بسم الله الرحمن الرحیم

رشد آموزش زمین‌شناسی

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

دورهٔ هجدهم ● شمـارهٔ ۱ ● مهر ۱۳۹۲

فصل‌نامهٔ آموزشی، تحلیلی و اطلاع رسانی

سخن سردبیر ■ یک خبر بزرگ ۲
دگرگونی‌های اقلیمی ■ فرهاد انصاری ۴
خشک شدن و چالش‌های دریاچهٔ ارومیه ■ الیاس آقایان‌زاده ۱۱
صد سالگی‌نخستین چاه نفت خاورمیانه ■ مازیار نظری و مژگان خجو ۱۵
ماگماتیسم و فرایندهای ماگمایی ■ محمدحسن بازوبندی ۲۶
تاریخ علم نجوم پس از رنسانس ■ بهروز صاحب‌زاده ۳۲
آب‌های زیرزمینی ■ ابوالفضل بشیری ۴۱
رسانه‌های کمک‌آموزشی و ارتقای آموزش زمین‌شناسی ■ مریم عابدینی ۴۲
تلنگری به آموزش علوم زمین در آموزش‌وپرورش ■ سمانه نادری دلپاک، فرزانه طیبی ۴۶
طراحی فیلم کوتاه آموزشی به همراه آزمون ■ پرویز باغبانی و ملوک نجاری ۵۱
گاه‌شناسی درختی ■ نوشین طغرائی ۵۸

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، مازیار نظری
ویراستار:
مرتضی حاجعلی فرد
طراح گرافیک:
زهره محمودی

توضیح روی جلد: نگارنده فضایی از بیابان نامیب (Nambit) گرفته شده توسط ماهواره کمپست (Kompsat) متعلق به کشور کره جنوبی.
بیابان نامیب کهن‌ترین بیابان کره زمین است که در بازه‌ای به درازای ۲۰۰۰ کیلومتر بین کرانه جنوب باختری آفریقا از آنگولا آغاز و تا آفریقای جنوبی گسترده است. بلندای برخی از تلماسه‌های موجود در این بیابان به ۳۰۰ متر می‌رسد. نواحی دارای رنگ آبی و سفید، بستر خشک رودخانه تسوشاب (Tsauchab) است که در آن تنها آب حاصل از بارش‌های نادری که بر روی کوه‌های ناوک‌لوفت (Navakluft) می‌بارد، جاری می‌شود.
جاده‌ای هم که در نزدیکی بستر خشک رودخانه وجود دارد در ناحیه مسکونی سوسوس‌ولی (Sossusvlei) و سسریم (Sesriem) را به هم پیوند می‌دهد. این تصویر از تلماسه‌هایی که غالباً بلندای ۱۷۰ متری دارند در پایان صبح تهیه شده است.

● 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 آموزش 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 « واژه‌های کلیدی » از متن استخراج روی صفحه‌ای جداگانه نوشته شوند . ● به مقالات ترجمه شده نسخه ای از متن اصلی نیز ضمیمه شود. مقاله باید دارای چکیده باشد و در آن هدف‌ها و پیام نوشتار در چند سطرتنظیم شود. ● معرفی‌نامهٔ کوتاهی از نویسنده یا مترجم همراه یک قطعه عکس عناوین وآثاری وی پیوست باشد. ● آرای مندرج در مقالات بیانگر نظریه مجله نیست و نویسنده مسئول هر گونه پاسخگویی به آن است. ● فصلنامه رشد آموزش زمین‌شناسی در رد یا قبول مقالات ویرایش علمی و فنی و ادبی و افزایش کاهش حجم آنها مختار است ● مقالات دریافت شده بازگردانده نمی‌شوند ● مقالاتی مورد بررسی قرار می‌گیرند که اصل آنها همراه با نسخهٔ اصل تصویرها و نمودارها تحویل مجله شود لطفا از ارسال کپی خوداری 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)

یک خبر

سخن سردبیر

شما خوانندهٔ گرامی هم اگر در محاوره‌هایتان کلمهٔ بیگانهٔ سورپریز (surprise) را به‌کار نبرده باشید، بی‌گمان از زبان دیگران، به هنگام ابراز یک شگفتی (معنای سورپریز به فارسی) یا خبر خوش، شنیده‌اید. برای ما هم، برگزاری همایش یک روزه‌ای با عنوان «جایگاه آموزش علوم زمین در ایران» که با حضور جمعی از اساتید و دست‌اندرکاران آموزشی کشور و در رأس آن‌ها معاون محترم وزارت آموزش‌وپرورش، حجت‌الاسلام دکتر محمدیان در سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی برگزار شد، یک سورپریز بود، و نه‌تنها برای ما که برای زمین‌شناسی و آموزش آن در کشور ما؛ و الحق والانصاف که همایشی پربار و بسیار با اهمیت بود، به چند دلیل زیر:

● برای درسی که در سیستم آموزشی مملکت چنان مهجور و مظلوم واقع شده که در کنکورهای کشوری محلی از اعراب ندارد و برای آن ضریبی در نظر گرفته نشده و حالا موضوع اصلی همایشی با عنوان بالا شده، واقعاً یک سورپریز است.

● شما مخاطبان عزیز شاهد بوده‌اید که بارها و بارها در صفحات فصل‌نامهٔ رشد آموزش زمین‌شناسی آورده‌ایم که از یک‌صد سال پیش تاکنون ما مردم این مملکت نان زمین‌شناسی را می‌خوریم، زیرا این علم، شاه‌کلید اکتشاف و استخراج نفت از میدان‌های نفتی این سرزمین است با این حال، هنوز از نقش علوم زمین و زمین‌شناسی در این زمینه آگاهی کافی نداریم و باز هم خرافات صد سال پیش رایج در افکار عامه را در مورد چشمه‌های نفتی اطراف مسجد سلیمان به زبان می‌آوریم. حالا به‌نظر شما همین که زمین‌شناسی آمیخته با این خرافات مورد توجه ویژهٔ آموزش کشور شده، یک سورپریز نیست؟

● اینکه یک مقام بلندپایهٔ آموزشی مملکت به درد دل‌های دانش‌آموختگان مشغول خدمت در آموزش‌وپرورش (دبیران زمین‌شناسی شاغل در آموزش‌وپرورش) گوش می‌دهد و وقت گران‌بهای خود را با وجود تمام گرفتاری‌ها و مسئولیت‌هایش برای شرکت و سخنرانی در این همایش صرف می‌کند، سورپریز نیست؟ چرا که در گذشته چنین نبوده است.

● نکتهٔ دیگر تأکید این همایش بر جایگاه کنونی زمین‌شناسی در اقتصاد بدون نفت مملکت بود. اکنون به کمک زمین‌شناسی ذخایر معدنی این مرز و بوم، اعم از فلزی و غیرفلزی، شناخته شده است و می‌دانیم که افزون بر منابع عظیم نفت و گاز، بیش از ۵۶ نوع مادهٔ معدنی دیگر،

سرمقاله

با ذخیـرهٔ بیش از ۲۰ میلیـارد تن، در دل زمین‌ها و زیرزمین‌های این مملکت نهفته اسـت که بعضی از آن‌هـا از حیث ذخیره یا مرغوبیت نوع مادهٔ معدنی در ردیف بالاترین‌های جهان هسـتند. این آگاهی که محصول کاردانش آموختگان علوم زمین است با دیدگاه‌های ناصرالدین شاهی که می‌گویند میان توده‌های سنگی کوه‌های قصر فیروزه (شکارگاه سـلطنتی آن زمان) دنبال طلا می‌گشت، زمین تا آسمان فرق دارد.

● نکته مهم دیگری که در این همایش دیده شـد، ارائهٔ مقالاتـی در ارتباط با اهمیت آموزش زمین‌شناسـی در مراکز آموزشـی از سـال‌های ابتدایـی تا دانشـگاه‌ها و آشـنا کردن عامـهٔ مردم به نقش علـوم زمین در زندگی‌هـای روزمره بود. مقاله‌هایـی دربارهٔ خطـرات طبیعی ماننـد زمین‌لرزه‌ها، کوه رانش‌ها، آتش‌فشان‌ها، سونامی‌ها و فرونشت‌ها از جمله مقالاتی بودند که در این همایش ارائه شـد و راهکارهای مقابله با آن‌ها خاطرنشان گردید.

● از دیگر ویژگی‌های بااهمیت این همایش بر شـماری نقش رسـانه‌ها در اطلاع‌رسـانی‌ها و ارائهٔ آمار و ارقام بود. برای مثـال از ابـزار و منابـع تکمیلی همچون مجلات آموزشـی و نرم‌افزارهای آموزشـی شبکهٔ رشد سـخن به‌میان آمد. به این نوشـتهٔ کوتاهِ برگرفته از یکی از مقالات با عنوان «نقش رسانه‌های کمک‌آموزشی در ارتقای جایگاه آموزش زمین‌شناسی ایران» توجه کنید:

«پس از پیروزی انقلاب اسـلامی انتشار مجلات آموزشی [پیک] به مـدت کوتاهی، بنابر ضرورتِ تحـول در ارزش‌های تربیتی و لزوم بازنگری در آن به‌طور موقت دچار وقفه شـد، تا سال ۱۳۶۰ که اولین سری آن تحت عنوان مجلات رشد منتشر شد. هم‌اکنون مجلات رشد با ۳۰ عنوان و شمارگانی در حدود ۴۰ میلیون نسـخه در سـال با اهداف معین و مشخص منتشر می‌شود. از میان این مجلات و در ارتباط با زمین‌شناسی، مجلهٔ رشـد آموزش زمین‌شناسـی در جهت تحقق اهداف رسانه‌ای کمک‌آموزشـی در ۷۳ شـماره چاپ و در اختیـار علاقه‌مندان قرار گرفته است.»

● و خلاصـهٔ کلام اینکـه تا قبل از ایـن همایش، چنین تعامل صمیمانه‌ای بین آموزش‌وپرورش و سازمان زمین‌شناسی انجام نگرفته بود.

امید فراوان داریم که در آیندهٔ نزدیک، زمین‌شناسـی در برنامهٔ درسـی و آموزشی کشور به جایگاه واقعی خود برسد، تا آن را سورپریز بزرگ بنامیم.

دانش افزایی

دگرگونی‌های اقلیمی

فرهاد انصاری
کارشناس ارشد زمین‌شناسی مهندسی و زیست‌محیطی

مقدمه

دگرگونی اقلیم و گرمایش جهانی از مهم‌ترین مخاطرات دنیای امروز به‌شمار می‌رود و بیانگر چالش بزرگی میان اقتصاد و محیط زیست است که امکان کاهش آثار آن بسیار سخت می‌نماید. طبق تعریف، هرگاه یک ناهنجاری اقلیمی اثر زیان‌باری روی زندگی انسان داشته باشد جزو بلایای اقلیمی یا طبیعی به‌شمار می‌آید. امروزه شواهد کافی نشان می‌دهند که پدیده‌های دگرگونی اقلیم و گرمایش جهانی، مشکلات جدی و گسترده‌ای را در سرتاسر جهان پدید آورده‌اند و روی زندگی انسان تأثیر نامطلوب گذاشته و آسیب‌های زیادی نیز بر زیرساخت‌ها وارد آورده‌اند.

در سدهٔ گذشته، مخاطرات طبیعی عامل زیان‌های مالی هنگفت در سرتاسر جهان شده‌اند که میانگین آن به ۴۰ میلیارد دلار ایالات متحده در سال بالغ می‌شده است. این رقم در سال ۱۹۹۹ به ۱۰۰ میلیارد دلار رسیده است. اگرچه زمین‌لرزه‌ها نقش و سهم مهمی در این زیان‌ها داشته‌اند، اما عامل حدود ۸۰ درصد از آسیب‌ها پدیده‌های جوی بوده است. در کانادا در سدهٔ گذشته رویداد مخاطرات لرزه‌ای تقریباً ثابت بوده، در حالی که مخاطرات مرتبط با پدیده‌های جوی به‌طور چشمگیر افزایش یافته و دارای نوسانات سالیانهٔ شدید نیز بوده است. رویداد پی‌درپی مخاطرات ناشی از دگرگونی‌های اقلیمی، افزون بر دشواری‌هایی که تحمیل کرده، سبب عقب‌گرد فرایند توسعه نیز شده است.

گرچه عوامل طبیعی نیز در گرمایش زمین نقش دارند، اما افزایش مشاهده‌شده در دمای میانگین کرهٔ زمین به احتمال بسیار زیاد به سبب افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای به دست انسان است. کارشناسان ناهنجاری‌های جوی و رویداد توفان‌های سهمگین و پدیده‌هایی مانند آب شدن یخ‌های قطبی و پسروی یخچال‌ها، سیل و خشک‌سالی‌های پی‌درپی را از پیامدهای گرمایش جهانی و دگرگونی اقلیم می‌دانند و پیش‌بینی می‌کنند با افزایش تولید گازهای گلخانه‌ای در سدهٔ بیست‌ویکم، شدت بیشتری از این دگرگونی‌ها در راه است.

کلیدواژه‌ها: اقلیم، دگرگونی اقلیمی، گرمایش جهانی، گازهای گلخانه‌ای، آب شدن یخ‌های قطبی، سیل، خشکسالی

عوامل دگرگونی‌های اقلیمی

اقلیم سیستمی پیچیده است که همواره در بازه‌های زمانی بلندمدت و کوتاه‌مدت دگرگون می‌شود. این دگرگونی فرایندی پویاست که گاهی با آهنگی کند و گاهی تند و به‌صورت دوره‌ای ظاهر می‌شود.

عواملی مانند تغییر انرژی دریافتی از خورشید (سیکل‌های میلانکوویچ و سیکل‌های خورشیدی)، فعالیت‌های آتش‌فشانی، چرخه‌های اقیانوسی و اتمسفری و تغییرات توده‌های یخ قطبی، از عوامل طبیعی و درازمدت دگرگونی اقلیم در مقیاس جهانی به‌شمار می‌آیند، اما در مقیاس کوتاه‌مدت، به‌ویژه در نیمهٔ دوم سدهٔ بیستم، گرمایش جهانی را باید نام برد که به احتمال زیاد ناشی از عملکرد انسان است.

مهم‌ترین عوامل طبیعی دگرگونی‌های اقلیمی عبارت‌اند از:

۱. تغییرات مختصات نجومی و مداری گردش زمین به دور خود و خورشید (سیکل‌های میلانکوویچ)

میلوتین میلانکوویچ[1] (۱۸۷۹- ۱۹۵۹) بنیان‌گذار تئوری‌های ریاضی تغییرات اقلیمی مرتبط با تغییرات درازمدت موقعیت مداری زمین است.

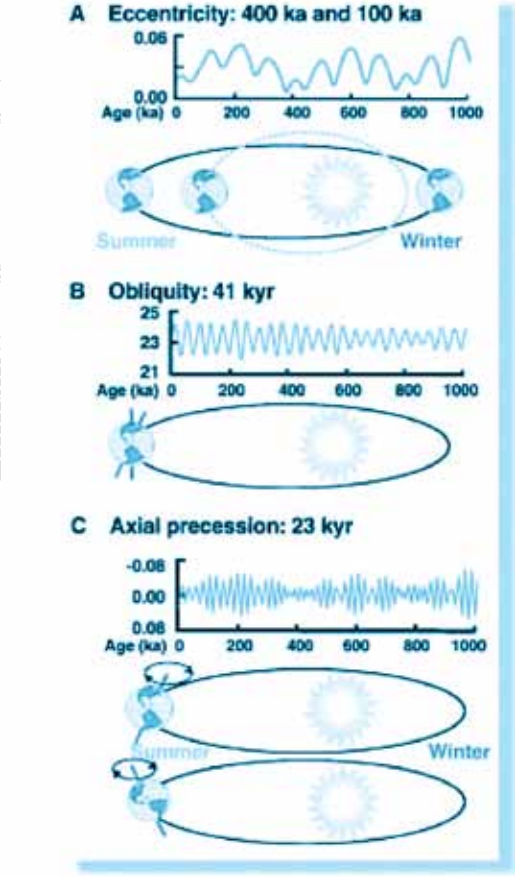
میلانکوویچ در سال ۱۹۲۰ میلادی برای توضیح علت پیدایش عصرها یا دوره‌های یخبندان، تغییرات دوره‌ای مختصات نجومی گردش زمین به دور خورشید را مورد توجه قرار داد. او دریافت که سه چرخه یا سیکل مداری مختلف در پیدایش این دوره‌ها و شدت و ضعف آن‌ها مؤثرند که با توجه به مقدار اشعهٔ دریافتی از خورشید و همچنین انتشار زمانی و مکانی آن عمل می‌کنند. این سه چرخه عبارت‌اند از:

é دگرشکلی مداری[2]

تقریباً هر صد هزار سال یک بار، مدار گردش زمین به دور خورشید از شکلی بسیار نزدیک به دایره تا بیضوی کشیده تغییر می‌کند که در نتیجه آن، فاصلهٔ زمین تا خورشید و اندازهٔ اشعهٔ دریافتی از خورشید، کم و زیاد می‌شود. در این پدیده تغییر در اندازهٔ اشعهٔ دریافتی از خورشید تا حدود ۳۰ درصد می‌رسد. البته این پدیده سیکل‌های چهارصدهزار ساله‌ای را نیز ایجاد می‌کند (شکل ۱، A).

é کجی محوری[3]

در طی زمان، زاویهٔ بین محور چرخش زمین و صفحهٔ عمود بر مدار آن از ۲۲/۱ تا ۲۴/۵ درجه به‌طور متناوب تغییر می‌کند. این تغییر که تقریباً ۴۱ هزار سال طول می‌کشد. در توزیع انرژی حرارتی خورشید به روی زمین اثر می‌گذارد. در حال حاضر این زاویه ۲۳/۴۴ درجه و رو به کاهش است (شکل ۱، B).



▲ شکل ۱

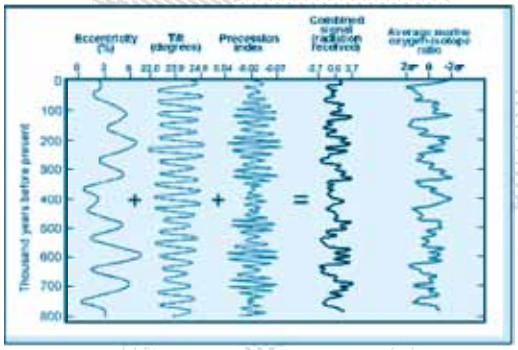
é لنگ زدن مداری و محوری[4]

این پدیده پیچیدگی بیشتری نسبت به سایر دگرگونی‌های مداری دارد و ناشی از نیروهای جاذبهٔ اجرام منظومهٔ شمسی و تابع دوری یا نزدیکی زمین به خورشید است و دو مؤلفه دارد:

۱. لنگ زدن محور گردش زمین به دور خود؛ ۲. لنگ زدن مدار گردش زمین به دور خورشید؛ که با هم سیکل‌های حدود ۲۱ هزار ساله ایجاد می‌کنند (در دورهٔ کواترنر ۲۳ هزار سال). این پدیده روی میزان انرژی دریافتی زمین از خورشید تأثیر دارد (شکل ۱، C).

مقایسهٔ منحنی‌های آب و هوایی میلانکوویچ با منحنی‌های آب و هوایی گمانه‌های اقیانوسی که به کمک ایزوتوپ‌های اکسیژن سنگین (اکسیژن با وزن اتمی ۱۸) مطالعه شده و مدت‌ها پس از آنکه میلانکوویچ مدل خود را ارائه کند تهیه شده‌اند، شباهت حیرت‌انگیزی را بین این دو آشکار می‌سازد. شکل و الگوی منحنی‌های به‌دست آمده از مطالعات ایزوتوپی با جمع جبری منحنی‌های میلانکوویچ همخوانی کامل دارد (شکل ۲).

عوامل دیگری مانند برخورد سیارک‌ها و اندرکنش ثقلی بین اجرام فضایی نیز می‌توانند بر پدیده‌های مطرح در مدل میلانکوویچ اثر بگذارند و آن‌ها را تغییر دهند.



▲ شکل ۲

۲. فعالیت‌های آتش‌فشانی

فوران‌های آتش‌فشانی بزرگ می‌توانند سبب تغییرات اقلیمی کوتاه‌مدت شوند. چنین فعالیت‌هایی ممکن است فقط چند روز طول بکشند، اما با انتشار حجم زیادی از گاز و خاکستر آتش‌فشانی در جو زمین می‌توانند الگوهای آب و هوایی را برای سال‌ها تحت تأثیر قرار دهند. خاکسترهای آتش‌فشانی اگر در اندازه‌های میکرونی باشند ممکن است تا چهار سال در جو زمین باقی بمانند.

فوران‌های آتش‌فشانی تعادل تابشی زمین را برهم می‌زنند، زیرا ابرهای گاز و خاکستر اشعه‌های بازتاب‌شده از زمین را جذب می‌کنند و میزان چشمگیری از اشعهٔ ورودی خورشید را پراکنده می‌سازند. با کاهش انرژی خورشیدی دریافت‌شده در سطح زمین، دمای هوا در جو کاهش می‌یابد و الگوهای طبیعی گردش‌های جوی و اقلیم جهانی تحت تأثیر قرار می‌گیرند. البته هنوز دربارهٔ میزان تأثیر این پدیده بحث و گفت‌وگو در جریان است.

در سال ۱۸۱۵ میلادی در اثر فعالیت آتش‌فشان تامبورا در جنوب جاوه، در حدود صد میلیون تن گاز دی‌اکسید گوگرد و خاکستر آزاد شد که ضمن وارد آوردن آسیب‌های گستردهٔ جانی و مالی، با خورشیدگرفتگی همراه بود و دمای نیم‌کرهٔ شمالی را بین ۳ تا ۵ درجهٔ سانتی‌گراد کاهش داد.

همچنین هنگامی که در سال ۱۹۹۱ آتش‌فشان «پیناتوبو» فیلیپین فعال شد، بیست میلیون تن گاز و خاکستر به درون جو فرستاد و جهان را به مدت سه هفته تحت تأثیر قرار داد و از جمله سبب کاهش دما شد.

۳. حرکت صفحه‌های زمین‌ساختی

بر پایهٔ تئوری زمین‌ساخت صفحه‌ای، صفحه‌های زمین در بازه‌های زمانی گوناگون و با الگوهای متفاوت جابه‌جا می‌شوند. گسترش صفحه‌ها و جای‌گرفتن سرزمین‌ها در عرض‌های جغرافیایی بالاتر می‌تواند موجب تغییر جریان‌های اقیانوسی شود و در نتیجه الگوهای انتقال حرارت بین استوا و قطب‌های زمین را دگرگون کند. همچنین با جابه‌جایی سرزمین‌ها، چرخهٔ جریان‌های جوی نیز تغییر خواهد کرد.

از سوی دیگر، سرزمین‌هایی که در عرض‌های جغرافیایی بالاتر جای گرفته‌اند با توجه به افزایش پوشش برفی و افزایش شفافیت جو (Albedo) تابش خورشیدی را به میزان بیشتری بازتاب می‌دهند و در نتیجه سطح زمین گرمای کمتری جذب می‌کند که گسترش کلاهک‌های یخ قطبی و تشکیل یخچال‌های بیشتر و خنکی بیشتر را در پی خواهد داشت.

٤. تغییرات انرژی دریافتی از خورشید (لکه‌های خورشیدی)

روشن است که اقلیم زمین بیش از هر چیز به خورشید و تغییرات آن وابسته است. پژوهش‌های درازمدت نشان داده‌اند که بین فعالیت لکه‌های خورشیدی و دگرگونی‌های اقلیمی رابطه‌ای معنادار وجود دارد.

لکه‌های خورشیدی در نتیجهٔ سرد شدن نسبی گازها در بخش‌هایی از سطح خورشید پدید می‌آیند و این سرد شدن را حاصل ایجاد آشفتگی در میدان مغناطیسی خورشید می‌دانند. این بخش‌های تیره به صورت لکه‌های تیره در سطح خورشید دیده و در دوره‌های زمانی یازده ساله تکرار می‌شوند.

پژوهش‌ها نشان داده‌اند هنگامی که سطح خورشید دارای لکه‌های کمتر بوده، اروپا و آمریکای شمالی هوای سرد و بارش‌های بیشتری داشته‌اند و برعکس هنگامی که لکه‌های خورشیدی زیاد بوده‌اند، هوا گرم‌تر شده، بارش کاهش یافته و خشک‌سالی رخ داده است.

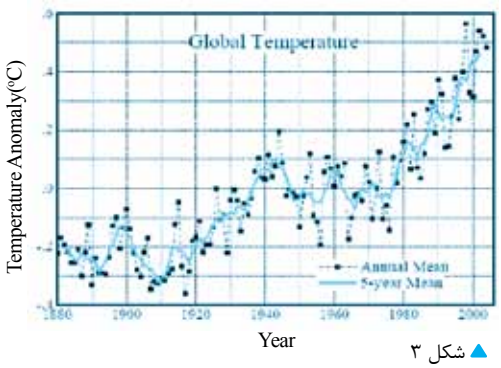
بازتاب دوره‌های خورشیدی را می‌توان درون حوضه‌های رسوبی زمین، به‌ویژه در نهشته‌های آب ساکن (دریاچه و دریا) به صورت دوره‌های رسوبی مشاهده کرد.

به‌جز دوره‌های یازده سالهٔ یادشده، دوره‌های رسوبی یک‌ساله (سال‌چینه‌ها)، حدود ۶ ساله، حدود ۲۲ ساله و حدود ۵۶ ساله نیز به فراوانی یافت می‌شوند. دوره‌های ۶ تا ۵۶ ساله متشکل از سال‌چینه‌ها را به فعالیت‌های دوره‌ای خورشید نسبت می‌دهند.

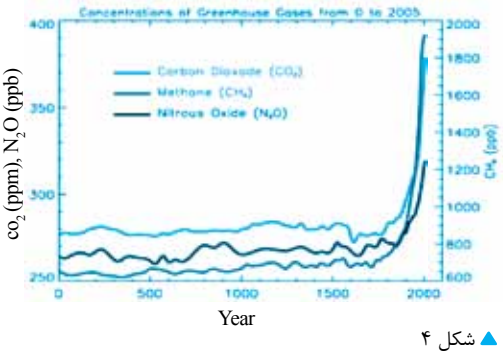
عوامل انسانی دگرگونی‌های اقلیمی (انتشار گازهای گلخانه‌ای و گرمایش جهانی)

اندازه‌گیری‌های دمایی در سرتاسر جهان، در خشکی و دریا، نشان داده است که یکصد سال گذشته، سطح زمین و پایین‌ترین بخش اتمسفر به‌طور میانگین در حدود ۰/۶ درجهٔ سانتی‌گراد گرم‌تر شده‌اند (شکل ۳).

در طی این دوره، انتشار گازهای گلخانه‌ای شامل دی‌اکسیدکربن، متان و اکسید نیتروژن به دست انسان و استفاده از سوخت‌های فسیلی برای تأمین انرژی، حمل و نقل و تغییر کاربری زمین برای فراهم آوردن



▲ شکل ۳



▲ شکل ۴

خـوراک افزایش یافتـه و اثر گلخانـه‌ای را ایجاد کرده اسـت(شـکل۴).

سـازوکار ایجاد اثر گلخانه‌ای را به‌طور ساده می‌توان به این ترتیب توضیح داد که جو زمین به طول موج‌های کوتاه تابشی آمده از خورشـید اجازهٔ گذر می‌دهد. ایـن طول‌موج‌ها پس از برخورد با سطح زمین و گرم کردن آن به‌صورت طول‌موج‌های بلند به فضا باز فرستاده می‌شوند، مانند آنچه در روزهای آفتابی به‌صورت امواج بالا رونده در بالای جاده‌های آسفالته دیده می‌شود. اما چنین امواجی توسط بخار آب جو و گازهای گلخانه‌ای جذب می‌شوند و اجازهٔ گذر نمی‌یابند. این فرایند سبب افزایش درجه

▲ شکل ۵

حرارت جو می‌شود؛ درست همان پدیده‌ای که در گلخانه روی می‌دهد و اثر گلخانه‌ای نامیده می‌شود (شکل ۵).

گرچـه عوامل طبیعـی می‌توانند دگرگونی‌هـای اقلیمی جهانی را در دوره‌های زمانی مشـابه پدیـد آورند، اما مدل‌های کامپیوتری که تأثیرات اقلیمی افزایش گازهای گلخانه‌ای اتمسفر را مدل‌سـازی می‌کنند، نشـان می‌دهند که اثـر فعالیت‌های انسان روی اقلیم جهان به‌خوبی از عوامل طبیعی قابل تفکیک و تشـخیص است و بسـیار بعید می‌نماید که گرم شدن سدهٔ بیستم را بتوان با عوامل طبیعی توضیح داد. بنابر اعلام انجمن بین‌المللی کواترنری (INQUA) اکنون شواهد محکمی وجود دارد که گرمایش جهانی چشمگیری در حال رخ دادن است.

گرمایش نیمهٔ دوم سدهٔ بیسـتم دست‌کم در ۱۳۰۰ سال گذشـته غیرطبیعی اسـت. بر پایهٔ مدل‌ها، برای دو سدهٔ آینده افزایـش دمایی در حدود ۰/۲ درجهٔ سـانتی‌گراد هر دهه قابل پیش‌بینی است.

گرچه بیشتر پژوهشـگران دربارهٔ تأثیر گازهای گلخانه‌ای روی دگرگونـی اقلیم توافق دارند، ولـی دربارهٔ جزئیاتی مانند سرعت و نرخ این دگرگونی‌ها اطمینان ندارند.

تاریخچهٔ دگرگونی‌های اقلیمی زمین

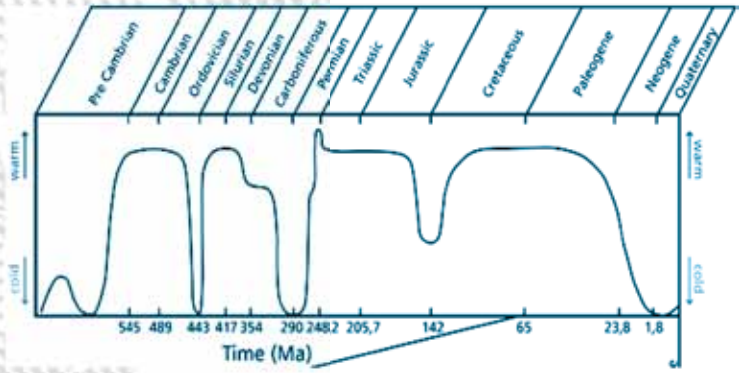
در گذشته‌های دور زمین‌شناسی، زمین اغلب گرم‌تر از امروز بوده است و توده‌های یخ قطبی کوچک بوده یا وجود نداشته‌اند، اما چندین بار دوره‌های یخچالی گسـترده نیز رخ داده اسـت. شواهدی بر وجود دوره‌های یخچالی پرکامبرین و پالئوزوئیک در آفریقا، آمریکای شمالی و جنوبی وجود دارد (شکل ۶). آخرین دورهٔ یخچالـی پیش از کواترنری در حدود ۳۰۰ میلیون سـال پیش و از کربونیفر بالایی تا ابتدای پرمین رخ داده است.

زمین در حدود ۴۰ میلیون سـال پیش به سـرعت شروع به سـرد شـدن می‌کند. در حدود ۲/۵ میلیون سال پیش و با آغاز دورهٔ کواترنری، در اثر سـرد شدن شدید زمین، تخته‌یخ‌ها در شـمال کانادا و اسکاندیناوی شروع به شکل‌گیری می‌کنند. دورهٔ کواترنری به‌گونه‌ای چشمگیر با دگرگونی‌های اقلیمی شامل رویدادهای متناوب یخچالی و بین یخچالی همراه بوده و بیشتر به سبب چنین دگرگونی‌هایی از ترشیری جدا شده است.

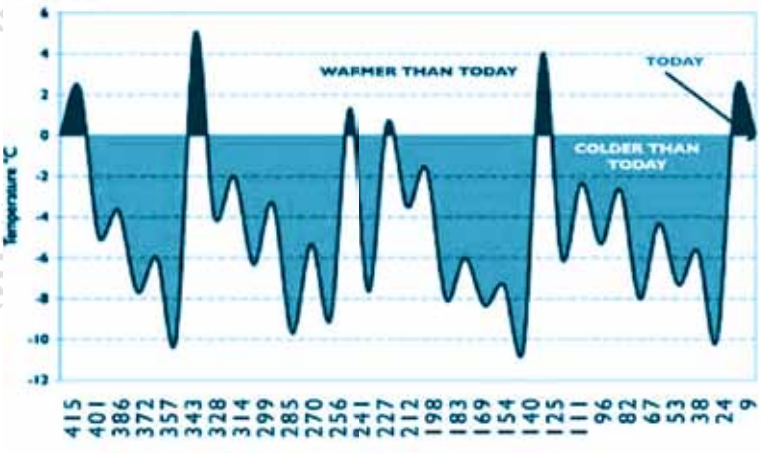
داده‌های دیرینهٔ اقلیمی بسـیاری برای بازسازی نوسانات اقلیمی در چندصد هزار سال گذشته مورد استفاده قرار گرفته‌اند که نشان‌دهندهٔ نوسانات اقلیم جهان بینش شرایط نسبتاً گرم یا بین‌یخچالـی (Interglacial) و نسـبتاً سـرد یا یخچالی (Glacial) اسـت (شکل ۷). اکنون اقلیم زمین یک دورهٔ بین یخچالی را تجربه می‌کند.

پنجاه دورهٔ پیشـروی و پسروی یخچال‌ها در ۲/۵ میلیون سـال گذشـته و ۲۰ دورهٔ یخچالی بزرگ در ۸۰۰ هزار سـال گذشته شناسایی شده است.

آخرین دورهٔ یخچالی با سرد شدن هوا در حدود ۱۲۰ هزار سال پیش آغاز شده است. در این دوره، میانگین دما در مناطق قطبی و شمال اروپا و آمریکا ۱۰ تا ۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد کمتر از امروز، در نواحی مجاور استوایی و گرمسیری قاره‌ای در حدود ۴ تا ۷ درجهٔ سانتی‌گراد کمتر از امروز و در امتداد استوا در دریاها تنها اندکی کمتر از امروز بوده یا تفاوتی نداشته است.



▲ شکل ۶



▲ شکل ۷

از حـدود ۱۸ هـزار سـال پیش بـا گرم شـدن زمین، نشانه‌های پایان عصر یخ آشکار می‌شود که این روند تا دورهٔ هولوسـن (۱۰ تا ۱۲ هزار سـال پیش) ادامه داشته و از آن زمان تاکنون، شرایط اقلیمی زمین مشابه امروز بوده و کم و بیش ثابت مانده است.

پیامدهای دگرگونی اقلیم

اکنـون میزان تمرکز کربن دی‌اکسـید جو زمین بیش از هر زمان دیگر در ۱۶۰ هزار سـال گذشـته است. اگر این میـزان افزایش تمرکز ادامه یابد، زمیـن به گرم‌ترین دمای خود در ۴۰ میلیون سال گذشته خواهد رسید.

بر پایهٔ شرایط کنونی، دمای کرهٔ زمین از سال ۱۹۹۰ تا ۲۱۰۰ می‌تواند تا ۵/۸ درجه سـانتی‌گراد افزایش یابد. برای درک بهتـر مفهوم ایـن تغییر، کافی اسـت بدانیم میانگین افزایـش دمایی که سـبب پایان آخرین عصـر یخ در حدود ۱۸ هزار سـال پیش شد تنها ۴ تا ۵ درجه سانتی‌گراد بوده اسـت، لذا چنانچه این افزایش دمای جهانی رخ دهد، در اثر انبسـاط حرارتی اقیانوس‌ها و به دنبال آن ذوب پوشش‌های یخی قطبی، آب دریاها بالا خواهد آمد.

سـرعت افزایـش دما به این معناسـت که بسـیاری از اکوسیسـتم‌ها توان سـازگاری با شـرایط جدید را نخواهند داشـت و بسـیاری از گونه‌های جانـوری و گیاهی منقرض خواهند شـد. انسان نیز با دشواری‌های بسیار در کشاورزی، حفظ جنگل‌ها و تأمین منابع آب روبه‌رو خواهد شد.

مهم‌تریـن پیامدهای دگرگونی اقلیم و گرمایش جهانی را می‌توان به صورت زیر برشمرد:

۱. ذوب شدن یخ‌ها و بالا آمدن سطح دریاها

حجم کلی آب اقیانوس‌ها با حجم یخ جهان رابطه عکس دارد؛ هنگامـی که یکی کم شـود دیگـری افزایش می‌یابد. تعـادل بین حجم یخ جهـان و حجم آب اقیانوس‌ها با اقلیم کنترل می‌شـود. با ذوب شدن یخ‌های قطبی و یخچال‌های مناطق کوهسـتانی و کاهش پوشـش یخی زمین، نسـبت انرژی جذب‌شده در سطح زمین به انرژی بازتاب‌یافته بیشتر می‌شود که در پی آن، دمای جو افزایش می‌یابد.

در سدهٔ گذشته تراز میانگین سطح آب دریاها در حدود

۱۰ تا ۲۵ سانتی‌متر افزایش یافته است (۱ تا ۲ میلی‌متر در سال). گرچه در حدود ۲۵ درصد از این افزایش مربوط به انبساط حرارتی آب اقیانوس‌هاست، اما عامل اصلی آن ذوب کلاهک‌های یخی است.

بر پایهٔ مدل‌ها پیش‌بینی می‌شود، دگرگونی اقلیمی تا سال ۲۱۰۰ سبب بالا آمدن سطح آب دریاها بین ۹ تا ۸۸ سانتی‌متر شود که باعث بسیاری از مناطق ساحلی مسکونی و کشاورزی جهان و از بین رفتن زیرساخت‌های موجود در این مناطق می‌شود و آسیب‌های هنگفت و جبران‌ناپذیری به بار آورد. افزایش تراز دریاها با افزایش شدت و تعداد توفان‌های ساحلی همراه خواهد بود؛ همچنین، با پیشروی دریا، مرداب‌ها و رودخانه‌های ساحلی به همراه دلتاهای حاصلخیز آن‌ها نابود می‌شوند. در حال حاضر، دلتاها نه تنها به کنترل سیلاب کمک می‌کنند، بلکه در چرخهٔ حیاتی گونه‌های جانوری و گیاهی نقشی بسیار مهم دارند.

۲. ناهنجاری‌های جوی و تغییر الگوهای بارشی

ادامهٔ انتشار گازهای گلخانه‌ای در حد موجود یا بیشتر از آن باعث گرمایش بیشتر زمین و دگرگونی‌های بسیار در سیستم اقلیم جهانی در سدهٔ آینده خواهد شد که به احتمال بسیار زیاد، شدیدتر از گذشته خواهد بود.

با افزایش درجه حرارت و افزایش تبخیر، رطوبت جو نیز افزایش می‌یابد و با ورود رطوبت و انرژی بیشتر به جو، احتمال ناهنجاری‌های جوی بیشتر می‌شود که خود می‌تواند باعث افزایش نرخ بارش در بعضی مناطق و جاری شدن سیل شود. در عین حال در جاهای دیگری ممکن است کاهش بارش روی دهد و به خشک‌سالی بینجامد.

تغییر در چرخه‌های اقیانوسی، برای مثال، می‌تواند الگوی رخداد «ال نینو»ی را که یک تودهٔ گرم از آب اقیانوس آرام در نیم‌کرهٔ شرقی است و به‌طور متوسط هر ۲ تا ۷ سال یک‌بار رخ می‌دهد، دگرگون سازد. ال نینو سبب بارش‌های سنگین در آمریکای جنوبی و خشک‌سالی در استرالیا و آسیای جنوب شرقی می‌شود و این الگو برای صدها و شاید هزاران سال ادامه داشته است. گرمایش جهانی می‌تواند سبب تغییر شدت و فراوانی رویداد آن شود، به‌طوری که ممکن است هر سال رخ دهد.

رژیم آبی در مناطق مرتفع با ذخیرهٔ برف در زمستان و ذوب آن در بهار و تابستان تعریف می‌شود. مدل‌ها پیش‌بینی می‌کنند با گرم شدن زمین و افزایش تبخیر، الگوهای بارشی تغییر می‌کنند و ذخیرهٔ برف و منابع آبی رو به کاهش می‌گذارند. در این شرایط، بارش بیشتر به شکل باران‌های سیلابی خواهد بود که افزایش رواناب‌ها و خطر سیل را در پی دارد.

از سوی دیگر، افزایش دمای ناشی از دگرگونی اقلیم، ظرفیت نگهداری رطوبت را در خاک کاهش می‌دهد که اثر مهمی بر فراورده‌های کشاورزی و درختان و سایر گیاهان خواهد داشت.

پایداری پی‌سازه‌ها، به‌ویژه در مناطقی که خاک رسی دارند، در تابستان‌های خشک‌تر یا زمستان‌های پربارش‌تر می‌تواند به خطر بیفتد. از دست رفتن مواد ارگانیکی خاک نیز روی پایداری بافت خاک تأثیر منفی دارد. کاهش کمیت و کیفیت منابع آب، افزایش فرسایش خاک، افزایش رخداد زمین‌لغزش و بهمن، افزایش مصرف برق و انرژی و خطر آتش‌سوزی جنگل‌ها، از دیگر پیامدهای افزایش درجه حرارت جو به‌شمار می‌آیند.

حتی اگر انتشار گازهای گلخانه‌ای ثابت بماند، گرمایش ساختهٔ دست انسان و افزایش تراز آب دریاها برای سده‌ها ادامه خواهد داشت.

