل ساختمان شهیدبهشتی (استعدادهای درخشان) برگزار شد.

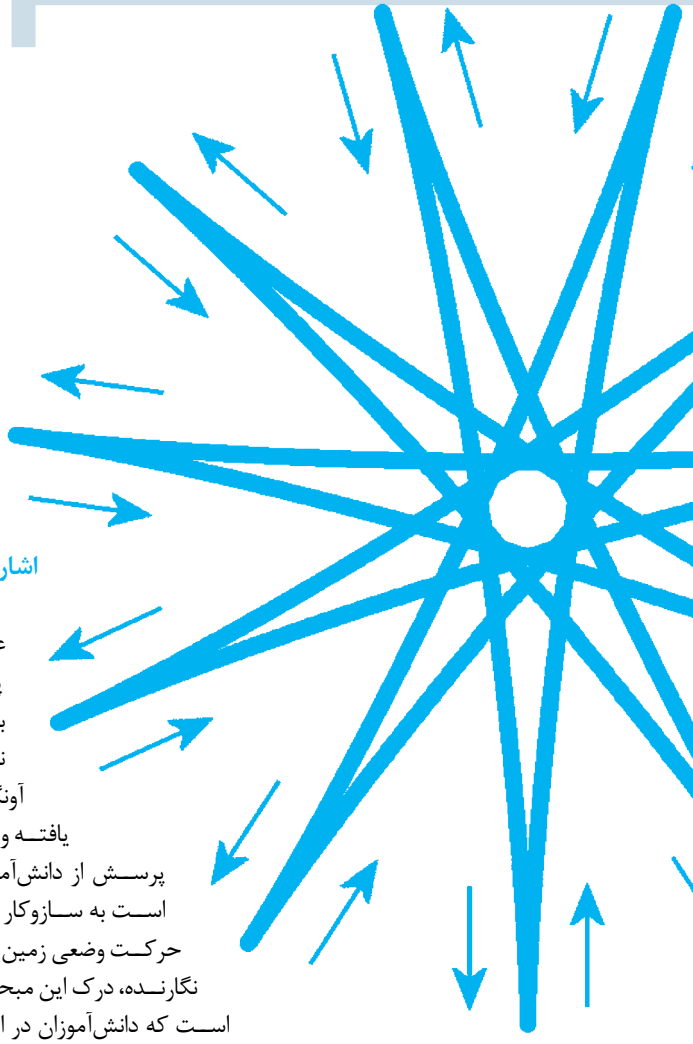
نتیجهٔ این جلسه، برگزاری المپیاد آزمایشی در سال ۹۱- ۹۲ بین دانش‌آموزان رشتهٔ علوم تجربی و علوم ریاضی بود که گزینش آن‌ها در دو مرحله انجام می‌شود: مرحلهٔ اول، آزمون دی‌ماه و مرحلهٔ دوم، آزمون اردیبهشت‌ماه.

ده نفر از نفرات برتر این آزمون، جهت دریافت جوایز ویژه، معرفی و از آن‌ها تقدیر می‌شود.

نیروهای لختی و آونگ فوکو

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

کلیدواژه‌ها: آونگ فوکو، دستگاه لَخت، دستگاه نالَخت، نیروی مجازی، نیروی کوریولیس.



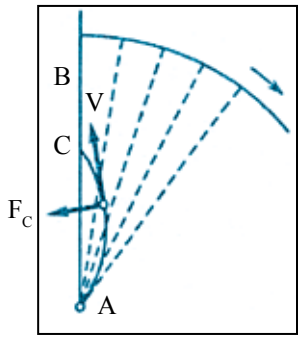
اشاره

در اوایل کتاب، علوم زمین دورهٔ پیش دانشگاهی به‌گونه‌ای نابجا و نامفهوم، مبحثی به آونگ فوکو اختصاص یافته و تنها با طرح چند پرسش از دانش‌آموزان خواسته شده است به سازوکار این آونگ در اثبات حرکت وضعی زمین پی ببرند. به اعتقاد نگارنده، درک این مبحث فراتر از دانشی است که دانش‌آموزان در این پایهٔ تحصیلی دارند، چرا که حتی دانشجویان فیزیک هم تازه در درس مکانیک تحلیلی خود با آن آشنا می‌شوند. در هر حال، چون این مبحث، آن هم چنین نابجا و نامفهوم در کتاب درسی آمده است، سعی می‌کنم تا آنجا که ممکن است با بیانی ساده آن را توضیح دهم. البته توضیح آن خود نیاز به پیش‌نیازهایی دارد که نخست به آن خواهیم پرداخت.

اولین پیش‌نیاز، آشنایی با چارچوب‌های مرجع لخت و نالخت است. چارچوب مرجع لخت، چارچوبی (دستگاهی) است که در آن قوانین نیوتن برقرار است. برای آن‌که دریابیم آیا دستگاهی لخت است یا خیر، کافی است بررسی کنیم که آیا نیروهای وارد از سایر اجسام می‌توانند حرکت مشاهده شده در این چارچوب را توجیه کنند یا خیر؛ اگر چنین باشد، دستگاه لخت است، ولی اگر معلوم شود نیروهایی وجود دارند که نمی‌توانند با اثر سایر اجسام توجیه شوند، به آن معناست که دستگاه نالخت است و شتاب‌ها از نیروهایی مجازی، موسوم به نیروهای لختی ناشی می‌شوند. برای مثال در حرکت ماهواره به دور زمین، می‌دانیم که آنچه باعث حرکت چرخشی ماهواره می‌شود، شتاب گرانشی حاصل از نیروی گرانشی بین زمین و ماهواره است. یعنی ناظر لخت استدلال می‌کند که این شتاب گرانشی، شتاب جانب به مرکز لازم برای چرخش ماهواره را تأمین می‌کند. اما ناظری که همراه با ماهواره می‌چرخد، همراه با آن شتاب می‌گیرد و بنابراین از دید او شتاب ماهواره صفر است. ولی از طرفی او می‌داند که تحت تأثیر یک نیروی جاذبهٔ گرانشی از سوی زمین قرار گرفته است. بنابراین مجبور می‌شود برای توجیه این موضوع، وجود نیرویی *مجازی* به نام *نیروی گریز از مرکز* را بپذیرد که جهت آن در خلاف جهت جاذبهٔ گرانشی زمین است. یعنی او برای شتاب نگرفتن خود چنین استدلال می‌کند که نیرویی در خلاف جهت جاذبهٔ گرانشی زمین و هم‌اندازه با آن به ماهواره اثر می‌کند تا آن نیروی جاذبه را خنثی کند. نیروی گریز از مرکز یکی از مشهورترین نیروهای لختی است.

حال به سراغ مثالی دیگر می‌رویم که ما را با نیروی لختی دیگری آشنا می‌کند و عمده‌ترین نقش را در تحلیل آونگ فوکو دارد. فرض کنید یک تکه گچ زیر خط‌کشی قرار دارد و خود گچ روی تخته‌ای قرار گرفته است. اگر خط‌کش را به‌طور مستقیم حرکت دهیم، گچ خط مستقیمی را بر تخته ترسیم می‌کند. ولی اگر تخته ساکن نباشد و زیر خط‌کش با آهنگ ثابتی بچرخد، گچ دیگر خط مستقیمی بر تخته نمی‌کشد، بلکه مسیری منحنی را برجای می‌گذارد (شکل ۱). یعنی مسیر گچ نسبت به دستگاه مرجع چرخان منحنی است و چون چنین مسیر خمیده‌ای را می‌پیماید، ناظر واقع در دستگاه چرخان مجبور می‌شود برای توجیه این مسیر حرکت ادعا کند که شتابی عمود بر مسیر گچ وجود داشته که باعث چنین حرکت خمیده‌ای شده است (مثل شتاب جانب به مرکز که باعث حرکت دورانی یکنواخت می‌شود). بنابراین در دستگاه مرجع چرخان، نیرویی لختی وجود دارد که بر مسیر نمایش داده شده توسط گچ عمود است. این نیروی لختی به احترام فیزیک‌دان فرانسوی *گاسپارد گوستاو کوریولیس*[1] که برای نخستین‌بار به‌وجود این نیرو پی برد، *نیروی کوریولیس* خوانده می‌شود.