آثار دگرگونی‌های اقلیمی روی تمدن‌های گذشته

شواهد زیادی از دگرگونی‌های اقلیمی در مناطق مختلف جهان در دوره‌های تاریخی گذشته وجود دارد که در اینجا به چند نمونه اشاره می‌شود:

- متروک‌شدن شهر سوخته در سیستان، در نزدیکی زابل، بین ۵۲۰۰ تا ۴۱۰۰ سال پیش، با دو دورهٔ خشک‌سالی شناخته‌شدهٔ مهم در باختر آسیا (۵۲۰۰ و ۴۲۰۰ سال پیش) هم‌زمان بوده است.
- امپراتوری اکد که تا حدود ۴۲۰۰ سال پیش بر ناحیهٔ بین‌النهرین حکم‌فرمایی می‌کرد، در این زمان ناگهان فرو پاشید که بر پایهٔ شواهد باستان‌شناسی علت احتمالی آن را خشک‌سالی دانسته‌اند.
- بین سال‌های ۱۳۰۰ تا ۱۸۵۰ میلادی و با خنک شدن هوا بین ۱/۵ تا ۲ درجهٔ سانتی‌گراد، یخچال‌ها در اروپا، آسیا و شمال آمریکا پیشروی کردند. این سرما سبب مهاجرت اسکاندیناویایی‌ها شد. زمستان‌های سخت، کشاورزی، اقتصاد و سیاست را در اروپا تحت تأثیر قرار داد و بهای فراورده‌های کشاورزی را نیز افزایش داد.

نشانه‌های دگرگونی اقلیم در ایران: ایران و دگرگونی‌های اقلیمی

بخش اعظم فلات ایران در مقیاس عمومی جریان‌های جوی، منطبق بر ناحیهٔ نشست هواست و در کمربند مناطق خشک و بیابانی جهان جای گرفته است.

افزایش درجه حرارت و تغییر الگوی بارش در دهه‌های اخیر در بسیاری از مناطق کشور ما نیز مورد بررسی قرار گرفته و تأیید شده که یکی از نتایج آن خشک‌سالی و کاهش کمیت و کیفیت منابع آب بوده است. اما پدیده‌های دیگری نیز در نتیجهٔ این دگرگونی‌ها روی داده یا تشدید شده‌اند

یـا الگوی زمانی یا مکانی رویداد آن‌ها تغییر کرده اسـت. از مهم‌ترین این پدیده‌ها می‌توان به رویداد بارندگی‌های شدید و سـیلاب، آتش‌سوزی خودبه‌خودی جنگل‌ها و مراتع بر اثر خشک شدن زمین (ناشی از وزش بادهای گرم و افت سطح آب‌های زیرزمینی)، رخداد دماهای بسیار بالا، سرمایش شدید و یخبندان، بادهای شدید، توفان و بارش تگرگ اشاره کرد.

در دهه‌های اخیر، جاری شدن سیلاب‌های مخرب در کشور افزایش چشـمگیری را نشان می‌دهد و نکتهٔ مهم در این میان، وقوع سیلاب در مناطقی است که در گذشته سیل‌خیز نبوده‌اند.

همچنین سـیلاب‌های ناگهانی می‌توانند در اثر ذوب برف یخچال‌های مناطق کوهسـتانی کشـور روی دهنـد. افزون بر آسیب‌های بسـیاری که این پدیده‌ها به بخش‌های کشاورزی، دامپروری و بخش‌های وابسته به آن‌ها و نیز جنگل‌ها و مراتع وارد می‌آورند، در بسـیاری از موارد با آسیب‌های جانی نیز همراه‌اند. هنگامی که مدیریت نادرست منابع آب نیز با این رویدادها همراه باشد، آسیب‌های وارد‌آمده می‌توانند گسترده‌تر باشند.

در شرایط کنونی، دریاچه‌ها و تالاب‌های فلات ایران به سبب کاهش بارندگی و افزایش تبخیر ناشی از افزایش درجه حرارت، مدیریت نادرسـت منابع آب و بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب سـطحی و زیرزمینی، با کاهش شـدید حجم ذخایر آبی خود روبه‌رو هستند که از نظر زیست‌محیطی آثار بسیار زیان‌باری را به همراه داشته است، مانند دریاچه‌های ارومیه، هامون، پریشان، بختگان و باتلاق گاوخونی.

رشد روزافزون جمعیت از یک سو و محدودیت منابع آب و خاک و وقوع دگرگونی‌های اقلیمی از سوی دیگر، آیندهٔ چندان روشـنی را برای تأمین مواد خوراکی مورد نیاز کشـور ترسیم نمی‌کند. زراعت دیم در کشور ما که به بارش‌های جوی وابستگی زیـادی دارد به شـدت در برابر دگرگونی‌هـای اقلیمی و تغییر الگوی‌های بارشـی آسیب‌پذیر اسـت. چنین شرایطی می‌تواند به کاهش کمیـت و کیفیت فراورده‌های کشـاورزی و افزایش قیمت آن‌ها بینجامد که پیامدهای اجتماعی و فرهنگی بسیاری همچون، پدیدهٔ مهاجرت از روستاها به شهرها و حاشیه‌نشینی را همراه خواهد آورد.

رخداد دگرگونی‌های اقلیمی و گرمایش جهانی انکارناپذیر اسـت و پیامدهای آن ناگهانی و برگشت‌ناپذیر. اکنون نشانه‌ها و شـواهد علمی در این باره به اندازهٔ کافی روشـن و در دسـت هستند تا برای کاهش آثار این پدیده‌ها هرچه سریع‌تر اقدامات عملی آغاز شود.

پی‌نوشت‌ها

1. Milutin Milankovitch
2. Eccentricity
3. Axial tilt or obliquity
4. Precession

منابع

1. Gowri Koneswaran, Danielle Nierenberg, Global Farm Animal Production and Global Warming: Impacting and Mitigating Climate Change, Environ Health Perspectives Journal, 2008.
2. Steinfeld H, Gerber P, Wassenaar T, Castel V, Rosales M, and de Haan C., Livestock's long shadow: environmental issues and options. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2006.
3. Francois, Louis and Faure, Hugues and Probst, Jean - Luc, The global carbon cycle and its changes over glacial- interglacial cycles. Global and Planetary Change, vol. 33.2002.
4. Rind, D., Peteed, D., Kukla, G. Can Milankovitch orbital variations initiate the growth of ice sheets in a general circulation model? Journal of Geophysical Research 94: 12, 851-71, 1989.
5. J. Lelieveld & P. Hadjinicolaou &. Kostopoulou & J. Chenoweth & M. El Maayar & C. Giannakopoulos & C. Hannides & M. A. Lange & M. Tanarhte & E. Tyrlis & E. Xoplaki, Climate change and impacts in the Eastern Mediterranean and the Middle East, open access at Springerlin.com, 2012.
6. Heinz Wanner et al, Mid-to Late Holocene climate change: an overviewm Quaternary Science Reviews, Quaternary Science Reviews, 2008, homepage: www. elsevier.com/locate/quascirev
7. Sean D. Pitman, MD, Milankovitch Cycles and the Age of the Earth, 2006. homepage: http://www.detectingdesign.com/milankovitch.html.
8. Committee on Abrupt Climate Change, Abrupt Climate Change: Inevitable Surprises, National Academy Press, Washington, D. C., 2002.
9. Lawrence J. Jackson et al, Glacial Lake Levels and Eastern Great Lakes Palaeo- indians, Geoarchaeology: An International Journal, Vol. 15, No. 5, 2000.
10. Committee on Surface Temperature Reconstrucations for the Last 2000 years, National Research Council, Surface Temperature Reconstructions for the Last 2,000 Years, 2006.

فضای آموزشی

خشک شدن و چالش‌های دریاچهٔ ارومیه

الیاس آقایان‌زاده
کارشناس زمین‌شناسی

چکیده

دریاچهٔ ارومیه بزرگ‌ترین و شورترین دریاچهٔ دائمی ایران است که بر اثر تغییرات جوی ایجادشده در دو دههٔ اخیر و به دنبال آن خشک‌سالی‌های طولانی‌مدت و کاهش بیش از حد تراز سطح آب دریاچه، مشکلات زیست‌محیطی فراوانی را به وجود آورده است. همچنین در طول دهه‌های اخیر در اثر کاهش حجم آب‌های ورودی و افزایش غلظت نمک موجود در آن، سواحل طولانی نمکی ایجاد شده‌اند. از سوی دیگر مشکلات ناشی از عدم تأمین آب شرب مورد نیاز گیاهان و جانوران به ترتیب، باعث خشک‌شدن گیاهان و از بین رفتن جانوران منطقه می‌شود. علاوه بر این، شوری بیش از حد آب دریاچهٔ ارومیه نیز، شرایط زیستی نامناسبی برای «آرتمیا» فراهم آورده است که ضمن از بین بردن بخش اعظمی از این ارزشمندترین موجود زندهٔ دریاچه، ادامهٔ حیات بقیهٔ آرتمیاهای موجود را مورد تهدید قرار می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: دریاچهٔ ارومیه، چالش‌های زیست‌محیطی، نمک، آرتمیا

مقدمه

دریاچهٔ ارومیه در شمال باختری ایران بین مختصات جغرافیایی ′۰۳ °۳۷ تا ′۱۷ ″۳۸ عرض شمالی و ′۵۹ ″۴۴ تا ′۵۶ ″۴۵ طول شرقی قرار دارد (شکل ۱). دریاچهٔ ارومیه که در گذشته «چی‌چست» و «کبودان» نام داشته، بزرگ‌ترین و شورترین دریاچهٔ دائمی ایران و یکی از دریاچه‌های فوق اشباع از نمک دنیاست که از این نظر با دریاچهٔ بزرگ نمک[1] ایالات متحده شباهت دارد. (شهرابی، ۱۳۷۴). مساحت تقریبی دریاچه ارومیه در حدود ۶۰۰۰ کیلومتر مربع، طول آن از شمال تا جنوب در حدود ۱۴۰ کیلومتر و عرض متوسط آن در حدود ۴۰ کیلومتر است. در این دریاچه ۱۰۲ جزیره کوچک و بزرگ وجود دارد. عمق متوسط آن در حدود ۶ متر است (شهرابی، ۱۳۷۴). میزان تبخیر در این دریاچه به‌طور متوسط ۴۷۴ میلی‌متر در سال است. این میزان تبخیر سالانه از سطح آزاد دریاچه بین ۰/۹۸ تا ۱/۲ متر برآورده شده که نشان‌دهندهٔ آب و هوای خشک در حوضهٔ دریاچه است (محمدی، ۱۳۸۴). ترکیب شیمیایی شوراب دریاچهٔ ارومیه از نوع سدیم - کلرید- سولفات است (شهرابی،۱۹۸۱)، دریاچه ارومیه، دریاچه‌ای با آب شیرین بوده که به تدریج شورتر شده تا به حد فوق اشباع از نمک رسیده است (کلتز و شهرابی، ۱۹۸۶). مساحت حوضهٔ آبریز دریاچه در حدود ۵۱۸۰۱ کیلومتر مربع برآورد شده است. در درون این حوضه، تعداد ۱۱ زیر حوضه قرار دارند که پایانهٔ رودخانه‌های آن‌ها به دریاچهٔ ارومیه منتهی می‌شوند. میانگین بارش سالیانهٔ در این حوضه ۳۹۸ میلی‌متر است که از دیدگاه مقدار بارش دومین حوضهٔ پرباران کشور بعد از حوضهٔ آبریز خزر به‌شمار می‌رود (موحد دانش، ۱۳۷۳).

▶ شکل ۱: موقعیت دریاچهٔ ارومیه و حوضهٔ آبریز آن

بستر خشک شدهٔ دریاچهٔ ارومیه

پراکنش نهشته‌های نمکی: دریاچه حجم زیادی از نمک‌های ورودی را در خود جای داده است، پسروی سطح آب باعث نمایان‌شدن پهنه‌های وسیع شوره‌زار شده است. قرار گرفتن نمک در معرض هوا باعث شده است که این نمک‌ها به وسیلهٔ باد و توفان به زمین‌های کشاورزی و مناطق مسکونی اطراف منتقل شود که علاوه بر شور کردن خاک، با وارد شدن غبار ناشی از آن به دستگاه تنفسی بیماری‌های خطرناکی را ایجاد کند

مواد و روش‌ها

روش مطالعه در انجام این پژوهش شـامل جمع‌آوری اطلاعات، آمار منتشـر شـده، مقالات و کتاب‌های مرتبط فارسی و لاتین، مشاهدات صحرایی و در نهایت بررسی‌های دفتری بوده است.

نتایج و بحث

عواملی که باعث شـده‌اند تا دریاچهٔ ارومیه در معرض خطر نابودی قرار بگیرد، به دو دسته تقسیم می‌شوند:

الـف. تغییرات اقلیمی و پدیدهٔ گرم شـدن کرهٔ زمین در سـال‌های اخیر از یک سـو، باعث کاهش قابل ملاحظهٔ میزان بارندگی مسـتقیم در سـطح دریاچـه و نیز کاهش حجـم رواناب ورودی و از سـوی دیگر باعث افزایش تبخیر در حوضهٔ آبخیز دریاچه و کاهش سطح و حجم آب دریاچه شده است.

ب. عواملی که از نبود مدیریت به هم پیوستهٔ سازمانی و سیستماتیک منابع آبی ناشی می‌شود (قبادی دیزج یکان، ۱۳۸۹).

چالش‌های پیش روی دریاچهٔ ارومیه

بـر اثر کاهش سـطح آب دریاچهٔ ارومیـه و در نهایت خشک‌شـدن این دریاچه، چالش‌های متعددی به شرح زیر پیش خواهد آمد:

مشکلات زیستمندی: شوری بالای آب دریاچه شرایط را برای رشـد و تولیـد آرتمیا که غذای هـزاران فلامینگو،

نماهایی از سـنگ آهک‌های (سازند قم) درون دریاچه که به مشت عثمان معروفند

مرغابی و پرندگان مهاجر پارک ملی دریاچهٔ ارومیه می‌باشد، در معرض خطر قرار داده است به گونه‌ای که جمعیت قابل توجهی از فلامینگوها و پلیکان‌های سفید، (شکل ۲) دیگر به این دریاچه مهاجرت نمی‌کنند که این امر به کاهش میزان جوجه‌آوری این پرندگان در حوضهٔ پارک ملی دریاچهٔ ارومیه انجامیده است. به علت ورود آب‌های شور و شرب آن، گونه‌های ناب پستاندارانی همچون گوزن زرد ایرانی و قوچ ارمنی و... در خطر مرگ و میر و انقراض قرار گرفته‌اند.

آب و هوا: با خشک شدن دریاچهٔ ارومیه و کاهش سطح

▲ شکل ۲: پرندگان مهاجر پارک ملی دریاچهٔ ارومیه

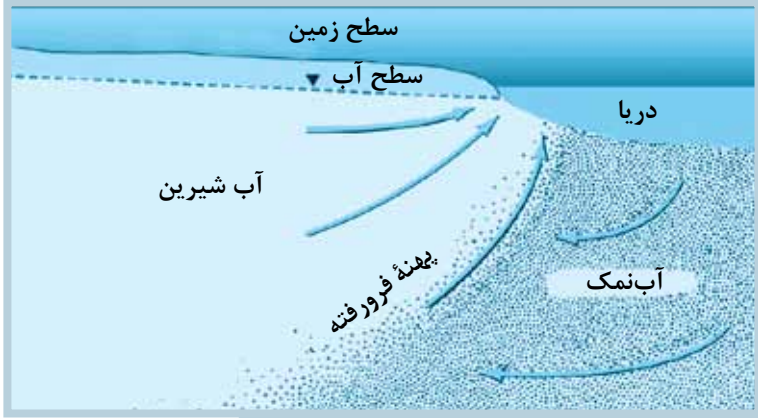
وسیعی از این دریاچه درجه حرارت و رطوبت منطقه تغییر کرده است. رطوبت کم موجود در هوا باعث تولید و پخش گرد و خاک نمکی در منطقه شده است.

پراکنش نهشته‌های نمکی: دریاچه حجم زیادی از نمک‌های ورودی را در خود جای داده است، پسروی سطح آب باعث نمایان‌شدن پهنه‌های وسیع شوره‌زار شده است. قرار گرفتن نمک در معرض هوا باعث شده است که این نمک‌ها به وسیلهٔ باد و توفان به زمین‌های کشاورزی و

▲ شکل ۳: توفان‌های نمکی پدیدآمده در سواحل دریاچهٔ ارومیه

مناطق مسکونی اطراف منتقل شود که علاوه بر شور کردن خاک، با وارد شدن غبار ناشی از آن به دستگاه تنفسی بیماری‌های خطرناکی را ایجاد کند (شکل ۳).

پیشروی زبانهٔ شور: همان‌گونه که می‌دانیم تالاب‌های اقماری دریاچه باعث تغذیهٔ آب زیرزمینی شده و از پیشروی زبانهٔ شور دریاچه جلوگیری می‌کند (شکل ۴). متأسفانه در اثر خشک‌شدن این تالاب‌ها به ویژه در دشت قالقاچی، زبانه‌های آب شور وارد خط ساحلی شده‌اند. آقازاده و همکاران (۱۳۸۹) عوامل کاهش آبدهی منابع، نفوذ آب شور



▲ شکل ۴: الگوی حرکت آب زیرزمینی (برگرفته از Ranajan, ۲۰۰۷)

به داخل آبخوان و تغییر کیفیت آب‌های دشت قالقاچی را کاهش بارندگی، افت سطح آب‌های زیرزمینی و برداشت بی‌رویه از منابع محدود آب‌های زیرزمینی منطقه می‌دانند[۶].

صنعت گردشگری: در گذشته حضور هزاران فلامینگو در دریاچه، صحنه‌های به‌یاد ماندنی را به نمایش می‌گذاشت که فیلم‌سازان معروف دنیا و گردشگران را از راه‌های دور به این منطقه جذب می‌کرد. آب بسیار شور دریاچه که گفته می‌شود برای درمان بیماری‌های پوستی بسیار مفید است باعث جذب افراد محلی و گردشگران زیادی از مناطق مختلف ایران می‌شد. وجود بنادر متعدد، هتل و سایر مکان‌های تفریحی درآمد مطمئنی برای مردم بومی فراهم می‌کرد. دریاچهٔ ارومیه در طول تاریخ همواره برای

▲ شکل ۵: لجن‌درمانی در دریاچهٔ ارومیه

استفاده از خواص درمانی آن مورد توجه بوده است (شکل ۵). در حال حاضر، در اثر آلودگی لجن‌های دریاچهٔ ارومیه و همچنین کاهش سطح آب دریاچه، از میزان گردشگران کاسته شده، به گونه‌ای که حتی شهروندان ارومیه‌ای نیز تمایلی به شنا در دریاچهٔ فوق اشباع از نمک ارومیه ندارند.

آرتمیا: آرتمیاسالیناوارامیانا (شکل ۶) تنها موجود زندهٔ سازگار با شوری دریاچهٔ ارومیه است که هم غذای مناسبی

▲ شکل ۶: آرتمیا ارومیانا (برگرفته از تصاویر پژوهشگاه آرتمیای دانشگاه ارومیه)

برای پرندگان مهاجر بومی این تالاب به حساب می‌آید و هم دارای ارزش بالای اقتصادی است (سلیمی ترکمانی، ۱۳۹۰). از آرتمیا در صنایع داروسازی، آرایشی، غذایی، نساجی و پرتوزدایی هسته‌ای استفاده می‌شود. در حال حاضر غلظت نمک در دریاچهٔ ارومیه به بالای ۳۴۰ گرم لیتر رسیده است، در حالی که در شرایط عادی باید شوری آب دریاچه به ۲۱۷-۲۲۰ گرم در لیتر و تعداد آرتمیا نیز به سه تا پنج عدد در لیتر برسد، اما اکنون آب دریاچه به حالت فوق اشباع درآمده است که در این شرایط آرتمیا نمی‌تواند زاد و ولد کند و به حیات خود ادامه دهد (شکل ۶).

افزایش دما و تبخیر ناشی از آن، حیات گیاهان و جانوران پارک ملی دریاچهٔ ارومیه را مورد تهدید قرار داده است

پی‌نوشت

1. Great Salt Lake

منابع

۱. آقانباتی، ع، (۱۳۸۳)، زمین‌شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ص ۵۶۱.
۲. شهرابی، م. (۱۳۷۳). دریاها و دریاچه‌های ایران، طرح کتاب سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی.
۳. محمدی، ع. (۱۳۸۴)، «بررسی تاریخچهٔ رسوب‌گذاری هولوسن»، دریاچه ارومیه براساس مطالعهٔ مغزه‌های تهیه‌شده در مسیر بزرگ‌راه شهید کلانتری»، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد دانشکدهٔ علوم، دانشگاه تهران، ص ۱۲۷.
۴. موحد دانش، ع. (۱۳۷۳)، هیدرولوژی آب‌های سطحی ایران، انتشارات سمت، چاپ اول، پاییز ۱۳۷۳.
۵. قبادی دیزج یکان، ا. (۱۳۸۹)، «بحران خشک‌سالی یا بحران مدیریت منابع آبی حوضهٔ آبریز دریاچهٔ ارومیه»، چهاردهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران و بیست‌وهشتمین گردهمایی علوم زمین، دانشگاه ارومیه.
۶. آقازاده، ن. اصغری مقدم، ا. صمدی، ن. (۱۳۸۹)، «ارزیابی نفوذ آب شور دریاچهٔ ارومیه به آبخوان ساحلی میان دشت قالقاچی»، مجلهٔ پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد هفدهم، شمارهٔ چهارم، صص ۲۵- ۲۶.
7. Kelts, K. and Shahrabi, M. (1986). Holocene sedimentology of hypersaline Lake urmia, Nortwestern Iran, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 54:pp
8. Shahrabi, M. (1981). Holocene Lacustrine facies and environment of hypersaline Lake Urmieh, N. W. Iran. Dip. Arb. Ander ETH Zurich, Switzerland. 75:pp.
9. Ranjan, Priyantha, 2007. Effect of Climate Change and Land Use Change on Saltwater Intrusion.

صد سالگی نخستین چاه نفت خاورمیانه

مازیار نظری، عضو هیئت علمی گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آشتیان
مژگان خجو، دبیر آموزش‌وپرورش منطقهٔ ۱۵ تهران

چکیده
سال ۱۳۸۷ خورشیدی مقارن با یک‌صدمین سال کشف نفت در مسجدسلیمان بود. کشفی که نه‌تنها سیر تحولات تاریخی گسترهٔ خاورمیانه را در این یک‌صد سال دستخوش تحول و فراز و نشیب‌های بسیار کرده، بلکه کشور ما را از دیدگاه وجود مخازن هیدروکربوری در زمرهٔ کشورهای بسیار غنی جهان قرار داده است. اما، آگاهی دانش‌آموختگان زمین‌شناسی از ذخایر هیدروکربوری کشور، اراده و دانش فنی زمین‌شناسان پیشگام و جویندگان طلای سیاه ایران، بسیار پراکنده و ناچیز است. نبود گزارش‌های دقیق داخلی در مورد مخازن هیدروکربوری کشور، موجب شده تا به‌نحو شایسته به نقش مهم مطالعات زمین‌شناسی در زمینه صنعت نفت پرداخته نشود. اگرچه دانستن جزئیات فنی مخازن ضروری نیست، ولی آگاهی عمومی در مورد زمین‌شناسی مخازن هیدروکربوری کشورمان نیازمند مطالعهٔ انبوهی از مقالات و اسناد داخلی و خارجی قدیمی و جدید است. این مقاله، خلاصه‌ای از تلاش نخستین کاشفان و نتایج مطالعات زمین‌شناسی یک سده نفت‌خیزی ایران را گردهم آورده است.

کلیدواژه‌ها: نفت، کشف نفت، مسجدسلیمان، مخازن هیدروکربوری، جویندگان نفت، طلای سیاه

با بالا آمدن رشته‌کوه‌های زاگرس، اقیانوس تتیس جای خود را به یک حوضهٔ پیش بُن داد که رسوبات جوان آن روی رسوبات تتیس نهشته شدند. به این ترتیب است که زاگرس، توالی عظیمی از رسوبات پالئوزوئیک، مزوزوئیک و سنوزوئیک با ستبرای ۱۲۰۰۰ متر را در جنوب‌غرب ایران به نمایش گذاشته است. مرز زیرین و بالایی این توالی رسوبی عظیم با دو مجموعه رسوبات نمکی مشخص می‌شود

مقدمه

ناحیهٔ زاگرس برجسته‌ترین ساختار زمین‌شناسی جنوب‌غربی فلات ایران است که در نتیجهٔ برخورد زمین‌ساختی صفحهٔ عربی با صفحهٔ آسیا در دوران سنوزوئیک شکل گرفته است. تا پیش از این برخورد، اقیانوس تتیس این دو صفحه را از یکدیگر جدا می‌ساخت. سنگ‌های رسوبی متعلق به ناحیهٔ فلات قاره و نواحی عمیق تتیس نه‌تنها در زیر رشته‌کوه زاگرس گسترده شده‌اند، بلکه در سطح زمین نیز برون‌زد دارند.

با بالا آمدن رشته‌کوه‌های زاگرس، اقیانوس تتیس جای خود را به یک حوضهٔ پیش بُن[1] داد که رسوبات جوان آن روی رسوبات تتیس نهشته شدند. به این ترتیب است که زاگرس، توالی عظیمی از رسوبات پالئوزوئیک، مزوزوئیک و سنوزوئیک با ستبرای ۱۲۰۰۰ متر را در جنوب‌غرب ایران به نمایش گذاشته است. مرز زیرین و بالایی این توالی رسوبی عظیم با دو مجموعه رسوبات نمکی مشخص می‌شود. مرز پایینی را «سری نمکی هرمز» با سن اینفراکامبرین تشکیل داده که در زیر رسوبات کامبرین قرار گرفته و مرز بالایی را سازند گچساران با سن میوسن مشخص می‌کند که از تناوبی از گچ و نمک تشکیل شده و خود با جوان‌ترین رسوبات آواری و کنگلومرایی زاگرس پوشیده می‌شود. این دو سازند نمکی، در فرایند نفت‌خیزی زاگرس، سنگ پوششی کارآمد به‌حساب می‌آیند.

در حد فاصل این دو سازند نمکی، چندین لایهٔ شیلی سرشار از مواد آلی (سنگ منشأ نفت) و نیز لایه‌هایی از ماسه‌سنگ و سنگ آهک‌های ستبرلایه و پرشکستگی (سنگ مخزن نفت) قرار گرفته‌اند. این مجموعهٔ چین‌خورده و گسلیده در مجموع، ذخایر عظیم نفت و گاز جنوب‌غرب

ایران را پدید آورده‌اند.

در نیمهٔ دوم قرن نوزدهم میلادی، زمین‌شناسان اروپایی مقالات تأمل‌برانگیزی را درخصوص معرفی چینه‌شناسی زاگرس منتشر کردند. اما آنچه توجه کارآفرینان اروپایی را به نحو ویژه‌ای به‌سوی نفت ایران جلب کرد، پژوهش‌های زمین‌شناس و باستان‌شناس فرانسوی ژاک دمورگان[۲] بود. دمورگان در سال

▲ تصویر ۱: یکی از صدها تراوش نفتی واقع در حوضهٔ زاگرس در نزدیکی مسجدسلیمان

▲ تصویر ۲: تراوش گازی شعله‌ور گنبد لران واقع در ده کیلومتری شمال‌شرق رامهرمز، میدان نفتی ماماتین، خوزستان

۱۸۹۲ در مقاله‌ای در سال‌نامهٔ تخصصی معدن[۳] و سپس در جلد دوم کتابش با عنوان مأموریت علمی[۴] که در سال ۱۸۹۵ به چاپ رسید، به تراوشات نفتی[۵] فراوانی که در غرب ایران به‌چشم می‌خورند اشاره کرد و از امکان سرمایه‌گذاری موفقیت‌آمیز در زمینهٔ صنعت نفت در این ناحیه نام برد.

امتیاز دارسی

در سال ۱۹۰۰ میلادی در نمایشگاه پاریس، کتابچی‌خان که نمایندهٔ ایران در نمایشگاه بود، با یک نمایندهٔ بازرگانی اروپایی به نام موسیو ادوارد کوته[۶] درخصوص مقالات دمورگان گفت‌وگوهایی کردند. کتابچی‌خان که از ارامنهٔ ایران بود، در سن ۵۷ سالگی به سمت مدیرکل گمرکات ایران منصوب شده بود و بنابراین مورد اعتماد مقامات دولت در تهران بود. کتابچی‌خان در پاریس با سِر هنری دروموند وولف[۷] نیز گفت‌وگو کرد. وولف که وزیر مختار سابق بریتانیا در تهران بود، چند سال پیش‌تر به‌دلیل بیماری روحی از شغل دیپلماتیک کناره گرفته و به‌تازگی از بستر بیماری برخاسته بود. وی کتابچی‌خان را به ویلیام ناکس دارسی[۸] معرفی کرد. دارسی مردی اهل دون شایر[۹] انگلستان بود که به یمن سرمایه‌گذاری در یک معدن طلا در استرالیا ثروتی به‌هم زده و در لندن زندگی مجللی اختیار کرده و اکنون در جست‌وجوی یک ریسک اقتصادی جدید بود.

در مارس ۱۹۰۱ دارسی، نماینده‌اش آلفرد ماریوت[۱۰] را به همراه ادوارد کوته و کتابچی‌خان به تهران فرستاد تا درخصوص کسب یک امتیاز نفتی با دولت ایران مذاکره کنند. همچنین وی به‌طور جداگانه زمین‌شناسی به نام برلز[۱۱] را به منظور بررسی صحت و سقم وجود تراوشات نفتی در مناطقی که دمورگان گزارش کرده بود به ایران فرستاد. بخت با دارسی یار بود و زمانی بسیار مناسب را برای این کار انتخاب کرده بود، زیرا نه‌تنها گزارش برلزبا عبارت («سراسر این سرزمین نویدبخش ثروت است») امیدوار کننده به‌نظر می‌رسید، بلکه شاه ایران، مظفرالدین شاه قاجار نیز سخت نیازمند پول بود تا مخارج سفر پرهزینه‌اش به اروپا را فراهم آورد. سر آرتور هاردینگ[۱۲] وزیر مختار وقت بریتانیا در تهران، ترتیب ملاقات گروه دارسی با صدراعظم ایران، امین‌السلطان را داد. ماریوت در گزارش خود نوشته که آن‌ها برای تحکیم حق امتیاز مبلغ ۱۰/۰۰۰ پوند نیز به صاحب‌منصبان وقت دولت ایران پرداخت کردند!

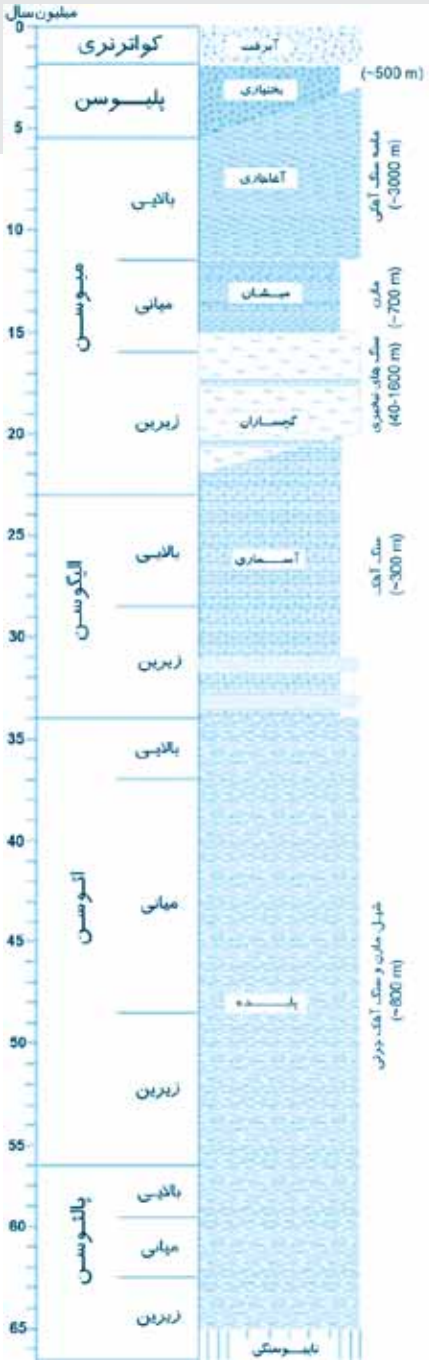
امتیازی که بعدها به «امتیاز دارسی» شهرت یافت، در ۲۸ می ۱۹۰۱ (۷ خرداد ۱۲۸۰ خورشیدی) به امضای شاه رسید. این امتیاز برای مدت شصت سال حق اکتشاف، تولید و صادرات نفت را در سراسر ایران (به‌جز پنج ایالت شمالی خراسان، استرآباد [گرگان]، مازندران، گیلان و آذربایجان که در مجاورت روسیه تزاری قرار داشتند) به دارسی واگذار می‌کرد. دارسی متعهد شد ظرف مدت دو سال پس از عقد امتیاز، شرکتی برای بهره‌برداری از امتیاز مزبور تأسیس کند. در مقابل، دولت ایران ۲۰/۰۰۰ پوند (برابر با ۱/۶ میلیون پوند امروز) پول نقد، معادل ۲۰/۰۰۰ پوند سهام شرکت و ۱۶ درصد سود حاصل از فعالیت‌های این شرکت یا هر شرکتی را که در ارتباط با این امتیاز تأسیس می‌شود،

▲ تصویر ۳: تقسیم‌بندی زمین‌شناختی ایران به کوه‌های البرز در شمال، ایران مرکزی، و کوه‌های زاگرس در جنوب‌غربی مکان نخستین حفاری‌ها و میدان‌های نفتی در ناحیهٔ کمربند چین‌خوردهٔ سادهٔ زاگرس واقع شده‌اند.

▲ تصویر ۴: میدان نفتی مسجدسلیمان (۱۹۰۸) و موقعیت تأسیسات نفتی خوزستان در دهه‌های نخستین قرن بیست

دریافت‌کـرد. کتابچی‌خان نیز پاداش خود را به‌دسـت آورد. وی با وجود اینکه رسماً نمایندهٔ دولت ایران بود، حقوق خود (سـالیانه ۱۰۰۰ پوند) را از دارسی دریافت می‌کرد! دارسی شـرکت اکتشـافات اولیه[۱۳] را در می ۱۹۰۳ با سرمایهٔ اولیهٔ ۶۰۰/۰۰۰ پوند تأسیس کرد که نیمی از این سرمایه متعلق به خودش بود.

دارسـی برای انجـام عملیـات صحرایی، جـرج برنارد



▲ تصویر ۵: ستون چینه‌شناسـی سنوزوئیک در کمربند سادهٔ چین‌خوردهٔ زاگرس [۱۱].

رینولـدز[۱۴] را اسـتخدام کرد. رینولدز، مهندس انگلیسـی و دانش‌آموختهٔ کالج سـلطنتی مهندسـی هنـد[۱۵] بود که در هندوسـتان خدمت کرده بود؛ زمین‌شناسـی خودسـاخته کـه به حفاری در میادین نفتی شـرکت داچ[۱۶] در سـوماترا اشتغال داشـت. رینولدز به‌زودی دریافت که شرایط کار در غرب ایران تا چه میزان خشـن اسـت: آبلـه بیداد می‌کرد، سایت‌های حفاری دورافتاده بودند، دمای هوا اغلب از پنجاه

درجه سانتی‌گراد نیز فراتر می‌رفت و آب نایاب بود، راهزنان و جنگ‌سالاران بر این نواحی فرمان می‌راندند و طوایف محلی که به حضور بیگانگان در سرزمینشان بدگمان بودند، اهمیتی به امتیازات دولتی نمی‌دادند. رینولدز باید کارگران محلی و تفنگچی استخدام می‌کرد و برای جلب همکاری سران طوایف به آن‌ها پول می‌پرداخت. وی همچنین یک تیم تخصصی از حفاران لهستانی و کانادایی، یک پزشک هندی و یک مهندس آمریکایی لاغراندام و چابک به نام روزنپلانتر[۱۷] را به‌عنوان معاون خودش گردهم آورد.

در نوامبر ۱۹۰۲ عملیات حفاری در محل تراوش نفتی چیاسرخ (چاه سرخ)، یکی از نقاط کلیدی که دمورگان در غربی‌ترین نقطهٔ ایران که بعداً نفت‌شهر نامیده شد گزارش کرده بود، آغاز شد. در تابستان ۱۹۰۳ در ژرفای ۵۰۵ متری چاه آثار خفیفی از خروج گاز و نفت مشاهده شد. در ژانویه ۱۹۰۴ دومین چاه در همین ژرفا به نفت رسید. اما هیجان دارسی چندان نپایید و تولید نفت به سرعت از ۱۸۰ بشکه در روز به ۲۵ بشکه در روز کاهش یافت.

دارسی ناامید شد و تصمیم گرفت امتیازش را بفروشد و چندین شرکت آلمانی، فرانسوی و آمریکایی هم مایل به خرید آن بودند اما سر جان فیشر[۱۸] که در اکتبر ۱۹۰۴ به فرماندهی ارشد نیروی دریایی بریتانیا رسیده بود تصمیم داشت تا سیستم سوخت ناوگان دریایی سلطنتی را از زغال‌سنگ به نفت تغییر دهد. در نخستین اقدام برای نیل به این منظور، در سال ۱۹۰۵ شرکتی جدید با عنوان سندیکای امتیازات (با مسئولیت محدود)[۱۹] در گلاسگو تأسیس شد تا مدیریت عملیات اکتشاف نفت دارسی در ایران را با واگذاری سهام آن به شرکت اسکاتلندی نفت برمه[۲۰] و یک انگلیسی متمول بازنشسته به نام لُرد استراتکونا[۲۱] برعهده بگیرد.

دارسی در مقام مدیر شرکت جدید باقی ماند.

حفاری در مسجدسلیمان

سندیکای امتیازات که اکنون هیئت مدیرهٔ شرکت نفت برمه آن را اداره می‌کرد تصمیم گرفت عملیات حفاری در چیاسرخ را رها سازد و آن را به بخش‌های جنوبی استان خوزستان منتقل کند. دو سال پیش از این، دارسی زمین‌شناسی به نام دالتون[۲۲] را به ایران فرستاده بود تا گزارشی درخصوص پی‌جویی‌های نفتی در این استان تهیه کند. دالتون در گزارش خود ناحیهٔ شاردین، واقع در ۹۰ کیلومتری شرق اهواز را با عبارت «به‌وضوح بهترین ناحیه» توصیف و از سایر مناطق متمایز کرده بود. رینولدز دو چاه آزمایشی در شاردین حفر کرد: یکی در سال ۱۹۰۶ که به ژرفای ۶۶۲ متری رسید و دیگری در سال ۱۹۰۷ که تا ژرفای ۵۹۲ متری پایین رفت اما هر دو چاه خشک بودند.

رینولدز تصمیم گرفت بخت خود را در سومین ناحیه، که آخرین و محبوب‌ترین مکان از دیدگاه وی بود و حدود ۹۰ کیلومتری شمال‌شرقی اهواز قرار داشت، بیازماید. این ناحیه از گذشتهٔ دور «میدان نفتون» نامیده می‌شد. از آنجا که ویرانه‌های یک آتشکدهٔ باستانی زرتشتی در این مکان قرار داشت، مردم محلی به غلط آن‌را مسجدسلیمان نامیدند. بعدها در سال ۱۹۲۶، شهر نفتیِ به‌سرعت دراین مکان شکل گرفت، نیز مسجدسلیمان نام‌گذاری شد. با وجود اینکه دمورگان، برلز و دالتون در گزارش‌های خود از میدان نفتون به‌عنوان مکانی مناسب نام برده بودند، اما میدان نفتون برای رینولدز از جذابیت خاصی برخوردار بود. رینولدز در سفر کوتاهی که در نوامبر ۱۹۰۳ به کویت داشت از لوییس دان[۲۳] مورخ انگلیسی در مورد وجود تراوشات نفتی

▲ تصویر ۶: مظفرالدین شاه قاجار (چپ) (۱۸۹۷ - ۱۹۰۷) در سال ۱۹۰۱ امتیاز کشف نفت در جنوب ایران را به یک سرمایه‌گذار بریتانیایی به نام ویلیام ناکس دارسی (۱۹۱۷-۱۸۴۹)، اعطا کرد. دارسی (وسط) هرگز ایران یا هیچ کجای خاورمیانه را ندید. با این حال نخستین مدیر شرکت نفت ایران و انگلیس در سال ۱۹۰۹ بود. ژاک دمورگان (۱۸۵۷-۱۹۲۴) زمین‌شناس و باستان‌شناس فرانسوی، و کسی بود که مقالاتش درخصوص تراوشات نفتی زاگرس علاقهٔ انگلیسی‌ها به اکتشاف نفت در این ناحیه را برانگیخت (راست).

▲ تصویر ۷: جرج برنارد رینولدز (چپ)، مهندس، زمین‌شناس و مدیری فداکار؛ کسی که نخستین چاه اکتشافی نفت را در خاورمیانه حفر کرد. این عکس وی را در کنار دو همکارش، کراش (وسط) و ویلانس (راست) در سال ۱۹۰۹ در ایران نشان می‌دهد. عکس از شرکت نفت ایران و انگلیس.

در میدان نفتون چیزهایی شنیده بود، لذا در ۱۹۰۴ و ۱۹۰۶ به این ناحیهٔ متروکه سفر کرد تا سنگ‌های رسوبی اشباع شده از نفت را مشاهده کند.