محاسبات در کتاب‌های مکانیک تحلیلی نشان می‌دهند

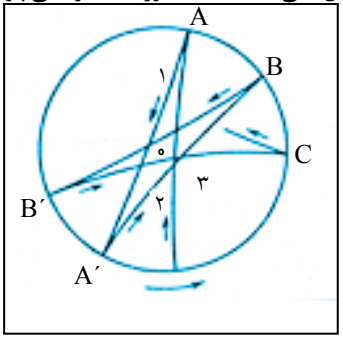


شکل ۱. اگر صفحهٔ دوّار ساکن باشد، گچ مسیر مستقیم AB را خواهد پیمود. ولی اگر صفحه مطابق شکل بچرخد، گچ مسیر خمیدهٔ AC را به نمایش خواهد گذاشت که ناظر دستگاه چرخان، آن را به نیروی لختی $\vec{f}_c$ موسوم به نیروی کوریولیس نسبت می‌دهد.

که برای حرکت‌های جسم در صفحه‌ای عمود بر محور چرخش، نیروی کوریولیس f_c مساوی با دو برابر حاصل‌ضرب سرعت زاویه‌ای دستگاه مرجع چرخان (ω) در سرعت جسم نسبت به این دستگاه (v) و جرم جسم (m) است: $f_c=2m\,\omega\,v$. جهت این نیرو عمود بر سرعت جسم است و در نتیجه اگر جهت حرکت جسم یا جهت چرخش دستگاه مرجع وارونه شود (یعنی مثلاً از ساعتگرد به پادساعتگرد) جهت نیروی لختی کوریولیس نیز وارونه می‌شود. توجه کنید که در مثال بالا، علاوه بر نیروی لختی کوریولیس، نیروی لختی گریز از مرکز نیز بر جسم وارد می‌شود، اما اینجا تنها به نیروی کوریولیس پرداختیم.

اکنون که با نیروهای لختی و به‌ویژه نیروی کوریولیس آشنا شدیم، زمان آن است که با آونگ فوکو آشنا شویم. آونگ فوکو عملاً وسیله‌ای آزمایشی است که فیزیک‌دان فرانسوی *ژان برنارد لئون فوکو*[2] برای اثبات چرخش زمین (و در نتیجه نالخت بودن آن) در سال ۱۸۵۱ در پاریس به‌کار گرفت. فوکو آونگی را به کار برد که وزنهٔ سنگینی از سیم نازک درازی (به طول ۶۷m) آویزان شده بود. دورهٔ شتاب آونگ ۱۶s بود و برای اجتناب از پیچش سیم، افق‌های بالایی آن به یاتاقانی وصل شده بود که می‌توانست آزادانه حول محور قائم بچرخد.

اگر زمین دستگاه مرجع لخت بود، آونگی که به نوسان در می‌آمد، در مدت نوسان‌های بعدی در صفحهٔ یکسانی باقی می‌ماند. ولی معلوم شد که صفحهٔ نوسان‌های آونگ نسبت به زمین ساکن نمی‌ماند، بلکه به‌طور ساعتگرد می‌چرخد و این از



شکل ۲. بر اثر نیروی کوریولیس، مسیر وزنه از نمای «دید از بالا» به شکل ستاره درمی‌آید.

همان نیروی لختی کوریولیس سرچشمه می‌گیرد. همان‌طور که دیدیم نیروی لختی کوریولیس مسیر حرکت مستقیم را خمیده می‌کنند و بر وزنه، نیروهایی عمود بر مسیر اثر می‌کنند. انحنای مسیر، بسته به جهتی که آونگ در آن حرکت می‌کند (جلو یا عقب)، تغییر علامت می‌دهد. مسیر وزنهٔ آونگ فوکو در نیمکرهٔ شمالی از نمای «دید از بالا» به‌گونه‌ای اغراق‌آمیز در شکل ۲ نشان داده شده است.

در این شکل توجه کنید که من برای تفهیم موضوع از عددهای ۱ و ۲ و ۳ استفاده کرده‌ام تا متوجه چیزی شوید که در این شکل به شدت اغراق‌آمیز رسم شده است. توجه کنید که آغاز نوسان را از A در ابتدای مسیر ۱ گرفته‌ایم. در صورت چرخش نداشتن زمین، توقع آن بود که نوسان روی خود مسیر ۱ ادامه یابد. ولی پس از آنکه وزنه به A' می‌رسد، مسیرش بر اثر نیروی کوریولیس اندکی خمیده می‌شود و به‌جای A به نقطهٔ B بازمی‌گردد. سپس از نقطهٔ B به B' می‌رود و به‌جای بازگشت به B، به نقطهٔ C بازمی‌گردد و این فرایند ساعتگرد همچنان ادامه می‌یابد.

زمان یک چرخش کامل به عرض جغرافیایی محلی بستگی دارد که آزمایش در آنجا انجام می‌شود و برابر با $\frac{24h}{\sin\lambda}$ است که λ عرض جغرافیایی ناحیه است.

بنابراین در قطب، صفحهٔ نوسان آونگ با همان سرعتی نسبت به زمین حرکت می‌کند که زمین نسبت به دستگاه مرجع خورشید- ستارگان دوران می‌کند، ولی با علامت مخالف. یعنی صفحهٔ نوسان آونگ در دستگاه مرجع خورشید- ستارگان ساکن می‌ماند. این امر لخت بودن دستگاه مرجع خورشید- ستارگان را به اثبات می‌رساند و همچنین ثابت می‌کند که زمین دستگاه مرجع لخت نیست، بلکه نسبت به دستگاه لخت با سرعت زاویه‌ای 2π راویان در روز دوران می‌کند.

افزون بر آزمایش اثبات چرخش زمین با آونگ فوکو، پدیده‌های دیگری نیز وجود دارند که با نیروی کوریولیس توجیه می‌شوند. اجسامی که در نیمکرهٔ شمالی به طرف شمال حرکت می‌کنند تحت تأثیر نیروی کوریولیسی رو به شرق قرار می‌گیرند و اجسامی که به طرف جنوب حرکت می‌کنند تحت تأثیر نیروی کوریولیسی رو به غرب قرار می‌گیرند (یعنی باز هم به طرف راست جهت حرکت). چنین نیرویی باعث فرسایش بیشتر سمت راست رودخانه‌ها در نیمکرهٔ شمالی می‌شود. نیز به همین دلیل است که ریل طرف راست خط‌آهن‌های دو خطی کمی بیشتر از ریل سمت چپ فرسوده می‌شود. این ماجرا در نیمکرهٔ جنوبی برعکس می‌شود و طرف چپ رودخانه‌ها و راه‌آهن‌ها بیشتر فرسوده می‌شود.

این پدیده در مورد حرکت هوا نیز مصداق دارد، یعنی هوای جاری به سمت نواحی فشار کمتر در نیمکرهٔ شمالی به‌طور پادساعتگرد می‌چرخد، در حالی که هوای جاری به سمت نواحی فشار بالا، ساعتگرد می‌چرخد. این دو نوع چرخش، گاهی موجب تلاطم‌های عظیمی موسوم به چرخنده‌ها و واچرخنده‌ها در سطح زمین می‌شوند.

آونگ فوکو عملاً وسیله‌ای آزمایشی است که فیزیک‌دان فرانسوی ژان برنارد لئون فوکو برای اثبات چرخش زمین (و در نتیجه نالخت بودن آن) در سال ۱۸۵۱ در پاریس به‌کار گرفت.

پی‌نوشت

1. Gaspard Gustar Coriolis (1792- 1843)
2. Jean Bernard Leon Foucault (1819- 1868)

منابع

۱. کتاب علوم زمین دورهٔ پیش‌دانشگاهی؛ ص ٤- ٥، سال ۱۳۹۱.
۲. لندسبرگ؛ دورهٔ درسی فیزیک؛ ترجمهٔ لطیف کاشیگر و همکاران، تهران: انتشارات فاطمی، ۱۳۸۰.
۳. هالیدی، رزنیک و واکر؛ مبانی فیزیک؛ ترجمهٔ محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر، تهران: انتشارات آراکس، ۱۳۹۰.
4. M.P.Lord; Macmillan Dictionary of Physics; 1986.

پای صحبت دکتر کاظم سیدامامی

زبان، حلقهٔ گمشده دانشجویان

آرزو پاک

اشاره

اگر در جستوجوی نامآوران رشته زمین‌شناسی باشید، بدون شک نام «دکتر کاظم سیدامامی» یکی از نخستین‌هایی است که در این زمینه می‌درخشد.

استادی با پرستیژ و منظم که از ثانیه ثانیه عمرش بهره برده و ترکیب شوق یادگیری و لبخندهایش، موجی از امیدواری بر دل می‌نشاند. به او که می‌رسید تازه می‌فهمید برای آموختن، هرگز دیر نیست.

«سیدامامی» با بیش از ۱۲ جایزه علمی داخلی و بین‌المللی، هنوز هم در جستوجوی کشف حقایقی از این رشته خاکی است که بسیاری از دانشجویان، بی‌تفاوت از کنار آن می‌گذرند.

استاد برجسته زمین‌شناسی، به اندازه‌ای اطلاعاتش به روز است که کمتر کسی می‌تواند چون او عمل کند. با وجودی که تنها تا ششم دبستان در ایران تحصیل کرد، اما شوق یادگیری و آموختن در او مانع پیشرفت در یادگیری دقیق زبان مادریش نشد و دانست که بخش مهمی از اطلاعات تنها با یادگیری زبان، تقویت می‌شود. تسلط کامل وی به زبان‌های انگلیسی و آلمانی نیز نشان‌دهنده این حقیقت است.

بنابر این وقتی که استاد از بی‌تفاوتی و کم‌انگیزگی برخی دانشجویان گله می‌کند، و از اینکه بسیاری از دانشجویان هنوز تسلط کافی در زبان فارسی ندارند و دامنه لغاتشان در نگارش مقالات یا پاسخ پرسش‌ها محدود است متأثر می‌شود، تازه می‌توان متوجه شد که ورود به مرکز پرطمطراق آموزشی به نام دانشگاه، رؤیایی نیست که هر دانشجو موفقیت خود را در آن تضمین شده بداند.

استاد زمین‌شناسی، عضو ثابت بیش از ۱۰ سازمان علمی است و به جز زبان‌های آلمانی و انگلیسی با زبان فرانسه نیز آشناست. آن چه از نظرتان می‌گذرد، گفت‌وگوی رشد زمین‌شناسی با این مقام علمی کشور است که بررسی چینه‌شناسی، فسیل‌شناسی و محیط رسوب‌گذاری برخی از ردیف‌های اراتم مزوزوئیک در قالب طرح ملی و بررسی و مطالعه سازند شمشک در البرزشرقی، به‌عنوان طرح‌های پژوهشی مصوب خارج از دانشگاه وی ـ به‌غیر از طرح‌های پژوهشی بین‌المللی او ـ شناخته شده است.

● استاد، شاید این پرسش برایتان تکراری باشد، اما بفرمایید چرا زمین‌شناسی؟

شاید برایتان جالب باشد، من فقط تحصیلات ابتدایی‌ام را در ایران گذراندم و بقیه دوران تحصیلی من در آلمان بود. یادم می‌آید که ترم اول دانشگاه در آلمان متوجه شدم بیشتر ایرانیانی که در آن‌جا هستند در رشته پزشکی تحصیل می‌کنند از این روی به دلیل علاقه شدیدم به طبیعت و محیط‌زیست تصمیم گرفتم زمین‌شناسی بخوانم که البته هنگام تحصیل در این رشته، بسیار به آن علاقه‌مند شدم.

● مشکل کنونی آموزش رشته زمین‌شناسی کشور را در چه می‌بینید؟

مشکل اصلی ما عدم علاقه دانش‌آموزان است. اغلب محصلان دبیرستانی ما هنوز نمی‌دانند که قصد انتخاب چه رشته‌ای را در کنکور دارند. در حالی که اگر هر فرد براساس برنامه‌ریزی پیش برود و البته امکانات نیز برای او آماده باشد، بی‌شک در تصمیم‌گیری موفق خواهد بود.

این را نیز باید بگویم که در دوران گذشته، من نیز خیلی اندک با زمین‌شناسی آشنایی داشتم، اما به‌تدریج که پیش رفتم، دیدم رشته بسیار جالب و جذابی است و در کشور ما بسیار اندک به این رشته پراهمیت پرداخته شده است!

به یاد دارم، سال‌ها پیش در کرمان همایشی بود که

اساتید شرکت کننده در آن اظهار کردند امروزه مدرسان به هر کجا که خودشـان علاقه‌مند باشند دانشجویانشان را نیز به همان مناطق سـوق می‌دهند. از این‌روی، به لحاظ کیفی و تعدادی نیز شـاهد تغییرات گسترده‌ای هستیم، چنان که در دوران گذشـته تعداد دانشـجویان در هر تـرم ۸ تا ۱۰ نفر بود و اکنون به ۲۰ نفر رسـیده اسـت. به تازگی نیز که این رشـته برای خانم‌ها حذف شـده اسـت، در حالی‌که در حال حاضر اسـاتید خانم بسیار متبحری در رشته معدن در کشورهای پیشرفته حضور دارند. به جرأت می‌توان گفت که دانشـجویان دختر ما بسـیار بهتر و دقیق‌تر از پسرها درس می‌خوانند.

● آقـای دکتـر، آینده این رشـته را چگونه تصور می‌کنید؟

در حال حاضر بیش از ۶۰ دانشـجو در دانشـگاه داریم. حتی بعضی از کلاس‌ها گنجایش ندارند. در گذشـته، معمولاً در کنار درس، بازدید زمین‌شناسـی داشـتیم که تعدادی از آن‌ها در اطراف تهران بود و دانشجو تمام چیزهایی که ضرورت داشـت را به چشم می‌دید، یعنی بیشتر از آنچه می‌خواند یاد می‌گرفت چرا که تجسم واقعیات را در ذهنش داشت.

امـا الان این‌گونـه نیسـت. به‌دلیـل کمبـود بودجه و امکانات، کارهـای عملی زمین مانده‌انـد، بازدیدها به حداقل کاهش یافته و حتی حذف شده‌اند. در یک کلام باید گفت که دانشگاه‌های دولتی ما فقیرند! بازدیدهـا و کارهـای عملـی صددرصد ایمن نیسـتند و هنگام وقوع حـوادث باید همکاری لازم برای هماهنگی به عمل آید و این مسئله با وجود تعداد گسترده دانشجویان میسر نیست ضمن آن‌که ساخت‌وسـاز در کنار جاده‌ها و حتی در بالای کوه‌ها از دیگر معضلاتی است که دامنگیر این رشته می‌باشد.

در زمان‌های گذشـته، دانشـجویان را بـه گردنه پایین امامزاده هاشـم که گردنه‌ای بسـیار پُرشـیب بود می‌بردیم. تردد در آن دره بسیارمشـکل بود اما دانشجویان به اندازه‌ای علاقه داشـتند که برای اطلاع و شـناخت سنگ‌ها با جان و دل، این کار را انجام می‌دادند.

● نظرتـان درخصـوص کتاب‌هایـی کـه در حـوزه زمین‌شناسی در کشور داریم، چیست؟

ببینید، کتاب‌های خارجی در این زمینه بسـیار زیادند و نمی‌توان ادعا داشـت که درخصوص زمین‌شناسـی منابع محدودی در دسـت است. مشکل این‌جاست که دانشجویان ما یادگیری زبان انگلیسـی را جـدی نمی-گیرند. امروزه با ورود به اینترنت می‌توان به دنیای تصاویر و توضیحات کوتاه اما جامع، دسـت یافت اما متأسـفانه تعداد علاقه‌مندانی که این کار را انجام دهند، بسیار بسیار اندک است. اغلب دوست دارند از کتاب‌های ترجمه شـده استفاده کنند و باید به این مسئله توجه داشـت که بیشتر کتاب‌هـای این حـوزه در زمان‌های گذشته ترجمه شـده‌اند و بسـیاری نیز اقتباس یا برداشـت‌های ناقصـی از کتـب خارجی است.