حفاری چاه شمارهٔ ۱ مسجدسلیمان در ۲۳ ژانویه ۱۹۰۸ آغاز شد. رینولدز به این چاه بسیار امیدوار بود و این خوشبینی را با باورتون رِدوود[۲۴]، مشاور نفتی دارسی و کانینگهام کریگ[۲۵]، زمین‌شناس شرکت نفت برمه که از بسیاری از مناطق امیدبخش نفتی ایران دیدن کرده بود، شریک بود. اما آثار دلسردی در هیئت مدیرهٔ شرکت نفت برمه که پرداخت هزینه‌های گزاف سندیکای امتیازات را برعهده داشت کم‌کم پدیدار می‌شد. تا سال ۱۹۰۸ مجموعاً بیش از ۵۰۰/۰۰۰ پوند صرف عملیات اکتشاف نفت در ایران شده و هیچ نفتی به‌دست نیامده بود.

آرنولد ویلسون[۲۶]، ستوان جوان ارتش بریتانیا در هند که قبلاً در کالج کلیفتون[۲۷] هم‌کلاس پسر رینولدز بود و در سال ۱۹۰۷ بیست مرد مسلح را به منظور حفاظت از عملیات حفاری به همراه آورده بود، در سرگذشت خود با عنوان «جنوب‌غرب ایران: دفتر خاطرات یک مأمور سیاسی[۲۸]» اشاره می‌کند که رینولدز تلگرافی از سوی شرکت مبنی بر توقف عملیات حفاری دریافت کرد. اما در پاسخ تلگرافی فرستاد و تأکید کرد که حفاری باید ادامه یابد.

فوران نفت پس از هفت سال

بالاخره استقامت و پایداری رینولدز به ثمر نشست. در ۱۶ می ۱۹۰۸ بوی مشخص گاز از چاه گزارش شد. رینولدز حفاری را ادامه داد و در ۲۶ می (سه‌شنبه ۵ خرداد ۱۲۸۷ خورشیدی) چاه به نفت رسید. فواره‌ای از نفت به ارتفاع بیست متر بر فراز دکل حفاری به هوا برخاست. رینولدز از شادی در پوست خود نمی‌گنجید. یک پیک شترسوار تیزرو را فراخواند و برای آگاهی شرکت پیامی را به این مضمون به ادارهٔ تلگراف در بغداد فرستاد: «مفتخرم به اطلاعتان برسانم، ساعت ۴ بامداد امروز، چاه شمارهٔ ۱ در عمق ۳۶۰ متری به نفت رسید.» ویلسون که در نزدیکی دکل خوابیده بود نیز این خبر مهم را به اطلاع دولت بریتانیا رساند. اما برای اینکه تلگرافچی‌ها از متن پیام مطلع نشوند آن را به‌صورت رمز (با اشاره به مزامیر داود در انجیل عهد عتیق) و با این مضمون ارسال کرد:

«نگاه کنید به مزمور ۱۰۴، آیهٔ ۱۵، جملهٔ سوم و مزمور ۱۱۴، آیهٔ ۸، جملهٔ دوم.»

مفهوم تلگراف پس از رمزگشایی چنین بود: «... و اوست خدایی که روغنی را از زمین برمی‌آورد تا چهرهٔ آدمی را شاداب سازد، ... و سنگ خارا را چشمه‌ای جوشان می‌گرداند.»

روز بعد تولید نفت چاه شمارهٔ ۱ حدود ۲۹۷ بشکه در روز اندازه‌گیری شد. در چاه شمارهٔ ۲ مسجدسلیمان نیز نفت از عمق ۳۰۸ متری فوران کرد.

در نیمهٔ ژوئن، رینولدز نامه‌ای اداری به تاریخ ۱۴ می، از سوی هیئت مدیرهٔ شرکت نفت برمه در گلاسگو دریافت کرد. مضمون این نامه این بود که چنانچه تا عمق ۴۴۸ متری نفتی پیدا نشود، وی موظف است عملیات حفاری را متوقف کند و تجهیزات حفاری را پس از بسته‌بندی به برمه بفرستد. تاریخ تکرار شده بود: نیم قرن پیش‌تر نیز ادوین درک[۲۹] دقیقاً در لحظه‌ای که در تیتسوویل[۳۰] پنسیلوانیا به نفت رسید، نامه‌ای با مضمونی مشابه این نامه را از سوی

▲ تصویر ۸ : دکل حفاری چاه نفت شمارهٔ ۱ مسجدسلیمان در سال ۱۹۰۸ میلادی. عکس از شرکت نفت ایران و انگلیس.

کارفرمایانش دریافت کرد. اما این‌بار نامه با این پاسخ کنایه‌آمیز رینولدز همراه بود: «با عنایت به این نکته که در حال حاضر نفت در حال فوران است، ممکن است لازم باشد در نوع تجهیزات ارسالی برای این‌جانب تغییراتی را لحاظ کنید. در غیر این‌صورت این تجهیزات زیاد به درد من نخواهند خورد.»

تا پایان سال ۱۹۰۸ دو چاه بهره‌برداری دیگر نیز در مسجدسلیمان حفر شده بودند. کشف این نخستین میدان نفتی خاورمیانه، هفت سال به درازا انجامید.

یک میدان نفتی بزرگ

نفت میدان نفتی مسجدسلیمان از سنگ آهک‌های سازند آسماری با سن الیگوسن ـ میوسن حاصل می‌شد. ریچاردسون[۳۱] در سال ۱۹۲۴ نام این سازند را از کوه آسماری واقع در ۳۲ کیلومتری جنوب‌شرقی مسجدسلیمان گرفته است.

برش نمونهٔ سازند آسماری در محلی به نام تنگ گِل تُرش (روی دامنهٔ جنوب‌غربی کوه آسماری) تعیین شده است و ۳۱۴ متر ضخامت دارد (تقریباً همان ضخامتی که در چاه اکتشافی محاسبه شده بود). با این همه، ضخامت سازند آسماری به‌طور محلی از چندمتر تا ۵۱۸ متر متغیر است. سنگ آهک‌های آسماری کرم تا قهوه‌ای رنگ هستند و چندین دسته درزه در آن به‌چشم می‌خورند که نفوذپذیری لازم برای جریان یافتن سیالات نفتی را پدید آورده‌اند.

هم کوه آسماری و هم مخزن زیرزمینی آسماری در مسجدسلیمان تحت فشار تکتونیکی، چین‌خوردگی‌های ملایمی را تحمل کرده‌اند. مطالعات بعدی نشان دادند که تاقدیس آسماری در واقع روی فرادیوارهٔ روراندگی بزرگ زاگرس قرار گرفته است.

نفت حاصل از چاه اکتشافی میدان نفتی مسجدسلیمان از نوع خام سبک (API =۳۹/۴ و گوگرد ۱/۳ درصد) بود. تا پیروزی انقلاب اسلامی در سال ۱۳۵۷، ۳۱۴ حلقه چاه در میدان نفتی مسجدسلیمان حفر شده و در مجموع یک میلیارد بشکه نفت از آسماری برداشت شده بود. در سال ۱۳۵۷ این مخزن نفتی هنوز روزانه حدود ۷۰۰۰ بشکه نفت تولید می‌کرد. در حال حاضر سنگ آهک آسماری دیگر مخزن مولد میدان نفتی مسجدسلیمان به‌حساب نمی‌آید و نفت این ناحیه از مخازن عمیق‌تری استخراج می‌شود. با این همه، در بسیاری از میادین نفتی واقع در «کمربند چین‌خوردهٔ ساده» در حوضهٔ زاگرس، سنگ آهک آسماری هنوز هم سنگ مخزن مهم نفت به‌شمار می‌رود.

مرد نفت

کشف نفت در مسجدسلیمان پیامدهای اقتصادی و ژئوپلیتیکی بزرگی در پی داشت. در ۱۴ آوریل ۱۹۰۹، شرکت جدیدی به نام شرکت نفت ایران و انگلیس[۳۲] جانشین سندیکای امتیازات شد و با سرمایهٔ دو میلیون پوند در لندن به ثبت رسید. دارسی تا هنگام مرگش در سال ۱۹۱۷ در مقام مدیریتش باقی ماند. دولت وینستون چرچیل در سال ۱۹۱۴ و به منظور اطمینان از تأمین نفت مورد نیاز نیروی دریایی سلطنتی با بهایی ارزان‌تر تصمیم گرفت تا ۵۱ درصد سهام APOC را خریداری کند و دو مدیر دولتی (با امتیاز حق وتو) را در هیئت مدیرهٔ آن بگمارد.

دانیل یرگین[۳۳] در کتاب پرفروشش با عنوان «پی‌جویی حماسی برای نفت، پول و قدرت» چنین می‌نویسد: «جورج رینولدز مردی بود که همه‌چیز را گردهم آورد. هنگامی که در سپتامبر ۱۹۰۱ برای نخستین‌بار به ایران رفت، پنجاه‌ساله بود و می‌بایست با کوشش و تلاشی بی‌وقفه به طرحی پرمخاطره، دشوار و غیرمعمول جامهٔ عمل می‌پوشانید. او انسانی منحصربه‌فرد و همزمان، مهندس، زمین‌شناس، مدیر، مسئول عملیات صحرایی، دیپلمات، زبان‌شناس و انسان‌شناس بود.» افسوس که رینولدز هرگز به احترام و اعتباری که سزاوار تلاش‌هایش بود، دست نیافت، تا جایی‌که آرنولد ویلسون در دفتر خاطراتش می‌نویسد: «مردانی که وی آن‌ها را از عواقب ناآگاهی‌شان نجات بخشید، بسیار ثروتمند شدند.»

رینولدز دو سال دیگر به‌عنوان مدیر عملیات صحرایی به‌کار خود در ایران ادامه داد. اما مدیریت دیوان‌سالارانهٔ جدید حاکم بر APOC معاملهٔ خوبی با وی نکرد. رینولدز در سال ۱۹۱۱ اخراج شد و تنها پاداش ناچیزی معادل ۱۰۰۰ پوند دریافت کرد؛ مبلغی که حتی از دستمزد سالیانهٔ ۱۵۰۰ پوندی وی، در بدو استخدامش به‌دست دارسی در سال ۱۹۰۱ نیز، کمتر بود. پس از آن، رینولدز که به‌راستی مرد نفت بود و روحی سخت‌کوش داشت، به شرکت نفتی شِل[۳۴] پیوست و به ونزوئلا رفت. وی در سال ۱۹۲۲ میدان نفتی بزرگ لاروزا[۳۵] را در ونزوئلا کشف کرد. رینولدز در سال ۱۹۲۵ درگذشت [۱۱].

تب نفت

از سال ۱۹۰۸ تا ۱۹۲۸ میلادی (۱۳۰۷-۱۲۸۷ خورشیدی) تمام نفت تولیدی ایران از میدان نفتی مسجدسلیمان استخراج می‌شد. در سال ۱۳۰۷ میدان نفتی هفتکل، در سال ۱۳۰۹ میدان نفتی گچساران، در سال ۱۳۱۵ میدان نفتی آغاجاری و در سال ۱۳۱۷ میدان‌های نفتی لالی و نفت سفید کشف شدند.

در سال ۱۳۰۶ شرکت نفت عراق و انگلیس نیز یک میدان نفتی با نام «میدان نفت‌خانه» را در عراق کشف کرد. نیمی از این میدان در خاک ایران قرار دارد که امروزه نفت‌شهر نامیده می‌شود.

با کشف این هفت میدان نفتی، حوزهٔ مورد قرارداد شرکت نفت سابق ایران و انگلیس به‌صورت یکی از مناطق مهم نفتی جهان درآمد.

پیش از این در سال ۱۳۰۵ سه مهندس روسی در خارج از حوزهٔ قرارداد شرکت سابق نفت ایران و انگلیس در خوریان سمنان اقدام به حفر چاه کرده بودند. شایع شد که چاه حفر شده در خوریان به نفت رسیده است، ولی واقعیت این بود که در عمق صدمتری چاه به آبی مخلوط با مقدار کمی نفت برخورده بود.

▲ تصویر ۹: تاقدیس آسماری (آهک‌های الیگوسن ـ اوایل میوسن). جنوب‌غرب ایران. عکس از شرکت نفت ایران و انگلیس.

تراوشات نفتی

در برخی نقاط، نفت از میان شکستگی‌ها به سطح زمین تراوش می‌کند. این تراوشات نفتی و بیتومین برای مردم محلی شناخته شده بوده است. آن‌ها نه‌تنها قرن‌ها این مواد را استخراج و تجارت کرده‌اند، بلکه از آن‌ها برای مصارف مرسوم آن زمان از قبیل آتش‌بازی، سلاح‌های آتش‌پران، پزشکی، چراغ‌های نفتی، چسب ضدآب و خمپاره‌اندازهای باستانی اشاره می‌کردند. آتشکده‌های زرتشتی اغلب در نزدیکی تراوشات نفتی بزرگ ساخته شده‌اند. با این همه، حفر چاه نفت در سال ۱۹۰۸ در مسجدسلیمان سیمای ژئوپلیتیکی و پویایی خاورمیانه را تغییر داد؛ فرایندی که تا قرن بیست‌ویکم ادامه یافته است.

در سال ۱۳۰۸ چند زمین‌شناس خارجی از سوی شرکت تحقیقات ایران و فرانسه به نواحی مازندران و سمنان اعزام شدند و مطالعاتی انجام دادند. آن‌ها پس از حفر دو حلقه چاه کم‌عمق در مشرق بابلسر که نتیجه‌ای دربر نداشتند، شرکت را منحل کردند. در پی این واقعه، کارشناسان فرانسوی در سال ۱۳۱۰ ایران را ترک کردند.

در سال ۱۳۱۴ هنگام حفر قنات در جنوب قم آثاری از مواد نفتی در روی آب قنات دیده شد. دولت وقت پس از اطلاع، واحدی به نام «ادارهٔ مهندسی اکتشافی» در وزارت دارایی تأسیس کرد که وظیفهٔ آن اکتشاف نفت در نواحی مرکزی و شمالی کشور بود. این واحد با استخدام چند کارشناس آلمانی و خرید دو دستگاه حفاری ضربه‌ای و دورانی، عملیات را در نواحی قم و مازندران آغاز کرد و در جریان کار دو حلقه چاه در خشت سر و دو حلقه چاه نزدیک به کوه نمک حفر شد. حفاری‌ها نتیجه‌ای به‌بار نیاورد و در سال ۱۳۱۸ متوقف شد.

در سال ۱۳۲۹ با ملی شدن صنعت نفت، از شرکت نفت ایران و انگلیس خلع ید شد. پس از کودتای ۲۸ مرداد ۱۳۳۲ و عقد قرارداد با کنسرسیومی که از چندین شرکت بزرگ نفتی تشکیل شده بود، عملیات اکتشافی گسترده‌ای در دو دههٔ ۱۳۴۰ و ۱۳۵۰ در حوزهٔ رسوبی زاگرس انجام شد و تعداد میدان‌های نفتی بزرگ و کوچک که در این حوزه و در خشکی کشف شده بود به پنجاه میدان رسید. اکتشاف نفت در خلیج‌فارس در اواخر دههٔ ۱۳۳۰ آغاز شد و در جریان آن اولین میدان نفتی به نام بهرگانسر در سال ۱۳۳۹ و متعاقب آن میدان‌های دورود، سروش، سلمان، اسفندیار، فروزان، نوروز، رشادت، پارس‌شمالی، هندیجان و رسالت کشف شدند.

در سال ۱۳۲۷ دولت ایران برای اکتشاف نفت در خارج از حوزهٔ قرارداد شرکت نفت سابق ایران و انگلیس، «شرکت سهامی نفت ایران» را تشکیل داد. این شرکت از سال ۱۳۲۸ عملیات اکتشافی را با استخدام زمین‌شناسان سوئیسی و مهندسان معدن ایرانی آغاز و در سال ۱۳۳۵ در تاقدیس البرز در ناحیهٔ قم نفت قابل ملاحظه‌ای کشف کرد. در سال ۱۳۳۷ میدان گازی سراچه در شرق قم کشف شد. پس از ملی‌شدن صنعت نفت و تشکیل «شرکت ملی نفت ایران»، شرکت نفت ایران در سال ۱۳۳۹ به آن پیوست و به فعالیت اکتشافی در خارج از حوزهٔ قرارداد با کنسرسیوم سابق با نام امور اکتشاف و استخراج ادامه داد. در سال ۱۳۴۵ این شرکت در دشت مغان آذربایجان، نفت و در سال ۱۳۴۶ در گرگان، گاز کشف کرد.

امور اکتشاف و استخراج شرکت ملی نفت ایران در سال ۱۳۴۷ میدان عظیم گازی خانگیران و در سال ۱۳۶۰ میدان گازی گنبدلی را به‌ترتیب در غرب و جنوب سرخس کشف کرد. در دههٔ ۶۰ به‌دلیل هم‌زمانی با جنگ ایران و عراق، اکتشاف نفت با رکود نسبی همراه بود. در این دوره امکانات اکتشاف صرف امور تولید شد و بیشتر میدان‌های کشف شده مرتبط با متهای

نفت حاصل از چاه اکتشافی میدان نفتی مسجدسلیمان از نوع خام سبک (API =۳۹/۴) و گوگرد ۱/۳ درصد) بود. تا پیروزی انقلاب اسلامی در سال ۱۳۵۷، ۳۱۴ حلقه چاه در میدان نفتی مسجدسلیمان حفر شده و در مجموع یک میلیارد بشکه نفت از آسماری برداشت شده بود

حفاری فعالیت‌هایی بود که قبل از انقلاب آغاز شده بود.

در دهـهٔ دوم بعد از انقلاب، آهنگ فعالیت‌های اکتشـافی به‌تدریج سـرعت گرفت و امکانات بیشتری به این کار تخصیص داده شـد. با افزایش فعالیت‌ها در دههٔ سـوم انقلاب، مقدار نفت کشف‌شـده در این دوره تقریباً دو برابـر دورهٔ قبل بود. از جمله مهم‌ترین اکتشافات در این دهه، کشف میدان گازی پارس‌جنوبی است که جزء بزرگ‌ترین میادین گازی کشف‌شده در جهان است [۵].

نفت، یک‌صد سال پس از مسجدسلیمان

کشـورهای واقع در حوزهٔ جغرافیایی خاورمیانه که شـامل ایران، بحرین، عراق، کویت، عمان، قطر، عربستان سعودی و امارات متحدهٔ عربی هستند، شصت درصد مخازن قطعی نفت جهان و چهل درصد مخازن گاز طبیعی دنیا را در اختیار دارند [۸]. مخازن نفتی خاورمیانه عمدتاً سن مزوزوئیک دارند و تله‌های نفتی آن‌ها از نوع سـاختمانی و سنگ مخزن آن‌ها کربناته با عمق مخزنی متوسط (کمتر از ۴/۵ کیلومتر) و دارای قابلیت بازیافت هستند که بخش عمدهٔ آن‌ها در شصت سال اخیر کشف شده است [۴].

ایران از لحاظ منابع نفتی مقام سـوم و از نظر ذخایر گازی مقام دوم را در جهان دارد. در واقع ده درصد کل نفت کرهٔ زمین (۱۳۲/۵ میلیارد بشکه) و شانزده درصد کل گاز کشف‌شدهٔ جهان (۹۷۱ تریلیون فوت مکعب) در سـرزمین ما قـرار دارد. در مقام مقایسه تنها ذخایر نفتی عربستان سعودی و کانادا از ایران بیشتر است. در مورد مخازن گازی نیز تنها حجم ذخایر گازی روسیه از ایران بیشتر است [۲ و ۱۰].

از نظر تاریخی تولید اقتصادی نفت در خاورمیانه با اکتشاف مخزن نفتی مسجدسـلیمان در سـال ۱۹۰۸ در ایران آغاز شد، این در حالی اسـت که اکتشاف میادین نفتی کویت (۱۹۳۷) و عربستان سعودی (۱۹۳۸) نزدیک به سه دهه بعد صورت گرفت [۹].

قسمت اعظم مخازن نفت و گاز ایران در پهنهٔ زمین‌شناسی زاگرس و حوضهٔ خلیج‌فارس واقع شـده اسـت. در شمال شرق (کپه‌داغ) و شمال‌غرب (دشت مغان) کشور نیز اکتشافاتی صورت گرفته است و هم‌اکنون پی‌جویی‌ها برای یافتن مخازن جدیدتر در این نواحی در حال انجام است.

برخی از این مخازن در مرز سیاسـی بین ایران و کشورهای همسـایه واقع شـده‌اند. این مخازن که از دیدگاه زمین‌شناسی یک‌پارچه هسـتند، از لحاظ مالکیت مشـترک‌اند. بزرگ‌ترین میادین نفتی و گازی که تا به امروز در ایران کشف شده‌اند، جزء مخازن مشترک به‌حساب می‌آیند. میدان نفتی فوق‌عظیم آزادگان با ذخیرهٔ ۳۱ میلیارد بشـکه نفت درجـا و ۱۴۰۰ کیلومترمربع وسـعت، که در سال ۱۳۷۸ در هشـتاد کیلومتری غرب اهواز و نزدیک مرز ایران و عراق کشف شد، احتمالاً یک مخزن مشترک است که قسمت‌هایی از آن تا کشور عراق توسعه یافته است. اما تاکنون گزارشی از عملیات اکتشافی عراق روی این میدان نفتی که مؤید این نظریه باشـد انتشار نیافته است. بزرگ‌ترین مخزن گازی دنیا (میدان پارس‌جنوبی به همراه میدان شمال قطر) نیز یک مخزن مشترک است که به‌تنهایی ۱۹ درصد گاز کل دنیا را در خود ذخیره کرده و در صورت برداشـت کامل گاز این میدان، انرژی ده سال کل ساکنان کرهٔ زمین تأمین می‌شود. سهم ایران از این مخزن مشترک ۵۳ درصد (در میدان پارس‌جنوبی) و قطر ۴۷ درصد (در میدان شمال قطر) است.

براساس تحقیقات انجام شده در پروژهٔ عظیم «انرژی جهان» در سـازمان زمین‌شناسـی ایالات متحده (۱۹۹۸) کل کرهٔ زمین به هشـت منطقهٔ انرژی تقسـیم شده اسـت. در این تقسـیم‌بندی نواحی زمین‌شناسـی، نفتـی و گازی ایران به ۲۶ زون یا بخش طبقه‌بندی شـده‌اند. این زون‌ها عبارت‌اند از: حوضهٔ کاسـپین میانی، حوضهٔ کاسـپین جنوبی، حوضهٔ کـورا، بلندی‌های قره‌بغـاز ـ قره‌قوم، کمربنـد چین‌خوردهٔ کپه‌داغ، حوضهٔ آمودریا، کوه‌های عمان، حوضهٔ عمان، حوضهٔ ربع‌الخالی، کمان هموکلاین داخلی ـ مرکزی، بالاآمدگی غوار بزرگ، حوضهٔ ویدیـن ـ پلتفرم داخلی، ارس، قفقاز کوچک، حوضه‌های ایران مرکزی، خردقارهٔ ایران مرکزی، بلوک لوت و مناطق پست، کمربند چین‌خوردهٔ البرز، افغانستان جنوب شرقی، مکران، بلوچسـتان، افغانستان مرکزی، زون زاگرس رورانده، کمربنـد زاگرس چین‌خـورده، حوضهٔ پیش‌گودال بین‌النهرین و کمان قطر [۷].

در حدود ۴۳ درصد مخـازن ایران جزء مخازن بزرگ و بسیار بزرگ به‌حسـاب می‌آیند که تعداد ۶۴ مخزن نفتی و گازی را شـامل می‌شوند. تنها از لحاظ تعداد مخازن و بدون توجه به حجم هیدروکربورها تقریباً نود درصد مخازن بزرگ ایران کربناته و ده درصد ماسه‌سـنگی هستند. از این تعداد ۵۳/۱۲ درصد مخازن بزرگ نفتی و ۴۶/۸۷ درصد آن گازی هستند [۴]. به‌نظر می‌رسد از لحاظ حجم هیدروکربوری نیز نسبت مخازن کربناته به ماسه‌سنگی تقریباً ۹ به ۱ باشد.

مخازن اهواز، نوروز، فریدون، ابوذر، فروزان، سـاختار B، سـروش از مخازن بزرگ ماسه‌سنگی و برخی از مشهورترین مخازن بزرگ کربناته شـامل میدان پارس‌جنوبی، آزادگان، آسماری، هفت کل، بی‌بی حکیمه و خانگیران هستند.

اکتشـاف میادیـن هیدروکربـوری جدیـد و توسـعهٔ میادیـن در حـال تولید فعلی، ارائـهٔ گزارش‌های دقیق از ذخیرهٔ قطعی هیدروکربوری کشـورمان را بسـیار دشـوار سـاخته اسـت. این در حالی اسـت که برخی حوادث نیز چـون بلایای طبیعی و در برخی موارد، ناآرامی‌های مرزی حمایت‌شـده از طرف کشورهای اسـتعماری این ارقام را تحت‌الشـعاع قـرار می‌دهد. برای مثـال در جنگ ایران و عـراق، در سـال ۱۹۸۰ چندیـن میـدان هیدروکربوری به‌دسـت رژیم بعث عراق از بین رفت [۱].

بسیاری از نام‌های میادین نفتی و گازی ایران بعد از انقلاب اسلامی تغییر یافتند و گزارشی دقیق از آن ارائه نشد. برخی میادین دارای دو نام متفاوت‌اند یا با تلفظ‌های مختلف بیان می‌شوند. برای مثال دو میدان کوشک و حسینیه امروزه مجموعاً میدان یادآوران نامیده می‌شوند و یا میادین ابوذر (اردشیر سابق) و دورود (داریوش سابق) مثال‌هایی از تغییر نام میادین است. این قبیل تغییرنام‌ها اجتناب‌ناپذیر است و در کشورهای دیگر نیز به‌چشم می‌خورد. برای مثال بعد از فروپاشی رژیم بعث عراق، میدان نفتی صدام به آجیل[۳۶] تغییر نام یافت [۱ و ۴].

در کنار این مسائل، دشواری دسترسی به اطلاعات به‌روزشده و دقیق، خلأ یک بانک اطلاعاتی را برای کشوری که جزء سه کشور اول از لحاظ منابع انرژی هیدروکربوری است، نشان می‌دهد. داشتن اطلاعاتی کلی دربارهٔ موقعیت و پراکندگی، ذخیرهٔ قطعی، نوع تلهٔ مخزنی، سنگ مخزن، سنگ منشأ، سنگ‌پوش و معلوماتی از این قبیل بسیار ضروری است.

براساس تخمین مجلهٔ نفت و گاز، در سال ۲۰۰۵ میزان

▲ تصویر ۱۰: میادین نفتی ایران در زاگرس و خلیج‌فارس

▲ تصویر ۱۱: میادین گازی ایران در زاگرس و خلیج‌فارس

ذخیرهٔ قطعی مخازن نفتی ایران به ۱۲۵/۸ میلیارد بشکه (ده درصد کل نفت دنیا) رسیده است. با محاسبهٔ گزارش وزارت نفت بعد از کشف میادین کوشک و حسینیه در استان خوزستان ذخیرهٔ قطعی به ۱۳۲ میلیارد بشکه افزایش یافت. اکثر مخازن نفتی ایران در میادین بزرگ خشکی[۳۷] در منطقهٔ خوزستان و نزدیک مرز عراق قرار دارد. به‌طور کلی ایران چهل مخزن تولیدی بزرگ (۲۷ میدان در خشکی و ۱۳ میدان در دریا[۳۸]) دارد. میادین نفتی خشکی به‌ترتیب اهمیت و حجم تولید عبارت‌اند از: اهواز ـ آسماری، گچساران، بنگستان، مارون، آغاجاری، کرنج ـ پارسی، رگه‌سفید، بی‌بی‌حکیمه، پازانان. همچنین میادین نفتی سلمان، دورود، ابوذر، سیری E و A و سروش ـ نوروز به‌ترتیب دارای مهم‌ترین مخازن نفتی دریایی هستند [۳].

بیشتر مخازن هیدروکربوری ایران با استفاده از مطالعات لرزه‌شناختی و زمین‌شناختی کشف شده‌اند، ولی در برخی

▲ تصویر ۱۲: میدان گازی بسیار بزرگ پارس‌جنوبی؛ گنبدشمالی در خلیج‌فارس، بزرگ‌ترین میدان گازی جهان

موارد هم تراوش هیدروکربورها به سطح زمین، زمینه‌ساز اکتشاف میادین نفتی شده است. مخازن نفتی مسجد سلیمان، نفت‌شاه، آغاجاری، نفت سفید از این روش کشف شده‌اند. مخازن در ایران عمدتاً دارای تله‌های ساختمانی تاقدیسی هستند. همچنین برخی از مخازن نفتی مانند میدان نفتی رخش با تله‌های ساختمانی همراه با نفوذ گنبدهای نمکی در ارتباط‌اند[۱].

ایران دارای مخازن شکستهٔ بزرگ و بسیار بزرگ است که اغلب سنگ مخزن آن‌ها سازند آسماری با سن الیگومیوسن

▲ تصویر ۱۳: موقعیت میادین نفت و گاز عظیم ایران و خاورمیانه

است. مخازن آغاجاری، بی‌بی حکیمه، هفتکل، سلیمان (کوه آسماری)، کازرون (کوه دشتک)، لالی (کوه پابده ـ گورپی)، گچساران (کوه پاهین)، پاریس، پازانان، کرنج، پرسیاه، مسجدسلیمان از جملهٔ این مخازن‌اند. همچنین شکستگی گروه بنگستان در مخزن بل حوران و یاماما در مخزن دورود (هر دو به سن کرتاسه) عامل اصلی ایجاد مخزن بوده‌اند [۱ و ۶].

عمدتاً شیل‌ها و سنگ آهک‌های آرژیلیتی سازندهای گورپی و کژدمی سنگ، منشأ بیشتر میادین نفت و گاز ایران را تشکیل می‌دهند. در برخی مخازن نیز، سازند گرو، برخی از سازندهای گروه بنگستان (به‌ویژه سروک و ایلام) و برخی از سازندهای گروه خامی (به‌ویژه گدون و بخش زیرین سورمه) سنگ منشأ نفت و گاز شناخته شده‌اند. سازند گورپی در میادین هفتکل، کرنج، مسجدسلیمان، نفت‌شاه، پرسیاه، پاریس، پازانان، مارون، نفت سفید و سازند کژدمی در مخازن سیروس، بل حوران و نوروز به‌تنهایی سنگ منشأ هستند و در مخازن آغاجاری، بی‌بی‌حکیمه، بینک، لبه‌سفید، رگه‌سفید، اهواز و منصوری هر دو این سازندها (گورپی و کژدمی) به‌طور مشترک سنگ منشأ را تشکیل می‌دهند. در بقیهٔ مخازن چون خرگ (گدون و گچساران)، کوپل (گورپی و گروه بنگستان)، مارون و نفت سفید (گروه بنگستان)، رستم (سروک و بخش زیرین سورمه)، رخش (گدون و بخش زیرین سورمه)، سولابدار (کژدمی و گروه خامی)، بحر گانسار (گورپی، ایلام و کژدمی) سنگ منشأ هستند. سنگ منشأ ایالت مخازن گازی حوضهٔ خلیج‌فارس شیل‌های سیلورین زیرین (سازند سرچاهان) است [۱].

سنگ مخازن نفتی ایران عمدتاً سن کرتاسه و ترشیری دارد و در میادینی مانند ساسان و رخش، سازند عرب به سن ژوراسیک سنگ مخزن است. سازند آسماری در مخازن شکسته و همچنین در مخازن لبه‌سفید، رگه‌سفید، بینک، خرگ، کوپل، مارون، نفت‌شاه، نفت‌سفید از اصلی‌ترین سنگ مخازن ایران است. گروه بنگستان (در مخازن بل حوران، آقاجری، بینک، کوپال، مارون، لبه‌سفید، نفت‌سفید)، نهر امر، کژدمی، بورگان، سروک، فهلیان، گروه خامی، ایلام، عرب، غار و جهرم از دیگر توالی‌های مخزنی مهم هستند [۱]. برخی مخازن دارای سنگ مخزن ماسهٔ تحکیم‌نیافته هستند که مخازن سیروس (بورگان) و فروزان از آن جمله‌اند [۴].

سنگ مخزن مخازن گازی ایران عمدتاً سن پرموتریاس دارد و در گروه دهرم (سازندهای فراقون، دالان و کنگان) واقع شده است. تولید مخازن بسیار بزرگ گازی کوه‌مند، پارس‌جنوبی و پارس‌شمالی، نار، دالان، آغار، لامرد، واروی، سمند، کنگان، بندوبست، هما، تابناک، شانول و عسلویه در ایران و سایر میادین در منطقهٔ خلیج‌فارس و کشورهای پیرامون آن نیز از این توالی‌های کربناته صورت می‌گیرد. بقیهٔ مخازن، سنی جوان‌تر دارند، همچون میدان‌های تنگ بیجار در سازند سروک، سرخون در سازند جهرم و عضو گوری، گورزین در سازند آسماری، سازندهای سروک و فهلیان، گشوی جنوبی در سازندهای سروک، پابده و آسماری، سورو در سازندهای گدوان و داریان، مخازن پارس‌جنوبی، پارس‌شمالی، کنگان، نار در حوضهٔ خلیج‌فارس و خانگیران (حوضهٔ شمال شرق) به‌ترتیب بیشترین حجم گاز را دارا هستند [۲].

سنگ پوشش مخازن نیز اغلب سازند گچساران و

بنگستان است و همچنین سازندهای کژدمی، هیث، بورگان، سروک، گدون، گورپی، گروه خامی، بخش زیرین سورمه، بخش زیرین فارس، جهرم در میادین مختلف سنگ پوشش هستند. سازند گچساران در هفتکل، کرنج مسجدسلیمان، پرسیاه، پاریس، پازانان، آغاجاری، بی‌بی‌حکیمه، بینک، خرگ، لبه‌سفید، مارون، نفت‌سفید، رگه‌سفید، اهواز، میدان گچساران، منصوری، نفت‌شاه‌سنگ پوشش است. سازند بنگستان هم در میادین بل حوران، نفت‌سفید، آغاجاری، بینک، لبه‌سفید، مارون، گچساران، بحر گانسار و کوپال و سازند کژدمی در مخازن رخش، رستم، منصوری، نوروز و سولابدار (به همراه گروه خامی) سنگ پوشش است. سازندهای سروک (در مخازن بی‌بی‌حکیمه، رگه‌سفید و اهواز)، هیث (در مخازن ساسان، رخش و رستم)، بورگان به همراه کژدمی (سیروس)، گدون (خرگ)، گورپی (در مخازن کوپال و اهواز)، سورمهٔ زیرین (رستم)، فارس زیرین (بحر گانسار) و جهرم (بحرگانسار) نیز سنگ پوشش هستند[۱].

نتیجه‌گیری

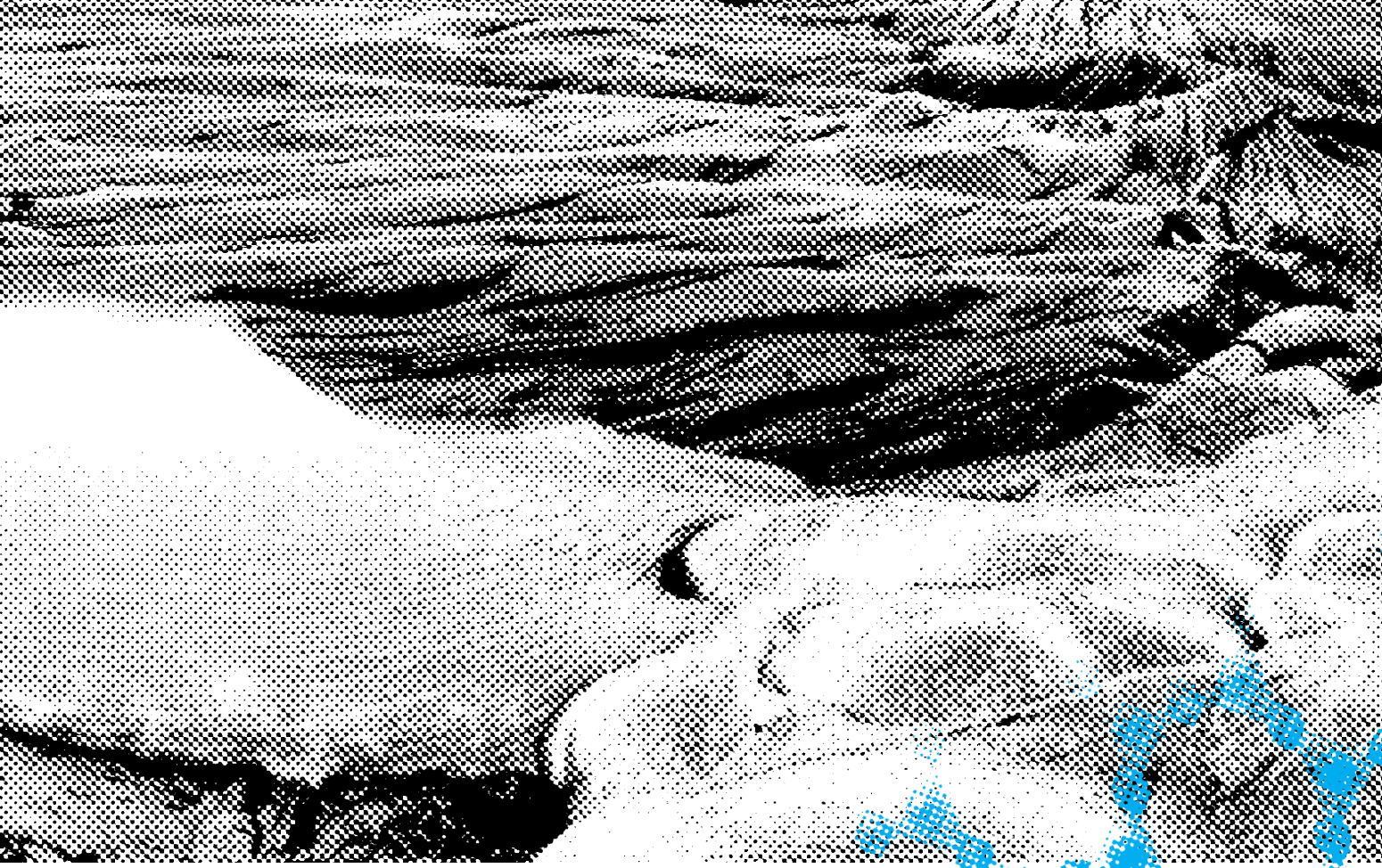
به‌نظر می‌رسد با رشد صنعتی جهان و تغییر موازنهٔ رشد صنعتی به سود قدرت‌های اقتصادی نوظهور آسیا، در قرن بیست‌ویکم تأمین انرژی همچنان بزرگ‌ترین چالش جهان خواهد بود. منابع هیدروکربوری سرشار کشور ما موهبتی الهی است که به یمن بهره‌مندی از آن می‌توانیم سرزمینی آبادتر و دنیایی بهتر برای خود و نسل‌های آیندهٔ این سرزمین بسازیم. با این همه، سوخت‌های فسیلی تجدیدناپذیرند و روزی پایان خواهند یافت. علوم زمین مهم‌ترین زیرساخت کشف و بهره‌برداری از ذخایر هیدروکربوری هستند. تقویت بنیهٔ علمی کشور در رشتهٔ زمین‌شناسی و آگاهی عمیق‌تر از ویژگی‌های زمین‌شناسی ایران، ما را به شناخت، بهره‌برداری، مدیریت، حفظ و نگهداری هرچه بهتر از این ثروت ملی و میراث آیندگان رهنمون می‌سازد.