● پس راهکار چیست؟

در حال حاضر، ما جزوه در اختیاردانشجویان قرار می‌دهیم. یعنی آن‌ها هستند که همین را از ما می‌خواهند در واقع چیزی انتظار دارند که خیلی خیلی کهنه شده در حالی که مطالب جدید دنیا هر چند که اندک، اما بسیار جدیدند. امروزه اطلاعات از طریق اینترنت به‌روز هستند و زمین‌شناسی نیز از این مسئله به دور نیست. دانشجو باید در پی مطالب جدید باشد و منتظر این نباشد که مطالب تازه، به‌صورت آماده توسط استاد در دهانشان گذاشته شود.

● اما آقای دکتر، با ترجمه‌های نادرست و سایت‌های نامطمئن چه می‌توان کرد؟

ویکی پدیا یکی از منابع مهم و معتبر است. دانشجو فقط باید زبان بداند و سطح زبان او به اندازه باشد که بتواند از منابع اصل و اورجینال بهره‌مند گردد.

در ضمن باید به این مسئله هم توجه داشت که بسیاری از معلمان ما متأسفانه به‌صورت تنگاتنگ با زمین‌شناسی درگیر نیستند. به‌خاطر دارم که من تقریباً تمام مدت روی زمین کار می‌کردم. از ایده‌ها و داشته‌ها استفاده می‌کردم. چنان‌که بسیاری از مطالبی را که امروزه به دانشجویان ارائه می‌دهم، نتیجه تحقیقات خودم است.

نمی‌توان منکر این شد که رشته‌های جدیدی دردانشگاه‌ها ایجاد شده‌اند اما باید به این مسئله نیز توجه شود که علوم زمین بسیار فراگیر است و رشته‌های تخصصی بسیار زیادی را دربرمی‌گیرد و نوعی ارتباط بین‌رشته‌ای است.

یکی از اشکالات دیگر این است که هر یک از ما اساتید، تخصص خاص خود را داریم. مطالب هر یک از ما نیز قابل تغییرند. ما کلیات را در اختیار دانشجو قرار می‌دهیم اما متأسفانه برخی پایان‌نامه‌ها نشانگر این حقیقت تلخ هستند که هنوز مطلب یا مقاله علمی خاصی که نگارش یک دانشجو باشد نداریم. مطلب تخصصی علمی، شعر فارسی نیست. با این حال، برخی از دانشجویان هنوز با زبان مادری خودشان به‌طورکامل آشنایی ندارند!

یکی از مشکلات ما با معلمان نیز همین است. معلمان ما خودشان آن‌طور که باید، با زمین آشنا نیستند و سرِ آن نرفته‌اند.

● البته دو سالی می‌شود که تغییراتی در این زمینه ایجاد شده، اما آیا شما می‌توانید پیشنهاد دهید که از کجا الگو بگیریم؟

ببینید، سیستم‌های آموزشی با هم تفاوت دارند. سیستم آموزشی ما در آغاز، از الگوی فرانسوی پیروی می‌کرد. به‌همین دلیل است که بسیاری از کلمات فرانسوی در زبان ما راه یافتند. اما بعدها زبان انگلیسی باب شد.

● آقای دکتر، کدام کشورها در دوره پیش از دانشگاه بهتر کار کرده‌اند؟

در این‌باره باید به پیشرفت هر کشور توجه داشته باشید. هر کشوری که از نظر سلامت و دانش، حرف بیشتری برای گفتن داشته باشد، به‌طور حتم برنامه آموزشی قوی‌تری دارد.

● آخر چگونه ممکن است که کشوری مانند کره جنوبی برگزارکننده نخستین المپیاد زمین‌شناسی باشد؟ یا این‌که آرژانتین نیز برگزارکننده المپیاد در سال پیشین از آن باشد؟

می‌دانم که کشور آرژانتین، افراد بسیار فعالی دارد. چین هم که فوق‌العاده است. چینی‌ها دراین زمینه سرمایه‌گذاری بسیار زیادی کرده‌اند. جهش اقتصادی آن‌ها این مسئله را ثابت می‌کند. زیرا لازمه جهش اقتصادی، چیزی جز دانش نیست.

اصولاً در دانشگاه‌های خارج از کشور، به‌ویژه کشورهای پیشرفته، پژوهش در رتبه نخست قرار دارد نه آموزش! اما در کشور ما سیستم آموزشی هنوز سیستم دبستان و دبیرستان است و پژوهش، بسیار اندک مورد توجه قرار دارد.

● با توجه به شرایط کشور، در آینده با چه چالش‌هایی روبه‌رو خواهیم شد؟

پاسخ این سؤال مشکل است. اصولاً تمام چرخه‌ای که در هر دانش داریم باید در قالب خاص خود حرکت کنند. امروزه دانشگاه‌ها آن‌طور که باید مستقل عمل نمی‌کنند. متأسفانه باید به این مسئله نیز اشاره کنم که در تمامی زمینه‌ها، تبلیغاتمان بیش از آن چیزی است که انجام می‌دهیم. سهم ما در تولید پژوهش، سهمی بسیار اندک در دنیاست. اگر می‌خواهیم در زمینه علمی موفق باشیم نباید آن را به مسایل سیاسی ربط دهیم. مسئله علمی چیزی ورای مسائل روز سیاسی است.

● با تمامی این تفاسیر، وضعیت دانشجویان را چطور می‌بینید؟

مسئله چندان ساده نیست. نمی‌توان در کلاسی که دانشجویان متعددی دارد، طوری آموزش داد که هر دو طیف قوی و ضعیف را در بربگیرد. این‌ها مسائل بنیادینی است که باید به آن پرداخته شود. در حال حاضر به دروس بنیادینی چون زبان فارسی در دبیرستان آن چنان که باید پرداخته نمی‌شود. از این‌روی دامنه لغات دانشجویان ما برای مقالات علمی، بسیار محدود است. از کسی زبان

خودش را به طرز شایســته‌ای نمی-داند، انتظاری نمی‌توان داشــت. درباره علم زمین‌شناسی نیز باید به این مهم تأکید داشــت که تا وقتی دانشــجو روی زمین راه نرود، نمی‌تواند آن‌طورکــه باید چیزی دریافت کند. در علم مذکور، هر لایه از زمین، صفحه‌ای از تاریخ است.

● برای ایجاد انگیزه در این رشته چه می‌توان کرد؟

باید از کمیت‌ها کاست و به کیفیت‌ها افزود. باز هم تأکید می‌کنــم که بازدیدها بســیار اهمیت دارند. بایــد بازدیدها را بیشــتر کرد. در حالی‌که سیستم آموزشی ما بسیار بسته عمل می‌کند.

● ممکن است بفرمایید مشکل دانشگاه‌های ما کجاست؟

امروز نمی‌توان منکر مشــکلات شــد. مســایل دانشجو و اســتاد به هم گره خورده است. مســائل اقتصادی موجب شــده تا یک اســتاد دانشــگاه هفته‌ای ۶۰ ســاعت تدریس داشــته باشــد. کاری که از اســتاندارد خارج است. بسیاری از رشــته‌های دانشــگاهی ما بازار کار ندارند. حتی به جرأت می‌توان گفت که بســیاری از دانشــجویان در رشــته مورد علاقه‌شــان تحصیل نمی‌کنند و تنها برای گرفتن مدرک پا به دانشگاه می‌گذارند.

● نظرتان در مورد رشد زمین‌شناسی چیست؟

تصاویر روی جلد زمین‌شناســی رشــد بسیار زیبا شده است. انتشار به موقع مجله یکی دیگر از مزایای آن است.

آثار مندرج را افراد متخصص درک می‌کنند و به همین دلیل امیدوارم پربارتر از این شــود. کشــور ایــران ظرفیت بسیار بالایی در زمینه دانش زمین‌شناسی دارد و در صورت اهمیت دادن معلمان و اساتید این رشته است که بحث علوم زمین ارتقاء خواهد یافت.

دکتر کاظم سیدامامی در یک نگاه

در ســال ۱۳۲۳ در تهران به‌دنیا آمدند. ایشــان دوران ابتدایی را در تهران گذراندند و در سال ۱۳۳۷ در آلمان دیپلم گرفتند. او در ســال ۱۳۴۱ از دانشــگاه مونیخ در رشته زمین شناسی در مقطع کارشناسی ارشد و در سال ۱۳۴۶ در مقطع دکترا در همین دانشگاه فارغ التحصیل شدند.

- پژوهشگر برجسته دانشگاه تهران (نشان درجه یک پژوهش) در سال ۱۳۸۶
- استاد نمونه دانشگاه تهران در سال ۱۳۸۸

وی همچنین موفق به کشف، توصیف و معرفی ۴ جنس و ۳۱گونه جدید از آمونیت‌ها در ایران شده‌اند.

استاد برجسته زمین‌شناسی، در مجامع علمی زیادی شرکت نموده‌اند (بیش از ۲۵ سمپوزیوم و کنفرانس علمی- تخصصی داخلی و بین‌المللی و ارائه ۲۰ مورد سخنرانی)

دکتر سیدامامی طرح‌های پژوهشی زیادی را در دانشگاه تهران به تصویب رسانده است که برخی از این طرح‌های تحقیقاتی عبارتند از:

- o بررسی چینه‌شناسی، فسیل‌شناسی و رخساره‌های کرتاسه میانی در ایران (۱۳۷۱- ۱۳۷۰، پایان یافته)
- o بررســی چینه‌شناسی، فسیل‌شناسی نهشته‌های سیستم ژوراسیک در محدوده البرز مرکزی- شرقی و خردقاره ایران مرکزی (۱۳۷۷-۱۳۷۴، پایان یافته)
- o بررســی چینه‌شناسی، فسیل‌شناســی، محیط رســوب‌گذاری و دیرینه جغرافیایی برخی از ردیف‌های رسوبی سیستم‌های تریاسیک ژوراسیک در شمال و مرکز ایران (۱۳۸۰- ۱۳۷۷، پایان یافته)
- o بررسی برخی از ردیف‌های رسوبی اراتم مزوزوئیک در شمال و مرکز ایران (۱۳۸۰، در دست اجرا)
- o طرح های پژوهشی مصوب خارج از دانشگاه:
- o بررسی چینه‌شناسی، فسیل‌شناسی و محیط رسوب گذاری برخی از ردیف‌های سنگی اراتم مزوزوئیک در ایران (طرح ملی، ۱۳۸۱- ۱۳۷۷، پایان یافته)
- o بررسی و مطالعه سازند شمشک در البرز شرقی (قطب علمی گروه مهندسی معدن، در دست اجرا)

مریم عابدینی
دبیر آموزش‌وپرورش منطقه ۵ تهران

معرفی کتاب

عنوان: زمین‌شناسی ساختاری
تألیف: دکتر حسین معماریان
ناشر: مؤسسهٔ انتشارات و چاپ دانشگاه تهران

مطالب کتاب زمین‌شناسی ساختاری در ۸۶۶ صفحه و ۴ بخش و ۱۵ فصل، تنظیم شده است.

* بخش اول به مفاهیم پایه‌ای چون تنش و تغییر شکل و رابطهٔ آن‌ها با یکدیگر می‌پردازد.

* بخش دوم به شکست ترد در سنگ و ساخت‌های حاصل از آن، همچون درزه‌ها و گسل‌ها اختصاص یافته است.

* بخش سوم تغییر شکل خمیرسان و ساخت‌هایی چون چینه‌ها، بافتارها و زون‌های برشی را مورد بررسی قرار می‌دهد.

* بخش چهارم به بررسی ساختارهای بزرگ و قاره‌ای و زمین‌ساخت در مقیاس‌های جهانی و ایران، می‌پردازد.

این کتاب هدف‌دار و خودآموز است. مؤلف در به‌کارگیری واژه‌های معادل فارسی دقت زیادی به‌خرج داده و برای مطالب، مثال‌هایی از ایران زمین آورده است. مطالعهٔ این کتاب به کلیهٔ دبیران سال چهارم دبیرستان توصیه می‌شود.

تازه‌های زمین‌شناسی

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

۱. تغییر رنگ‌های پاییزی در طی قرن

«این مقاله بخشی از یازده سری تحقیقات طولانی مدتی است که شبکهٔ تحقیقاتی طولانی‌مدت بنیان علوم طبیعی (LTRE) در ماساچوست آمریکا انجام می‌دهد.»

بنا بر نتایج به دست آمده از تحقیقات بنیان تحقیقاتی علوم طبیعی جنگل‌های هاروارد (NSF) در ماساچوست آمریکا، رنگ‌های پاییزی برگ‌های درختان در طول قرن یا حتی نیم‌قرن گذشته با یکدیگر متفاوت بوده‌اند و احتمالاً تغییر در آینده هم ادامه خواهد داشت.

به گفتهٔ دیوید فوستر[1]، مسئول اصلی این تحقیقات، رنگ‌های ثبت‌شده از برگ‌های درختان و گیاهان در جنگل‌ها، علفزارها و حتی بیابان‌ها در دو سال متوالی به یک صورت نبوده و در سال‌های گذشته همواره با تغییر مواجه بوده است.

گفتنی است که این پایگاه (پایگاه جنگل‌های هاروارد) یکی از ۲۶ پایگاه از اکوسیستم‌های طبیعی سراسر دنیاست که این بنیان به مطالعه و تحقیقات گستردهٔ محیطی به آن‌ها می‌پردازند و شامل جنگل‌ها، بیابان‌ها، علفزارها و ریف‌های مرجانی می‌شوند.

از سوی دیگر نیز سارا تومبلی[2] گزارش کرده که برگ درختان پاییز در جنگل‌های نیوانگلند[3] نیز طی سال‌های گذشته یکسان نبوده و تاریخچه‌ای مشابه تاریخچهٔ جنگل‌های هاروارد را داشته است. محققان، این تغییرات سریع در حال وقوع را به تغییرات آب و هوا نسبت می‌دهند و روند آن را غیرقابل پیش‌بینی می‌دانند. ایشان بیان می‌دارند هر دو جنگل امروز در معرض تهدیدی قرار دارند که ما مقدار آن را به خوبی درک می‌کنیم.

فوستر هم‌چنین بیان می‌دارد که این تغییرات به‌طور عمده از فعالیت‌های بشری و تغییرات استفاده از خاک تأثیر می‌پذیرند، به‌طوری که این دو عامل به دلیل توسعه و ازدیاد آفت‌ها و بیماری‌ها و نیز آثار دمایی ناشی از سوخت‌های فسیلی در فعالیت‌های بشری، اثر خود را همواره تشدید می‌کند.

در ادامه، محققان بیان می‌دارند که تغییرات آب و هوایی و دمای زمین می‌توانند عامل اصلی تشدیدکنندهٔ این امر یا کند شدن رشد آن‌ها و بازگشتن به حالت قبل باشند.

بنا بر اظهارات بالی[5]، یکی از محققان ناسا در این رابطه، اولین یافته‌های این محققان درمورد تورنادو و ماهیت ذرات آن نیاز به طیف‌سنجی وضوح بالای تصاویر ارسالی و نیز مشاهدات بیشتر برای آشکار کردن طبیعت رمزآمیز این تورنادوی فضایی دارد.

منبع
www.cfa.harvard.edu

۲. چیمارهای اعماق دریا

این تصویر، تصویری از یک چیمار است. چیمارها نزدیک‌ترین خویشاوندان کوسه‌های امروزی هستند که در طی روند تکاملی، چهارصد میلیون سال قبل از کوسه‌ها جدا شدند و از آن زمان تاکنون به‌صورت یک گروه ایزوله در اعماق دریا باقی ماندند. مانند کوسه‌ها، چیمارها نیز هیچ استخوان حقیقی ندارند. خطوط جانبی که در طول بدن این چیمارها امتداد یافته‌اند، گیرنده‌های مکانیکی هستند که شدت فشار امواج را برای جانور مشخص می‌کرده‌اند (درست مانند گوش‌ها). خطوط نقطه‌نقطه در جلوی صورت و نزدیک دهان آن‌ها به نام آمپولاکدولو ننزینی[6] نیز سیگنال‌های الکتریکی را که ارگانیسم‌های زنده به وجود می‌آورند، مشخص می‌کنند.