پی‌نوشت‌ها

1. Foreland 2. Jacques de Morgan 3. Annales de Mines
4. Mission Scientifique 5. Oil seeps 6. Monsieur Edouard Cotte
7. Sir Henry Drummond Wolff 8. William Knox D'Arcy
9. Devonshire 10. Alfred L. Marriott 11. H.T Burls
12. Sir Arthur Hardinge 13. First Exploration Company
14. George Bernard Reynolds 15. Royal Indian Engineering College
16. Dutch 17. C.B. Rosenplaenter 18. Sir John Fisher
19. Concessions Syndicate Ltd. 20. Scottish Burma Oil Company
21. Lord Strathcona 22. W. H. Dalton 23. Louis Dan
24. Boverton Redwood 25. Cunningham Craig 26. Arnold Wilson
27. Clifton College 28. S.W Persia: A political officer's diary
29. Edwin Drake 30. Titsuville 31. R.K. Richardson
32. Angelo-Persian Oil Company (APOC) 33. Daniel Yergin
34. Shell 35. La Rosa 36. Ajil 37. Onshore38. Offshore

منابع

1. Alsharhan A.S. & Nairn A.E.M. (1997) Sedimentary basins and petroleum geology of the Middle East. Elsevier, Amsterdam, 942 p.
2. Bahmannia G. (2006) Developing Gas Markets in Persian Gulf Case Study: IRAN, 23rd Gas Conference, Amsterdam.
3. Energy Information Administration (EIA) (2006) International Energy Outlook, Office of Integrated Analysis and Forecasting, U.S. Department of Energy, Washington, DC 20585.
4. Horn M.K. (2003) Giant fields 1868-2003, Data on a CD-ROM, in M. Halbouty, ed., Giant oil and gas fields of the decade 1990-1999: AAPG Memoir 78, 340 p. Modified November 2006 in order to reflect giant oil discoveries 2000-2006.
5. Kinzer (2003) All the Shah's Men, pp. 48-9.
6. Nelson R.A. (2001) Geologic Analysis of Naturally Fractured Reservoirs, 2nd edition, Gulf professional Publishing, USA, 323 P.
7. Pollastro R. M., Persits F. M., and Steinshouer D.W. (1998) Map showing geology, oil and gas fields, and geologic provinces of Iran. U.S. Geological Survey Open-File Report 97-470G.
8. Riazi M.R, Ali Mansoori G., Al-Hadad A.A (2006) An update on the developments in petroleum production research in the Middle East, Journal of Petroleum Science and Engineering, Vol. 55, Issues 1-2, PP 1-5.
9. Riazi M.R., Merrill R.C., Mansoori G.A., (2004) Producation Research in the Middle East 42 (2-4) (April).
10. Saxton J. & Chairman (2006) Iran,s oil Gas wealth, US Congress, Joint Economic committee, Research Report # 109-310.
11. Sorkhabi Rasoul (2012) The Centenary of the First Oil Well in the Middle East. Geo Expro Magazine, Issiue 5, Volume 9.
12. http://tarikhirani.ir/fa/events/3/EventsList



ماگماتیسم و فرایندهای ماگمایی

محمدحسن بازوبندی
مدرس دانشگاه فرهنگیان

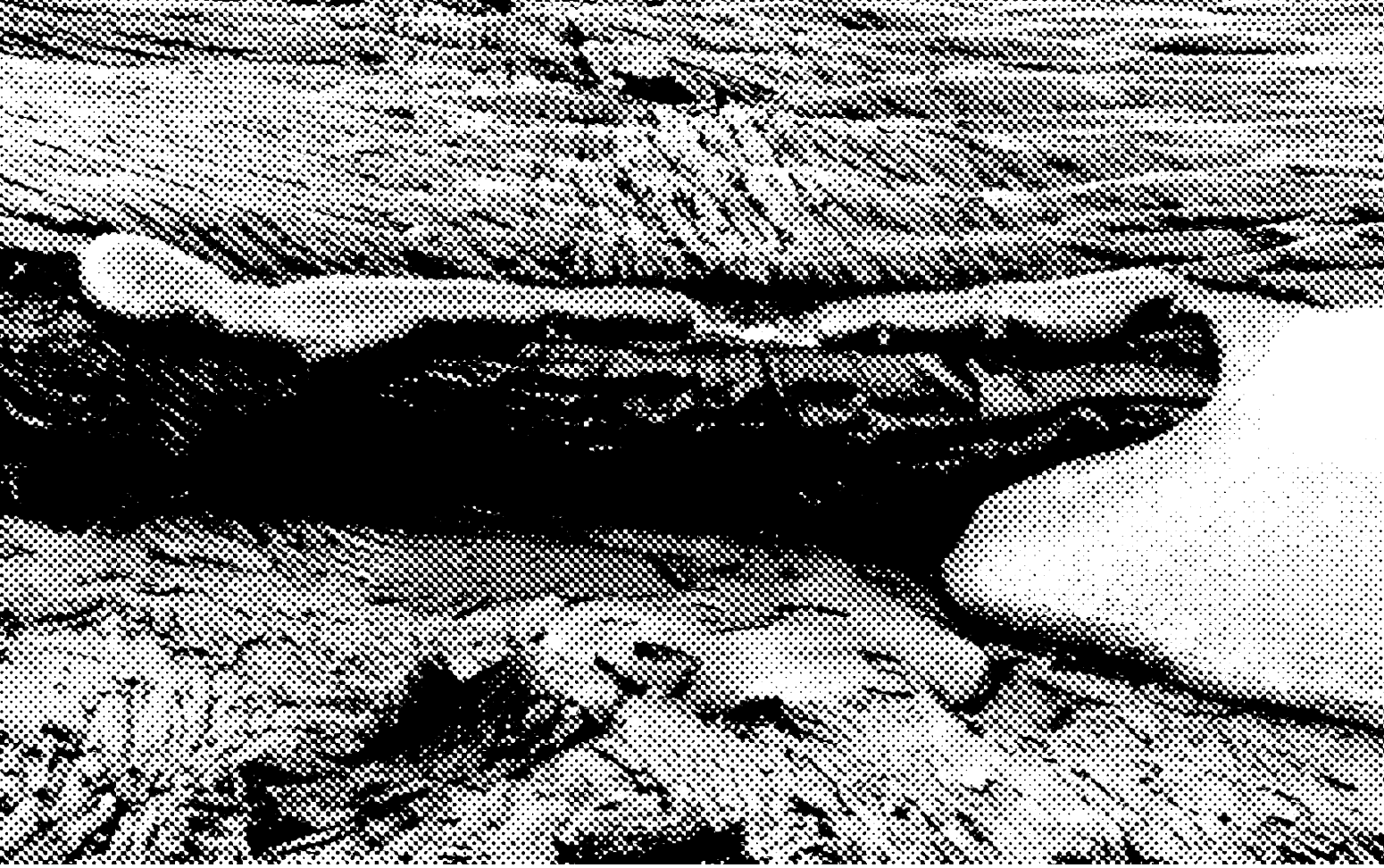
مقدمه

ماگما مفهومی اساسی و زیربنایی در زمین‌شناسی، به‌ویژه در مبحث سنگ آذرین، فرایندهای آتش‌فشانی، زمین‌ساخت ورقه‌ای و فرضیهٔ گسترش بستر اقیانوس‌ها به‌حساب می‌آید. با توجه به این‌که در فصل ششم کتاب زمین‌شناسی سال سوم به بحث ماگماتیسم و سنگ آذرین و در فصل‌های سوم و پنجم کتاب علوم زمین پیش‌دانشگاهی به‌طور مستقیم و غیرمستقیم به بحث ماگما پرداخته شده است، در این مقاله نگاهی اجمالی به مباحث مربوط به ماگما داریم.

کلیدواژه‌ها: ماگما، گدازه، گرانروی، سری واکنشی بوون، دیاپیر

تعریف ماگما

ماگما[1] کلمه‌ای یونانی و به معنای خمیر است که برای مذاب‌های طبیعی و عمدتاً سیلیکاتی به‌کار برده می‌شود. به‌عبارت دیگر، ماگما ماده‌ای طبیعی، سیال، داغ و سازندهٔ سنگ‌های آذرین است. موقعی که ماگما بیرون ریخته می‌شود، علاوه بر تولید گدازه یا نهشته‌های خرد شده، مقدار زیادی مواد فرّار نیز آزاد می‌کند که به اتمسفر یا هیدروسفر زمین وارد می‌شود. ماگمایی که به سطح زمین برسد، گدازه[2] خوانده می‌شود. ماگما ممکن است کاملاً مایع یا نیمه‌متبلور و حاوی مواد فرّار باشد، در حالی که گدازه‌ها



معمولاً نیمه‌متبلورند.

یاگار[۳] معتقد است ماگماها از لحاظ محتوای گاز به سه دستهٔ زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

الف. هیپوماگما: این نوع ماگما حاوی گاز فراوانی است که تحت فشار زیاد لیتواستاتیک به‌صورت محلول در ماگماست.

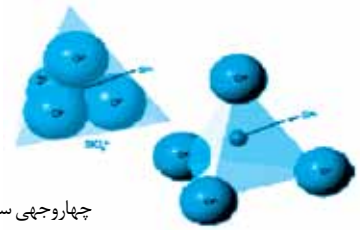
ب. پیروماگما: این نوع ماگما نیز گاز زیادی دارد که در آن گازها به‌صورت کف آزاد شده، اما هنوز از ماگما خارج نشده است.

ج. اپی‌گما: ماگمایی است فقیر از گاز و شبیه گدازه‌ایی، که گازهای آن خارج شده‌اند.

گرانروی[۴] ماگما

گرانروی (ویسکوزیته) مهم‌ترین ویژگی فیزیکی ماگماست. گرانروی عبارت است از مقاومت داخلی یک سیال در برابر جریان یافتن که اغلب به‌صورت اصطکاک داخلی توصیف می‌شود. در اصطلاح دقیق علمی، گرانروی عبارت است از نسبت تنش برشی به تغییر شکل برشی که در سیستم SI برحسب نیوتن ثانیه در هر مترمربع (Ns/m^2) و در سیستم c.g.s. برحسب پواز بیان می‌شود. یک پواز معادل ۰/۱ نیوتن ثانیه در هر مترمربع است. اختلاف گرانروی مواد مذاب حاصل از سنگ‌های آذرین معمولی، تابع تغییرات دما و اختلاف ترکیب شیمیایی آن‌هاست. معمولاً با افزایش دما گرانروی کاهش می‌یابد. حرارت ماگما به‌طور معمول بین ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد متغیر است. ماگماها وقتی می‌توانند به سطح زمین برسند که حرارتی بین ۹۵۰ درجه سانتی‌گراد برای ریولیت‌ها تا ۱۲۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد برای بازالت‌ها داشته باشند، زیرا در دمای کمتر از آن، ماگماها منجمد می‌شوند و در همان عمقی که هستند، می‌مانند. با افزایش مقدار سیلیس مادهٔ مذاب، گرانروی نیز افزایش می‌یابد. برای مثال در دمای $1300\ ^\circ c$ درجه سانتی‌گراد گرانروی مذاب کومندیت (ریولیت آلکالن) که ۷۳/۴درصد سیلیس دارد هزار برابر ($10^3=10^2\div10^5$ پواز) گرانروی هاوایی‌ایت است که حدود ۴۷/۸ درصد SiO_2 دارد.

در اغلب کانی‌های سیلیکاتهٔ معمولی، چهار یون اکسیژن به یک کاتیون سیلیسیم متصل می‌شود و چهاروجهی تشکیل می‌دهد. هر یون اکسیژن با داشتن انرژی پتانسیلی به کاتیون سیلیسیم متصل می‌شود و در نتیجه ساختمان‌های سیلیکاتی زنجیری، حلقوی، ورقه‌ای و داربستی را به‌وجود می‌آورد. اتصال چهاروجهی‌های سیلیس ـ اکسیژن به همدیگر را معمولاً پلیمریزاسیون می‌گویند. بنابراین با افزایش مقدار سیلیس مذاب، درصد پلیمریزاسیون افزایش می‌یابد، یعنی مذاب‌های ریولیتی پلیمریزه‌تر از مذاب‌های آندزیتی و مذاب‌های آندزیتی نسبت به مذاب‌های بازالتی گرانروی بیشتری دارند.



چهاروجهی سیلیسم -اکسیژن

ماگما[۱] کلمه‌ای یونانی و به معنای خمیر است که برای مذاب‌های طبیعی و عمدتاً سیلیکاتی به‌کار برده می‌شود

در هنگام تبلور ماگما، با پیشرفت تبلور، گرانروی ماگما نیز افزایش می‌یابد، زیرا افزایش فازهای جامد و بالا رفتن درصد سیلیس در مایع باقی‌مانده موجب افزایش گرانروی ماگما می‌شود.

علاوه بر مقدار سیلیس، مقدار مواد فرّار نیز در گرانروی ماگما مؤثر است. آب و دی‌اکسیدکربن از فراوان‌ترین مواد فرّار ماگما به‌حساب می‌آیند. اگر آب در یک مذاب سیلیکاته حل شود، نسبت آنیون‌های غیرپیوندی به کاتیون‌های گرانروی افزایش می‌یابد و در نتیجه پلیمریزاسیون و گرانروی مذاب کاهش می‌یابد.

ترکیب شیمیایی ماگما

ماگما پس از تبلور، سنگ‌های آذرین را تشکیل می‌دهد. این سنگ‌ها عمدتاً از سیلیکات‌های مختلف تشکیل شده‌اند، یعنی ترکیب شیمیایی ماگما عمدتاً مواد سیلیکاتی است که انواع فلدسپات‌ها، میکاها، آمفیبول‌ها، پیروکسن‌ها، کوارتز و گاهی الیوین و به‌ندرت فلدسپاتوئیدها را در خود دارد. البته افزون بر آن‌ها، کانی‌های غیرسیلیکاتی یا کانی‌های محتوی عناصر کمیاب نیز در ترکیب ماگما یافت می‌شوند. از مهم‌ترین عناصر موجود در ماگما می‌توان به Na، K، Si، Al، Ca، Mg، Fe، و O اشاره کرد. از مهم‌ترین اکسیدها باید به H_2O، P_2O_5، MnO، TiO_2، K_2O، Na_2O، MgO، CaO، Fe_2O_3، FeO، SiO_2، Al_2O_3، و CO_2 اشاره کرد. از مواد فرّار موجود در ماگما نیز موارد زیر را می‌توان نام برد: SO_2، SH_2، H_2، $FeCl_3$، NH_3، AlCl3، BO_3، HF، HCl، CO، و CH_4.

ترکیب شیمیایی ماگما بین دو قطب اسیدی (گرانیتی) و بازی (بازالتی) متغیر است. ماگماهای اسیدی آن‌هایی هستند که درصد سیلیس آن‌ها از ۶۶درصد بیشتر است. اگر مقدار درصد سیلیس بین ۵۲ تا ۶۶ درصد باشد به آن ماگمای حد واسط و اگر بین ۴۵ تا ۵۲ درصد باشد به آن ماگمای بازی و چنانچه کمتر از ۴۵ درصد باشد به آن ماگمای فوق بازی (تحت اشباع از سیلیس) می‌گویند.

در جدول زیر، ترکیب متوسط ماگماهای بازالتی و گرانیتی با یکدیگر مقایسه شده‌اند. با کمی دقت می‌بینیم که این دو نوع ماگما از نظر درصد SiO_2، FeO، MgO، CaO، TiO_2، آب و فلزات قلیایی با هم تفاوتی معنادار دارند و با کمی تأمل درمی‌یابیم که: عمق منشأ ماگما با درصد SiO_2، H_2O، ماگما نسبت عکس و با درصد FeO، MgO، TiO_2 و میزان $\frac{CO}{CO_2}$ و $\frac{H}{H_2O}$ نسبت مستقیم دارد

جدول ۱. مقایسهٔ ترکیب شیمیایی ماگمای بازالتی با ماگمای گرانیتی.

ترکیب متوسط ماگمای بازالتی	ترکیب متوسط ماگمای گرانیتی	درصد اکسیدها
۴۹/۱۲	۶۸/۶۵	SiO_2
۱۳/۸۵	۱۴/۵۰	Al_2O_3
۱/۷۵	۱/۷۱	Fe_2O_3
۹/۶۲	۱/۲۳	FeO
۸/۶۶	۰/۸۲	MgO
۱۰/۱۵	۱/۹۸	CaO
۲/۰۴	۳/۲۱	Na_2O
۰/۶۸	۴/۱۵	K_2O
۱/۹۵	۰/۲۴	TiO_2
۰/۱۸	۰/۱۱	MnO
۰/۳۴	۰/۴۱	P_2O_5
۰/۶۱	۱/۵۷	H_2O
۰/۷۲	۰/۹۸	CO_2
۰/۳۳	۰/۴۴	سایر مواد فرّار
۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	جمع

تولید ماگما

در تولید ماگماهای اولیه، مکانیسم‌های متعددی دخالت دارند و در طی مراحل مختلف تکامل یک سیاره، مکانیسم‌های ویژه‌ای فعال بوده‌اند. امروزه نیز در هر موقعیت تکتونیکی زمین، مکانیسم خاص حاکم است. برای مثال، مکانیسم تولید ماگما در مناطق فرورانش با مکانیسم حاکم بر مناطق داغ متفاوت است، اما در خمیرکره که در زیر سنگ‌کره و در قسمت بالایی گوشته واقع شده است و دمای آن به دمای ذوب سنگ‌ها نزدیک است. به‌طور کلی سه مکانیسم زیر برای تولید ماگما وجود دارد:

الف. افزایش دما در فشار ثابت: در اغلب موارد فرض بر این است که صعود ماگما، نتیجهٔ افزایش حرارت است. منبع اصلی انرژی گرمایی داخلی زمین در حال حاضر، واکنش‌های رادیواکتیو است.

ب. کاهش فشار در دمای ثابت: ذوب بر اثر کاهش فشار به دو صورت است: ۱. حرکت نسبتاً سریع و رو به بالای مواد سازنده‌ی گوشته؛ ۲. کاهش فشار لیتواستاتیک که معمولاً باعث فشردگی سنگ‌های گوشته می‌شود. جریان‌های همرفتی گوشته یا صعود مواد مذاب به‌صورت دیاپیری، هر دو جزء این مکانیسم‌اند. این نوع فرایند تولید ماگما را، تولید ماگما تحت تأثیر کاهش فشار آدیاباتیک نیز می‌گویند. مفهوم کاهش فشار آدیاباتیک این است که کاهش فشار بدون ورود یا خروج گرما از سیستم رخ می‌دهد.

ج. کاهش دمای ذوب سنگ‌های گوشته در اثر ورود و افزایش مواد فرار: ورود مواد فرار در سنگ‌های بی‌آب که نزدیک به دمای نقطهٔ ذوب خود به‌سر می‌برند، باعث ذوب بخشی از آن‌ها می‌شود. در مناطق فرورانش که یک ورقه به زیر دیگری فرورانده می‌شود، این شیوهٔ تولید ماگما رونق بسیار دارد.

منشأ ماگما

الف. منشأ ماگمای گرانیتی: این نوع ماگماها دو منشأ مختلف دارند. ۱. ماگماها مستقیماً از ذوب پوستهٔ اسیدی زمین حاصل شده‌اند؛ ۲. از ماگماهای آندزیتی و حدّ واسط به‌وجود آمده‌اند.

ب. منشأ ماگماهای بازالتی: ماگماهای بازالتی در هر جا و هر زمان تقریباً ویژگی‌های شبیه به یکدیگر و یکسان دارند. دانشمندان معتقدند این‌گونه بازالت‌ها از یک طبقهٔ مولد که در اعماق زمین قرار دارد و جنس آن شبیه بازالت است، به‌وجود آمده‌اند. اختلافات کلی ماگمای بازالتی با ماگمای گرانیتی حاصل از ذوب سنگ‌های دگرگونی پوستهٔ قاره‌ای در جدول زیر آمده‌اند.

حرکت و ذخیرهٔ ماگما

مطالعات لرزه‌نگاری و ژئوفیزیکی مناطق آتش‌فشانی (مانند هاوائی) حکایت از آن دارد که ماگما از خلال لایه‌های بالایی خود عبور کرده و به قسمت‌های کم‌عمق پوسته رسیده است. ماگما با سرعت‌ها و مکانیسم‌های مختلف جابه‌جا می‌شود. مایعات مذاب با سرعت زیاد به داخل مناطق کم‌فشار و در شبکه‌ای از سنگ‌های قابل تغییر شکل فازهای جامد باقی‌مانده به حرکت درمی‌آیند. یک تودهٔ ماگمایی به محض جدا شدن از شبکهٔ فازهای جامد باقی‌مانده از راه شکستگی‌ها یا تغییر شکل و کنار زدن مواد پوششی جامد یا به‌دلیل خروج محلول‌ها صعود می‌کند.

یودر (۱۹۷۶) نیروی اصلی صعود ماگما را یکی از دو نیروی زیر می‌داند: ۱) فشردگی بیش از حد؛ ۲) شناوری.

۱. فشردگی بیش از حد

بر سنگ‌های شکنندهٔ سنگ کره، فشردگی بیش از حدی وارد می‌شود، به نحوی که در هر نقطه، واقع در درون سنگ کره به‌طور معمول فشارهای عمودی (ژئواستاتیک) ناشی از وزن سنگ‌های فوقانی وارد می‌شود. حال اگر ستونی از ماگما را که چگالی کمتری نسبت به سنگ‌های تحت فشار دارند، در نظر بگیریم، درمی‌یابیم که چنین ماگمایی به راحتی از آن عمق به سطح زمین راه پیدا می‌کند. هولمز (۱۹۴۴) معتقد است که حتی ظهور قله‌های بزرگ آتش‌فشانی نیز به‌دلیل وجود همین افزایش فشار سنگ‌های طبقات بالایی انجام می‌شود.

۲. شناوری

رانش رو به بالای یک تودهٔ غوطه‌ور در یک سیال را شناوری گویند. نیروی شناوری مجموع تمام بردارهای نیروهایی است که از طرف سیال بر تودهٔ غوطه‌ور اعمال می‌شود. این نیرو همیشه رو به بالا عمل می‌کنند، زیرا فشارهای مؤثر بر قسمت زیرین توده بیشتر از فشارهای وارد شده بر قسمت بالایی آن است. اگر نیروی شناوری بیشتر از نیروی وزن توده باشد، توده به بالا خواهد آمد و برعکس، اگر نیروی وزن بیشتر باشد، توده فرو خواهد رفت. نیروی شناوری و وزن هر دو برحسب نیوتن سنجیده می‌شوند.

معمولاً ماگما به‌صورت دیاپیر به سمت بالا حرکت می‌کند. دیاپیر از دو کلمهٔ دیا (از میان، از وسط = Dia) و پیر (سوراخ کردن، رخنه کردن = Peiro) گرفته شده است. در اصطلاح زمین‌شناسی، دیاپیرها، توده‌های سنگی یا ماگمایی شناوری هستند که ضمن حرکت به سمت بالا سنگ‌های فوقانی را سوراخ می‌کنند. دیاپیرها وقتی تشکیل می‌شوند که یک تودهٔ سنگی یا ماگمایی با مواد سنگی سنگین‌تر محصور شده باشند. در این‌صورت بر توده سبک‌تر که چگالی کمتری نیز دارد، نیروی شناوری اعمال می‌شود. البته در برخی نواحی دیاپیرهایی از جنس نمک (هالیت) با چگالی کم تشکیل می‌شوند. برخی از توده‌های بزرگ گرانیت و گنیس گرانیتی به‌صورت دیاپیری جایگزین می‌شوند.

عقیده بر این است که دیاپیرهای بزرگ از گوشتهٔ فوقانی زمین نشأت می‌گیرند، یعنی محلی که در تولید انواع فراوان ماگمای بازالتی اهمیت بسیار دارد. چنین دیاپیرهایی ممکن است در نتیجهٔ افزایش مواد فرّار یا افزایش دمای یک توده از سنگ‌های سازندهٔ گوشته تشکیل شده باشند. دیاپیر پس از صعود و رسیدن به اعماق کمتر، در محیط کم‌فشارتر قرار می‌گیرد و چنانچه گرمای آن به گوشتهٔ اطراف منتقل نشود، ذوب بخشی پیش خواهد آمد.

مخازن ماگمایی

شواهد ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و پترولوژیکی حکایت از آن دارد که در زیر برخی از آتش‌فشان‌ها، ذخایر ماگمایی وجود دارند. این مخازن ماگمایی اشکال و اندازه‌های متعدد دارند

جدول ۲. اختلافات کلی ماگماهای گرانیتی با ماگماهای بازالتی.

ماگمای گرانیتی دارای منشأ پوسته‌ای	ماگمای بازالتی	اختلافات
اسیدی و دارای چند درصد آب	بازیک و تقریباً بی‌آب	از لحاظ ترکیب شیمیایی
اعماق کمتر از ۲۰ کیلومتر	عمق ۵۰ تا ۲۰۰ کیلومتری	از نظر محل تولید ماگما
۸۰۰ تا ۶۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد	۱۲۰۰ تا ۱۵۰۰ درجه سانتی‌گراد	از نظر حرارت اولیه ماگما
نقطهٔ انجماد بالا می‌رود	نقطهٔ انجماد پایین می‌آید	تغییرات نقطهٔ انجماد در حین بالاآمدن ماگما
گاهی اوقات	اکثر اوقات	امکان خروج ماگما از زمین
ریولیت (خروجی) گرانیت (عمقی)	بازالت (خروجی) گابرو (عمقی)	سنگ حاصل از انجماد

و احتمالاً از آشـیانه‌های منفرد تا شبکه‌های پیچیده‌ای که با دایک‌ها و سـیل‌ها به هم مرتبط می‌شوند، متغیرند. مطالعات ژئوفیزیکی نشان داده است که مخزن ماگمایی در زیر آتش‌فشان کیلوآ به‌صورت گلابی‌شـکل اسـت. به عقیدهٔ مور (۱۹۸۳) در آتش‌فشان‌های ریفت شرق هاوایی، چند مخزن ماگمایی وجود دارد و مرتباً با ماگمایی که از قسمت‌های عمیق‌تر بالا می‌آید، پر می‌شوند. بعضی از مخازن ماگمایی همچون مخزن ماگمایی پشته‌های اقیانوسی خیلی بزرگ‌اند. این مخازن بزرگ ماگمایی در اعماق کم و در زیر بلافصل پشـته‌های اقیانوسی قرار دارند مانند مخازن، ماگمایی زیر پشته اقیانوس اطلس.

تبلور ماگما

تبلور ماگما به‌طور کلی به دو صورت دیده می‌شود:
۱. تبلور تعادلی؛ ۲. تبلور تفریقی (جزء به جزء).

۱. تبلـور تعادلـی: در این نـوع تبلـور، بلورها پس از تشکیل، به‌طور مداوم با مذاب باقی‌مانده واکنش می‌دهند و ترکیب کل سیستم ثابت می‌ماند و به‌عبارت دیگر، موقعیتی برای تفریـق ماگمایی وجود نـدارد. در نتیجه یک ماگما با ترکیب بازالتی، متناسـب با عمق، بازالـت، دلریت، گابرو یا اکلوژیت تشکیل خواهد داد. که همگی ترکیب بازی هستند.

۲. تبلـور تفریقی (تبلور جزء بـه جزء): در این نوع تبلـور، بلورها پس از تشـکیل با مـذاب باقی‌مانده واکنش می‌دهند و ترکیب مذاب پیوسـته تغییـر می‌کند. به‌عبارت دیگر، تبلور جزء به جزء عبارت اسـت از تشـکیل کانی‌های مجزا از ماگمای باقی‌مانده که با ایجاد پوشـش روی کانی یا خروج کانی‌ها از مذاب باقی‌مانده انجام می‌شـود. تبلور جزء به جزء فرایند تفریقی مهمی اسـت، زیـرا می‌تواند مایعات باقی‌مانـدهٔ متعددی تولید کند که ترکیـب آن‌ها با ترکیب ماگمای مادرشان متفاوت است. به این پدیده، تفریق ماگما نیـز می‌گویند. یعنی از یک ماگمای بازی ترکیب‌های بازی، حد واسط و اسیدی تولید می‌شود.

قوانیـن مربـوط بـه تبلـور تفریقـی ماگما بـه کمک پژوهش‌های آزمایشگاهی نیکولا بوون و شاگردانش (۱۹۲۸) تدوین شـده‌اند. بوون دریافت که در طول سرد شدن ماگما، تمـام سـیلیکات‌ها در یک زمـان متبلور نمی‌شـوند، بلکه بـه ترتیب و در طی سـرد شـدن از حرارت حـدود ۱۶۰۰ درجـه تا ۵۵۰ درجه سـانتی‌گراد تبلور پیـدا می‌کنند. وی در پژوهش‌هایـش متوجه شـد که در رونـد کاهش دمای یک ماگمای بازالتـی، ابتدا کانی الیوین، سـپس کانی‌های پیروکسـن و پلاژیوکلازهای کلسـیم‌دار (آنورتیت) از مذاب باقی‌مانـده جدا می‌شـوند. در ادامـه با رونـد کاهش دما، کانی‌های آمفیبول و میکای سـیاه و پلاژیوکلازهای فقیر از آنورتیت از مذاب باقی‌مانده جدا می‌شـوند. بنابراین تا اینجا عناصـر آهن، منیزیم و کلسـیم مذاب مصرف شـده‌اند؛ در نتیجه مقدار درصد پلاژیوکلازهای سدیم‌دار و سیلیکات‌های روشـن در مذاب باقی‌مانده افزایش می‌یابد. بدیهی اسـت با روند کاهـش دما کانی‌های فلدسـپات پتاسـیم‌دار، آلبیت (پلاژیوکلاز سـدیم‌دار)، میکای سـفید و در آخرین مرحله کانی کوارتز متبلور می‌شوند.

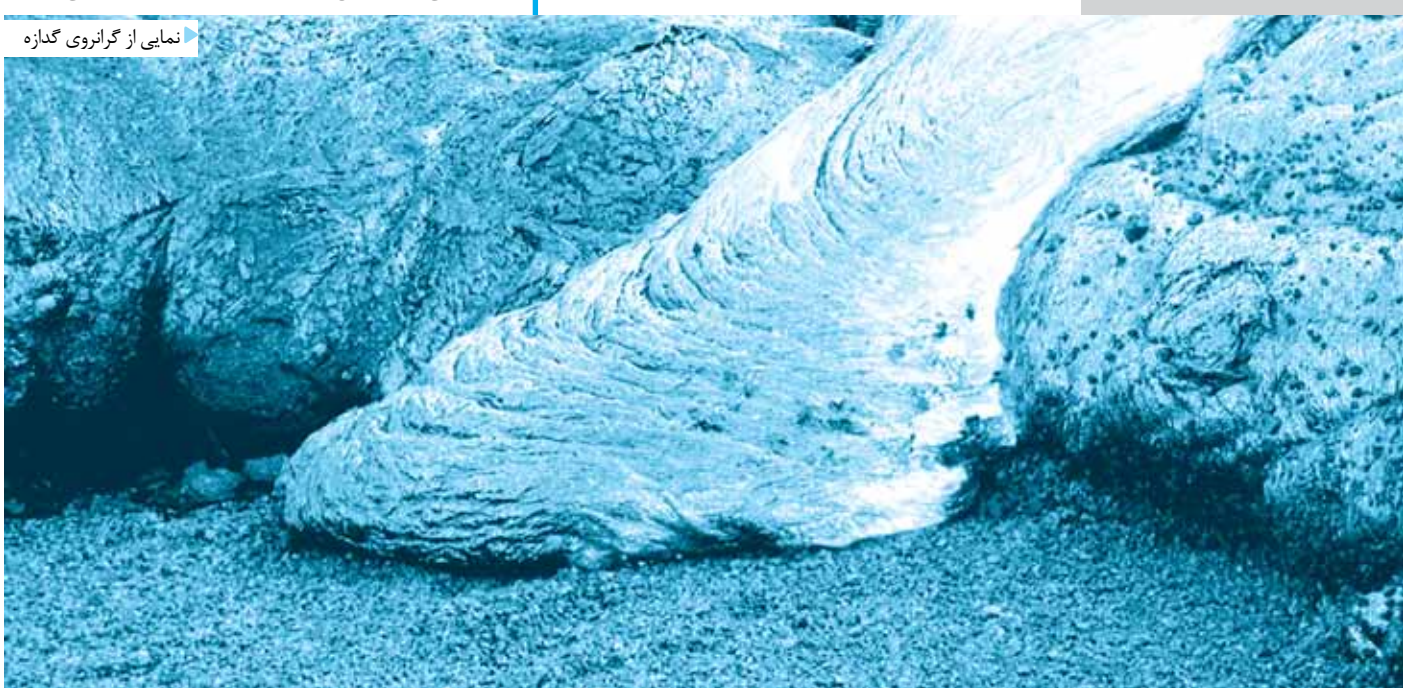
پژوهـش مذکور که بوون انجـام داد، نمونه‌ای از تفریق ماگما (تبلوربخشـی) اسـت کـه از یک ماگمـای بازالتی، سـنگ‌هایی از فوق بازی تا بازی، حد واسـط و اسـیدی را به‌وجود می‌آورد، در حالـی که در تفریق تعادلی از ماگمای بازالتی فقط سـنگ‌های بازی مانند بازالت، دلریت، گابرو و اکلوژیت به‌وجود می‌آمد.

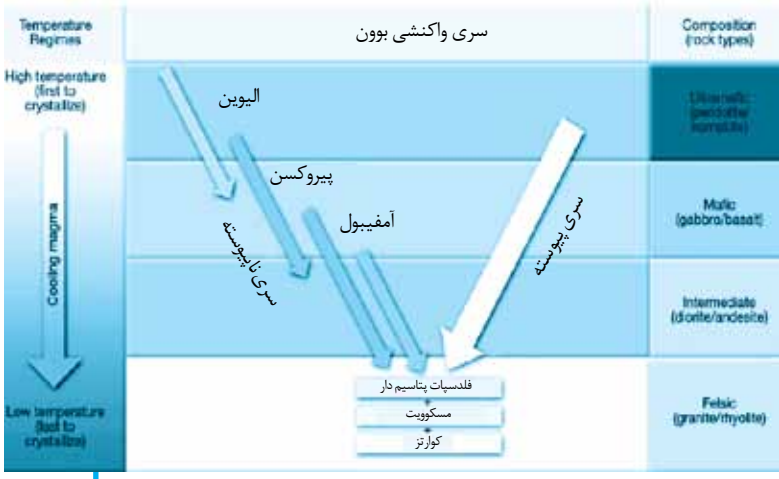
گفتنی اسـت که در پژوهش بوون به‌عنوان یک تفریق ماگمایی، در قسـمت‌هایی که هنوز کانی از مذاب باقی‌مانده جدا نشده است واکنش‌های زنجیری یا سری واکنشی دیده می شـود که از قوانیـن تبلور تعادلی تبعیـت می‌کنند. به همین دلیل، دوسری پیوسته و ناپیوسته مطرح می‌شود.

سـری ناپیوسـته: ابتدا کانی الیوین متبلور می‌شود، سپس آن‌هایی که از مذاب باقی‌مانده خارج نشده‌اند با مذاب باقی‌مانده واکنش می‌دهند و پیروکسن می‌سازند و پیروکسن‌هایی که از مذاب باقی‌مانده خارج نشده‌اند با آن مذاب واکنش می‌دهند و

گرانروی عبارت است از مقاومت داخلی یک سیال در برابر جریان یافتن که اغلب به‌صورت اصطکاک داخلی توصیف می‌شود

نمایی از گرانروی گدازه





آمفیبول را به‌وجود می‌آورند. به همین ترتیب آمفیبول با مذاب واکنش می‌دهد و بیوتیت می‌سازد. به مجموعهٔ این کانی‌های متوالی، سری ناپیوسته می‌گویند.

سری پیوسته: به موازات سری ناپیوسته، ابتدا آنورتیت متبلور می‌شود. سپس چنانچه از محیط مذاب باقی‌مانده خارج نشود، با مذاب واکنش می‌دهد و به ترتیب پلاژیوکلازهای بیتونیت، لابرادور، آندزین، الیگوکلاز و در نهایت آلبیت (پلاژیوکلاز سدیم‌دار) پدید می‌آیند. این کانی‌ها همگی از گروه پلاژیوکلازند که فقط درصد کلسیم و سدیم آن‌ها تغییر کرده است و به همین دلیل به آن سری پیوسته می‌گویند. به‌عبارت دیگر به پلاژیوکلازها محلول جامد نیز می‌گویند که اگر تغییرات مقدار کلسیم و سدیم از مرکز به حاشیه قابل رؤیت باشد، در اصطلاح به آن ساخت منطقه‌ای (زونه) اطلاق می‌شود که در آن پلاژیوکلازهای سدیم‌دار در حاشیه به‌صورت طبقات متحدالمرکز روی پلاژیوکلازهای کلسیم‌دار (در مرکز) تشکیل شده‌اند.

مراحل مختلف انجماد ماگما

سنگ‌های آذرین درونی از انجماد ماگماها در اعماق زمین حاصل می‌شوند. طول مدت انجماد و سرد شدن ماگماها با عمقی که ماگما در آنجا متمرکز و در حال سرد شدن است، بستگی دارد، زیرا سنگ‌های پوستهٔ زمین مانند سرپوشی روی مخزن ماگما قرار گرفته‌اند و مانع سرد شدن سریع ماگما می‌شوند. افزون بر آن، گرادیان زمین گرمایی بالا در اعماق، عمل سرد شدن ماگما را به تعویق می‌اندازد و از طرفی فشار طبقات بالایی مانع خروج مواد فرّار از ماگما می‌شود. با توجه به این شرایط، انجماد ماگما و تشکیل سنگ‌های آذرین درونی در چهار مرحله به شرح زیر انجام می‌شود:

الف. مرحلهٔ ارتوماگمایی: در این مرحله تمام کانی‌های سیلیکاتی سازندهٔ سنگ‌های آذرین از الیوین تا کوارتز متبلور می‌شوند و در پایان این مرحله، مایع باقی‌مانده که بسیار غنی از سیلیس، آلومین، فلزات قلیایی و مواد فرّار است، به‌صورت پرده‌ای بسیار نازک، فضای بین بلورهای سیلیکاتی را پر می‌کند.

ب. مرحلهٔ پگماتیتی: در این مرحله، مایع باقی‌مانده که فضای بین بلورهای تشکیل شده را پر می‌کند، کم‌کم با هم جمع می‌شوند و به سمت مناطق کم‌فشار بالایی صعود می‌کنند. این مایع در نهایت به‌صورت رگه‌هایی از بلورهای درشت ارتوز، آلبیت، کوارتز به همراه کانی‌های پنوماتوژن مانند مسکوویت، تورمالین، توپاز و... در داخل درز و شکاف‌های موجود متبلور می‌شوند. به این رگه‌ها در اصطلاح رگه‌های پگماتیت یا آپلیت می‌گویند. آپلیت، پگماتیتی است دانه‌ریز و غنی از ارتوز و کوارتز بدون کانی‌های تیره و پنوماتوژن.

ج. مرحلهٔ پنوماتولیتی: در این مرحله، سرد شدن ماگما هم‌چنان ادامه دارد، گازها و بخارهای پرحرارت شکستگی‌ها و درز و شکاف‌ها را پر کرده‌اند و باعث تخریب و تجزیهٔ سیلیکات‌ها می‌شوند. برای مثال، تأثیر گاز بور (B) و فلوئور (F) بر فلدسپات‌ها و تبدیل آن‌ها به تورمالین یا تأثیر گاز کلر (Cl) بر فلدسپات‌ها و تبدیل آن‌ها به کانی ورتریت (اسکاپولیت).

در این مرحله سیالات بسیار داغ و پرفشار باقی‌مانده ضمن حرکت به سمت بالا و عبور از شکاف سنگ‌های اطراف تودهٔ آذرین، به‌تدریج سردتر می‌شوند و قدرت حلالیت آن‌ها کاهش می‌یابد و درنتیجه موادی همچون مولیبدنیت، ولفرامیت، کاسیتریت و کانی‌های مس را در شکستگی‌ها و حفره‌های سنگ‌های اطراف بر جای می‌گذارد. حرارت گازها در این مرحله بین ۴۰۰ تا ۶۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد است.

د. مرحلهٔ گرمابی (هیدروترمال): در این مرحله دمای آب‌های داغ حداکثر ۳۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد است. این آب‌های داغ به‌صورت آدیاباتیک صعود می‌کنند و به بخار داغ تبدیل می‌شوند. آن‌ها در حین حرکت و گذر از شکاف‌های توده‌های آذرین، بر سیلیکات‌ها اثر می‌کنند و آن‌ها را دگرسان می‌کنند. این دگرسانی را دگرسانی هیدروترمالی می‌گویند. برای مثال در اثر تأثیر آب داغ بر فلدسپات‌های پتاسیم‌دار، کائولینیت یا سریسیت تشکیل می‌شود. تأثیر آب‌های داغ بر پلاژیوکلازها باعث تشکیل سریسیت، آلبیت، کلسیت، کوارتز، کلریت و اپیدوت می‌شود که در مجموع به آن‌ها سوسوریت نامیده می‌شود. (سوسوریتیزاسیون)

پی‌نوشت‌ها

1. Magma 2. Lava 3. Vaggar 4. Viscosity

منابع

۱. معین وزیری، حسین و احمدی، علی (۱۳۹۰)، پتروگرافی و پترولوژی سنگ‌های آذرین، انتشارات دانشگاه تربیت‌معلم.
۲. میدل موست، ماگماها و سنگ‌های ماگمایی مبانی پترولوژی آذرین، ترجمهٔ درویش‌زاده و آسیابان‌ها، انتشارات دانشگاه تهران. (۱۳۷۷).
۳. فردریک لوتگن جی. تاربوک مبانی زمین‌شناسی، ترجمهٔ رسول اخروی، انتشارات مدرسه. (۱۳۷۲)،
۴. ام ویلسون. پتروژنز آذرین، رهیافتی بر تکتونیک جهانی، ترجمهٔ صدرالدین امینی، انتشارات دانشگاه تربیت‌معلم. (۱۳۸۰)،

آموزشی

تاریخ علم نجوم پس از رنسانس

بهروز صاحب‌زاده
مدرس دانشگاه فرهنگیان، زاهدان

اشاره

در کتاب‌های درسی زمین‌شناسی دورهٔ متوسطه و علوم تجربی دورهٔ ابتدایی مطالبی دربارهٔ شناخت کلی کرهٔ زمین، همسایگان زمین و دیگر سیارات برای ارائه و آموزش به مخاطبان تدوین و چاپ شده است. به نظر می‌رسد گسترش دادن دایرهٔ دانایی و شناخت معلمان از این موضوعات، بر جذابیت آموزش‌های آن‌ها به دانش‌آموزان بیافزاید. این مقاله با طراحی و ارائهٔ فعالیت‌های عملی - تحقیقی، به کنکاشی در تاریخ توسعه و علم نجوم پس از رنسانس می‌پردازد.

کلیدواژه‌ها: کنجکاوی، جهان آفرینش، تاریخچهٔ علم، علم نجوم، رنسانس، اجرام سماوی ۰

مقدمه

با سپری شدن جنگ‌های صلیبی، با ترجمهٔ آثار مکتوب علمی مسلمانان، به‌ویژه ایرانیان توسط اروپائیان، در پایان قرون وسطا، در حوزه‌های مختلف علمی، نهضت‌های علمی در اروپا شکل گرفتند و با بهره‌مندی اندیشمندان اروپایی از دانش شرقی، رنسانس علمی در جهان علم آغاز شد. بخش بسیار مهمی از این تلاش‌ها در حیطهٔ علوم اخترشناسی بود.

تاریخ توسعه و تعالی علم، به‌ویژه علم شناخت زمین و همسایگان آن در آسمان و سایر اجرام سماوی، داستان جذاب کنجکاوی، مطالعه و تلاش‌های خستگی‌ناپذیر مردان و زنانی است که در جهان کنکاش کرده، فراتر از زمان خود اندیشیده‌اند و به دانش دست یافته‌اند.

کپرنیک

از نخستین پیشگامان نجوم جدید در جهان غرب، نیکلاس کپرنیک (۱۴۷۳- ۱۵۴۳ م) اهل لهستان است. کپرنیک ابتدا مانند اخترشناسان یونانی تصور می‌کرد ستاره‌ها بر کره‌ای ثابت و بدون حرکت قرار دارند و به‌نظر می‌رسد که به دور زمین می‌گردند. او با ادامهٔ مطالعات خود و تفسیر ریاضی جهان، در سال ۱۵۱۴ میلادی، مدل جدیدی از سیمای جهان ارائه کرد.

کپرنیک در کتاب گردش افلاک آسمانی (چاپ ۱۵۴۳ م)، نادرست بودن نظریهٔ زمین مرکزی بطلمیوس را ثابت نکرد، چون در آن زمان، شواهدی برای رد آن شناخته نشده‌بود.

صفحهٔ نخست کتاب گردش افلاک آسمانی

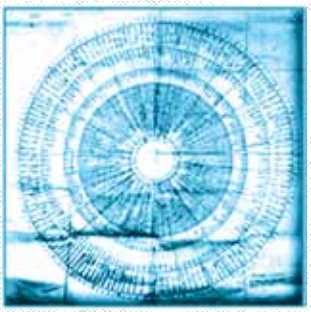
کپرنیک، برخلاف بطلمیوس، که کرهٔ زمین را در مرکز منظومه شمسی تصور می‌کرد، جای خورشید را در مرکز منظومه می‌دانست و عقیده داشت که سیارات در مدارهایی به دور آن می‌گردند. در آن زمان، برتری نظریهٔ خورشید مرکزی کپرنیک نسبت به نظریهٔ باستانی زمین مرکزی بطلمیوس، فقط صورت ساده‌تر آن بود. با این همه، گرچه نارسایی‌های فراوانی در نظریهٔ خورشید مرکزی کپرنیک وجود داشت، اما بسیار نزدیک به واقعیت منظومهٔ شمسی بود و عرضهٔ آن به جامعهٔ علمی اروپا در آن روزگاران، پیشرفت بزرگی به حساب می‌آمد.

برونو

جوردانو برونو (۱۵۴۸- ۱۶۰۰ م)، کشیش ایتالیایی، نخستین اندیشمندی است که با مطالعه در آثار علمی و کنجکاوی در ادیان مصر باستان و اطلاع از نظریات کپرنیک، نظریهٔ خورشید مرکزی را دربارهٔ زمین زنده‌ای که به دور خورشید می‌گردد و دربارهٔ عالمی بی‌کران، متشکل از جهان‌های بی‌شمار که مانند جانورانی بزرگ در فضا می‌چرخند، بیان کرد. وی با اعتقاد زمین مرکزی کلیسای رم مبنی بر تئوری زمین مرکزی در حجم وسیعی از کتاب‌ها و نوشته‌های علمی و مستند و مستدلّ خود، به شدت به مخالفت برخاست.

برونو در سال ۱۵۸۴ میلادی در کتاب «شام چهارشنبهٔ خاکستری» به ارائه و دفاع از نظریهٔ خورشید مرکزی کپرنیک پرداخت. در همین سال با چاپ کتابی دیگر به اعتراض‌های وارد شده به نظریهٔ خورشید مرکزی پاسخ داد. او در همین سال پا را فراتر نهاد و کتابی با عنوان «بی‌پایان، کل و جهان‌ها» دربارهٔ ساختار جهان‌های دیگر به چاپ رساند. وی با ارائهٔ نظریات جدید به بسیاری از اصول پذیرفته شدهٔ کلیسای رم حمله کرد. به گفتهٔ برونو، ستارگان، خورشیدهایی هستند که در کیهان بیکران پراکنده‌اند و به گمان وی، گرداگرد آن‌ها

سیاره‌هایی مانند زمین در گردش‌اند. شاید موجودات زنده و باهوشی در بسیاری از ستارگان زندگی می‌کنند.



نمونه‌ای از نقاشی‌های نجومی برونو

برونو به دنبال انتشار نظریات مخالف مصوبات کلیسای رم و گرفتن لقب فیلسوف سرگردان، با حکم دادگاه تفتیش عقاید کلیسای واتیکان، در شهر رم در آتش سوزانده شد تا عبرت دیگران شود. به همین دلیل برخی مورخان تاریخ علوم، او را نخستین شهید علم در جهان غرب معرفی می‌کنند.

براهه

تیکو براهه (۱۵۴۶- ۱۶۰۱ م)، منجم دانمارکی، با تأسیس رصدخانهٔ مجهز به دستگاه‌های نجومی متعدد، در مدت‌زمانی طولانی، با دقت زیاد به مشاهده و رصد اجرام آسمانی پرداخت. دقت رصدهای تیکو براهه تا ده‌بار، دقیق‌تر از رصدهای منجمان پیشین توصیف شده است. او با محاسبه و تعیین فاصلهٔ کرهٔ ماه تا کرهٔ زمین، به زودی پی برد که موقعیت‌های واقعی سیارات با موقعیت‌های تعیین‌شدهٔ آن‌ها در جدول‌های نجومی رایج در آن روزگاران که عموماً از یونان باستان به ارث مانده بودند، بسیار متفاوت است و برای شناخت و نظریه‌پردازی دربارهٔ حرکات سیارات، به رصدهای طولانی‌تر و دقیق‌تر نیاز است.

تیکوبراهه، آخرین فرد از نسل منجمان بدون تلسکوپ است. او در سال ۱۵۷۷ میلادی یک ستارهٔ دنباله‌دار را با چشم غیرمسلح رصد کرد و فهمید که آن سنگ در جو زمین نیست، بلکه در فضاست. براهه همچنین با روشی ویژه به اندازه‌گیری و تعیین فاصلهٔ کرهٔ ماه از کره زمین پرداخت.

نمایش قانون دوم کپلر

تیکو براهه، عقیدهٔ بطلمیوس دربارهٔ نظم منظومه را، مبنی بر اینکه اجرام آسمانی به دور زمین می‌گردند، به‌طور کامل قبول نداشت. وی همچنین از پذیرفتن پیشنهاد کپرنیک دربارهٔ مرکزیت منظومه‌ای که زمین به دور خورشید می‌گردد، نیز امتناع می‌کرد و عقیده داشت که سیارات به دور خورشید می‌گردند، اما خورشید به همراه سیارات و ماه، همگی به دور زمین می‌گردند. البته محاسبات موقعیت سیارات در روش براهه و کپرنیک شبیه به هم است. بعدها، این تحقیقات تیکوبراهه بود که درستی نظریات کپرنیک را ثابت کرد.

نمایش قانون سوم کپلر

کپلر

در همین زمان، نوبت به ظهور یوهانس کپلر (۱۵۷۱- ۱۶۳۰ م)، اخترشناس و ریاضی‌دان عالی‌رتبهٔ آلمانی رسید. کپلر حدود ده سال شاگرد و دستیار تیکوبراهه بود. تیکو، رصدگری بسیار دقیق بود. پس از مرگ تیکو در سال ۱۶۰۱، کپلر جانشین تیکو شد و در طول ۲۵ سال بعد، مشاهدات تیکو را پیگیری و نتایج کار و یافته‌های خود و تیکوبراهه را تحلیل کرد. کپلر در سال ۱۵۵۹، تقویمی از پیش‌بینی‌های نجومی و در سال ۱۵۹۶ کتاب رموز جهان را منتشر کرد. در سال ۱۶۰۲، او یک ابرنواختر رصد می‌کند که به افتخار نام او، آن را کپلر نامیدند. کپلر، نخستین کسی است که اصول واقعی روش کار با تلسکوپ را بیان کرد.

در سال ۱۶۲۸، جدول‌های نجومی که نتیجهٔ رصدهای تیکو و تحلیل‌های بعدی کپلر بود، منتشر شدند. این جدول‌ها را به احترام امپراتور رادولف، جدول‌های رادولفی نامیدند. جدول‌های رادولفی بر مبنای نظریهٔ خورشید مرکزی کپرنیک و طرح مدارهای سیاره‌ای بیضی‌شکل کپلر تهیه شدند. کپلر با استفاده از این جدول‌ها، توانست عبور سیارات عطارد و زهره از مقابل قرص خورشید را در سال ۱۶۳۱ میلادی به درستی پیش‌بینی کند.

مهم‌ترین تألیف کپلر، کتاب نجوم جدید است. وی کتاب‌های علمی ستاره‌شناسی نوین، خلاصه‌ای از ستاره‌شناسی کپرنیک و کتاب هماهنگی جهان را که محصول مطالعات نجومی او بودند نیز، منتشر ساخته است. یک سال پس از مرگ کپلر، در سال ۱۶۳۱، «سولمنیوم»، که داستان یک سفر خیالی به کرهٔ ماه است و کپلر بیست سال قبل آن را نوشته بود، منتشر شد.

گالیله

گالیلئو گالیله (۱۵۶۴- ۱۶۴۲)، منجم و مکتشف ایتالیایی، نخستین فردی است که به‌طور رسمی در ستاره‌شناسی از تلسکوپ استفاده کرد. در ابتدا دوربین او تنها سه برابر بزرگ‌نمایی داشت. اما بعداز مدتی او یک دوربین نجومی ساخت که سی برابر بزرگ‌نمایی داشت. او با ترمیم و بهسازی این دوربین، به مشاهدهٔ آسمان و اجرام آسمانی شناور در آن پرداخت. در سال ۱۶۱۱ میلادی، گالیله این دوربین نجومی را تلسکوپ نامید. مشاهدات و کشفیات گالیله با تلسکوپ، مسیر دانش اخترشناسی را تغییر داد. او با استفاده از تلسکوپ اختراعی خود به سیاره‌ها و ماه نگاه کرد.

تلسکوپ ساخت گالیله

گالیله لکه‌های خورشیدی را نیز رصد کرد و متوجه شد که آن‌ها در سطح خورشید پدیدار و ناپدید می‌شوند. او با این کشف، نظریهٔ ارسطویی را مبنی بر اینکه اجرام آسمانی ثابت (ستارگان) بی‌تغییرند، باطل کرد. آنچه او در آسمان می‌دید، با آموزه‌های یونانیان باستان سازگار نبود. برای مثال او مشاهده کرد که ماه به هیچ‌وجه کره‌ای کامل و مسطح نیست و مانند زمین، پستی و بلندی دارد. او حتی ارتفاع کوه‌های ماه را از روی اندازهٔ سایهٔ آن‌ها اندازه گرفت. گالیله در رصدهای متوالی سیارهٔ زهره، کشف کرد که تماشای کرهٔ زهره از روی زمین برای ناظر زمینی، مانند ماه، صورت‌های مختلف (اهله) دارد.

گالیله، نخستین کسی بود که قمرهای مشتری را رصد کرد و متوجه شد که آن‌ها به‌دور مشتری می‌گردند. این کشف اهمیت زیادی داشت، چون برخی از مخالفان نظریهٔ کپرنیک اعتقاد داشتند که اگر زمین به دور خورشید بگردد، ماه از زمین جا می‌ماند!

نمایش اهلهٔ زهره از دید ناظر زمینی

این کشف نشان داد که در حین حرکت جسم، ممکن است اجرامی نیز به دور آن بگردند. او حلقه‌های زحل را نیز با تلسکوپ ارتقاء یافتهٔ خود تماشا کرد و آن‌ها را به گوشواره‌هایی برگرد زحل زیبا که شوم خوانده می‌شدند، تشبیه کرد. گالیله کهکشان راه شیری را رصد کرد و دید که این کهکشان از تعداد بسیار زیادی ستاره تشکیل شده است. او متوجه شد که شمار ستارگان بیشتر از آن است که چشم غیرمسلح دیده شود.

کپرنیک، برخلاف بطلمیوس، که کرهٔ زمین را در مرکز منظومه شمسی تصور می‌کرد، جای خورشید را در مرکز منظومه شمسی می‌دانست و عقیده داشت که سیارات در مدارهایی به دور آن می‌گردند

نیوتن

اسحاق نیوتن (۱۶۴۳- ۱۷۲۷)، محقق، ریاضی‌دان و فیزیک‌دان پرتلاش انگلیسی، نقش مهمی در توسعه و تعالی ریاضی نجوم دارد. تحقیقات نیوتن در موضوع نور، آینه‌ها و عدسی‌ها به ساخت تلسکوپ‌هایی انجامید که در آن‌ها به‌جای عدسی در تلسکوپ‌های گالیله‌ای، از آینهٔ مقعر برای جمع‌آوری نور استفاده می‌شود. امروزه این نوع تلسکوپ‌ها به تلسکوپ‌های نیوتنی معروف‌اند و در بین منجمان آماتور از پرطرفدارترین تلسکوپ‌های مطالعاتی هستند. او با ساختن تلسکوپ بازتابی و اهدای آن به انجمن سلطنتی انگلستان به عضویت این انجمن درآمد. ارزشمندترین کار نیوتن در حوزهٔ علم نجوم، ارائهٔ قانون گرانش عمومی در عالم فیزیک بود. او در سال ۱۶۸۴ که مطالعات خود را دربارهٔ گرانش و چگونگی حرکت سیارات کامل کرده بود، کتابی به نام اصول ریاضی فلسفهٔ طبیعی منتشر کرد. وی در این کتاب سه قانون دربارهٔ حرکت اجسام مطرح کرد و نشان داد که برخی از قوانین اساسی حرکت، جهانی هستند و در مورد کلیهٔ اجرام زمینی و آسمانی صادق‌اند.

کپلر در سال ۱۶۰۹ در کتاب خود به نام هیئت جدید با استفاده از نتایج رصدهای تیکو براهه و مشاهدات خود، ثابت کرد که مدار چرخش سیارات بر گرد ستارگان، برخلاف تصور رایج، دایره‌ای نیست، بلکه بیضوی است. با این همه، کپلر نتوانسته بود توضیح دهد که چرا مدار سیاره‌ها به شکل بیضی است و چه نیرویی آن‌ها را به حرکت درمی‌آورد. همچنین مشخص نبود که به چه علت،

کاسینی کلاهک قطبی درخشان و سفیدرنگ مریخ را کشف و طول یک شبانه‌روز در کرهٔ مریخ را ۲۴ ساعت و ۴۰ دقیقه محاسبه کرد

سرعت‌مداری سیارات وقتی به خورشید نزدیک‌تر می‌شوند، افزایش می‌یابد.

نیوتن در کتاب اصول ریاضی فلسفهٔ طبیعی برای این پرسش‌ها، پاسخ ریاضی ارائه داد. او ثابت کرد که نیروی کشش میان اجسام آسمانی، طبق قانون عکس مربع عمل می‌کند، یعنی مقدار نیروی گرانش میان خورشید و یک سیاره برابر است با عکس مجذور فاصلهٔ میان آن دو. نیوتن با تحلیل ریاضی نشان داد که قانون عکس مربع به ناگزیر مسیر حرکت سیاره‌ها را بیضی می‌سازد.

در قانون گرانش عمومی نیوتن گفته می‌شود «هر جسمی به هر جسم دیگر، نیروی کششی وارد می‌کند و مقدار این نیرو محاسبه شدنی است.» او توانست نشان دهد که با یگانه قانون گرانش و استفاده از حساب دیفرانسیل و انتگرال، می‌توان سه قانون تجربی کپلر در مورد حرکت سیارات را به‌صورت کلی‌تر اثبات کرد. در واقع علاقهٔ نیوتن به چنین محاسباتی بود که او را به ابداع دانش حساب دیفرانسیل سوق داد.

نیوتن بیان داشت که تمام اجسام و به‌ویژه اختران فلکی، یکدیگر را به نسبت معکوس مجذور فاصله و نسبت مستقیم جرمشان جذب می‌کنند. وی به این وسیله موفق شد قوانین حرکت سیارات را که کپلر به طریق تجربی به‌دست آورده بود از طریق محاسبات ریاضی، فرمول‌ها و روابط فیزیکی نتیجه بگیرد و جرم خورشید و زمین و بعضی از سیارات را حساب کند.

تا حدود یک قرن قبل از اینکه نیوتن قانون جاذبهٔ عمومی را به جامعهٔ بشری ارائه دهد، تصور مردم بر این بود که سیاره‌ها به کمک سپرهای نامرئی نگه داشته شده‌اند. نیوتن ثابت کرد که آن‌ها با جاذبهٔ خورشید بدون طناب و سپر نگه داشته شده‌اند. همچنین نشان داد که نیروی جاذبه به فاصله و جرم دو جسم بستگی دارد. او نیرویی را که لازم بود تا ماه به دور زمین بگردد، محاسبه کرد. بعد از پذیرفتن این واقعیت که ماه بسیار از زمین دور است و جرم بسیار بیشتری دارد، متوجه شد که نیروها مساوی هستند. ماه به کمک نیروی جاذبهٔ زمین به دور مدار زمین نگه داشته شده است. او اولین کسی نبود که فهمید مدار سیارات حلقوی نیست، بلکه بیشتر بیضوی شکل است و این یافته را با حل ریاضی معادلات جاذبهٔ عمومی نشان داد.

در سال ۱۶۸۷ اسحاق نیوتن با انتشار کتاب «اصول ریاضی فلسفهٔ طبیعی» معروف به «پرینسیپیا» نشان داد که نیروی جاذبهٔ ثقل، عامل حرکت سقوطی اجسام به طرف زمین، و حرکت مداری کرهٔ ماه برگرد زمین، هر دو یکی هستند و همین نیروی جاذبه است که اجرام آسمانی را در مدارهای معینی به حرکت در می‌آورد و اشیا را بر سطح کره نگه می‌دارد. یکی از دستاوردهای قانون جاذبهٔ عمومی اختراع ماهواره‌ها بوده است.

پدیدهٔ «کشند» (جزر و مد) زاییدهٔ نیروی جاذبهٔ کرهٔ ماه است. بدیهی است دریاها در مقایسه با خشکی‌های زمین از قابلیت انعطاف و نرمی بیشتری برخوردارند و در برابر نیروی کشش ماه، کمتر ایستادگی می‌کنند. به همین دلیل، توده‌های آب در زیر پای ماه انباشته می‌شوند و پدیده‌ای به نام «برکشند» را ایجاد می‌کنند. همزمان با برکشند رو به ماه، برکشند دیگری در آن سوی کرهٔ زمین ایجاد می‌شود، بدین‌سان که آب‌های آن سوی کرهٔ زمین که از ماه دورند، کمتر متأثر می‌شوند و به اصطلاح عقب می‌مانند و آب، تودهٔ عظیمی را به سمت خارج ایجاد می‌کند. لذا روزانه هر نقطه از سطح دریا دوبار دستخوش برکشند (مد) و دو بار هم دستخوش فروکشند (جزر) می‌شود.

صفحه‌ای از کتاب پرینسیپا دربارهٔ کشند ماه

نیوتن با به‌کار بردن قوانین حرکت و قانون جاذبهٔ عمومی، فرورفتگی زمین را در دو قطب آن که نتیجهٔ دوران روزانهٔ زمین به دور محور چرخشی خود است، محاسبه کرد و به کمک این محاسبه درصدد برآمد سیر تکامل تدریجی سیاره را مورد مطالعه قرار دهد. او همچنین تغییرات وزن اجسام بر حسب تغییر عرض جغرافیایی را حساب کرد.

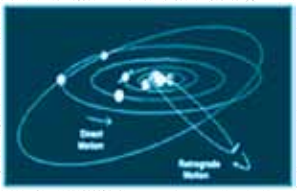
کاوندیش

هنری کاوندیش (۱۷۳۱- ۱۸۱۰) اولین کسی بود که عدد ثابت جاذبه‌ای نیوتن را تعیین کرد و جرم کرهٔ زمین ($۶/۷۴\times۱۰^{-۱۱}m^{۳}kg^{-۱}s^{-۲}$) را محاسبه و تعیین کرد که با مقادیر دقیق‌تر اندازه‌گیری‌های امروزی ($۶/۶۷۲۵۹\times۱۰^{-۱۱}m^{۳}kg^{-۱}s^{-۲}$) تفاوت چندانی ندارد.

هالی

ادموندهالی (۱۶۵۶- ۱۷۴۲)، اخترشناس و ریاضی‌دان انگلیسی، از بیست سالگی در سنت هلن، جزیره‌ای در جنوب اقیانوس اطلس به رصد ستارگان آسمان در نیمکرهٔ جنوبی پرداخت. وی معتقد بود که دنباله‌دارها مانند سیارات، مدار بیضوی دارند. این بدان معنا بود که دنباله‌دارها را می‌توان ردیابی و بازگشت آن‌ها را محاسبه کرد. هالی پیش‌بینی کرد که دنباله‌داری که در سال‌های ۱۶۰۷ و ۱۶۸۲ از کنار زمین گذشت، در سال ۱۷۵۸ باز خواهد گشت. آن دنباله‌دار، یک‌سال دیرتر در سال ۱۷۵۹ میلادی بازگشت. زیرا این ستارهٔ دنباله‌دار در مدار چرخش خود برگرد خورشید از کنار سیارهٔ غول‌پیکر مشتری رد شده بود و جاذبهٔ نیرومند

مشتری از سرعت آن کاسته بود. این دنباله‌دار، به افتخار او، دنباله‌دار هالی نامیده شد.



مدار حرکت ستارهٔ دنباله‌دار هالی

لاسیل و هرشل

کاربست نتایج تحقیقات و کشفیات جدید در علم فیزیک، به‌ویژه مباحث نور ومکانیک، سبب شد که ابعاد و کیفیت تلسکوپ بهبود یابد. با استفاده از مشاهدات تلسکوپی با عدسی‌های دقیق‌تر و طول بزرگ، نیکلاس لوئیس لاسیل (۱۷۱۳- ۱۷۶۲) تعداد ده‌هزار ستاره و ۴۲ سحابی را در نیمکرهٔ جنوبی رصد کرد و نقشه‌های بیشتری از موقعیت ستارگان در فضا را ارائه داد.

ویلیام هرشل (۱۷۳۸- ۱۸۲۲) با استفاده از تلسکوپ دوازده متری ساختهٔ خود، در سال ۱۷۷۸ دو قمر بزرگ برگرد اورانوس و در سال ۱۷۸۱ سیارهٔ اورانوس را کشف کرد. هرشل در سال ۱۷۸۴، انحراف محور چرخش مریخ را محاسبه کرد و این به آن معناست که مریخ هم مانند زمین، فصل‌های گرم و سرد دارد.

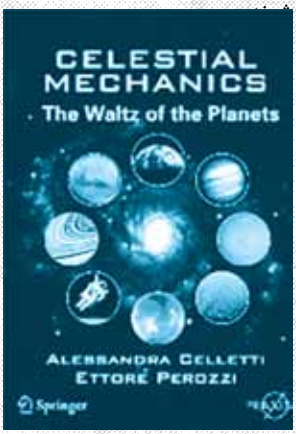
تلسکوپ ساخت هرشل

کاسینی

جیووانی دومینیکو کاسینی (۱۶۲۵- ۱۷۱۲ میلادی)، اخترشناس فرانسوی- ایتالیایی، مدت زمان حرکت وضعی مریخ و مشتری را محاسبه و چهار قمر زحل از جمله تیتان را کشف کرد. کاسینی در سال ۱۶۷۱، قمر یاپتوس را که با نمایی عجیب برگرد سیارهٔ عجیب زحل می‌گردد، کشف و مشاهده کرد که بخشی از سطح این قمر درخشان است، در حالی که بخش دیگر آن بسیار تیره به‌نظر می‌رسد. نواحی تیره در این قمر، به افتخار او، ناحیهٔ کاسینی نام گرفته‌اند. با ارزش‌ترین کار علمی کاسینی، تعیین اختلاف منظر مریخ و تعیین فاصلهٔ سیارهٔ مریخ از کرهٔ زمین با این روش بود. او با همین روش توانست فاصلهٔ خورشید از کرهٔ زمین را به دست آورد. در سال ۱۶۶۶ کاسینی کلاهک قطبی درخشان و سفیدرنگ مریخ را کشف و طول یک شبانه‌روز در کرهٔ مریخ را ۲۴ ساعت و ۴۰ دقیقه محاسبه کرد.

لاپلاس

پیرسیمون لاپلاس (۱۷۴۹- ۱۸۲۸)، اخترشناس و ریاضی‌دان فرانسوی، مسئلهٔ بی‌نظمی مدار سیارات را که دانشمندان از مدت‌ها قبل به آن پی برده بودند، با معادله‌های ریاضیات، موشکافی کرد و نظریات خود دربارهٔ تشکیل منظومهٔ شمسی با عنوان نظریهٔ سحابی را در کتاب «مکانیک سماوی» که تألیف و چاپ آن حدود ۲۶ سال (۱۷۹۹- ۱۸۲۵) طول کشید، شرح داد. چون مطالب این کتاب برای همگان قابل فهم نبود، او کتاب ساده‌تری با عنوان «شرح دستگاه‌های جهانی» منتشر کرد تا افراد غیرمتخصص نیز از یافته‌ها و نظریات او دربارهٔ منشأ و چگونگی تشکیل منظومهٔ شمسی و اجزای آن بهره‌مند



جلد کتاب مکانیک سماوی

فرانهوفر وکیرشهف

با اختراع طیف‌نگار وعکاسی، افق‌های جدیدی به روی اخترشناسی بازشد. در سال‌های ۱۸۱۴ و ۱۸۱۵، ژوزف وان فرانهوفر (۱۷۸۷- ۱۸۲۶) در طیف نور خورشید، حدود شش‌صد نوار را مشاهده کرد و در سال ۱۸۵۹، گوستاوکیرشهف (۱۸۲۴- ۱۸۸۷) این نوارها را به حضور عناصر مختلف در جو خورشید نسبت داد. به‌تدریج با ثبت طیف نورانی سایر ستارگان و تجزیه و تحلیل طیف‌ها معلوم شد که بقیهٔ ستارگان به ستارهٔ منظومهٔ شمسی (خورشید) شباهت زیادی دارند، اما در ابعاد مختلف و با دماها و عناصر درونی متفاوتی دیده می‌شوند.

هاگینز

ویلیام هاگینز (۱۸۲۴- ۱۹۱۰)، اخترشناس آماتور انگلیسی در سال ۱۸۶۵ به ساختن رصدخانه‌ای در نزدیکی لندن اقدام و نخستین تصویر از اشکال سطح مریخ را رسم کرد. او به کمک ویلیام میلر (۱۸۱۷- ۱۸۷۰)، استاد شیمی در دانشگاه لندن، یک طیف‌نما ساخت و آن را به تلسکوپ

خود متصل کرد و نور دریافتی از خورشید، ماه، سیارات و بسیاری از ستارگان درخشان دیگر را دریافت و به تجزیهٔ آن پرداخت. سپس خطوط طیفی دریافتی از اجرام آسمانی را که عناصر تشکیل‌دهندهٔ آن‌ها را نشان می‌داد با خطوط طیفی مصنوعی که در آزمایشگاه از گداخت عناصر مختلف تهیه کرده بود، مقایسه کرد و به این نتیجه رسید که بعضی عناصر شیمیایی در سایر اجرام آسمانی به‌طور مشترک وجود دارند. سپس از این شیوه برای تفکیک ستاره‌های دور دست از سحابی‌ها استفاده کرد.

▲ تجزیهٔ طیف دریافتی از اجرام آسمانی

هاگینز در سال ۱۸۶۳با جمع‌بندی نتایج تحقیقاتی که دربارهٔ خطوط طیفی دریافتی از ستارگان، اعلام داشت همان عناصری که در زمین وجود دارند، در ستارگان مختلف در منظومه‌ها و کهکشان‌های مختلف و در تمام جهان نیز دریافت می‌شوند.

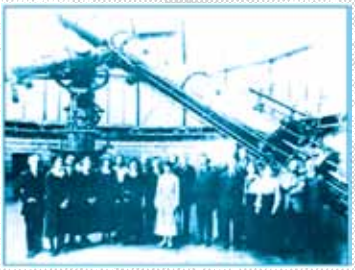
هاگینز با استفاده از تحقیقات فیزو (۱۸۴۹)، محقق عالی‌رتبهٔ فرانسوی (۱۸۱۹- ۱۸۹۶) دربارهٔ طول موج‌های طیف چشمهٔ نورانی که به ناظر نزدیک یا از ناظر دور می‌شود، در مورد تعمیم اصل دوپلر دربارهٔ رابطهٔ طول موج‌های دریافتی از اجسام و فاصله تا ناظر، که فیزیک‌دان اتریشی، کریستیان یوهان دوپلر (۱۸۰۳- ۱۸۵۳) در سال ۱۸۴۳ میلادی آن را ارائه داده بود، دریافت که اگر فاصلهٔ ستاره‌ای تا زمین کم شود، جابه‌جایی به طرف طیف با طول موج بنفش در خطوط طیفی دریافتی از آن ستاره روی می‌دهد.

▲ جابه‌جایی در طیف ستاره با تغییر فاصله تا ناظر

هاگینز توانست با اندازه‌گیری مقدار جابه‌جایی طیف ستارگان، سرعت حرکت برخی از ستارگان را از دید ناظر زمینی تعیین کند.

اینشتین

در اواخر قرن نوزدهم، دانشمندان می‌پنداشتند که در حال رسیدن به درک کاملی از جهان آفرینش هستند. اما با آزمایش‌هایی همچون آزمایش مایکلسون- مورلی (۱۸۸۷) تناقضات آشکاری در دریافت‌ها و نظریات آن‌ها پدید آمد که نظریات هیچ فیزیک‌دانی قادر به توضیح آن‌ها نبود. آلبرت اینشتین (۱۸۷۹- ۱۹۵۵) فیزیک‌دان عالی‌رتبهٔ آلمانی در طی سال‌های ۱۹۳۰ تا ۱۹۵۵ به بررسی رفتار عالم هستی پرداخت و مقالاتی در این باره منتشر کرد.



▲ اینشتین و لویت در کنار تلسکوپ بزرگ گینگریچ/ سال ۱۹۲۱

در سال ۱۹۳۳ هابل (۱۸۸۹- ۱۹۵۳) و هومنسون (۱۸۹۱- ۱۹۲۲) با تحقیقات که در زمینهٔ کهکشان‌های مختلف انجام دادند بر نظریه‌های اینشتین دربارهٔ جهان هستی صحه گذاردند.

نظریهٔ اینشتین با عنوان کلی «نظریهٔ نسبیت»، به‌خوبی پدیده‌های غیرقابل توضیحی را که تا آن زمان مشاهده شده بود، توضیح می‌داد، اینشتین نشان داد که فضا و مادهٔ موجود در آن، محدود اما نامحصور است. یک جهان دو بعدی به شکل سطح یک کره را تصور کنید.. این جهان محدود خواهد بود، اما هیچ لبه یا حصاری نخواهد داشت. جهان محدود اما نامحصور اینشتین ساکن است، اما به آسانی می‌تواند منبسط یا منقبض شود. نظریه‌های فیزیکی اینشتین، آشفتگی‌های مدار مشتری را تشریح کرد و درک ما را از زمان، ماده و به‌طور کلی جهان، دگرگون ساخت.

هابل

در سال ۱۹۲۴، ادوین هابل (۱۸۸۹- ۱۹۵۳)، ستاره‌شناس مشهور ایالات متحدهیی، نقش بسیار مؤثری در نجوم جدید داشت. او از سال ۱۹۱۹ رصدخانهٔ مانت ویلسون با بزرگ‌ترین تلسکوپ آن زمان (تلسکوپ صد اینچی) به مطالعه در آسمان لایتناهی پرداخت و ستارگان درون سحابی آندرومدا را رصد کرد. وی با استفاده از قانون دورهٔ تناوب درخشندگی، فاصلهٔ سحابی آندرومدا تا زمین را به‌دست آورد و به این ترتیب، مطالعه دربارهٔ جهان ماورای کهکشان را بنیان نهاد و برای نخستین‌بار وجود اجرام آسمانی برون‌کهکشانی را اعلام داشت.

وی درصدد برآمد تا کهکشان‌ها را از روی شکل و از نظر تحول احتمالی طبقه‌بندی کند. بزرگ‌ترین نتیجه‌ای که از این کار به‌دست آورد، تحلیلی بود که در سال ۱۹۲۹ میلادی دربارهٔ سرعت‌های دور شدن یا نزدیک شدن آن‌ها و

گالیلئوگالیله (۱۵۶۴-۱۶۴۲)، منجم و مکتشف ایتالیایی، نخستین فردی است که به‌طور رسمی در ستاره‌شناسی از تلسکوپ استفاده کرد

انبساط جهان به‌عمل آورد. او نشان داد که سایر کهکشان‌ها (در کنار کهکشان راه شیری) نیز وجود دارند و مشاهده کرد که هستی در حال انبساط است، زیرا نور اغلب کهکشان‌های دیگر تغییر قرمزرنگی به سمت دور شدن دارند.

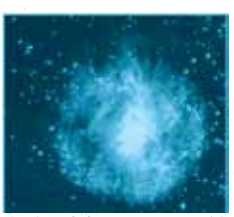
قرار داشتن زمین در کهکشان راه شیری به‌عنوان مجموعه‌ای از ستاره‌ها و سیاره‌ها، در طی قرن بیستم کشف شد و هم‌زمان، وجود دیگر کهکشان‌های خارجی در فضا تأیید شد و پدیدهٔ انبساط عالم، عامل اصلی وجود فاصلهٔ زیاد بین زمین و دیگر کهکشان‌ها اعلام شد.

در سال ۱۹۲۳ میلادی، هابل از ستاره‌های متغیر قیفاووسی به‌عنوان ملاک اندازه‌گیری فاصله استفاده و فاصلهٔ سحابی امرأة المسلسلة را (که امروزه کهکشان امرأة السلسلة نامیده می‌شود) تعیین کرد. او نشان داد که سحابی مذکور خارج از کهکشان راه شیری قرار دارد. وی در سال ۱۹۲۴ میلادی، سحابی‌های زیادی را کشف کرد و نشان داد که تعدادی از این سحابی‌ها کهکشان اند.

از سال ۱۹۲۵ میلادی، هابل به ساختار کهکشان‌ها توجه بسیار نشان داد و آن‌ها را طبق شکلشان طبقه‌بندی کرد. او چندی بعد، فاصلهٔ آن‌ها از کهکشان راه شیری و همچنین سرعت آن‌ها را در فضا مطالعه کرد. در سال ۱۹۲۹، او نشان داد که کهکشان‌ها با سرعت خیلی زیاد از ما و کهکشان ما دورتر می‌شوند. ارتباط بین سرعت یک کهکشان و فاصلهٔ کهکشان از زمین، «قانون هابل» نامیده می‌شود. او متوجه شد که این پراکندگی در تمام جهات یکسان و جهان به‌سرعت در حال گسترش است. از سال ۱۹۴۸ با تکمیل تلسکوپ ۵۰۸ سانتی‌متری (۳۰۰ اینچی) هابل در رصدخانهٔ مانت پالامار، تا پایان عمر، برای مطالعهٔ جرم‌های دوردست از آن استفاده کرد.

لومتر

ژرژ لومتر (۱۸۹۴- ۱۹۶۶)، اخترشناس پیشگام بلژیکی، با جمع‌بندی مجموعهٔ مطالعات فراوان انجام شده در حوزهٔ نجوم در حوالی قرن بیستم، بیان داشت که همهٔ کهکشان‌ها در ابتدا چنان به هم نزدیک بوده‌اند که به صورت تودهٔ واحدی بودند. وی این تودهٔ واحد را که تمام جهان را شامل می‌شده، تخمک کیهانی می‌نامید. به نظر وی، این تخمک کیهانی بر اثر یک انفجار عظیم منفجر شده و انبساط عالم نیز باقی‌ماندهٔ آن انفجاری است که میلیاردها سال پیش، روی داده است. لومتر نظریات خود دربارهٔ کیهان‌زایی را با عنوان انفجار بزرگ، در سال ۱۹۲۷ میلادی منتشر کرد.



کهکشان‌های در حال گسترش

کیهان‌شناسی فیزیکی در طی قرن بیستم میلادی پیشرفت‌های زیادی را تجربه کرد و استفاده از نظریهٔ مهبانگ (انفجار بزرگ) براساس شواهد کشف شده در علوم اخترشناسی و فیزیک مانند تشعشعات پس‌زمینه‌ای مایکروویو کیهانی، قانون هابل و تشکیل هستهٔ مهبانگ، قوت یافت.

آسیموف

اسحاق آسیموف (۱۹۲۰- ۱۹۹۲)، محقق و نویسندهٔ روسی الاصل ایالات متحدهیی است که بیشتر منجمان آماتور، مطالعهٔ نجوم را با کتاب‌های وی شروع کرده و با خواندن آن‌ها به این علم علاقه‌مند شده‌اند. پایان ابدیت، انسان در فضا، مشتری، زهره، کیهان، سیاه‌چاله‌ها، دنباله‌دارها، شکل زمین، زمین و... عناوین تعدادی از پانصد عنوان کتاب تألیفی این محقق پرکار است. بزرگ‌ترین افتخار او شاید نام‌گذاری یک سیارک به نام سیارک آسیموف ۵۰۲۰ باشد.

کلارک

آرتور چارلز کلارک (۱۹۱۷- ۲۰۰۸)، نویسندهٔ داستان‌های علمی- تخیلی است که در اغلب کشورها او را برای رؤیاهای بلندپروازانه‌اش دربارهٔ فضا و سفرهای فضایی می‌شناسند، به‌ویژه برای اینکه بسیاری از رؤیاهای او در زمان زندگی‌اش رنگ واقعیت به خود گرفتند. وی تألیفات بسیاری در زمینهٔ علوم و کاربردهای فنّاوری فضایی دارد که بسیاری از آن‌ها الهام‌بخش هم عصرانش در بهره‌مندی از موهبت فضا بوده‌اند.

در سال ۱۹۴۵ میلادی، مجلهٔ علمی وایرلس ورلد (دنیای بی‌سیم) مطلبی از کلارک با عنوان رله‌های فرازمینی؛ آیا ایستگاه‌های راکتی می‌توانند جهان را تحت پوشش رادیویی قرار دهند؟ به چاپ رساند. امروزه ایستگاه‌های راکتی مورد نظر کلارک، همان ماهواره‌ها هستند.

کلارک در این مقاله، استفاده از سه ماهوارهٔ مخابراتی در مدار استوایی را توصیف کرده بود که برقرارکنندهٔ ارتباط در سراسر دنیا بودند. کلارک در این نوشتار، مداری با ارتفاع ۳۵۷۸۶ کیلومتر را برگزیده بود، زیرا در این ارتفاع سرعت چرخش زمین با سرعت گردش ماهواره به دور آن یکسان است. در نتیجه، ماهواره در نقطهٔ ثابتی از فضا در بالای زمین قرار می‌گیرد.

دوازده سال پس از آن، بشر اولین ماهوارهٔ دست‌ساز خود، یعنی **اسپوتنیک-۱** را به مدار زمین فرستاد. با ارسال این ماهواره، عصر فضا آغاز شد. هفت سال بعد، در سال ۱۹۶۴ میلادی، ماهوارهٔ **سینکام-۳**، نخستین ماهواره‌ای بود که به مدار پیش‌بینی‌شدهٔ کلارک فرستاده شد.

به‌دلیل تلاش‌های کلارک در این زمینه، اتحادیهٔ بین‌المللی ستاره‌شناسی، مدار زمین ثابت را مدار کلارک نامید.

در بخش‌هایی از آسمان لایتناهی، اجرام آسمانی فوق‌العاده متراکم وجود دارند که به علت قدرت جاذبهٔ بسیار قوی، حتی نور امکان جدایی از سطح آن‌ها را ندارد. از این‌رو به آن‌ها سیاه‌چاله می‌گویند

کلارک از سال ۱۹۵۴ به نوشتن مقاله دربارهٔ کاربردهای ماهواره‌ها در پیش‌بینی آب‌وهوا پرداخت و با توصیفات او، شاخهٔ جدیدی از علم هواشناسی متولد شد. سرانجام روشنگری‌های او باعث توسعهٔ استفاده از راکت‌ها و ماهواره‌ها برای تحقیقات هواشناسی شدند. کلارک چندین کتاب علمی- تخیلی نوشت که به‌صورت فیلم‌های سینمایی و سریال‌های تلویزیونی در سراسر جهان به نمایش درآمدند. او تعدادی کتاب غیرتخیلی نیز نوشته است که در آن‌ها به شرح جزئیات فنی و استنباط‌های اجتماعی پرتاب موشک و پروازهای فضایی پرداخته است. در بین این کتاب‌ها، کاوش در فضا (۱۹۵۱) و پیمان فضا (۱۹۶۸) از بقیه چشمگیرترند. در بین تألیف غیرتخیلی که کلارک نوشته است، کتاب نمایی از آینده (۱۹۶۲) به چهرهٔ احتمالی آینده در جهان هستی و کرهٔ زمین نظر دارد.