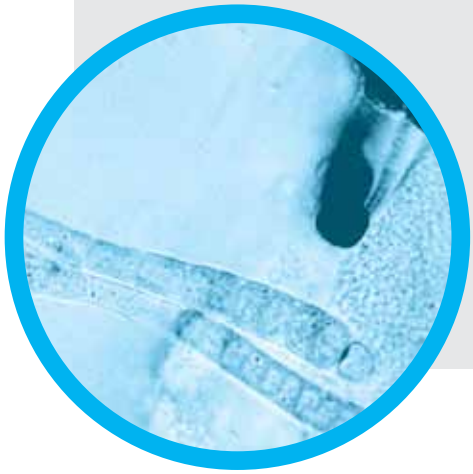
۳. رشد گونه‌های باکتری کاینوباکتری

در منطقهٔ منجمد زیرسطحی زمین، فشار پایین، دمای پایین و اتمسفر فاقد اکسیژن، دلیلی بر حضور باکتری‌های زمینی در مریخ هستند.

توانایی میکروارگانیسم‌های زمینی برای رشد در محیط نزدیک سطح مریخ از اهمیت زیادی برخوردار است. اهمیت این تحقیق به دلیل حیات و حفاظت از آن چیزی آلودگی‌هایی است که انسان در سیارهٔ ما به وجود آورده است. از آن‌جا که عموماً آب سطحی امروزی مریخ در رگولیت‌های[8] یخ زده است، منطقهٔ منجمد زیرسطحی زمین می‌تواند مشابه محیطی در مناطق زیرسطحی مریخ به حساب آید.

شش باکتری ایزوله در منطقه منجمد زیرسطحی در ناحیهٔ شمالی سیبری در این مطالعه به دست آمده‌اند. این باکتری‌ها مستعد رشد در شرایط دمای پایین (صفر درجهٔ سانتی‌گراد)، فشار پایین (Vmbar) و اتمسفر تهی از اکسیژن و غنی از CO_2 هستند.

با آنالیز ۱۶۲ دی‌ان‌ای ریبوزومی، همهٔ باکتری‌های منطقهٔ ایزوله منجمد با عنوان جنس کانو باکتری معرفی شدند که پنج عدد از آن‌ها گونهٔ سی.اینبیهنز[9] و یک عدد از آن‌ها سی.ویریدانز[10] هستند. برآوردهای کمی رشد نشان می‌دهند که تمام نُه‌گونهٔ این باکتری مستعد رشد تحت شرایط دما و فشار پایین و فاقد اکسیژن هستند. بنابراین با احتساب این امر، حدود و مرزهای فشار پایین، دمای پائین و فاقد اکسیژن، که زندگی می‌تواند در آن جریان داشته باشد، توسعه می‌یابد.



پی‌نوشت

1. David Foster 2. Sara Towmbly 3. New England 4. 5 ؟؟. Bally 6. ampullac de landenzini 7. Caino bacterium
8. regulite 9. C. inbihens 10. C.viridams

آزمون عملی اختر شناسی المپیاد بین‌المللی علوم زمین IESO ۲۰۱۲، آرژانتین

ترجمهٔ مسعود کیمیاگری، دانشگاه فرهنگیان، پردیس شهیدباهنر اصفهان

۱) با یک تلسکوپ مجهز به دوربین از ماه بدر عکس گرفته‌ایم. به‌دلیل محدود بودن میدان دید دوربین، فقط قسمتی از ماه در این عکس دیده می‌شود. با توجه به اینکه قطر زاویه‌ای ماه در حدود ۳۰ دقیقهٔ کمانی است، با استفاده از خط‌کش و پرگار، میدان دید دوربین عکاسی را تخمین بزنید. باید تمام مراحل انجام کار را بنویسید.

۲) در این عکس که از مشتری و قمرهایش گرفته شده است (با تلسکوپ هابل، ۲۸ مارس ۲۰۰۴) به ترتیب، سه سایه از آیو، گانیمد و کالیستو دیده می‌شوند. همچنین در این تصویر، آیو در مرکز و گانیمد در بالا سمت راست دیده می‌شود. اما کالیستو بیرون عکس قرار می‌گیرد.

۱-۲) کالیستو بیرون عکس قرار می‌گیرد؛ با ترسیم یک فلش موقعیت کالیستو را نشان دهید.

۲-۲) قطر آیو ۳۶۴۶ کیلومتر و قطر گانیمد ۵۲۶۲ کیلومتر است. مقیاس عکس (km/mm) را محاسبه کنید.

۳-۲) جهت تابش نور خورشید بر مشتری را بیابید.

از تصویر و دایرهٔ ترسیم‌شده در صفحهٔ بعد استفاده کنید. در بالا و سمت چپ صفحه، عکسی را می‌بینید که هابل گرفته است. دایره‌ای که بالای صفحه و سمت راست می‌بینید، نمای مشتری از فراز قطب شمال آن است و محیط دایرهٔ استوای سیاره را نشان می‌دهد. قطر مشتری ۱۴۳۰۰۰ کیلومتر است.

الف) درون دایرهٔ استوای مشتری، دایرهٔ C را طوری رسم کنید که عرض جغرافیایی سایهٔ آیو را نشان دهد.

ب) روی دایرهٔ C موقعیت سایهٔ آیو را نشان دهید.

پ) خطی از آیو به سوی زمین رسم کنید.

ت) پرتوهای نوری که از خورشید به مشتری و قمرهایش می‌رسند، تقریباً موازی‌اند. شعاع مدار مشتری در حدود ۴۲۲۰۰۰ کیلومتر است. دایره‌ای بیرون استوای مشتری رسم کنید که مدار آیو را نشان دهد.

ث) نقطه‌ای را روی آن علامت بزنید که موقعیت آیو را نشان دهد.

ج) خطی از سایهٔ آیو در جهت خورشید بکشید.

چ) فاصلهٔ بین آیو و سایه‌اش را برحسب کیلومتر محاسبه کنید.

آزمون نوشتاری اخترشناسی IESO سال ۲۰۱۲

ترجمهٔ مسعود کیمیاگری
دانشگاه فرهنگیان، پردیس شهیدباهنر

۱. طول بهار و تابستان در نیمکرهٔ جنوبی ۱۷۸/۷ روز است، در حالی که پاییز و زمستان ۱۸۶/۵ روز طول می‌کشند (در مورد نیمکرهٔ شمالی این موضوع برعکس است). این واقعیت عجیب به کدام مورد مربوط می‌شود:

الف) هنگامی که زمین به حضیض مداری‌اش نزدیک می‌شود، تأثیر میدان مغناطیسی خورشید بر چرخش زمین افزایش می‌یابد.

ب) براساس قانون دوم کپلر، سرعت گردش زمین به دور خورشید زیادتر می‌شود.

پ) حرکت تقدیمی زمین، این تفاوت را ایجاد می‌کند.

ت) در ماه ژولای (مردادماه) زمین در حضیض خود قرار می‌گیرد.

۲. اگر شما در قطب شمال باشید، ستارهٔ قطبی کجا خواهد بود؟

الف) در سرسو[1]یتان (سمت‌الرأس)

ب) در افق شمالی

پ) زیر افق

ت) به این بستگی دارد که چه موقعی از روز باشد.

۳. توان بزرگ‌نمایی یک تلسکوپ (شکستی) را می‌توان با استفاده از ..... محاسبه کرد.

الف) یک شبیه‌سازی پیچیدهٔ رایانه‌ای

ب) عدد فاصلهٔ کانونی دو عدسی

پ) قطر دو عدسی

ت) قیمت تلسکوپ

۴. اگر دامنهٔ کشندها (جزرومدها) در دو موقعیت جغرافیایی یکسان باشد، بخشی از ساحل که در خلال چرخهٔ کشندی از آب پوشیده می‌شود به کدام عامل بستگی دارد؟

الف) به اینکه قدر مطلق ارتفاع جزر چقدر بالاتر از سطح متوسط دریا باشد

ب) شیب منطقهٔ ساحلی

پ) تأثیر بادهای محلی بر کشندها

ت) تأثیر دمای محلی

۵. زاویهٔ ساعتی ۲ در آسمان هم‌ارز .... روی زمین است.