جوردانو برونو (۱۵۴۸- ۱۶۰۰ م)، کشیش ایتالیایی، نخستین اندیشمندی است که با مطالعه در آثار علمی و کنجکاوی در ادیان مصر باستان و اطلاع از نظریات کپرنیک، نظریهٔ خورشید مرکزی را دربارهٔ زمین زنده‌ای که به دور خورشید می‌گردد و دربارهٔ عالمی بی‌کران، متشکل از جهان‌های بی‌شمار که مانند جانورانی بزرگ در فضا می‌چرخند، بیان کرد

کلارک در حال خواندن کتاب‌هایی دربارهٔ ایران

هاوکینگ

استیفن هاوکینگ، سرآمد محققان، دانشمندان و اندیشمندان قرن بیستم میلادی، در سال ۱۹۴۲ میلادی در شهر آکسفورد انگلستان به‌دنیا آمد. در ۲۱ سالگی به‌دلیل بیماری خاص، به‌تدریج تمامی ماهیچه‌های حرکتی اندام‌های خارجی بدن او فلج شدند. اینک ابزار ارتباطی او با جهان خارج، رایانهٔ مخصوص سخن‌گوست که سه‌هزار کلمه دارد.

تمرکز کاری هاوکینگ بر فیزیک گودال‌های سیاه و خصوصیات زمان- فضاست. او در سال ۱۹۷۱ پیشنهاد کرد که زمان کوتاهی بعد از انفجار بزرگ، گودال‌های سیاه کوچک وجود داشتند که به‌دلیل اندازهٔ نیمه اتمی خود از قوانین مکانیک کوانتومی تبعیت می‌کردند. در سال ۱۹۴۷، او فرضیه‌ای ارائه داد مبنی بر اینکه گودال‌های سیاه تا هنگامی که منفجر شوند، ذرات نیمه‌اتمی از خود پخش می‌کنند.

در بخش‌هایی از آسمان لایتناهی، اجرام آسمانی فوق‌العاده متراکم وجود دارند که به علت قدرت جاذبهٔ بسیار قوی، حتی نور امکان جدایی از سطح آن‌ها را ندارد. از این‌رو به آن‌ها سیاه‌چاله می‌گویند. ردیابی و رؤیت این سیاه‌چاله‌ها با قوی‌ترین تلسکوپ‌ها یا هر وسیلهٔ دیگر تاکنون ممکن نبوده است. با وجود این، هاوکینگ با قدرت اندیشه و محاسبات ریاضی، نه فقط وجود سیاه‌چاله‌ها را به اثبات رساند و چگونگی شکل‌گیری و تحول آن‌ها را نشان داده، بلکه به نتایج جالبی در ارتباط این پدیده‌های کیهانی با چگونگی وقوع انفجار بزرگ (Big Bang) در آغاز پیدایش کیهان دست یافته است که در دانش فیزیک اختری و کیهان‌شناسی اهمیت ویژه‌ای دارد و به عقیدهٔ صاحب‌نظران، بنای این علوم را در قرن آینده تشکیل خواهد داد.

کتاب‌های «جهان در پوست گردو»، «تاریخچهٔ زمان»، «دریچه‌ای به سوی کیهان» و «گنجینهٔ کیهانی» از هاوکینگ به زبان فارسی ترجمه و چاپ شده‌اند.

چاپ کتاب جدید هاوکینگ با عنوان «سیاه‌چاله‌ها و جهان‌های نوزاد»، دربارهٔ زایش دگربارهٔ جهان و زایش مداوم و پیوسته و پایان‌ناپذیر جهان هستی، در محافل علمی جهان، شگفتی فراوان برانگیخته است.

جلد کتاب تاریخچهٔ زمان

پی‌نوشت‌ها

1. The Law of Orbits: The orbits of the planets are ellipses, with the sun at one focus.
2. Law of Areas: The Line between a planet and the sun sweeps out equal areas in the plane of the Planet's orbit over
3. The Law of Periods: The time required for a planet to orbit the sun, called its period, is proportional to half the long axis of the ellipse raised to the 3/2 power. The constant of proportionality is the same for all the planets.

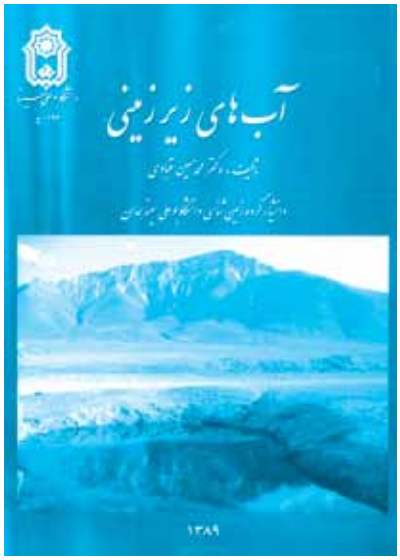
منابع

۱. حسینی، سیدباقر (۱۳۸۰)؛ علما و دانشمندان سیستان؛ زابل: انتشارات دانشگاه زابل.
۲. دگانی، مایر (۱۳۸۶)؛ نجوم به زبان ساده؛ ترجمهٔ توفیق حیدرزاده، تهران: مؤسسهٔ جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی.
۳. روسو، پی‌یر (۱۳۸۶)؛ تاریخ علوم؛ ترجمهٔ حسن صفاری، تهران: انتشارات امیرکبیر.
۴. رونان، کالین (۱۳۸۲)؛ تاریخ علم کمبریج؛ ترجمهٔ حسن افشار، چاپ سوم، تهران: نشر مرکز.
۵. ویکتوری، ابراهیم (۱۳۸۶)؛ اسرار کائنات (۲جلد)؛ انتشارات به نگار.
۶. ویلیامز، آی. پی. (۱۳۷۸)؛ منشأ سیارات؛ ترجمهٔ تاج‌الدین بنی‌هاشم و ایرج ملک‌پور، تهران: مرکز نشر دانشگاهی.
۷. هاج، پاول (۱۳۷۸)؛ ساختار ستارگان و کهکشان‌ها؛ ترجمهٔ توفیق حیدرزاده، تهران: انتشارات مؤسسهٔ جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی.
۸. هاوکینگ، استیفن (۱۳۷۲)؛ تاریخچهٔ زمان؛ ترجمهٔ محمودرضا محجوب؛ چاپ هشتم، تهران: انتشارات شرکت سهامی انتشار.
۹. هارت، میشل (۱۳۸۲)؛ تأثیرگذارترین‌های تاریخ (شرح احوال و آثار یک صد نفر از مؤثرترین شخصیت‌های تاریخ جهان)؛ ترجمهٔ محمدحسین آهویی، چاپ سوم، تهران: نشر مرکز.
۱۰. انجمن نجوم ایران www.asiac.ir

معرفی کتاب

آب‌های زیرزمینی

ابوالفضل بشیری
دبیر آموزش و پرورش منطقه ۵ تهران



آب‌های زیرزمینی
نویسنده: دکتر محمدحسین قبادی
ناشر: دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان
(شماره تلفن: ۸۲۷۴۴۴۲-۰۸۱۱)

شـــناخت، اکتشـــاف، بهره‌برداری، نگهداری و جلوگیری از آلودگی منابع آب مهم‌ترین وظیفهٔ مسئولان صنعت آب کشور است. این مهم زمانی تحقق پیدا می‌کند که از نیروهای متعهد و متخصص در این امر کمک گرفته شود.

کتاب آب‌های زیرزمینی برای دانشجویان دورهٔ کارشناسی زمین‌شناســـی نوشـــته شـــده اما مطالب به نحوی تنظیم شده که برای اســـتفادهٔ دوره‌های کارشناســـی عمران و آبیاری و نیز کارشناسی ارشد زمین‌شناسی مهندسی گرایش آب زیرزمینی نیز می‌تواند مفید باشد.

از آنجـــا که برخی از مباحـــث این کتاب با مبحث «آب در خشـــکی» کتاب زمین‌شناسی سال سوم دبیرستان هماهنگی دارد، استفاده از این کتاب برای علاقه‌مندان به کسب اطلاعات و دانش بیشتر توصیه می‌شود.

در این کتاب، زمینهٔ آشنایی با مباحث زیر فراهم شده است:

۱. اهداف مطالعهٔ آب‌های زیرزمینی؛
۲. چگونگی اکتشاف آب‌های زیرزمینی؛
۳. نقش زمین‌شناسی در تشکیل آبخوان‌ها؛
۴. انواع آبخوان‌ها و خصوصیات فیزیکی آن‌ها؛
۵. نحوهٔ استخراج و بهره‌برداری بهینه از منابع آب؛
۶. حفاری چاه، تکمیل، توسعه و تجهیز آن؛
۷. قنات‌ها و چشمه‌ها؛
۸. شبکهٔ جریان و تفسیر نقشه‌های تراز آب زیرزمینی؛
۹. هیدرولیک چاه‌ها؛
۱۰. کیفیت آب (فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی)؛
۱۱. آلودگی آب‌ها و نحوهٔ کنترل آلودگی‌ها؛
۱۲. چگونگی مشارکت در اجرای طرح‌های تغذیهٔ مصنوعی؛
۱۳. آشنایی با منابع آب کارستی در ایران.

رسانه‌های کمک آموزشی و ارتقای آموزش زمین‌شناسی

با نگاه ویژه به مجلهٔ رشد آموزش زمین‌شناسی

مریم عابدینی
دبیر آموزش‌وپرورش منطقه ۵ تهران

چکیده

تحـولات و نوآوری‌های نوین در آمـوزش و تأکید بر یادگیـری مهارت‌ها و کاربرد دانش، اسـتفاده از ابزار، وسـایل و فنّاوری‌ها در آموزش را هرچه بیشتر ضروری ساخته است.

با ارائـهٔ نظریه‌های جدیـد یادگیری و تأکیـد آن‌ها بر نیازهای یادگیرندگان، ارتباط آموزش با زندگی واقعی یادگیرنده و ایجاد شرایط واقعی برای یادگیری و توجه به رویکـرد نظام‌مند در آموزش، اهمیـت ویژه‌ای پیدا کرد.

این امـر باعث پیدایش نگاهی جدید و جامع نسـبت به ابزارها و وسـایل آموزشی شـده و در نتیجه، ایدهٔ «بستهٔ آموزشـی» را مطرح کرده که شـامل مجموعـهٔ منابع، مـواد و ابزارهای آموزش هماهنـگ برای نیل به هدف آموزشی خاص و سازمان‌یافته است.

در نظام آموزش رسمی کشور، علاوه بر کتاب درسی، وجود ابزار و منابع تکمیلی، همچون مجلات آموزشی، نرم‌افزارهای آموزشی، شبکهٔ ملی رشد و... ضروری است.

مجلات رشـد می‌توانند در نقشهٔ کلان آموزشی به‌عنوان جزئـی مهـم در تکمیـل برنامهٔ درسـی به شـکل‌های تسهیلی، تعمیقی و توسعه‌ای، نقش‌آفرینی کنند.

در این نوشـتار پـس از معرفی اجمالی مجلات رشـد، بیشـتر به توصیف آماری عناوین و نویسندگان در دههٔ اخیر (۱۳۸۱- ۱۳۹۱) مجلهٔ رشـد آموزش زمین‌شناسی، پـس از یـک دوره توقـف و راه‌انـدازی مجـدد آن می‌پردازیـم؛ زیرا پرداختن به محتـوای مقالات در این مجال نمی‌گنجد.

کلیدواژه‌هـا: بستهٔ آموزشـی، مجلات رشـد، رشـد آموزش زمین‌شناسی، آمار توصیفی، تحلیل و ارزیابی

سـابقهٔ تولید و انتشـار مجلات رشـد به سال‌های دههٔ ۴۰ می‌رسـد؛ زمانی که مرکز تهیهٔ خواندنی‌های نوسـوادان در آموزش و پرورش با همکاری مؤسسـهٔ فرانکلین تأسیس شـد و مجلات پیک دانش‌آموز از سـال ۱۳۴۲، پیک نوآموز از سـال ۱۳۴۶، پیک کودک از سال ۱۳۴۸، پیک نوجوان از سال ۱۳۴۹ و پیک جوان از سال ۱۳۵۰،یکی پس از دیگری منتشر شـدند. پس از انقلاب اسـلامی، انتشار این مجلات، به مـدت کوتاهـی بنا به ضـرورت و تحـول در ارزش‌های تربیتی و لزوم بازنگری در آن، دچار وقفه شد تا سال ۱۳۶۰ که اولین سـری آن با عنوان «مجلات رشـد» منتشـر شد. هم‌اکنون مجلات رشد را با ۳۰ عنوان و در شمارگانی حدود ۳۶ میلیون نسـخه در سال منتشر می‌شـوند. اهداف انتشار مجلات رشد عبارت‌اند از:

۱. ایفای نقش بخشی از سیر آموزشی و تکمیل برنامهٔ درسی؛

۲. تقویت همبستگی اجتماعی نظام آموزشی و اعتقادی و ایجاد باورها و رفتارهای صحیح در مخاطبان؛

۳. توسعه و تکمیل تفکر علمی و نقاد و کمک به تحول بنیادین آموزش‌وپرورش؛

۴. ارتقای حرفه‌ای معلمان و سواد اطلاعاتی و ارتباطی آنان با ارائهٔ مطالب کاربردی؛

۵. کمک به تبادل تجارب آموزشی و تربیتی مربیان و معلمان و دانشگاهیان و همچنین مدیران و مجریان؛

۶. پرورش استعدادهای نگارشی و توسعهٔ سواد و مهارت پژوهشی؛

۷. تحقق عدالت آموزشی و ایجاد امکان برای مناطق محروم؛

۸. امکان بیان نظرات در برنامه‌های اصلاحی و تکمیلی آموزش‌وپرورش؛

۹. توسعهٔ کیفی و کمی پژوهش و پژوهشگری.

از بین این مجلات، مجلهٔ رشد زمین‌شناسی برای تحقق اهداف ذکر شده در ۷۳ شماره (دورهٔاول از ابتدا تا سال ۱۳۷۳ تا شمارهٔ ۳۳، و دورهٔ دوم از سال ۱۳۸۱ تاکنون) چاپ شده و در اختیار علاقه‌مندان قرار گرفته است. امید است با چاپ این مجله بتوان به اهداف نه‌گانهٔ مذکور دست یافت و قدمی در راه اعتلای کیفیت آموزش بردارد. معلمان نیز از این رهاورد، راهی برای برقراری ارتباط با استادان و همکاران خود و آینه‌ای برای تماشای چهرهٔ خویش و دیگران پیدا کرده‌اند.

در این بخش به برخی از دلایل و ضرورت وجود مجلهٔ رشد آموزش زمین‌شناسی در جهت ارتقای جایگاه آموزش زمین‌شناسی در ایران می‌پردازیم. دبیران عمدتاً پس از فراغت از تحصیل ارتباط منظم و مستمری با رشتهٔ تحصیلی سابق خود که رشتهٔ تدریسی فعلی آنان است، ندارند. بسیاری از آنان به حکم وظیفه و شوق خدمت به شهرها و حتی بخش‌های دورافتاده می‌روند و به بحث، درس، استاد، کتاب، کتابخانه، کتاب‌فروشی، اینترنت و... دسترسی ندارند. تنها کتابی که ناچار در دست آن‌هاست اغلب همان کتاب درسی است. کتاب درسی هم در طی پنج سال با یک دهه دچار تغییرات کلی و جزئی می‌شود، بی‌آنکه آنان اطلاعاتی از تغییرات و دلیل آن داشته باشند. گاهی بخش‌نامه‌ای که پس از گذراندن مراحل اداری به دفتر مدرسه می‌رسد، دیر به دست معلمان خواهد رسید. کلاس‌های ضمن خدمت نیز اگر تشکیل شوند کافی نیستند و همچون باران بهاری کوتاه و تند می‌بارند و زود می‌ایستند و دوباره گرمای سخت و تشنگی آغاز می‌شود. این صدها هزار معلمی که برای سربلندی و نجات جامعهٔ خود از جهل نادانی در روستاهای مهجور و شهرهای دور میهن خود خدمت می‌کنند، محتاج جویبار جاری همیشگی هستند که آب زلال سرچشمه‌های علم و تجربه را آهسته و پیوسته در دسترس آنان قرار دهد.

در این مقاله به بررسی اجمالی عناوین و مشخصات نویسندگان مجله رشد زمین‌شناسی در دههٔ اخیر می‌پردازیم تا گزارشی کلی و جامع از آمار توصیفی مجله در اختیار خوانندگان قرار دهیم.

مشخصات پدیدآورندگان مقاله

متغیرهای مورد بررسی در این زمینه شامل جنسیت، وضعیت اشتغال، مرتبه و مدارج علمی و محل اشتغال‌اند.

جدول ۱: توزیع عناوین مقاله‌ها برحسب جنسیت پدیدآورندگان

جنسیت	فراوانی	درصد
مرد	۲۳۶	۶۴
زن	۱۳۲	۳۶
جمع کل	۳۶۸	۱۰۰

▲ توزیع عناوین مقاله‌ها برحسب جنسیت پدیدآورندگان

جنسیت: از ۳۵۹ عنوان مطلب در ۴۰ شمارهٔ مجله، ۶۴ درصد مطالب را آقایان و ۳۶ درصد را خانم‌ها نوشته‌اند. به این ترتیب سهم خانم‌ها در ارائهٔ مقاله‌ها کمتر از آقایان بوده است.

جدول۲: توزیع عناوین مقاله‌ها برحسب وضعیت اشتغال

وضعیت اشتغال	فراوانی	درصد
کارشناسان	۱۱۹	۳۴
دبیران	۹۹	۲۹
استادان دانشگاه	۷۶	۲۲
دانشجویان	۳۶	۱۰
مدرسان دانشگاه فرهنگیان	۱۸	۵
جمع کل	۳۴۸	۱۰۰

▲ توزیع عناوین مقاله‌ها برحسب وضعیت اشتغال

وضعیت اشتغال: از ۳۵۹ عنوان در ۴۰ شمارهٔ مجله، مقام اول را کارشناسان با ۳۴ درصد، مقام دوم را دبیران با ۲۹ درصد، مقام سوم را استادان دانشگاه‌ها با ۲۲ درصد، مقام چهارم را دانشجویان با ۱۰ درصد و مقام آخر را مدرسان دانشگاه فرهنگیان با ۵ درصد مشارکت دارند (کارشناسان اعم از کارشناسان آموزش‌وپرورش و سازمان زمین‌شناسی اکتشافات معدنی کشورند).

اگر درصد مشارکت مدرسان دانشگاه فرهنگیان (۵) را با دبیران (۲۹) جمع کنیم باز هم ۳۴ درصد می‌شود که تا حد مطلوب، یعنی مشارکت صد در صد فرهنگیان بسیار فاصله دارد.

مجلات رشد می‌توانند در نقشهٔ کلان آموزشی به عنوان جزئی مهم در تکمیل برنامهٔ درسی به شکل‌های تسهیلی، تعمیقی و توسعه‌ای، نقش‌آفرینی کنند

جدول۳: توزیع عناوین مقاله‌ها برحسب مدرک تحصیلی پدیدآورندگان

مدرک تحصیلی	فراوانی	درصد
دکترا	۱۴۶	۴۱
کارشناسی ارشد	۱۱۰	۳۱
کارشناسی	۱۰۱	۲۸
جمع کل	۳۵۷	۱۰۰

▲ توزیع عناوین مقاله‌ها برحسب مدرک تحصیلی پدیدآورندگان

مدرک تحصیلی: از ۳۵۹ عنوان در ۴۰ شمارهٔ مجله، مقام اول با ۴۰ درصد متعلق به مدرک دکترا، مقام دوم با ۳۱ درصد مربوط به کارشناسی ارشد و مقام سوم با ۲۸ درصد متعلق به مدرک کارشناسی است (البته باید توجه داشت که در این ۱۰ سال، بسیاری از مدارک ارتقا یافته‌است).

جدول۴: توزیع عناوین مقاله‌ها برحسب محل اشتغال با تحصیل پدیدآورندگان

استان محل اشتغال	فراوانی	درصد
تهران	۲۸۸	۸۰
استان‌های دیگر	۷۲	۲۰
جمع کل	۳۵۹	۱۰۰

▲ توزیع عناوین مقاله‌ها برحسب محل اشتغال یا تحصیل پدیدآورندگان

استان محل اشتغال: از ۳۵۹ عنوان در ۴۰ شمارهٔ مجله، بالاترین مشارکت مربوط به استان تهران با ۸۰ درصد و پایین‌ترین مشارکت مربوط به استان‌های دیگر همچون استان‌های اصفهان، خراسان جنوبی، آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، اردبیل، فارس، کردستان و... با ۲۰ درصد بوده است.

جدول۵: توزیع عناوین مقاله‌ها برحسب نوع مقاله یا نوشته

نوع مقاله	فراوانی	درصد
تألیف	۱۸۷	۵۲
گردآوری	۷۰	۱۹
ترجمه	۳۸	۱۱
خبر	۲۱	۶
گزارش	۱۹	۵
گفت‌وگو	۱۳	۴
معرفی کتاب و نرم‌افزار	۱۱	۳
جمع کل	۳۵۹	۱۰۰

▲ توزیع عناوین مقاله‌ها برحسب نوع مقاله یا نوشته

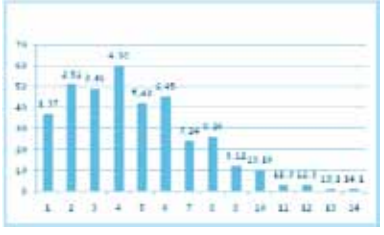
مشخصات مقاله‌ها

در این قسمت، نوع مقاله‌ها و تعداد صفحات آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته است (در این آمار از سرمقاله‌ها به‌دلیل تکرار در همهٔ شماره‌های مجله صرف نظر شده است).

از ۳۵۹ عنوان در ۴۰ شمارهٔ مجله، تألیف شامل مقاله‌های دانش‌افزایی، کاربردی، موضوعات ویژهٔ روز (مخاطرات، زیست‌محیط و...) یافته‌های جدید علمی، آموزشی و.... در مقام اول قرار گرفته است. بقیهٔ موارد همچون ترجمه، گردآوری، خبر، گزارش، گفت‌وگو، و معرفی کتاب، به ترتیب و با فاصلهٔ زیاد نسبت به تألیف در مقام‌های بعدی قرار گرفته‌اند.

جدول۶: توزیع عناوین مقاله‌ها برحسب تعداد صفحات

تعداد صفحات	فراوانی	درصد
۱	۳۷	۱۰
۲	۵۱	۱۴
۳	۴۹	۱۳
۴	۶۰	۱۷
۵	۴۲	۱۲
۶	۴۵	۱۲
۷	۲۴	۷
۸	۲۶	۷
۹	۱۲	۳
۱۰	۱۰	۳
۱۱	۳	۱
۱۲	۳	۱
۱۳	۱	۰
۱۴	۱	۰
جمع کل	۳۵۹	۱۰۰



◀ توزیع عناوین مقاله‌ها برحسب تعداد صفحات

تعداد صفحات: از ۳۵۹ عنوان در ۴۰ شمارهٔ مجله، همان‌طور که می‌بینید بالاترین رتبه مربوط به مقاله‌های ۴ صفحه‌ای، بعد از آن ۲ صفحه‌ای، سپس ۳ صفحه‌ای و در نهایت ۵ صفحه‌ای است. این امر نشان‌دهندهٔ تنوع عناوین بیشتر و در نتیجه مقالات بیشتر در هر شماره است.

جمع‌بندی

در این مقاله، عناوین مقالات و دیگر نوشته‌های ۴۰ شماره از مجلهٔ رشد زمین‌شناسی طی یک دهه (۱۳۹۲-۱۳۸۱) انتشار به‌طور اجمالی بررسی شده است.

این بررسی نشان می‌دهد که رشد آموزش زمین‌شناسی از نظر تعداد مطالب و کثرت نویسندگان مقالات مجلهٔ پرباری است. انتشار ۳۶۰ مقاله طی یک دهه بی‌گمان بیانگر همت دست‌اندرکاران مجله برای رسیدن به اهداف موردنظر می‌باشد.

جمع‌بندی بررسی‌های انجام شده در این مقاله نشان می‌دهد که:

- سهم خانم‌ها در ارائهٔ مقاله بسیار کم بوده است.
- سطح تحصیلی بیشتر نویسندگان با توجه به گسترش امکانات و فرصت‌ها برای ادامهٔ تحصیل معلمان و دبیران، بالارفته و مدارک، از کارشناسی به سمت کارشناسی ارشد و دکترا تغییر کرده است.
- در سال‌های اخیر سهم مقاله‌های منتشر شده از استان‌های کشور بیشتر شده است.
- حدود ۶۳ درصد از عنوان‌ها به مقاله‌های تألیفی و ترجمه‌ای اختصاص داشته است.
- بیش از ۷۰ درصد مقاله‌ها در حوزهٔ دانش و آموزش زمین‌شناسی بوده‌اند.
- گرایش عنوان‌های مجله به نوشته‌های کم حجم بوده است.
- روند انتشار مجله در سال‌های اخیر منظم شده است.

انتظارات

آیا تاکنون از خود پرسیده‌اید مجلهٔ رشد آموزش زمین‌شناسی چگونه ماندگار می‌شود؟

در پاسخ باید گفت آنچه باعث تحقق حداکثری اهداف مجله رشد و ماندگاری آن می‌شود، دریافت مقالاتی با رویکرد جدید از جمله آموزش و فناوری از شما دبیران و استادان باتجربه و استقبال همهٔ علاقه‌مندان به زمین‌شناسی از مجله است.

دورنمای آینده

اکنون به همت دفتر تکنولوژی و انتشارات کمک‌آموزشی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی و همکاری صادقانهٔ دبیران استادان دلسوز و اعضای هیئت تحریریه، مجلهٔ رشد به‌صورت فصلنامهٔ دائمی انتشار می‌یابد. از همهٔ استادان، دبیران محترم، دانشجویان و دانش‌آموزان و سایر همکاران انتظار می‌رود که با مساعدت‌های علمی خود ما را در این راه یاری کنند.

منابع

مجلات رشد زمین‌شناسی شماره‌های ۳۴ تا ۳۷.

گزارش

تلنگری به آموزش علوم زمین در آموزش و پرورش

سمانه نادری دلپاک، فرزانه طیبی

اهمیت آموزش علوم زمین و جایگاه علم زمین‌شناسی در ایران به منظور شناخت، ضرورت ارتقای دانش فنی زمین‌شناسی و کاهش آثار سوء مخاطرات زمین‌شناسی بر کسی پوشیده نیست. متأسفانه با وجود اهمیت آموزش علوم زمین در نظام آموزش و پرورش، کاستی‌های زیادی در این امر به چشم می‌خورد و آموزش‌های موجود نمی‌تواند دانش‌آموزان را به این درس مهم علاقه‌مند کند.

در راستای رفع این مشکل بزرگ و شناخت هرچه دقیق‌تر جایگاه آموزش زمین‌شناسی در مدارس، با همکاری سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی و سازمان آموزش و پرورش، همایشی با عنوان «جایگاه آموزش علوم زمین» در تاریخ ۱۵ اردیبهشت ۱۳۹۲ در سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی برگزار شد. در این همایش که با حضور دکتر محمدیان و جمعی از مدیران و اساتید سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی و سازمان پژوهش آموزش و پرورش برگزار شد، آسیب‌های ناشی از فقر آموزش زمین‌شناسی، رویکردها و راه‌حل‌های آموزشی مورد ارزیابی قرار گرفت.

آقای مهندس میگونی سرپرست روابط بین‌المللی، برگزاری این همایش را پیشرفتی هرچند کوچک در علوم زمین دانست و اظهار امیدواری کرد که در آینده‌ای نزدیک آموزش زمین‌شناسی جایگاه زیبنده و شایستهٔ خود را به دست آورد.

دکتر منوچهر قرشی، مشاور عالی سازمان زمین‌شناسی، گفتند: «سازمان زمین‌شناسی در آموزش ضمن خدمت

دبیران، یار و یاور آموزش و پرورش است و در این راستا همکاری لازم را خواهد داشت. با توجه به شعار یونسکو در زمینهٔ توسعهٔ پایدار آموختن برای زیستن، باید دانست که برای آموزش پایانی نیست.

حجت‌الاسلام دکتر محمدیان، معاون وزیر و رئیس سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی در این همایش پیرامون مسائل آموزش گفتند: «در سال‌های اخیر، آموزش و پرورش برای تحول بنیادی و نوسازی نظام آموزشی در سطوح مختلف آموزشی قدم برداشته است. نظام حاضر باید به نظامی‌سودمند و کارآمد تبدیل شود تا خدمتی درخور ملت ایران انجام گیرد. سند تحول، تولید محتوای برنامهٔ درسی ملی و نقشهٔ جامع یادگیری با پیوست‌های آن می‌گوید آموزش در چه موضوعی، چه میزان، به دست چه کسانی و در چه محیط‌هایی ارائه و با چه روش‌هایی ارزشیابی شود.

منبع آموزش تنها کتاب درسی نیست و در کنار آن، مجلات آموزشی، کتاب‌های غیردرسی آموزشی و محصولات و تولیدات الکترونیکی هم هستند. تولیدکنندهٔ محتوا، علاوه بر آموزش و پرورش، هر نهاد ذی‌صلاحی می‌تواند باشد؛ معلمان هم می‌توانند با نظارت مرکز، تولید محتوا کنند. نقش معلم، الگو بودن، پژوهش، تولید برنامهٔ آموزش و در آخر، راهبری آموزشی است. در کشور ما با وجود برنامه‌ریزان و تدوینگران، مدیران، معلمان و دانش‌آموزان مسلمان، عمدتاً فاعل غایب بوده است. قرآن از نظام فاعلی غفلت نکرده است. متجاوز از هزار بار نام زمین و به همان اندازه آسمان در قرآن آمده و بسیاری از آیات انسان‌ها را به فکر کردن دربارهٔ زمین، معادن، حرکت زمین و... فراخوانده است.

در راستای آموزش علوم زمین امیدواریم ضریب درس زمین‌شناسی در کنکور اصلاح شود؛ البته بیشتر از اصلاح ضریب، امیدواریم کنکور مغایر با اهداف تربیتی- آموزشی آموزش و پرورش حذف شود. برای دانشگاه‌های برتر می‌توان راه بهتری انتخاب کرد. واحدجو تربیت نکنیم، دانشجو تربیت کنیم. باید کاری کنیم که رفتن به دانشگاه آسان و فراغت از آن به‌عنوان فردی باسواد مشکل شود. توسعهٔ آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و مهارتی مؤثر در بازار کار مهم است. آموزش و پرورش سرمایهٔ تولید دانش را ندارد. باید دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی و حتی سازمان زمین‌شناسی ما را یاری دهند و یافته‌های جدید در مجلهٔ رشد زمین‌شناسی آموزش و پرورش ارائه شوند.»

تغییر نگرش در آموزش علوم زمین

آقای قربانعلی افشانی مدیر کل دفتر آموزش متوسطهٔ نظری گفتند: «اگر قرار باشد تمام ۱۳۱ راهکار ارائه‌شده در سند تحول بنیادین هم‌زمان و بدون کم‌وکاست اجرا شود، باید تحول در تمام زمینه‌ها شامل دیدگاه، نگرش، معلم، کتاب‌های درسی، محتوا، روش تدریس، برنامه و وسایل آموزشی و کمک‌آموزشی و رسانه ایجاد شود و هم‌زمان با تحول در ساختار و نیروی انسانی و حوزهٔ قرآنی و دینی، باید تحول در نحوهٔ آموزش نیز صورت گیرد. آموزش و پرورش باید برای رتبه‌بندی معلمان اقدام کند و آنان را هم‌تراز

با اســاتید دانشــگاه قرار دهد. نکتهٔ دیگر کسب حداقل یک مهارت برای فارغ‌التحصیلان است که هم مادهٔ ۱۹ اجرا شود و هــم از منابع طبیعی زمین اســتفادهٔ کافــی به عمل آید. وظایف هجده رئیس دبیرخانهٔ زمین‌شناسی کل کشور شامل چهار تا پنج محور است: نخست نقد و بررسی و انتقال نتایج به دفتر تألیف و رفع مشــکلات کتاب‌های درســی، دوم رفع مشکلات درسی دبیران، سوم تحلیل نتایج امتحانی از لحاظ درصد قبولی / مردودی و ارتقای بالا بردن کیفیت نمره و ... در استان‌های مربوط به هر دبیرخانه است.»

مدیریت منابع انسانی

آقای دکتر حســنی پاک در ســخنرانی آموزنده‌شــان گفتند: «در آموزش باید مســائلی طرح شــوند که بشــر در طــول حیاتش به آن‌ها نیاز دارد. تا دههٔ هشــتاد، ثروت در جهــان مختص کشــورهای دارای منابع بالقــوه نفت، آب یا زمیــن و خاک بود. اما پس از دههٔ هشــتاد تحولی بنیادین رخ داد به‌گونــه‌ای کــه اکنون منابع انســانی مثل جوانان و منابع انسانی بالقوه، یعنی نسل روبه‌رشد و در حال آموزش، ثروت‌های اصلی و اساســی یک کشــور به حساب می‌آیند. آنچــه این منابع انســانی بالقوه را بالفعــل می‌کند، مدیریت اســت. باید منابع انسانی آموزش‌دیده و تربیت‌شده در علوم زمین را با مدیریت، بالفعل کنیم، یعنی تولید ثروت کنیم و به تعادل برسیم.

در کشورهای دیگر مســائل زیست‌محیطی با مدل‌های ســاده در دبستان و سپس دبیرستان آموزش داده می‌شوند. بایــد مفاهیم کاربــردی علوم زمین در رشــته‌های مختلف طــوری ارائه شــوند که فرد تربیت‌شــده بتوانــد در محیط صنعتی- تکنولوژیک خود معتدل‌تر زندگی کند.

سازمان‌دهی بدون اطلاعات غیرممکن است. در آموزش برنامهٔ درســی می‌تــوان اصول این مســائل را مطرح کرد تا باعث شــود افرادی که روی آموزش سرمایه‌گذاری می‌کنند بدانند با چه مسائلی روبه‌رو هستند.»

نقــش زمین‌شناســی در کشــور و ضــرورت ارتقــای آموزش زمین‌شناســی در دورهٔ آموزش؛ جایگاه درس زمین‌شناسی در آموزش و پرورش و کنکور سراسری

آقــای دکتر جلیــل قلمقــاش، معاونت زمین‌شناســی سازمان زمین‌شناسی در سخنان خود اظهار داشتند: «ایران از لحاظ مخاطرات رتبهٔ سوم جهان را دارد که سالیانه کمینه چهل میلیارد دلار هزینــه می‌آفرینند. تنها حدود ۲۵ درصد دانش‌آموختگان متوســطه درس زمین‌شناســی داشــته‌اند و نمــرهٔ درس زمین‌شناســی جزو نمرات حداقــل در دورهٔ متوســطه اســت. دانش‌آموختگان دورهٔ دوازده‌سالهٔ آموزش همگانی اطلاعات پایهٔ زمین‌شناســی کمــی دارند. برخی از این افراد هرگز به دانشگاه نمی‌روند و با اطلاعات ناچیز وارد بازار کار می‌شــوند و درک آن‌ها از مســائل زیست‌محیطی، ارزش ذخایر معدنی و روش‌های کاهش زیان‌های ناشــی از وقوع مخاطرات زمین‌شناسی بهینه نیست.

بیــش از بیســت درصــد پســت‌های مدیریتــی را دانش‌آموختگان گروه‌های علوم انسانی و علوم تجربی اشغال می‌کننــد و ۳۴ درصد دانش‌آموختــگان گروه‌های ریاضی- فیزیک و فنی، مشاغل مهندسی را انتخاب می‌کنند که باید اطلاعات پایهٔ زمین‌شناسی داشته باشند. تولید سازه‌ها بدون توجه به پدیده‌های زمین‌شناسی به دلیل عدم درک اهمیت علم زمین‌شناسی است.»

کاهش اثر مخاطرات زمین‌شناختی با آموزش

مهنــدس محمدجواد بلورچی، مدیر کل زمین‌شناســی مهندســی و مخاطرات زیست‌محیطی سازمان زمین‌شناسی گفتنــد: «تعداد رخدادهای ثبت‌شــده در جهــان همچنان رو بــه افزایش اســت و به تبع آن، تعــداد نفرات در معرض مخاطرات در جهان نیز به علت افزایش جمعیت و قرارگیری در مکان‌هــای پرخطر افزایش می‌یابــد. پدیده‌های غیرقابل کنترل فقط از لحاظ آســیب‌پذیری به دســت انســان قابل کنترل اســت. ساخت‌وســاز مقاوم کاری اســت که انسان‌ها کرده‌اند. جمعیت ما با کشور چین قابل مقایسه نیست، ولی جمعیت در معرض خطر ما با جمعیت در معرض خطر چین برابری می‌کند.

آسیب زیاد ناشی از کمبود آموزش است. باید آسیب را شــناخت و با توجه به اطلاعات زمین‌شناســی پایه، آن‌ها را مدیریت کرد. ایمن‌سازی با دورشدن از سرچشمه‌های لرزه‌زا مثل گســل‌ها و مقاوم‌ســازی مقرون به صرفه باید به دست مهندسان انجام شود و تمام این‌ها تنها به آموزش نیاز دارد.

در نقشــهٔ جهان مــا دارای زمین‌لرزه‌هــای ویرانگر در شــهرهای مهم هستیم. باید کاربردی به این جنبه بپردازیم تــا برای دانش‌آموزان علاقه ایجاد کنیم. نباید با آموزش‌های غلط به گسترش شــایعاتی مانند کنترل و توقف وقوع زلزله دامن زد.»

کاهــش علاقه به یادگیــری زمین‌شناســی در مقاطع آموزش عمومی در تناقضی اشــکار با گفتمان و الگوی توســعهٔ پایدار؛ رویکردها و راهکارها در قبال چالشی مشترک در بسیاری از کشورها

آقــای دکتر مهدی ســالاری، عضو هیئــت علمی گروه مهندسی معدن دانشگاه صنعتی امیرکبیر، در سخنانی بیان داشتند: «با اتفاقات و تغییرات اساسی عصر جدید نمی‌توان

مثل گذشته عمل کرد. دنیای جدید در پی آن است که سه شاخصهٔ اصلی خود را به روز و مدرن کند: جامعه و جهان اجتماعی، انسان مدرن و دانش مدرن. برای تحول، اندیشهٔ ترقی لازم است که در نهاد انسان‌ها یک امر فطری است. باید انسان و محیط پیرامون آن تغییر داده شود. تفکر ترقی، توسعه می‌یابد و با عنوان توسعهٔ جامع و فراگیر مطرح می‌شود و مدل و الگوی توسعهٔ پایدار را به خود می‌گیرد. توسعهٔ پایدار دارای سه مؤلفه و برایند است: رشد اقتصادی، اجتماعی و محیط زیست و اکولوژی.

به جای نگاه کردن جزئی به ابعاد پیشرفت باید به روابط متعدد توسعه دقت کرد، نه اینکه فقط از لحاظ اقتصادی به آن توجه داشت. توسعهٔ پایدار نیازهای حاد را برطرف کردن و توانایی برطرف کردن نیازهاست. در این راستا یکی از محوری‌ترین اصول، آموزش است. افزودن ضریب علوم زمین در کنکور لازم است، اما کافی نیست. باید سواد دانش‌آموزان را زیاد و در آن‌ها علاقه ایجاد کنیم.»

نقش سازمان زمین‌شناسی در گسترش علوم زمین

خانم بهارک وحدتی، کارشناس گروه میراث‌شناختی سازمان زمین‌شناسی، سیاست‌گذاری و نظارت بر مطالعات زمین‌شناسی و اکتشافی در کشور، اکتشاف و توسعهٔ منابع معدنی، همکاری با دانشگاه‌ها و برگزاری همایش‌ها و نیز حفاظت از محیط زیست را تنها بخشی از وظایف سازمان دانست و گفتند: «علوم زمین دانش شناخت سیارهٔ زمین است. سازمان از دو سال پیش به عرصهٔ آموزش توسعهٔ پایدار (حفاظت از منابع معدنی و محیط زیست) وارد شده است. مخاطبان علوم زمین در سازمان زمین‌شناسی سه گروه متخصصان، دانشجویان و کودکان و نوجوانان هستند. زیربنای آموزش، خانواده است که آموزش جامعه را در پی دارد. محصولاتی از جمله کتاب‌های مخصوص کودکان و کتاب‌ها و ویژه‌نامه‌های تخصصی، نرم‌افزارهای آموزشی و فرم‌های اطلاع‌رسانی نیز از دیگر محصولات آموزشی سازمان به شمار می‌روند.»

شیوه‌های نوین آموزش علوم زمین در جهان

خانم فریده باقری از کارشناسان سازمان زمین‌شناسی، هدف‌های آموزشی را چنین برشمرد: ارتقای دانش علوم زمین در خصوص دانش‌آموزان و دبیران، شکوفا شدن استعدادهای دانش‌آموزان در ارتباط با علوم زمین، آشنایی با مخاطرات زیستی و زمینی ایران و راهکارهای مناسب برای مقابله با آن‌ها، آشنایی با توان اقتصادی علوم زمین در ایران، آشنایی با روش‌های حفاظت از اکوسیستم‌ها و نیز، آموزش علوم پایه با درک درستی از پدیده‌های زمین‌شناسی.