الف) عرض جغرافیایی

ب) طول جغرافیایی

پ) ارتفاع

ت) نصف‌النهار

۶. زاویهٔ سمت کدام است؟

الف) زاویه‌ای که بر حسب درجه بالای نزدیک‌ترین افق اندازه‌گیری می‌شود

ب) جهت افقی (زاویه) یا امتداد یک جسم در آسمان

پ) نقطه‌ای در آسمان (روی کرهٔ سماوی) که درست بالای سرمان قرار می‌گیرد

ت) دایرهٔ عظیمه‌ای بر روی کرهٔ سماوی که از سرسو و نیز از هر دو قطب سماوی می‌گذرد

۷. اگر در عرض جغرافیایی ۳۰ درجه باشید، بیشتر میل جنوبی یک ستاره برای اینکه دور قطبی باشد، چقدر است؟

الف) ۹۰+

ب) ۶۰+

پ) ۳۰+

ت) ۳۰-

۸. میزان نوری که یک تلسکوپ می‌تواند جمع‌آوری کند، به کدام عامل بستگی دارد؟ ..... تلسکوپ

الف) کج‌نمایی رنگی

ب) فاصلهٔ کانونی

پ) گشادگی دهانه

ت) چشمی

۹. اگر از زمین به یک شیء (مانند ماه) در منظومهٔ شمسی نگاه کنیم، اصطلاح علمی صحیح برای مدت زمانی که لازم است به موقعیت مکانی قبلی‌اش نسبت به خورشید بازگردد، کدام است؟

الف) سال

ب) زمان خورشیدی

پ) دورهٔ تناوب نجومی

ت) دورهٔ تناوب هلالی

۱۰. رنگ یک ستاره به‌طور عمده به ..... آن بستگی دارد؟

الف) دمای سطحی
ب) ترکیب
پ) فاصله
ت) چشمک زدن

۱۱. هنگامی به‌نظر می‌رسد یک سیارهٔ علیا حرکت برگشتی دارد که نزدیک به ..... باشد.
الف) مقارنه‌اش
ب) تربیعش
پ) مقابله‌اش
ت) ماه

۱۲. اگر سیاره‌ای تا خورشید کمتر از یک واحد نجومی (AU) فاصله داشته باشد و بازگشت سالانه‌اش (AR) مانند خورشید باشد، آن سیاره ..... است.
الف) زهره
ب) عطارد
پ) در مقارنهٔ علیا
ت) در مقارنهٔ سفلی

۱۳. وقتی یک سیارهٔ سفلی بیشترین کشیدگی شرقی را داشته باشد، بهترین زمان دیدنش کدام است؟
الف) حدود نیمه‌شب
ب) حدود ظهر
پ) درست پس از غروب خورشید
ت) درست پیش از طلوع آفتاب

۱۴. با استفاده از دو تلسکوپ نوری A و B به یک جرم آسمانی نگاه می‌کنیم (فرض کنید هر دو جسم سرعت انتقال یکسان دارند).

تلسکوپ	A	B
قطر	۲۵cm	۱۰۰cm

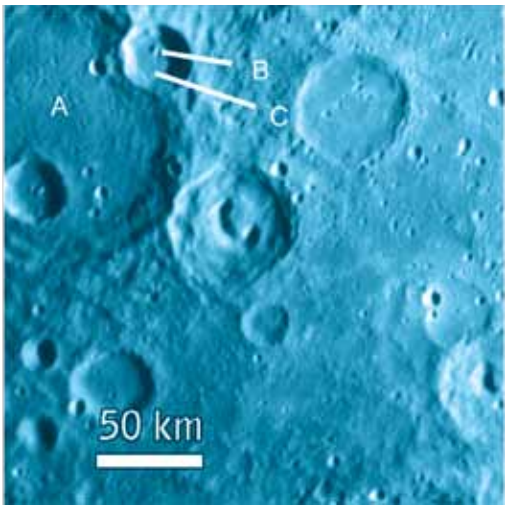
اگر بخواهیم با تلسکوپ A به همان اندازهٔ تلسکوپ B فوتون دریافت کنیم، باید زمان نوردهی این تلسکوپ چند برابر باشد؟
الف) ۴ برابر
ب) ۸ برابر
پ) ۱۶ برابر
ت) ۳۲ برابر

۱۵. ستارهٔ آلفا سنتوری تقریباً ۴×۱۰۱۳ کیلومتر از زمین فاصله دارد. اگر این ستاره به اندازهٔ ماه (یعنی در حدود ۴×۱۰۵ کیلومتر) به زمین نزدیک شود، چقدر نسبت به قبل درخشان‌تر خواهد شد؟
الف) 10^{8} بار
ب) 10^{12} بار
پ) 10^{16} بار
ت) 10^{24} بار

۱۶. اگر خورشید شش ساعت پیش در افق غربی غروب کرده باشد و ماه در افق شرقی آشکارا قابل دیدن باشد، کدام‌یک از اهلهٔ قمر را می‌بینیم؟
الف) ماه بدر
ب) تربیع اول
پ) ماه نو
ت) تربیع آخر

۱۷. اگر بخواهیم با یک هواپیمای شخصی از آلبانی۳ در استرالیا (۱ ۳۵ جنوبی، ۵۳ ۱۱۷ شرقی) از کوتاه‌ترین مسیر به‌سوی اولاواریا۴ (۵۲ ۳۶ جنوبی، ۵ ۶۰ شرقی) مسافرت کنیم، از کدام منطقه خواهیم گذشت؟
الف) جنوبگان
ب) آفریقای جنوبی
پ) هاوایی
ت) نیوزیلند

۱۸. تعیین سن دهانه‌های برخوردی: هر از گاهی اجرام آسمانی با سیاره‌ها برخورد می‌کنند. برخورد چنین اجرامی با عطارد، روی سطح آن ساختارهای حلقوی به نام دهانه‌های برخوردی به‌وجود می‌آورد. بررسی روی هم‌افتادگی دهانه‌ها ابزار مفیدی برای تعیین سن نسبی آن‌هاست. لطفاً عکس زیر را به‌دقت بررسی کنید. کدام‌یک از گزینه‌های زیر ترتیب درست دهانه‌ها را از قدیم به جدید نشان می‌دهد؟
الف) A و B و C
ب) A و C و B
پ) B و A و C
ت) B و C و A



پی‌نوشت

1. Zenith 2. right ascension 3. Albany
۴. Olavarria؛ شهری در آرژانتین که محل برگزاری المپیاد بوده است.

آزمون عملی هواکره IESO آرژانتین ۲۰۱۲

ترجمهٔ مسعود کیمیاگری
دانشگاه فرهنگیان، پردیس شهیدباهنر

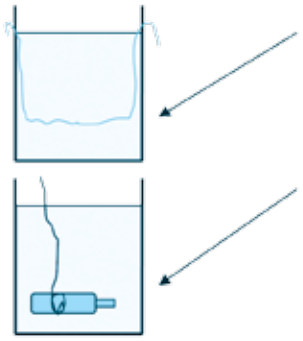
۱. مدل‌سازی یک وارونگی

مواد مورد نیاز: آب‌نمک (سیصد گرم نمک در یک لیتر آب) با دمای پنج درجهٔ سلسیوس، آب شیرین داغ با دمای پنجاه درجهٔ سلسیوس، بشر بلند، ورق نازک پلاستیکی (برای اینکه بتوانید آب را به‌آرامی روی آب شور سرد بریزید از آن استفاده کنید، پس از این کار آن را به‌آرامی خارج کنید)، آب ولرم رنگی که در دمای اتاق درون یک بطری کوچک ریخته‌اید، یک سیم فلزی که به بطری کوچک متصل می‌شود؛ برای اینکه بطری کوچک را تا ته بشر فرو ببرید از آن استفاده کنید.

۱) بشر را تا نیمه از آب شور پر کنید.

۲) سطح آب را با برگهٔ پلاستیکی بپوشانید.

۳) آب داغ را به‌آرامی روی آب شوری که پوشش پلاستیکی دارد، بریزید. طوری این کار را انجام دهید که تودهٔ آب با هم مخلوط نشوند.

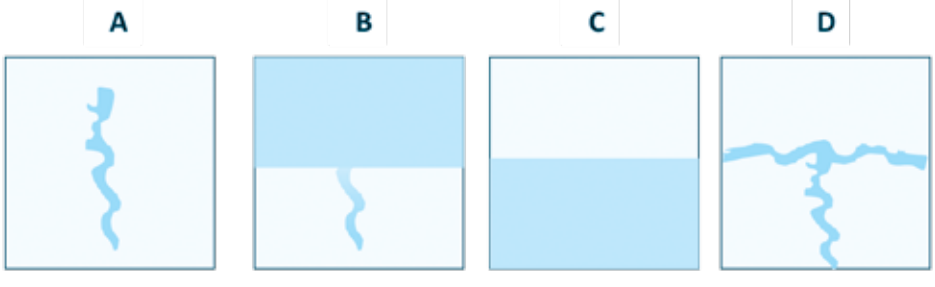


۴) به‌آرامی و بدون ایجاد آشفتگی، لایهٔ پلاستیکی را بیرون بکشید.