وضعیت موجود آموزش علوم زمین در نظام آموزش و پرورش

آقای حمیدرضا ملک‌محمدی مسئول دبیرخانهٔ

حجت‌الاسلام دکتر محمدیان، رئیس سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

راه‌بردی گروه زمین‌شناسی کشوری کم‌توجهی به مشکلات این درس را مهم‌ترین دغدغهٔ دبیران زمین‌شناسی کشور دانستند و گفتند: «نگرش و طرز تلقی افراد نسبت به دانش زمین‌شناسی از مدارس شکل می‌گیرد. لذا توجه به این موضوع در تربیت افرادی توانمند و متخصص برای کار در زمینه‌های معدنی، نفت، کشاورزی و امور آب و نیز، انجام پژوهش‌های زمین‌شناسی بسیار مؤثر است.

با وجود پتانسیل‌های بالای پژوهش و آموزش زمین‌شناسی در کشور، متأسفانه در سیستم آموزش و پرورش، هنوز جایگاه واقعی علم زمین‌شناسی برای برخی از مسئولان مشخص نشده است و آثار کم‌توجهی به این درس را در موارد زیر می‌توان مشاهده کرد: ضریب پایین آن در کنکور سراسری، ناآگاهی عمومی نسبت به جایگاه و مسائل مورد بحث در زمین‌شناسی، نامناسب بودن محتوای آموزشی موجود در مدارس، بی‌انگیزگی دانش‌آموزان، حجم زیاد مطالب درسی و کمبود ساعت تدریس، نگنجاندن ساعت آزمایشگاه زمین‌شناسی در برنامهٔ درسی دانش‌آموزان، مشکلات موجود بر سر راه برگزاری المپیاد زمین‌شناسی، در نظر نگرفتن درس زمین‌شناسی برای رشتهٔ ریاضی- فیزیک دورهٔ متوسطه و نیز به‌کارگیری دبیران غیرتخصصی (و حتی غیرمرتبط) در تدریس کتاب‌های زمین‌شناسی سال سوم وعلوم زمین پیش‌دانشگاهی و... .»

در ادامهٔ همایش، گزارشی از فعالیت‌های سال جاری دبیرخانه ارائه شد.

بررسی کتاب‌های درسی زمین‌شناسی با هدف ارتقای دانش همگانی

آقای محمدحسن بازوبندی مسئول گروه زمین‌شناسی دفتر تألیف کتاب‌های درسی عنوان کردند: «آموزش زمین‌شناسی علاوه بر کتاب‌های زمین‌شناسی در طی نه سال در قالب بخشی از کتاب علوم تجربی دورهٔ ابتدایی و راهنمایی (متوسطهٔ دورهٔ اول) تدریس خواهد شد. آموزش علوم، مثلثی است که سه رأس آن، دانش، نگرش و مهارت‌اند. در بررسی کتاب‌های علوم تجربی درمی‌یابیم که به بخش دانشی بیشتر از بخش‌های مهارتی و نگرشی پرداخته شده است و متأسفانه ما در عملیاتی کردن دانش‌ها خیلی موفق نبوده‌ایم. باید از سهم دانش بکاهیم و بر سهم نگرش‌ها و مهارت‌ها بیفزاییم. گروه زمین‌شناسی دفتر تألیف در تلاش برای رفع این مشکل است.

حجم زیاد کتاب زمین‌شناسی و زمان تدریس اندک و شرایط نامناسبی که از خارج آموزش و پرورش بر آن تحمیل می‌شود، بر دشواری‌های آموزش این درس افزوده است. در سال‌های اخیر، مسئولان سازمان پژوهش، دفتر تألیف و کارشناسان زمین‌شناسی برای رفع این موانع و محدودیت‌ها، اقدام به تدوین راهنمای برنامهٔ درسی زمین‌شناسی منطبق با برنامهٔ درسی ملی و اسناد بالادستی کرده‌اند که در آن به مشکلات زیست‌محیطی کشور، حوادث و مخاطرات طبیعی، منابع انرژی و... توجه ویژه شده است.»

در این همایش همچنین به پرسش‌های همکاران دربارهٔ مباحث کتاب و مشکلات آموزش زمین‌شناسی پاسخ داده شد.

نقش رسانه‌های کمک‌آموزشی در ارتقای جایگاه آموزش زمین‌شناسی ایران

در ادامهٔ همایش، خانم مریم عابدینی، مدیر داخلی مجلهٔ رشد زمین‌شناسی دربارهٔ مسائل و مشکلات آموزش علوم زمین و راهکارهای گسترش آموزش نوین این درس مهم گفتند: «ارائهٔ نظریه‌های جدید یادگیری و تأکید آن‌ها بر نیازهای یادگیرندگان، ارتباط آموزش با زندگی واقعی یادگیرنده، ایجاد شرایط واقعی برای یادگیری و توجه به رویکرد نظام‌مند در آموزش، باعث پیدایش نگاهی جدید و جامع نسبت به ابزارها و وسایل آموزشی شده است. ایدهٔ بستهٔ آموزشی شامل مجموعهٔ منابع، مواد و ابزارهای آموزش هماهنگ برای نیل به هدف آموزشی خاص و سازمان‌یافته است و در نظام آموزش رسمی کشور، علاوه برکتاب درسی، وجود ابزار و منابع تکمیلی همچون مجلات آموزشی، نرم‌افزارهای آموزشی، شبکهٔ ملی رشد و ... ضروری است.»

وی در ادامه، تغییرات مجلهٔ رشد زمین‌شناسی را از ده سال پیش تا امروز بازگو کرد و گفت: «با رویکرد آموزشی مورد نظر هیئت تحریریهٔ مجله، مقالات آموزشی ارسال‌شده در اولویت چاپ قرار می‌گیرند.»

وی همچنین از تشکیل انجمن زمین‌شناسی معلمان از سال پیش تاکنون و برگزاری همایش خلیج فارس در سال جاری سخن گفت و اضافه کرد که به دنبال پیگیری‌های مداوم، عضویت در انجمن زمین‌شناسی معلمان و استفاده از مزایای انجمن برای کلیهٔ آموزگاران علوم و دبیران زمین‌شناسی رایگان خواهد بود.

بررسی مفصل روند چهار سال پیگیری ایشان در کنار دبیرخانه و برگزاری آزمایشی المپیاد زمین‌شناسی (۱۴ اردیبهشت ۹۲) در شش استان مازندران، تهران، فارس، خراسان، لرستان و اصفهان و اقدامات لازم برای شرکت در المپیاد زمین‌شناسی سال آینده که به صورت جهانی برگزار می‌شود، برنامهٔ بعدی همایش بود.

در پایان همایش، بیانیه‌ای دربارهٔ مسائل آموزش علوم زمین تنظیم شد و بازدید از موزهٔ زمین‌شناسی کرج صورت گرفت.

```
pandian@Kannan:~/apps$ java -jar EntityCreator.jar localhost 3306 s
PHP ENTITY CREATOR
Syntax: java org.grassfield.php.EntityCreator <hostname> <port> <dl
Example: java org.grassfield.php.EntityCreator localhost 3306 scho
found tables.. [MENU_INFO, MENU_USER_ROLE_MAPPING, USER_INFO, USER_
4 columns found for the table MENU_INFO
Creating folder /home/pandian/Entity4school
Creating file /home/pandian/Entity4school/menuInfo.php
1:id
2:menuItemName
3:menuLink
4:parentMenuId
2 columns found for the table MENU_USER_ROLE_MAPPING
Creating folder /home/pandian/Entity4school
Creating file /home/pandian/Entity4school/menuUserRoleMapping.php
1:menuItemId
2:userRoleId
```

آموزشی

طراحی فیلم کوتاه آموزشی به همراه آزمون

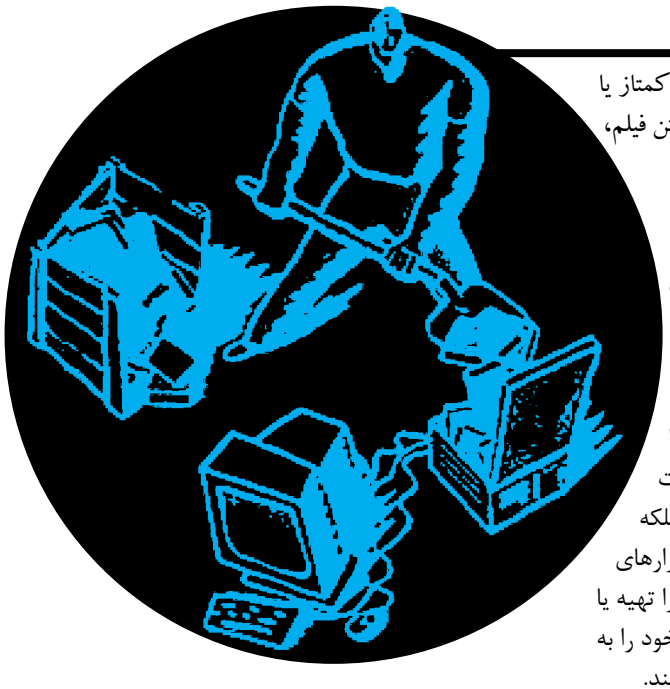
برای استفاده در تدریس زمین‌شناسی

معرفی نرم‌افزار ساخت فیلم کوتاه آموزشی

نرم‌افزار کمتازیا ۸ (Camtasia Studio8)

پرویز باغبانی و ملوک نجاری
دبیران منطقهٔ عجب‌شیر، استان آذربایجان‌شرقی

کلیدواژه‌ها: ساخت فیلم آموزشی، نرم‌افزار کمتاز یا ۸، فیلم‌برداری از دسکتاپ، طراحی سؤال در متن فیلم، ویرایش فیلم، زیرنویس فیلم آموزشی



مقدمه

یکی از امکاناتی که می‌تواند نقش مهمی در آموزش ایفا کند فیلم است. فیلم به‌عنوان رسانه‌ای تأثیرگذار می‌تواند ضمن جذب مخاطب به‌طور مستقیم و غیرمستقیم، آموزش را امکان‌پذیر کند. جایگاه و نقش فیلم در نظام آموزشی انکارناپذیر است و در کشورهای پیشرفته استفاده از فیلم‌های آموزشی رواج دارد و به شیوه‌های مختلف از طریق شبکه‌های تلویزیون، تلویزیون‌های کابلی و شبکه‌های ویدیویی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

فیلم آموزشی فیلمی است که، پیامی مستقیم یا آشکار برای مخاطبان داشته باشد. اما در بحث تکنولوژی آموزشی در نظام آموزش‌وپرورش کشور به فیلم‌های آموزشی می‌گوییم که پیام علمی یا پیام تربیتی را منتقل کنند. گفتنی است که در طراحی فیلم کوتاه آموزشی انتظار ما این نیست که دبیران به‌صورت حرفه‌ای فیلم‌برداری کنند، بلکه می‌توانند با استفاده از نرم‌افزارهای رایج تصاویر مورد دلخواه را تهیه یا حتی اسلایدهای پاورپوینت خود را به کلیپ‌های آموزشی تبدیل کنند.

فیلم کوتاه آموزشی شرایط قابل لمسی را برای تفکر و درک مفاهیم به‌وجود می‌آورد، توجه و علاقه مخاطبان را به خود جلب می‌کند، موجب یادگیری سریع‌تر، مؤثرتر و پایدارتر می‌شود، تجارب واقعی و عینی را در اختیار فراگیران قرار می‌دهد، موقعیت‌های یادگیری را فراهم می‌کند و مشارکت فراگیران را در فرایند یادگیری فراهم می‌سازد. مزیت دیگر این فیلم‌ها تکرارپذیری آن‌هاست. فراگیر با توجه به نیازش

می‌توانـد در هر زمان و به دفعات لازم از آن اسـتفاده کند. تعامل در آموزش الکترونیک، به‌ویژه ارزشیابی فراگیران از طریق طراحی سـؤال در متن فیلم می‌تواند تأثیر شـگرفی داشـته باشد. همچنین با اسـتفاده از ایـن ویژگی، پاسخ آزمون‌ها می‌تواند از طرف مربی بررسـی و بازخـورد آن به سـرعت به فراگیر اعلام شـود. این امـر از طریق آنلاین یا به‌صورت حضوری یا از طریق فضای مجازی انجام می‌شود.

دبیـران زمین‌شناسـی در ایـن موضـوع اتفاق نظر دارند که بسـیاری از پدیده‌ها و موضوعات زمین‌شناسـی وجـود دارنـد کـه امـکان تجربـهٔ آزمایشـگاهی و حضـوری آن‌ها وجود نـدارد. از طرفی هزینـهٔ هنگفت تهیهٔ بعضـی از تجهیزات، امـکان تأمین و بهره‌گیـری از آن‌هـا را در امر آموزش غیرممکـن می‌سـازد. خطـر انجـام بعضـی از آزمایش‌هـا یا عـدم امکان برگزاری بررسـی‌های میدانی (گردش علمی) باعث شـده اسـت تـا معلمان از محیط‌هـای مجـازی بـرای نیل به اهداف آموزشـی اسـتفاده کند و این محیط مجازی در قالـب نرم‌افزارهای آموزشـی، ویدئویی، گرافیکی، آن‌لاین و... می‌تواند نمود عینی داشته باشد.

موضوع قابل توجه اینکه فیلم‌های تهیه شـده در شرکت‌های خصوصی با اینکه از نظر کیفیت سطح بالایی دارند و به‌صـورت حرفـه‌ای تهیه شـده‌اند، ولی به‌دلیل اشـراف نداشتن این قبیل شـرکت‌ها به اهداف درسی و محتوای کتاب‌ها و روش‌هـای تدریس دبیران، بسـته‌هایی که تهیه می‌کنند متناسب با نیازهای واقعی دانش‌آموزان و دبیران نیسـت. لذا دبیران هم رغبت چندانی به اسـتفاده از نرم‌افزارها از خود نشان نمی‌دهنـد. چـارهٔ کار این اسـت که دبیران زمین‌شناسـی ضمن آشنایی با این نرم‌افزارها خود فیلم‌های آموزشی را تهیه کنند و ببینند. مقالهٔ حاضر در همین راستا تهیه شده است.

برای نیل بـه این هـدف، ابزارها و نرم‌افزارهـای متنوعی وجـود دارند که در ادامهٔ بحث بـه معرفی نرم‌افزار Camtasia Studio می‌پردازیم:

معرفی امکانات و منوها

ایـن نرم‌افزار کاربـردی محصولی از شـرکت Techsmith است و ۲۴۲ مگابایت حجم دارد. نسـخهٔ رایگان آن در بسـیاری از سـایت‌ها وجود دارد و کاربران می‌توانند به راحتی آن را دانلود کنند و با وارد کردن شـمارهٔ سریال و کـرک آن نرم‌افـزار را فعال سـازند و از آن بهـره گیرند. ایـن نرم‌افزار یک اسـتودیوی پیشرفته در زمینهٔ ساخت و ویرایش فیلم‌های آموزشی و ساخت نرم‌افزارهای آموزشی به حساب می‌آید. مزایـای ایـن نرم‌افزارها در مقایسـه بـا نرم‌افزارهای مشـابه در این اسـت کـه این برنامه بـا تصویربرداری کامل از صفحـهٔ نمایـش و همچنین ضبط تصویـر از وب‌کم و صدا، تمام امکانات لازم بـرای سـاخت فیلم آموزشـی را در خـود دارد. همچنیـن در طراحی فیلم‌های آموزشـی می‌توان سـؤالاتی در قسمتی از فیلم طرح کرد تا فراگیر ضمن تماشای فیلم، آموخته‌های خود را مورد ارزیابی قـرار دهد. این برنامه با پشـتیبانی از پرونده‌های پاورپوینت (Power Point) قابلیت آموزشـی را کامـل می‌کند و فایل‌های خروجی آن در فرمـت ویدیویی ذخیره می‌شـود. فایل‌های تولیدشـده در این نرم‌افزار با وجود کیفیت بالا، بسیار کم‌حجم‌اند و به‌راحتی می‌تـوان آن‌ها را در اینترنت منتشر یا روی سی‌دی ضبط کرد.

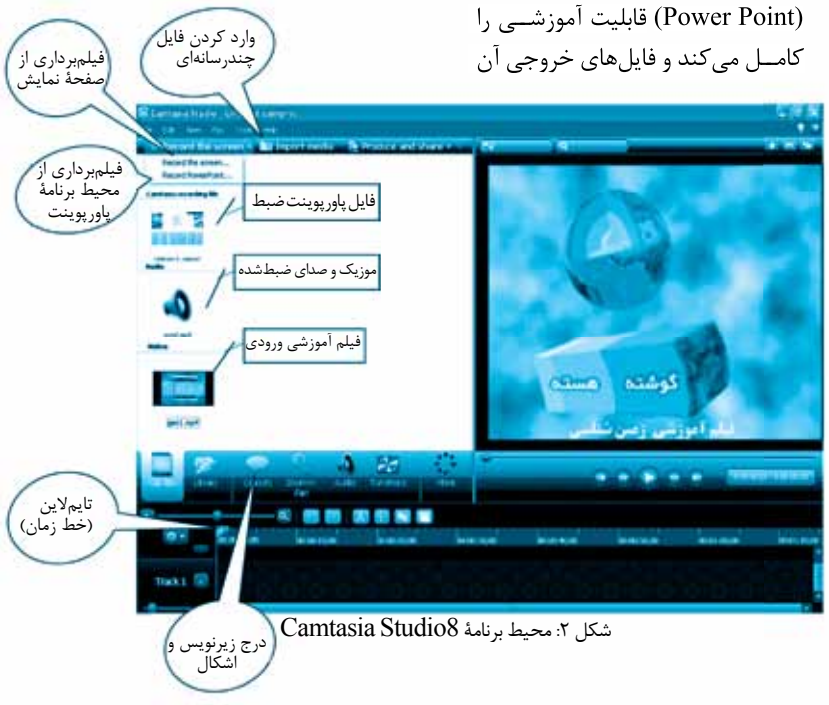
بعـد از نصب کامـل برنامه، نمایهٔ (آیکن) آن به صورت شـکل مقابل در صفحـهٔ کامپیوتر به نمایـش درمی‌آید (شکل ۱).

اگر روی نمایهٔ برنامه کلیک کنیم وارد محیط برنامه می‌شویم. نمای کلی محیـط و ابزارها و منوهای نرم‌افزار در شکل شمارهٔ ۲ نشان داده شده‌اند.

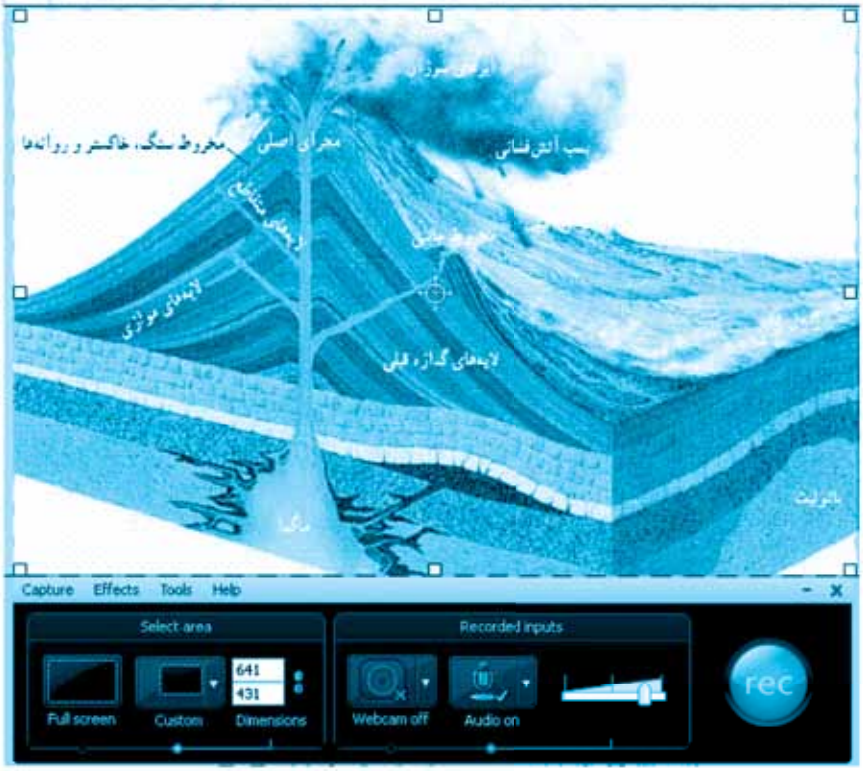
منوهـای اصلـی آن عبارت‌اند از: File، Edit، View، Play، Tools، Help بـا توجـه بـه اینکـه منوهای عملیاتـی و پرکاربـرد ایـن نرم‌افـزار به‌صورت دکمه نمایش داده شـده لذا به معرفـی هر یک از ایـن دکمه‌ها و زبانه‌های آن‌ها می‌پردازیم.

برای فیلم‌برداری از صفحهٔ مانیتور از دکمـهٔ Recording the Screen اسـتفاده می‌کنیم. بعد از فعال کردن ایـن دکمه، پنجره‌ای به‌صورت نمایش داده شده در شکل ۳ ظاهر می‌شود.

در ایـن بخـش از طریـق گزینـهٔ Custom به‌صـورت دلخـواه می‌تـوان محدودهٔ فیلم‌برداری را مشـخص کرد یا



شکل ۲: محیط برنامهٔ Camtasia Studio8



شکل ۳: پنجرهٔ تنظیمات فیلم‌برداری از صفحهٔ نمایش

به‌صورت Full Screen از کل صفحه عمل تصویربرداری را انجام داد. قبل از فشردن دکمهٔ REC یا دکمهٔ F۹ صفحه کلید می‌توان از منوی Effcets با انتخاب Annotation هنگام فیلم‌برداری در قسمت‌های مختلف دسکتاپ دایرهٔ زردرنگی ایجاد کرد تا ذهن فراگیر را به خود جلب کند. همچنین در زیر منوی Sound می‌توان در مواقع کلیک در قسمت‌های مورد نظر، افکتی را روی فایل ضبط‌شده ایجاد کرد. همچنین در زیرمنوی Cursor می‌توان مکان‌نما را مخفی کرد یا با کلیک و چپ‌کلیک دایره‌ای قرمز و آبی در قسمت مورد نظر ظاهر کرد تا فراگیر در حین استفاده از فیلم آموزشی گزینهٔ مورد نظر را تشخیص دهد. در زیرمنوی Options می‌توان افکت‌های مورد دلخواه را در حین استفاده از ماوس و مکان‌نما تعیین کرد. بعد از تنظیم موارد مذکور با فشردن دکمهٔ REC می‌توان به فیلم‌برداری از صفحه پرداخت.

بعد از فشردن دکمه و گذشت سه ثانیه، عمل فیلم‌برداری از صفحه شروع می‌شود و تمام عملیات و کارهایی که در صفحهٔ دسکتاپ انجام می‌گیرد بدین‌ترتیب ضبط می‌شود. برای ختم فیلم‌برداری می‌توان از دکمهٔ F10 صفحه کلید یا گزینهٔ Stop استفاده کرد. از این قابلیت نرم‌افزار می‌توان در آن دسته از فیلم‌های آموزشی که با محوریت علوم زمین در سایت‌های مختلف قرار دارند و امکان دانلود آن‌ها وجود ندارد، استفاده کرد. در ادامهٔ پنجره‌ای ظاهر می‌شود که می‌توان برنامهٔ ضبط شده را دید و با استفاده از گزینه‌های Edit، Delete، Produce، و Save نسبت به ذخیره و ویرایش برنامهٔ ضبط‌شده پرداخت. بدیهی است در صورتی که بخواهیم به ویرایش برنامهٔ ضبط‌شده بپردازیم، برنامهٔ ضبط‌شده در Clip Bin قرار می‌گیرد (شکل ۲). برای این کار باید برنامهٔ مورد نظر به قسمت Time Line منتقل شود و این کار از طریق درگ کردن (گرفتن و کشیدن) به تایم‌لاین صورت می‌گیرد.

زیرمنوی دیگر این قسمت برای ضبط فایل‌های تهیه شده در نرم‌افزار پاورپوینت کاربرد دارد. برای این منظور از گزینهٔ Record Power é point استفاده می‌شود و اگر نرم‌افزار پاورپوینت در کامپیوتر موجود باشد این علامت بعد از نصب این نرم‌افزار به‌طور خودکار در نوار ابزار پاورپوینت قرار می‌گیرد که با فشردن دکمهٔ مربوط هنگام نمایش اسلایدهای تهیه‌شده Camtasia می‌توان آن‌ها را ذخیره کرد و به‌صورت فایل ویدیویی درآورد که بعد از عمل رندر در دستگاه‌های ویدئوسی‌دی هم می‌توان برای فراگیران نشان داد که این یکی از قابلیت‌های ویژهٔ این نرم‌افزار است.

منوی مهم دیگر این نرم‌افزار Import Media (وارد کردن فایل‌های رسانه‌ای) است. از این گزینه برای وارد کردن فایل‌های ویدیویی، تصویر و صدا استفاده می شود. بعد از وارد کردن فایل ویدیویی مورد نظر در قسمت Clip bin یا صندوق فیلم قرار می‌گیرد (شکل ۲). برای عمل ویرایش، می‌توان آن را طریق درگ کردن (گرفتن و کشیدن) به تایم‌لاین منتقل کرد. همچنین برای وارد کردن تصاویر مورد نظر، موزیک و صوت مورد نظر از این گزینه استفاده می‌شود.

از دکمهٔ Library برای فراخوانی قالب‌های آماده استفاده می‌شود. در این قسمت برای تنظیم پیش‌درآمد فیلم آموزشی که معمولاً در شروع فیلم‌های مختلف نمایش داده می‌شود استفاده خواهد شد. در ضمن از سایر قالب‌های صدا و موزیک آغازین و تم‌های دیگر که متناسب با سلیقهٔ کاربر باشد، می‌توان استفاده کرد.

از دیگر زیرمنوهای مهم Library می‌توان به Title Clip اشاره کرد. این گزینه برای تایپ متن در ابتدای فیلم آموزشی، مانند عنوان فیلم یا تهیه‌کننده استفاده می‌شود. در صورتی که ویندوز فونت فارسی نداشته باشد، می‌توان از برنامه‌های فارسی‌نویس نظیر پرند و ضابط استفاده کرد. برای

school root pandian
oname> <username> <password>
ol root pandian
_ROLE]

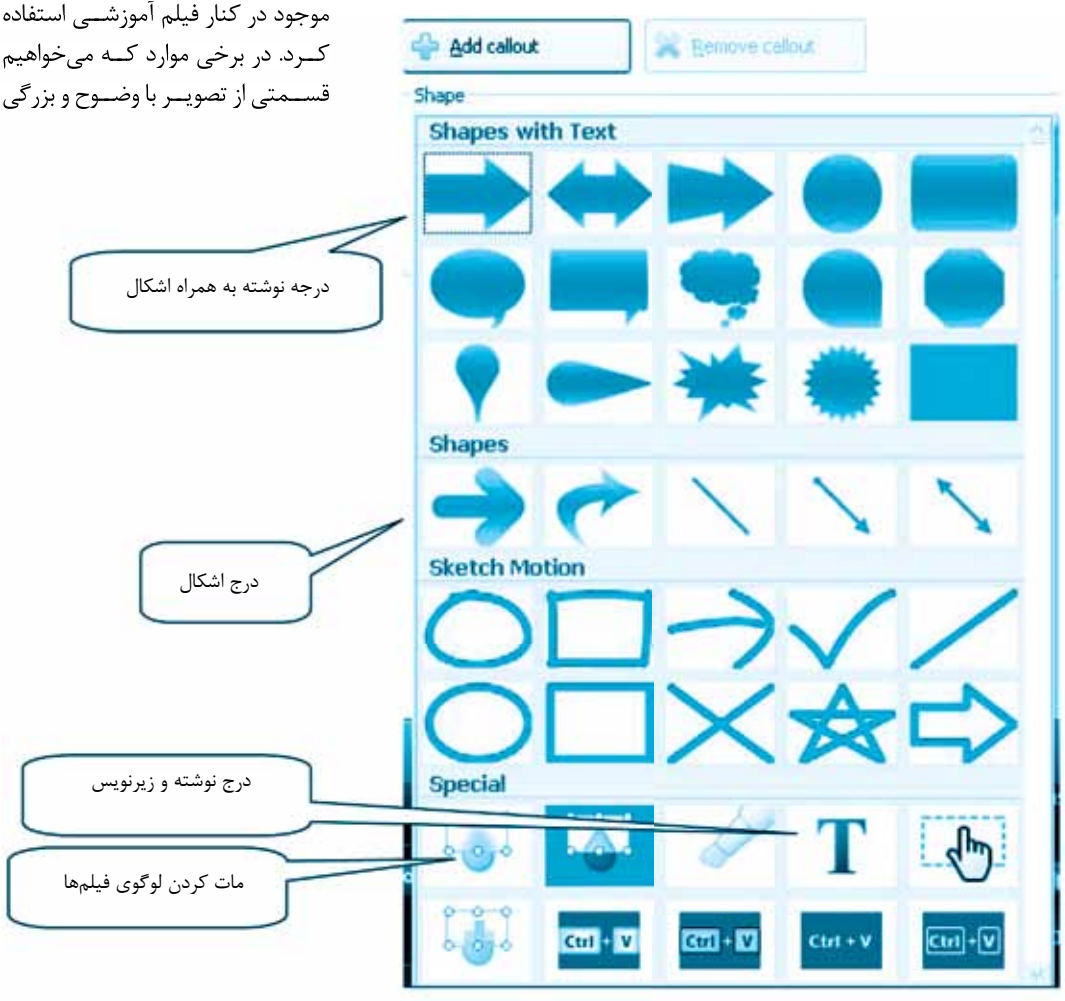
ایـن کار متن مورد نظـر را در محیط نرم‌افزارهـای فـوق تایـپ می‌کنیم، سـپس با کپی و چسـباندن (Ctrl + C ، Ctrl + V) نسـبت انتقـال متن مورد نظر بـه محیط برنامـهٔ کامتازیا اقدام می‌کنیم. در این قسمت امکانات دیگـری هم برای تعیین رنگ نوشـته و رنگ یا تصویـر پس‌زمینه و اندازه و فونت دلخواه وجود دارد.

در مواردی کـه بخواهیم متنی را روی تصویـر ویدیویی یـا عکس‌های وارد شـده تایـپ کنیـم از زیرمنوی Callouts اسـتفاده می‌کنیـم. بعـد از فشـردن دکمـهٔ Callouts پنجرهٔ محاوره‌ای باز می‌شـود که فرم و شکل متنـی را که قرار اسـت به فیلم اضافه شود در پنجره مذکور تعیین می‌کنیم (شـکل ۴). به کمک گزینهٔ Shap نوع شـکل و فرم آن را تعیین می‌کنیم. در مـواردی کـه بخواهیـم آرم و کلمات تبلیغاتی حاشیهٔ فیلم‌ها را مات کنیم از بخش‌های موجود در گزینهٔ Special به‌نام Blur اسـتفاده می‌کنیم. در این صـورت، محدودهٔ انتخاب شـده روی فیلم مات خواهد شـد. در برخی موارد لازم است محدوده‌ای از فیلم آموزشی مـورد تأکید قرار گیرد که بدین‌منظور از گزینـهٔ Spot Light موجود زیرمنو Special اسـتفاده می‌کنیـم. در این صورت، محدودهٔ مورد نظر شفاف‌تر از سایر مناطق خواهد شد.

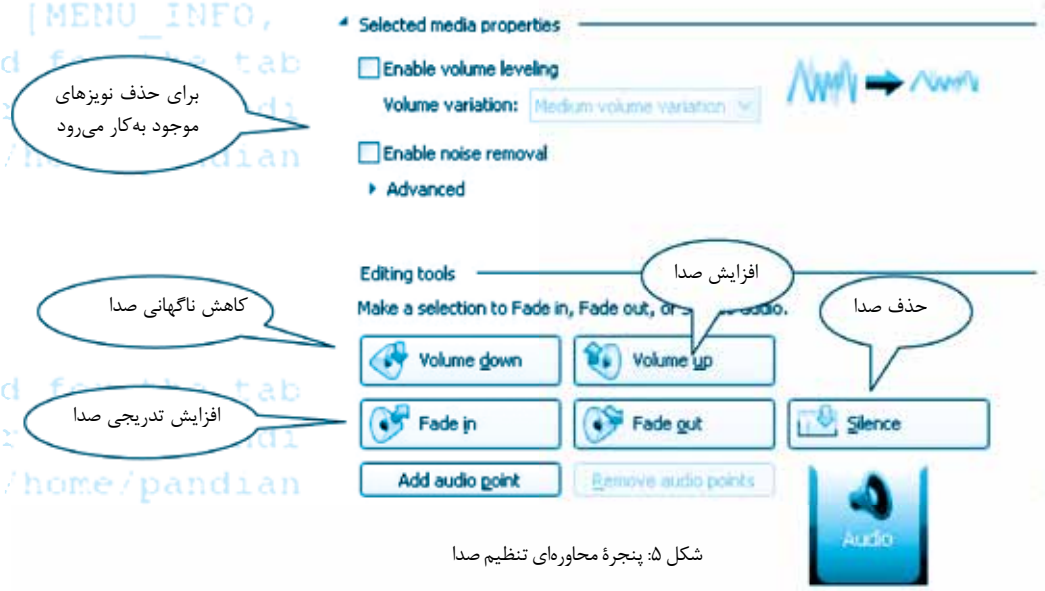
از امکانات گزینـهٔ Text در تایپ زیرنویس و تعییـن فونت و رنگ متن می‌تـوان اسـتفاده کـرد. از زیرمنوی Properties می‌توان ویژگی‌های متن الحاق‌شـده را تغییر داد. اگر در تایپ فونت فارسـی دچار مشـکل بشـویم می‌توانیم از نرم‌افزارهای فارسی‌نویس اسـتفاده کنیـم. از ایـن قابلیت برای توضیـح اشـکال موجـود در فیلم یا نام‌گـذاری پدیده‌هـای موجـود روی عکس اسـتفاده می‌شـود. این زیرمنو یکـی از پرکاربردترین زیرمنوهای این نرم‌افزار به‌حساب می‌آید.

بـرای ویرایش متن تایپ شـده، می‌توان با کلیک مجـدد، آن را تغییر داد. همچنیـن بـرای تعییـن محـل زیرنویس روی تایم‌لاین، می‌توانیم آن را جابه‌جا کنیم.

از زیرمنوی Zoom n Pan موجود در ایـن منـو می‌توان در قسـمت‌های دلخواه فیلم آموزشـی در محدودهٔ مورد نظـر زوم کرد. از این قابلیت می‌توان در زمینهٔ حذف آرم شـبکه‌ها و سایت‌های موجود در کنار فیلم آموزشـی استفاده کـرد. در برخی موارد کـه می‌خواهیم قسـمتی از تصویـر با وضـوح و بزرگی



شکل ۴: پنجرهٔ محاوره‌ای Callouts



شکل ۵: پنجرهٔ محاوره‌ای تنظیم صدا

بیشتری به معرض نمایش گذاشته شود از این زیرمنو استفاده می‌کنیم. برای بازگرداندن مابقی فیلم به حالت اولیه، باز از طریق همین گزینه اقدام می‌کنیم.

از منوی Audio برای تنظیم صدای اصلی و صدای جایگزین استفاده می‌شود. (شکل ۵) پنجرهٔ محاوره‌ای این منو را نشان می‌دهد.

نکتهٔ بسیار مهم در جایگزینی صدای ضبط‌شده به جای صدای اصلی اینکه باید ابتدا سطح صدای اصلی را به اندازهٔ دلخواه کاهش دهیم یا حذف کنیم، سپس صدای جایگزین (ترجمه) را به جای آن از طریق درگ کردن در تایم‌لاین قرار دهیم. چنانچه بخواهیم نویزها و صداهای اضافی فایل صوتی ایجادشده یا وارد شده را حذف کنیم، گزینهٔ Remove Noise را انتخاب می‌کنیم.

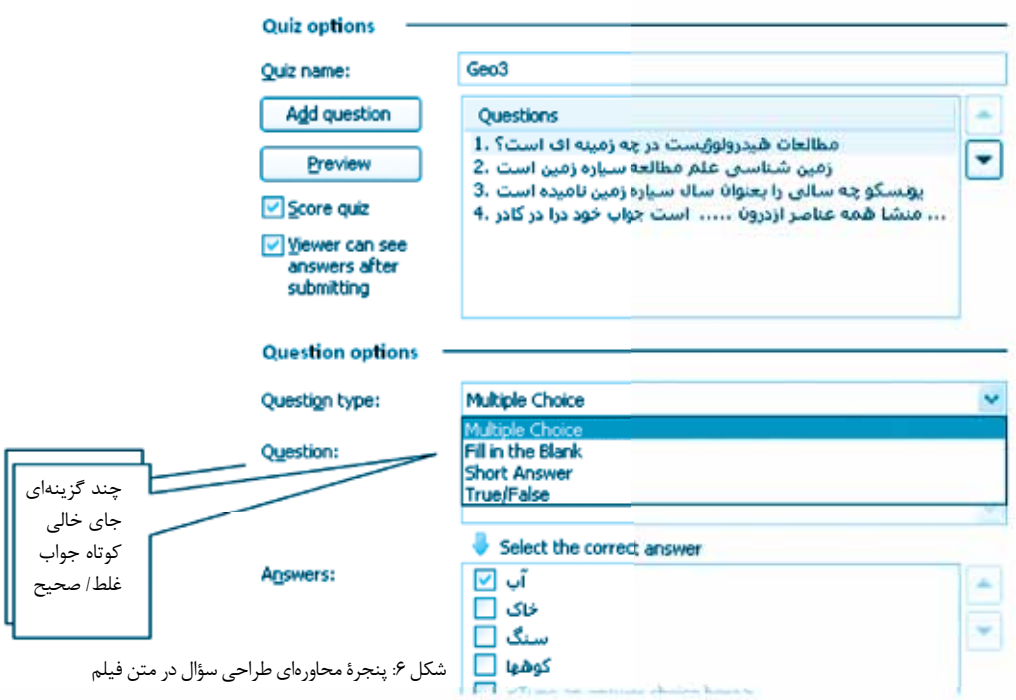
در مواردی که بخواهیم چندین عکس، یا فیلم آموزشی در یک پروژه یا با هم ادغام کنیم، لازم است در مواقعی که عکس‌ها عوض می‌شوند مابین عکس‌ها و فیلم افکت‌گذاری کنیم. به عبارت دیگر، تغییر تصاویر از عکسی به عکس دیگر و فیلمی به فیلم دیگر باید توأم با افکت تصویری باشد که در این صورت از منوی Transitions استفاده خواهیم کرد. بعد از فعال کردن آن، باید پنجره محاوره‌ای باز می‌شود که حاوی افکت‌های تصویری متنوعی است. آن‌گاه از طریق درگ کردن، افکت مورد دلخواه را مابین عکس‌ها یا فیلم‌های موجود در تایم‌لاین منتقل می‌کنیم. باید توجه داشت که عمل صداگذاری باید بعد از افکت‌گذاری تصاویر باشد و در صورتی که قبل از افکت‌گذاری موزیکی را به تایم‌لاین اضافه کرده باشیم موزیک موجود قطعه‌قطعه خواهد شد.

از دیگر زیرمنوهای More ضبط صدا روی فیلم مورد نظر است. برای این منظور از گزینهٔ Voice Narration استفاده می‌کنیم. برای این کار وجود کارت صوتی ویندوز ضروری است. همچنین برای ضبط صدا از یک میکروفون یا هدفون دارای میکروفون است استفاده می‌شود. بعد از فشردن Voice Narration پنجرهٔ محاوره‌ای باز می‌شود که در آن مشخصات، فرمت و شدت صدای ضبط‌شده، تراک صدا و منبع صدا (میکروفون و بلندگوی کامپیوتر) تعیین می‌شود. سپس با فشردن دکمهٔ Start recording é عمل ضبط صدا شروع می‌شود. بدیهی است تا زمانی که دکمهٔ Stop را انتخاب نکرده‌ایم این کار ادامه خواهد داشت. با انتخاب دکمهٔ Stop مسیر ذخیرهٔ فایل صوتی با فرمت Wave از ما می‌خواهد که بهتر است در پوشهٔ پروژه ذخیره شود. سپس با انتخاب دکمهٔ Finished صدای ضبط‌شده در کلیپ تایم‌لاین قرار می‌گیرد. با توجه به ضرورت ترجمهٔ فیلم‌های آموزشی خارجی از این قابلیت نرم‌افزار تا حد زیادی می‌توان استفاده کرد. برای این کار باید ابتدا در تایم‌لاین تن صدای اصلی را با استفاده از دکمهٔ Volum down به شکل اسپیکر کوچک با فلش رو به پایین روی تایم‌لاین قرار دارد کاهش دهیم، سپس صدای دوم را روی تایم‌لاین منتقل کنیم.

از دیگر زیرمنوهای More، ضبط فیلم از طریق دوربین است. برای این کار از گزینهٔ Record camera استفاده می‌کنیم. برای این کار باید دوربین فیلم‌برداری به کامپیوتر متصل باشد. از این ویژگی در ارتباط آنلاین می‌توان استفاده کرد.

از زیرمنوی Captions موجود در More برای درج زیرنویس یا عنوان فیلم استفاده می‌شود. بعد از فعال کردن دکمهٔ مذکور، پنجرهٔ محاوره‌ای باز می‌شود که در آن نحوه و مراحل درج زیرنویس نشان داده شده است. بدیهی است کلمات تایپ‌شده در

school root pandian
oname> <username> <password>
ol root pandian
_ROLE]



شکل ۶: پنجرهٔ محاوره‌ای طراحی سؤال در متن فیلم

فیلم کوتاه آموزشی شرایط قابل لمسی را برای تفکر و درک مفاهیم به‌وجود می‌آورد، توجه و علاقه مخاطبان را به خود جلب می‌کند، موجب یادگیری سریع‌تر، مؤثرتر و پایدارتر می‌شود

قسمت سیاه‌رنگ و حاشیهٔ زیرین فیلم و کلیپ نمایش داده خواهد شد.

یکی از قابلیت‌هـای منحصربه‌فرد ایـن نرم‌افزار، طراحی سـؤال در جریان نمایش فیلم اسـت. با توجه به اهمیت ارزشیابی در فرایند یادگیری و یاددهی از ایـن ویژگـی نرم‌افـزار در طراحـی فیلم‌های آموزشـی به‌صورت گسـترده می‌تـوان اسـتفاده کرد و بعـد از عمل رندر کـردن، آن را در وب‌سـایت مورد نظر یا سی‌دی آموزشـی قرار داد. برای قرار دادن سـؤال در متن فیلم آموزشی یا در انتهـای فیلم، می‌توان از زیرمنوی More گزینهٔ Quizing استفاده کنیم. در محدوده‌ای که قرار اسـت فراگیر به سؤالات پخش‌شده پاسـخ دهد، دکمهٔ Quizing را در پنجرهٔ محاوره‌ای بازشده فعال می‌سـازیم، گزینـهٔ Add quiz را انتخاب می‌کنم کـه در ادامه، پنجره‌ای دیگـر ظاهر می‌شـود که نـام آزمون و بازخورد مناسـبی را که قرار است بعد از انتخاب پاسخ‌ها و تایپ جواب‌ها به فراگیر داده شد، تنظیم می‌کنیم.

در قسـمت پایین پنجرهٔ بازشده، گزینـه‌ای به‌نـام Quiz Feedback وجود دارد. در این قسـمت از عبارات فارسـی، از درست به‌جای Correct و از نادرست به‌جای Incorrect استفاده می‌کنیـم. در محیـط ایـن نرم‌افـزار می‌توانیم چهار نوع سؤال از نوع غلط/صحیح، چهـار گزینه‌ای، کوتاه‌جواب و جای خالی طرح کنیـم. همچنین در این قسمت است که در صورت انتخاب جواب یا تایپ نادرسـت پاسخ از طرف فراگیـر، می‌توانیـم با انتخـاب گزینهٔ Continue اجـازهٔ دیـدن ادامهٔ فیلم آموزشـی را بدهیم یا با انتخاب زمان تکـرار، فراگیر را وادار کنیم مجدداً در زمان تعیین‌شـده فیلم را تماشا کند. برای ایـن کار باید گزینـهٔ Jump to time را فعال سـازیم و فریم و ثانیه و دقیقه و ساعت مورد نظر را وارد کنیم) گفتنی است این قابلیت در نسخه‌های قبلی این نرم‌افزار وجود داشـت). بعد از زدن دکمـهٔ OK پنجـره‌ای بـاز می‌شـود که ما نـوع سـؤال را در آن تعییـن می‌کنیم. قسـمت اول مربوط بـه سـؤالات چندگزینه‌ای، قسـمت دوم سـؤال جای خالی، قسـمت سوم جـواب کوتاه و قسـمت چهـارم غلط صحیح اسـت. نکتهٔ مهم و قابل توجه اینکه طراح سـؤالات در طرح سؤالات جای خالـی و کوتاه‌جواب باید کلمات مترادف صحیحی را که ممکن اسـت فراگیر پاسـخ دهد، در قسمت مربوطه درج کنـد تا امتیازی از فراگیر کسـر نشود. در ادامه، با زدن دکمهٔ OK وارد پنجرهٔ تایپ سـؤال می‌شویم. ابتدا در کادر، سـؤال را تایپ می‌کنیم، سپس در سـؤالات چندگزینه‌ای پاسـخ‌های مـورد نظـر Add می‌کنیـم و با زدن علامت چک در مقابل پاسـخ درست، آن را مشـخص می‌کنیم. در سـؤالات جای خالی و کوتاه‌جواب، پس از تایپ پرسـش، جواب‌ها در داخل یک کادر درج خواهند شـد. سـپس با انتخاب گزینـهٔ پایین کادر با عنوان، سـؤالات دیگـری را طراحی می‌کنیـم. پس از پایان تایپ سـؤالات با انتخاب گزینهٔ Preview حالـت پیش‌نمایشـی از سـؤالات را مشـاهده خواهیم کرد. با زدن دکمهٔ Finished از این قسـمت خـارج می‌شـویم و به محیـط اصلی نرم‌افـزار بازمی‌گردیـم. موضوع مهم این است که اگر در پروژهٔ تنظیم شده

سؤالاتی طرح کرده باشیم، هنگام رندر کردن باید با فرمت SWF فایل اجرایی ایجاد کنیم و برای پخش آن باید کامپیوتر دارای نرم‌افزار فلش‌پلیر باشد. همچنین در نسخهٔ ۸ این نرم‌افزار سؤالات طرح شده قابل نمایش است و بعد از عمل رندر کردن، سؤالات در موعد تعیین‌شده برای فراگیر پخش خواهد شد. در روی تایم‌لاین، زمان پخش سؤال را می‌توان جابه‌جا کرد.

تمام اشیا و موضوعات ضمیمه‌شده به پروژه روی خط زمان یا تایم‌لاین قابل مشاهده‌اند. برای حذف قسمتی از فیلم و حذف موسیقی متن، می‌توان هر ویرایش دیگر مانند کپی و پیست را روی آن انجام داد. برای انتخاب محدودهٔ زمانی مورد نظر، مکان‌نما را که به‌صورت یک زبانهٔ سبز و قرمزرنگ است در مکان مورد دلخواه قرار می‌دهیم، سپس با گرفتن و کشیدن محدودهٔ مورد نظر آن را انتخاب می‌کنیم و از آیکن قیچی برای برش و آیکن صدا برای کاهش و افزایش صدا و از آیکون Spilt برای قطعه‌قطعه کردن فیلم استفاده خواهیم کرد. در برخی موارد که مدت‌زمان موزیک متن از مدت‌زمان عکس یا فیلم بیشتر است، باید از انتهای موزیک با استفاده از عمل درگ کردن، آن را مساوی محدودهٔ زمانی فیلم تنظیم کنیم.

برای اینکه بتوانیم پروژهٔ تنظیم‌شده را منتشر کنیم باید از منوی Produce یا دکمهٔ میان‌بر Ctrl+P استفاده کنیم. با کلیک روی زیرمنوی Produce video پنجره‌ای محاوره‌ای باز می‌شود (یا روی آیکن Produce video sz در نوار ابزار بالای صفحه). در این پنجره آیکن‌های موجود، فرمت و نوع فایل خروجی را برای ما نشان می‌دهند. در رایج‌ترین فرمت Custom Production settings که نرم‌افزار به‌صورت پیش‌فرض آن را پیشنهاد می‌کند با زدن دکمهٔ Next در صورتی که فایل اجرایی مورد نظر ما حاوی سؤال و آزمون باشد، بهتر است گزینهٔ MP4 Flash/ HTML5 player را انتخاب کنیم. ولی چنانچه فاقد سؤال باشد، بهتر است فرمت عمومی ویندوز یعنی WMV را انتخاب کنیم. در ادامه، دکمهٔ Next را می‌زنیم. در صورتی که بخواهیم در قسمتی از فایل اجرایی نماد و نشان خاصی به نمایش درآید از گزینهٔ Watermark استفاده و محل نمایش آن را نیز تعیین می‌کنیم. در مرحلهٔ بعدی در صورتی که فیلم آموزشی ما حاوی سؤال باشد، آدرس الکترونیکی دبیر را وارد می‌کنیم تا نمرهٔ دانش‌آموز به آن آدرس ارسال شود. مسیر و نام فایل خروجی را مشخص می‌کنیم و باید توجه کافی به مسیر تعیین‌شده داشته باشیم. با زدن دکمهٔ Next مشخصات فایل خروجی نشان داده می‌شود. با زدن دکمهٔ Finished عمل رندر کردن شروع می‌شود. زمان رندر کردن بستگی به مدت پروژه دارد.

تصاویر ۷، ۸ و ۹ این مراحل را نشان می‌دهند.

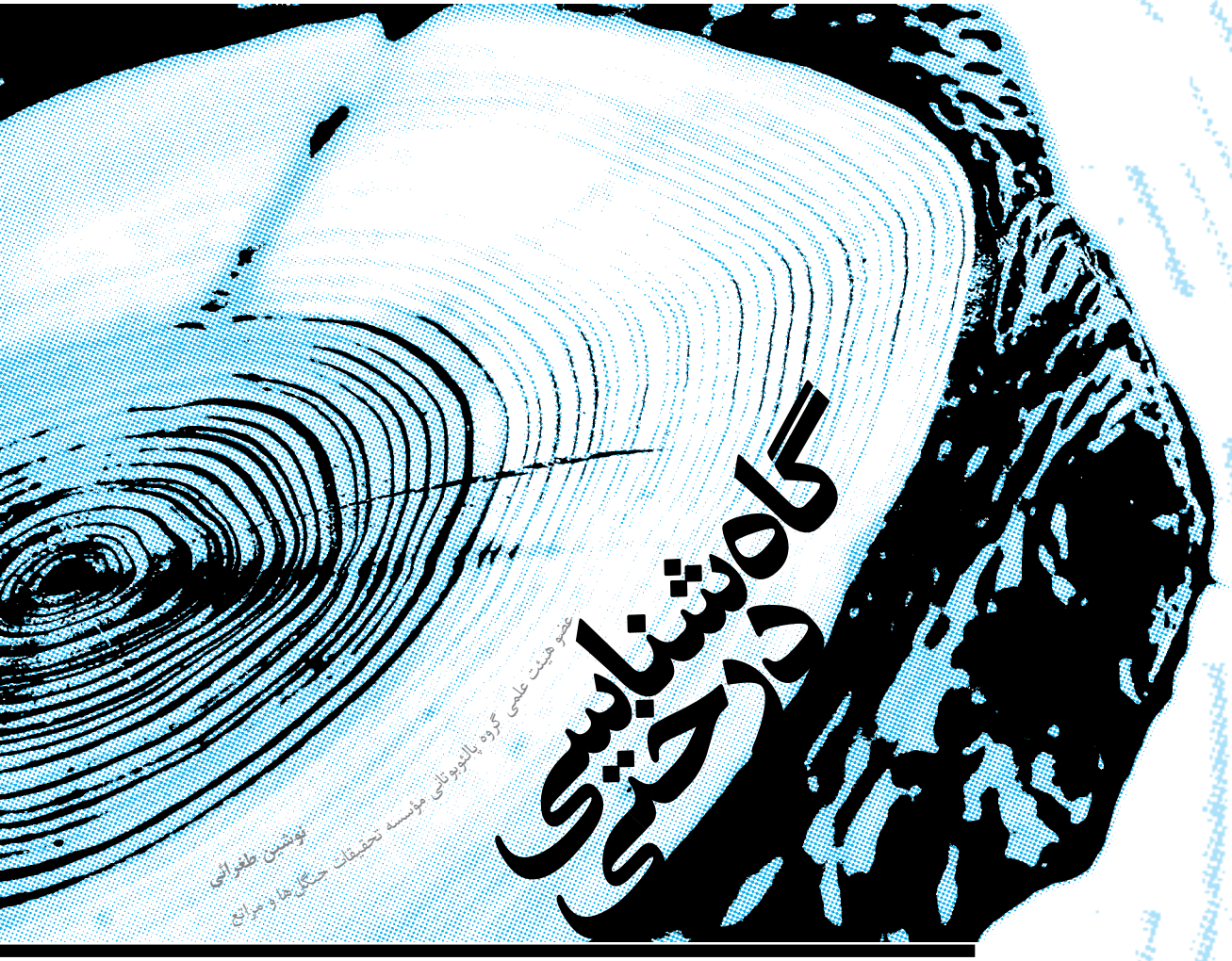
در پایان، شکل ۹ خاطرنشان می‌کنیم که این نرم‌افزار در طراحی نرم‌افزار آموزشی و کلیپ‌های آموزشی کاربرد دارد و امید است همکاران محترم از آن برای تسهیل فرایند یاددهی و یادگیری بهرهٔ لازم را ببرند.

شکل ۷

شکل ۸: تعیین فرمت فایل

شکل ۹

شکل ۱۰: تولید فایل اجرایی



گاه‌شناسی درختی

نوشین طهرانی
عضو هیئت علمی گروه پالئوبوتانی موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع

چکیده

ساختمان چوب متأثر از عوامل محیطی مختلف، اعم از دما، بارندگی، خشک‌سالی، سیل، آتش‌فشان، زمین‌لرزه، آتش‌سوزی، نوع خاک، غلظت کربن دی‌اکسید، آلودگی هوا، صدمات مکانیکی، خم شدن درخت به دلایل مختلف و .... شکل می‌گیرد . این عوامل به‌ویژه در اندازه و شکل حلقه‌های رویشی درختان نمایان‌تر است. این یافته‌ها باعث شکل‌گیری علمی به‌نام دندروکرونولوژی یا گاه‌شناسی درختی شده که منشأ بسیاری از مطالعات نوین است و در پویایی دائمی خود، ناشناخته‌های بیشتری را روشن ساخته است.

کلیدواژه‌ها: دندروکرونولوژی، گاه‌شناسی درختی، حلقهٔ رویشی، رادیوکربن، دوایر دروغین، تاریخ‌گذاری تطبیقی.

تاریخچه گاه‌شناسی درختی

درختان در بردارندهٔ شواهد دقیقی از رویدادهای گذشته‌اند. لایه‌های رشد درختان که به‌صورت حلقه‌های رویشی در مقطع عرضی درختان نمایان می‌شوند، مدارکی از سیل، خشک‌سالی، طغیان حشرات، صاعقه و حتی زمین‌لرزه را ثبت می‌کنند. قطر درخت معمولاً هرساله اضافه می‌شود. این رویش جدید، حلقهٔ رویشی نامیده می‌شود. تولید حلقه‌های رویشی بستگی به شرایط محلی درختان، مانند آب در دسترس دارد. از آنجا که میزان آب در دسترس هرساله متغیر است، از این‌رو دانشمندان می‌توانند با استفاده از الگوی پهنای حلقه‌های رویشی درختان، خشک‌سالی و تغییرات اقلیمی آن ناحیه را بازسازی کنند.

دندروکرونولوژی[۲] یا گاه‌شناسی درختی، تاریخ‌گذاری اجسام چوبی براساس حلقه‌های رویشی درخت است. در اوایل قرن بیستم یک اخترشناس ایالات متحده‌یی به‌نام اندرو داگلاس[۳] از دانشگاه آریزونا، این شاخه از علم را پایه‌گذاری کرد. وی در پی یافتن رابطهٔ لکه‌های خورشیدی و آب و هوای زمین و نیز حلقه‌های رویشی درختان به‌عنوان نشانگر آب و هوا بود. واژهٔ دندروکرونولوژی از سه کلمهٔ یونانی به معنای درخت[۴]، زمان[۵] و شناخت[۶] ساخته شده‌است.

روش تاریخ‌گذاری و تفسیر رویدادهای گذشته به کمک تشریح حلقه‌های رویشی درختان، امروزه کاربردهای بسیار گوناگون پیدا کرده است که گاهی خود این کاربردها را به‌نام یک رشته از علوم می‌شناسند، از آن جمله است علوم زیر:

بوم‌شناسی[۷]: طغیان آفات و حشرات، ساختار جنگل‌ها (مخلوط یا خالص، همسال یا ناهمسال، دانه‌زاد یا شاخه‌زاد و...) و آتش‌سوزی‌ها؛

اقلیم‌شناسی[۸]: آب و هوا، نزولات آسمانی، ترسالی‌ها، خشک‌سالی‌ها، دوره‌های سرما، گردباد و سیل‌ها؛

زمین‌شناسی[۹]: زمین‌لرزه‌ها، آتش‌فشان‌ها؛

باستان‌شناسی[۱۰]: تعیین قدمت سازه و ساختمان‌های قدیمی، تعیین اصالت تابلوهای نقاشی و منشأ کشتی‌های غرق شده؛

مردم‌شناسی[۱۱]: ساخت و سازهای جوامع گذشته، سکونتگاه‌های آنان، از بین رفتن تمدن‌های گذشته؛

دیرینه‌شناسی[۱۲]: جنگل‌های فسیل‌شده، چوب‌های سنگ شده؛

کالیبراسیون نتایج سال‌یابی رادیوکربن: دندروکرونولوژی می‌تواند نمونه‌هایی از چوب‌هایی را که زمانی زنده بوده‌اند، بسیار دقیق با سال تقویمی، تاریخ‌گذاری کند و در نتیجه می‌تواند در تصحیح تاریخ کربن ۱۴ به‌کار رود.

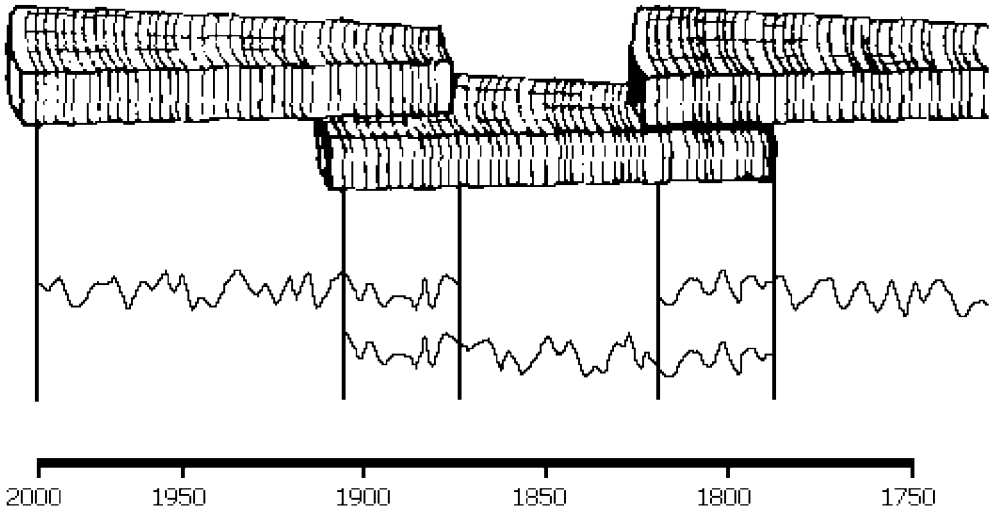
گذشته از تحقیقات پراکنده‌ای که در مورد گاه‌شناسی چوب‌های نیمه‌فسیل و فسیل انجام شده و تا ده‌ها هزارسال منحنی‌های رویش آن‌ها تهیه شده است (شاه و باتاچاریا، ۲۰۰۹) در برخی مناطق جهان، چوب را تا چند و چندین هزار سال قبل، سن‌یابی کرده‌اند. این سن‌یابی از مرز ۱۱۰۰۰ سال برای بلوط و نارون در آلمان و ایرلند (مک گاورن، ۱۹۹۵) فراتر رفته است.

از مهم‌ترین کاربردهای گاه‌شناسی درختی و اطلاعات حلقه‌های رویشی درختان، درک آثار اقلیمی خشک‌سالی‌ها و ترسالی‌ها در دوره‌های مختلف زمانی است. برای مثال در چند دههٔ گذشته در حوزهٔ کشور ما، تعداد زیادی دوره‌های خشکی و گرمای زیاد به‌صورت شدید یا طولانی‌مدت رخ داده است. چنین حوادثی می‌تواند تبعات زیادی از جمله خشک‌سالی، بیماری، فرسایش و از بین رفتن خاک‌های کشاورزی، بیابان‌زایی و وقوع آتش‌سوزی‌های خودبه‌خودی را برای مردم داشته باشد. از طرف دیگر، آمار هواشناسی

که بتواند پوشش اطلاعاتی برای تغییرات آب‌وهوایی تأمین کند، در ایران و اصولاً در منطقهٔ خاورمیانه اندک و کمیاب است. بنابراین چنین آمار و داده‌هایی برای کشور ما در جهت برآورد و پیش‌بینی مخاطرات طبیعی مانند سیل و خشک‌سالی، از اهمیت زیادی برخوردار است.

پیام‌هایی که به رایگان در بایگانی حلقه‌های رویشی درختان ضبط و ثبت شده است، حاوی اطلاعات بسیار با ارزشی از تغییرات میزان بارش‌ها و دما در زمان‌های بسیار دور، یعنی زمان‌هایی هستند که مردم چیزی از هواشناسی نمی‌دانستند یا حتی خط اختراع نشده بود. با انجام روش‌های تاریخ‌گذاری تطبیقی[۱۳] و رسم منحنی‌های الگوی رویش در هر منطقه و برای هر گونه درخت می‌توان کمبود و نبود این آمار و ارقام را جبران کرد.

تجزیه و تحلیل‌های کامپیوتری و روش‌های دیگر به دانشمندان کمک کرده است که درک بهتری از تغییرات اقلیمی مهم در قرون گذشته داشته باشند. برای مثال، باستان‌شناسان از حلقه‌های رویشی برای تاریخ‌گذاری چوب‌های به‌دست آمده (شکل ۱) از کلبه‌های روستایی سرخ‌پوستان استفاده می‌کنند. برای تحقیق دربارهٔ گسترش و سرعت و آثار تغییرات اقلیمی در مقیاس منطقه‌ای و جهانی با کمک دندروکرونولوژی، حجم‌های بسیار زیاد اطلاعات حلقه‌های رویشی درختان مقایسه می‌شود و نقشه‌های اقلیم‌شناسی منطقه در دوران‌های گذشته بازسازی و مشخص می‌شود که تغییرات اقلیمی در کجا، چه وقت، چگونه و با چه شدتی رخ داده است. این آمار باستانی بسیار با ارزش‌اند، زیرا به کمک آن‌ها انسان می‌کوشد تا کمّ و کیف تغییرات اقلیمی آینده را بفهمد و برای آن‌ها کاری انجام دهد.



شکل ۱: نمونه‌ای از تاریخ‌گذاری تطبیقی در باستان‌شناسی

حلقه‌های رویشی درختان[۱۴]

درختان هرسال یک حلقهٔ رویشی تولید می‌کنند. پهنای این حلقه‌ها در سال‌های گرم و مرطوب بیشتر و در سال‌های سرد و خشک کمتر است. از آنجا که الگوی خاصی برای سال‌های متوالی گرم و سرد وجود ندارد، بنابراین پهنای حلقه‌های رویشی درختان نیز از یک الگوی نامنظم پیروی می‌کند.

مکانیسم تولید حلقه‌های رویشی

حلقهٔ رویشی نتیجهٔ رویش جدید لایهٔ زاینده[۱۵] است که میان پوست و چوب[۱۶] به‌صورت یک ردیف سلول همیشه در حال تقسیم[۱۷] و تمایزیابی[۱۸] قرار دارد.

در هر دورهٔ رویش، لایهٔ زاینده یک ردیف سلول چوب جدید به پیرامون ساقه اضافه می‌کند. محصول این رویش

در مناطق معتـدل در فصل بهار، چوبی به‌نام چوب بهاره یا چوب آغازین[19] با رنگ روشن است که با فراهم بودن شرایط رشد، به‌سرعت شـکل می‌گیرد، سلول‌های درشت با دیوارهٔ سلولی نازک و دانسیتهٔ کمتر دارد. در فصل تابستان، چوبی با رنگ تیره‌تر، به‌نام چوب تابستانه یا چوب پایانی[20] به کندی تشکیل می‌شود که فشرده‌تر است و سلول‌های کوچک‌تر با دیوارهٔ سلولی ضخیم‌تر و دانسیتهٔ بیشتر دارد. همین تفاوت رنگ سبب وضوح حد دوایر سالیانهٔ درختان می‌شود. پهنای زیاد چوب تابستانه نشـان‌دهندهٔ شرایط مطلوب‌تر در اواخر رویش اسـت و به‌عکس پهنای محدود چوب بهاره نمایانگر شرایط نامساعد رشـد در آن سال (یا سال‌های) به‌خصوص اسـت. در سـایر مناطق آب و هوایی، تشـخیص حد دوایر سالیانه معمولاً مشـکل یا غیرممکن است. بنابراین هرساله قطر سـاقه افزوده می‌شـود و همواره جدیدترین حلقه‌های رویشی، مجاور پوست تشکیل خواهند شد.

اغلـب گونه‌هـای درختـی در مناطق معتدل، سـالی یک حلقهٔ رویشـی تولید می‌کننـد. در نتیجه در طول عمر درخت، یک بایگانی سـالانه ایجاد می‌شـود که وقایع مهم محیط را در خود برای همیشـه نگاه می‌دارد. رطوبت کافی و فصل رشـد طولانی به تولید دوایـر پهن‌تر می‌انجامد، در حالی‌که خشک‌سـالی دوایر باریک‌تر را سـبب می‌شود. در برخی درختان، مانند بلوط و نارون، پدیدهٔ دوایر گم‌شـده[21] در موارد بسـیار حاد دیده می‌شـود که تنها یک مورد از آن برای سال ۱۸۱۶ ثبت شده است که به سال بدون تابستان[22] در تاریخ مشـهور است. گاهی تغییرات متناوب آب و هوایی در یک دورهٔ رویش (مانند خشک‌سالی نیمهٔ تابستان) سبب تشـکیل چند حلقهٔ رویشی در یک‌سال می‌شود که به آن‌ها دوایر دروغین[23] می‌گویند (مک گاورن، ۱۹۹۵).

شـکل۲: نحوهٔ پیچاندن متهٔ سال‌سنج در تنهٔ درخت (بالا) و بیرون کشیدن مغزه از درخت (پایین)

روش گاه‌شناسـی درختی در اصل بسـیار ساده است. همهٔ مـا در کودکی به نوعی با مشـاهده و شـمارش دوایر سالیانهٔ درختان، تحقیقات گاه‌شناسی درختی انجام داده‌ایم. هنگامـی که یک درخت قطع می‌شـود می‌توانیم حلقه‌های رویشی آن را بشـماریم. با دانسـتن اینکه درختان هرسال یک حلقهٔ رویشـی تولید می‌کنند، می‌توان به سادگی تاریخ دقیق کاشت درخت را دانست. البته فقط با شمارش حلقه‌ها نمی‌تـوان تاریخ‌گذاری را انجام داد، زیرا حلقه‌های رویشـی اعداد و ارقام نیستند، بلکه سلول‌اند[24].

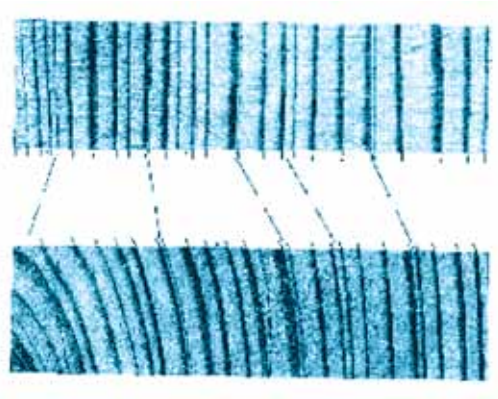
امروزه پژوهشگران دندروکرونولوژی، به‌ندرت درخت را برای اهداف گاه‌شناسـی و مطالعهٔ حلقه‌های رویشـی قطع می‌کنند. به‌جای این کار و به منظور حفظ محیط‌زیسـت، با متهٔ سال‌سنج[25] که داخل درخت می‌پیچانند (شکل ۲)، یک مغزهٔ لوله‌ای شـکل از چوب را به قطر حدود چهار میلی‌متر بیرون می‌کشـند. سوراخ ایجاد شـده اگر برای جلوگیری از آلودگی، با موم پوشـانده شـود، معمولاً ضرری برای درخت ندارد.

درختان یـک منطقه در یک دورهٔ زمانی معین، معمولاً الگوهای رویشـی همسـان دارند. این الگوها را می‌توان در درختان یک ناحیهٔ جغرافیایی با شـرایط آب‌وهوایی یکسان مقایسه و حلقه به حلقه، آن‌ها را با هم جور کرد.

با مطالعهٔ الگوهای رویشی این درختان زنده و عقب رفتن در زمان، نمودارهای گاه‌شناسی برای مناطق و نواحی مختلف جهان را می‌توان تنظیم کرد. برای مثال، الگوی رویش چوب یک سـاختمان قدیمی را می‌توان با نمودار گاه‌شناسـی آن ناحیه جـور کرد (روش تاریخ‌گذاری تطبیقی) و سـن چوب سـاختمان را به‌طور دقیق تعیین کرد. پـس از تاریخ‌گذاری تطبیقی، زمان‌هایی که روی نمونه‌ها هم‌پوشانی دارند، معلوم

از مهم‌ترین کاربردهای گاه‌شناسی درختی و اطلاعات حلقه‌های رویشی درختان، درک آثار اقلیمی خشک‌سالی‌ها و ترسالی‌ها در دوره‌های مختلف زمانی است. برای مثال در چند دههٔ گذشته در حوزهٔ کشور ما، تعداد زیادی دوره‌های خشکی و گرمای زیاد به‌صورت شدید یا طولانی‌مدت رخ داده است. چنین حوادثی می‌تواند پی‌آمدها زیادی از جمله خشک‌سالی، بیماری، فرسایش و از بین رفتن خاک‌های کشاورزی، بیابان زایی و وقوع آتش‌سوزی‌های خودبه‌خودی را برای مردم داشته باشد

می‌شـوند (شکل ۳)، تاریخ واقعی تشـکیل هر حلقهٔ رویشی برای هر نمونه چوب تعیین می‌شـود و رویدادهای محیط در گذشته قابل تجزیه و تحلیل خواهند بود.



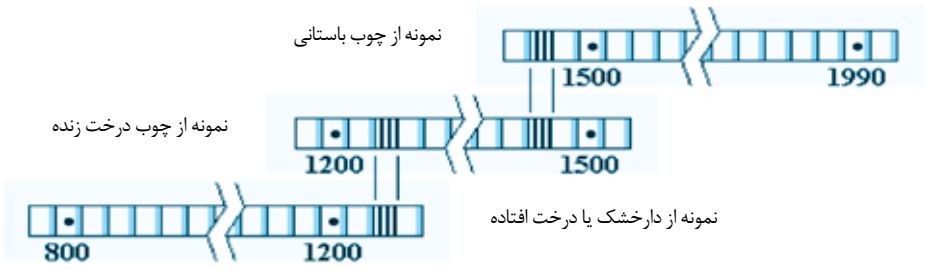
شکل۳: انطباق حلقه‌های رویشی در دو مغزهٔ استخراج‌شده

فـرض کنیـد که در ناحیه‌ای سـه نمونه مغـزه از یک درخت زنده، یک درخت افتاده یا دارخشـک و یک سـتون چوبی در یک سـاختمان قدیمی به روش مذکور تهیه کرده باشـیم (شـکل ۴). سـال جاری (مثلاً سـال ۱۹۹۰) را در درخت زنـده به عنوان نقطهٔ شـروع در نظر می‌گیریم و با عقب رفتن در زمان و شـمارش ۴۹۰ حلقهٔ رویشی، به سال ۱۵۰۰ میلادی می‌رسـیم که سـال آغاز رویش این درخت بوده اسـت. نمونهٔ دوم متعلق به کنـدهٔ قدیمی یک درخت افتاده است که سال‌های طولانی زندگی کرده و در سال‌های بسـیار دور، عمر آن به سر رسیده است. اگر مقطعی از زمان زندگـی این درخت افتاده با درخت زندهٔ ما هم‌زمان باشـد، یعنـی هر دو درخت الگوی یکسـانی در پهنـای حلقه‌های رویشـی در این بازهٔ زمانی داشـته باشـند و در واقع رویش سال‌های پایانی آن با رویش سال‌های نخستین درخت زنده هم‌زمان باشـد (شکل ۴) گاه‌شناسی درختی تا سال ۱۲۰۰ میلادی به عقب می‌رود. نمونهٔ چوب سوم که از ستون چوبی خانه‌ای قدیمی در همان ناحیه اسـتخراج شده است نیز، با هم‌پوشانی، سال‌های ابتدایی رشد درخت افتاده، گاه‌شناسی را تا سال ۸۰۰ به گذشته می‌برد که در این صورت می‌توان برای مثال رفتارهای جوامع ساکن آن ناحیه را در آن دوران بازسازی و تجزیه و تحلیل کرد (شواین گروبر، ۱۹۸۸).

گاهی حلقه‌های رویشـی در یک مغزه یا چوب سـنگ شـده، بسیارفشرده و باریک و تخریب شـده‌اند که کار را با ابهـام روبه‌رو می‌کنـد. در چنین مواردی بـا بهره‌برداری از دانسیتهٔ متفاوت چوب آغاز و پایان در یک حلقهٔ رویشی، از ریز چگالی سـنجی با اشعهٔ ایکس[۲۶] کمک می‌گیرند (شواین گروبـر، ۱۹۹۳) و پهنـای حلقه‌هـای رویشـی را در قالب دانسیتهٔ آن‌ها روی منحنی می‌برند.

این الگوی نامنظـم را در یک منحنی دندروکرونولوژی با رعایت مسـائل مربوط به مکانیسم رشد حلقه‌های رویشی

اغلب گونه‌های درختی در مناطق معتدل، سالی یک حلقهٔ رویشی تولید می‌کنند. در نتیجه در طول عمر درخت، یک بایگانی سالانه ایجاد می‌شود که وقایع مهم محیط را در خود برای همیشه نگاه می‌دارد. رطوبت کافی و فصل رشد طولانی به تولید دوایر پهن‌تر می‌انجامد، در حالی‌که خشک‌سالی دوایر باریک‌تر را سبب می‌شود. در برخی درختان، مانند بلوط و نارون، پدیدهٔ دوایر گم‌شده در موارد بسیار حاد دیده می‌شود که تنها یک مورد از آن برای سال ۱۸۱۶ ثبت شده است که به سال بدون تابستان در تاریخ مشهور است. گاهی تغییرات متناوب آب و هوایی در یک دورهٔ رویش (مانند خشک‌سالی نیمهٔ تابستان) سبب تشکیل چند حلقهٔ رویشی در یک‌سال می‌شود که به آن‌ها دوایر دروغین می‌گویند (مک گاورن، ۱۹۹۵)



شکل۴: تاریخ‌گذاری تطبیقی در سه نمونه چوب.

و مـوارد خاص، می‌توان تفسـیر کـرد. روی محور عمـودی در یـک دسـتگاه مختصات، پهنـای حلقه‌های رویشـی و روی محور افقی سـال را می‌توان مشخص کرد. در این صورت، دوره‌های طولانی و بسـیار طولانی گذشته را می‌توان روی منحنی به‌دست آمده (شکل ۵) مشخص کرد و نقشه‌های اقلیم‌شناسی گذشته را بازسازی و تفسیر نمود.

تاریخ‌گذاری تطبیقی در ابتدا وابسـته به مشاهدات دقیق بود، ولی امروزه با کمک رایانه و نرم‌افزارهای تخصصی، جورکردن حلقه‌های رویشـی و تجزیه و تحلیل حجـم عظیمی از داده‌ها ممکن شـده اسـت (شـواین گروبر و بریفا، ۱۹۹۶).

نتیجه‌گیری

برای مطالعهٔ تغییر اقلیمی گذشته، راه‌های مختلفـی وجـود دارد. از جملـه مطالعهٔ مغزه یخچال‌ها، رسوبات کف اقیانوس‌ها، پالینومورف‌ها و سـایر مـوارد. لیکـن مطالعـه و تاریخ‌گذاری حلقه‌های رویشـی چـوب درختـان و مطالعهٔ آناتومی چوب‌های قدیمی، باستانی و نیمه‌فسیل و سنگ‌شده، امکان استفاده از اطلاعات درازمدت

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

با مجله‌های رشد آشنا شوید

مجله‌های رشد توسط دفتر انتشارات و تکنولوژی آموزشی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، وابسته به وزارت آموزش‌وپرورش تهیه و منتشر می‌شود.

مجله‌های دانش‌آموزی

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

- رشد کودک (برای دانش‌آموزان آمادگی و پایهٔ اول دورهٔ آموزش ابتدایی)
- رشد نوآموز (برای دانش‌آموزان پایه‌های دوم و سوم دورهٔ آموزش ابتدایی)
- رشد دانش‌آموز (برای دانش‌آموزان پایه‌های چهارم، پنجم و ششم دورهٔ آموزش ابتدایی)
- رشد نوجوان (برای دانش‌آموزان دورهٔ آموزش متوسطه اول)
- رشد جوان (برای دانش‌آموزان دورهٔ آموزش متوسطه دوم)

مجله‌های بزرگسال عمومی

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

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

مجله‌های بزرگسال و دانش‌آموزی تخصصی

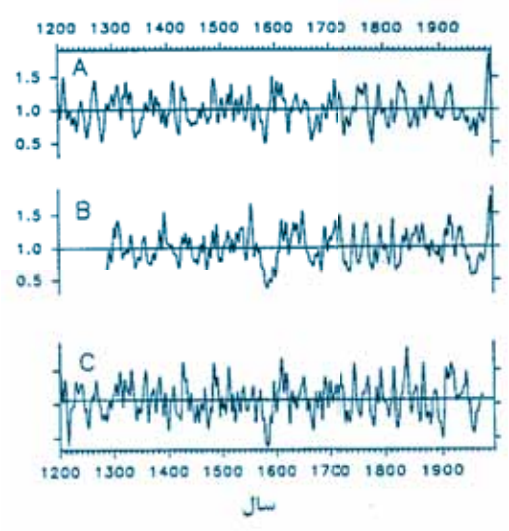
(به صورت فصل‌نامه و چهارشماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شود):

◆ رشد برهان آموزش متوسطه اول (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دورهٔ متوسطه اول) ◆ رشد برهان آموزش متوسطه دوم (مجله ریاضی برای دانش‌آموزان دورهٔ متوسطه دوم) ◆ رشد آموزش قرآن ◆ رشد آموزش معارف اسلامی ◆ رشد آموزش زبان و ادب فارسی ◆ رشد آموزش هنر ◆ رشد آموزش مشاور مدرسه ◆ رشد آموزش تربیت‌بدنی ◆ رشد آموزش علوم اجتماعی ◆ رشد آموزش تاریخ ◆ رشد آموزش جغرافیا ◆ رشد آموزش زبان ◆ رشد آموزش ریاضی ◆ رشد آموزش فیزیک ◆ رشد آموزش شیمی ◆ رشد آموزش زیست‌شناسی ◆ رشد آموزش زمین‌شناسی ◆ رشد آموزش فنی‌وحرفه‌ای و کار و دانش ◆ رشد آموزش پیش دبستانی

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

◆ **نشانی:** تهران، خیابان ایرانشهر شمالی، ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش‌وپرورش، پلاک ۲۶۶، دفتر انتشارات و تکنولوژی آموزشی.

◆ **تلفن و نمابر:** ۸۸۳۰۱۴۷۸ ـ ۰۲۱



شکل۵: نمونه‌ای از منحنی گاه‌شناسی درختی ۸۰۰ ساله و بازسازی رژیم بارندگی یک منطقه

اهداف دندروکرونولوژی را می‌توان به‌صورت درک بهتر فرایندهای محیطی و شرایط گذشته و کنونی و پیش‌بینی رویدادهای محیطی آینده جمع‌بندی کرد.

را در طول زمان فراهم آورده است. اهداف دندروکرونولوژی را می‌توان به‌صورت درک بهتر فرایندهای محیطی و شرایط گذشته و کنونی و پیش‌بینی رویدادهای محیطی آینده جمع‌بندی کرد.

پی‌نوشت‌ها

۱. در مناطق معتدل مانند کشور ما که دارای فصول مجزا هستند، هر سال یک حلقهٔ رویشی تشکیل می‌شود. از این‌رو اطلاق دایرهٔ سالیانه نیز در این مناطق معمول است.

2. Dendrochronology 3. Andrew Ellicott Douglass
4. Dendron 5. Khronos 6. Logia 7. Ecology
8. Climatology 9. Geology 10. Archaelogy 11. Anthropology
12. Paleontology 13. Cross-dating 14. Tree rings
15. cambium 16. xylem 17. division
18. differentiation 19. Early wood 20. Late wood
21. Lost rings 22. Year without a summer 23. False rings
۲۴. شعار کنفرانس دندروکرونولوژی
25. Increment borer 26. X-ray microdensitometry

منابع

1.McGovern,P.J., et al 1995. Science in archaerology: Adendrology review. AJA 99 (1) 79-142
2.Schweingruber, F.H.; 1988. Tree Rings: Basics and Application of Dendrochronology. 1st edition. Springer. 276pp.
3.Schweingruber, F. h.; Briffa, K.R., 1996: Reconstruction of Summer Temperatures with a Cirumpolar Tree Ring Network. In: Goldammer, G.J.; Furyaev, V. (eds) Fire in Ecosystems of Boreal Eurasia. Dordrecht/Boston/London, Kluwer Academic. 105-111.
4.Schweingruber, F.H.; 1993. Tree and wood in dendrochronology. Springer-verlag. 402pp.
5.Shah, S.k. and A. Bhatacharyya, 2009. Tree-ring Analysis of Sub-fossil Woods of Prinus wallichaiana from Ziro Valley, Arunachal Pradesh, Northeast Himalaya, J.Geo.Soc. Vol.74, pp. 503-508

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

حمایتِ سیاسی و حمایتِ اقتصادی
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 به 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 بانکی: ..... مبلغ پرداختی: .....
پلاک: ..... شمارهٔ پستی: .....
.....

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

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): ۳۰۰/۰۰۰ ریال
◆ هزینهٔ اشتراک یکساله مجلات تخصصی (چهار شماره): ۲۰۰/۰۰۰ ریال