۵) بطری کوچک پر شده از آب ولرم رنگی را به کمک سیم ته بشر قرار دهید. دهانهٔ بطری را طوری کج کنید که آب رنگی بتواند به آرامی خارج شود.

پرسش‌ها:

۱-۱) مشخص کنید کدام تصویر آنچه را در بشرتان مشاهده کردید، نشان می‌دهد.



۲-۱) چگالی‌های نسبی سه تودهٔ آب را مشخص کنید (HF: داغ و شیرین، CS: سرد و نمکی، TF: ولرم و رنگی)

الف) چگالی CS> چگالی HF> چگالی TF

ب) چگالی HF> چگالی CS> چگالی TF

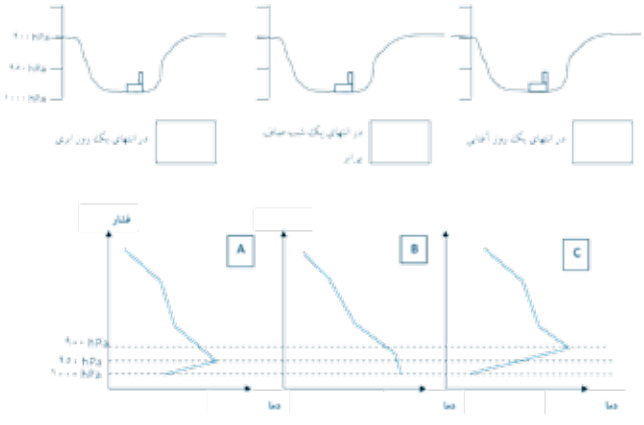
پ) چگالی TF> چگالی CS> چگالی HF

ت) چگالی CS> چگالی TF> چگالی HF

۲. وارونگی درون یک دره

هنگام آلوده بودن هوا وارونگی‌ها مشکل‌ساز می‌شوند. دره‌ای را در نظر بگیرید که در زمستان کارخانه‌ای هوای آن را آلوده می‌کند.

۱-۲ در مربع‌های زیر هریک از نیم‌رخ‌های عمودی، مشخص کنید به کدام‌یک از نمودارهای دمای A، B و C مربوط می‌شود.



۲-۲) (اگر آلودگی وجود داشته باشد) روی نیم‌رخ دره، حدود لایهٔ آلوده را رسم کنید.

۳. باد زوندا (باد گرم دامنهٔ کوه)[۱]

یک اماگرام۲ (نمودار دما-فشار) نوعی نمودار ترمودینامیکی است که به کمک آن می‌توانیم پیش‌بینی کنیم وضعیت یک تودهٔ هوا وقتی به طرف بالا یا پایین حرکت می‌کند، چه تغییری خواهد کرد. خوب دقت کنید که در این نوع نمودارها، خط‌های هم‌دما (خط‌های قهوه‌ای توپر) با شیب ۴۵° به سمت راست ترسیم شده‌اند. پس، شما باید دما را مایل بخوانید! فشار ارتفاع روی محور عمودی نشان داده می‌شوند.

در این‌جا می‌خواهیم برای مطالعهٔ بادهای معروف آرژانتین که از کوه‌های آند می‌وزند، از این نوع نمودار استفاده کنیم. این نوع بادها را زوندا می‌نامند.

بیایید یک توده هوای مرطوب را که از ساحل اقیانوس آرام در شیلی منشأ گرفته است، در نظر بگیریم. در ارتفاع دویست متری، فشار هوا صد هکتوپاسکال است. دمای این تودهٔ هوا (در نقطهٔ A) پانزده درجهٔ سلسیوس و رطوبت مطلق آن شش گرم آب در هر کیلوگرم هواست.

۳-۱) نقطهٔ A را روی اماگرام مشخص کنید. نقطهٔ شبنم (D_A) را در این ارتفاع نشان دهید و مقدار آن را تعیین کنید.

بادهای غربی تودهٔ هوا را از دامنه‌های آند در شیلی به‌سوی بالا می‌رانند. این جابه‌جایی را بی‌دررو[۳] در نظر بگیرید. یعنی تودهٔ هوا با هوای اطرافش تبادل گرما ندارد و فقط به‌دلیل کاهش فشارش سردتر می‌شود.

در نقطه‌ای (نقطهٔ B) تودهٔ هوا به حالت اشباع می‌رسد و باران شروع می‌شود.

۳-۲) نقطهٔ B یعنی ارتفاعی را که در آن باران آغاز می‌شود، روی اماگرام نشان دهید و مسیر بین A و B را رسم کنید.

اکنون تودهٔ هوا به حرکت به سوی بالا ادامه می‌دهد، تا به ستیغ کوهستان آند برسد و در ارتفاع ۲۵۰۰ متری (۷۵۰ هکتوپاسکال) از آن عبور کند (نقطهٔ C).

۳-۳) نقطهٔ C را که وضعیت تودهٔ هوا را در ۷۵۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد، مشخص کنید و مسیر بین B و C را بکشید. حالا تودهٔ هوا از دامنه‌های آند در آرژانتین پایین می‌آید تا به ارتفاع دویست متری (فشار هزار هکتوپاسکال) برسد (نقطهٔ D).

۳-۴) نقطهٔ D را که وضعیت تودهٔ هوا را در هزار هکتوپاسکال نشان می‌دهد، مشخص کنید و مسیر بین C و D را بکشید. دما و رطوبت مطلق هوا را در نقطهٔ D نشان دهید.

۳-۵) کدام گزینه وضعیتی را که بادهای زوندا در

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

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 جوانه (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.

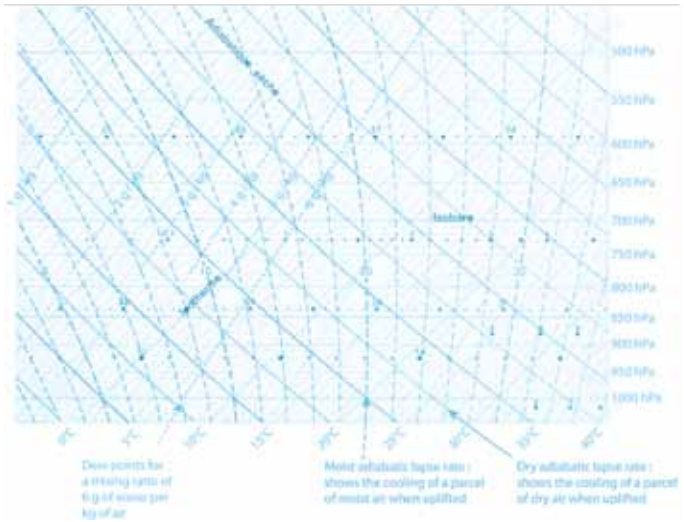
◆ **نشانی:** تهران، خیابان ایرانشهر شمالی، ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش‌وپرورش، پلاک ۲۶۶، دفتر انتشارات کمک‌آموزشی.
◆ **تلفن و نمابر:** ۸۸۳۰۱۴۷۸ ـ ۰۲۱

آرژانتین به‌وجود می‌آورند، نشان می‌دهد؟

الف) گرم و مرطوب　　ب) سرد و مرطوب

پ) گرم و خشک　　ت) سرد و خشک

اماگرام: نمودار دما نسبت به فشار.



پی‌نوشت

1. Foehn　2. emagram　3. adiabatic

برگ اشتراک مجله‌های رشد

نحوهٔ اشتراک:

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

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

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

◆ نام مجلات درخواستی:

.....

.....

.....

◆ نام و نام‌خانوادگی: .....

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

◆ تلفن: .....

◆ نشانی کامل پستی: .....

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

شمارهٔ فیش: ..... مبلغ پرداختی: .....

پلاک: ..... شمارهٔ پستی: .....

.....

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

.....

امضا:

● نشانی: تهران، صندوق پستی 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