

زمین‌شناسی کواترنری

ناصر حسین‌خان ناظر
کارشناس ارشد زمین‌شناسی
مهندسی و زیست محیطی

اشاره

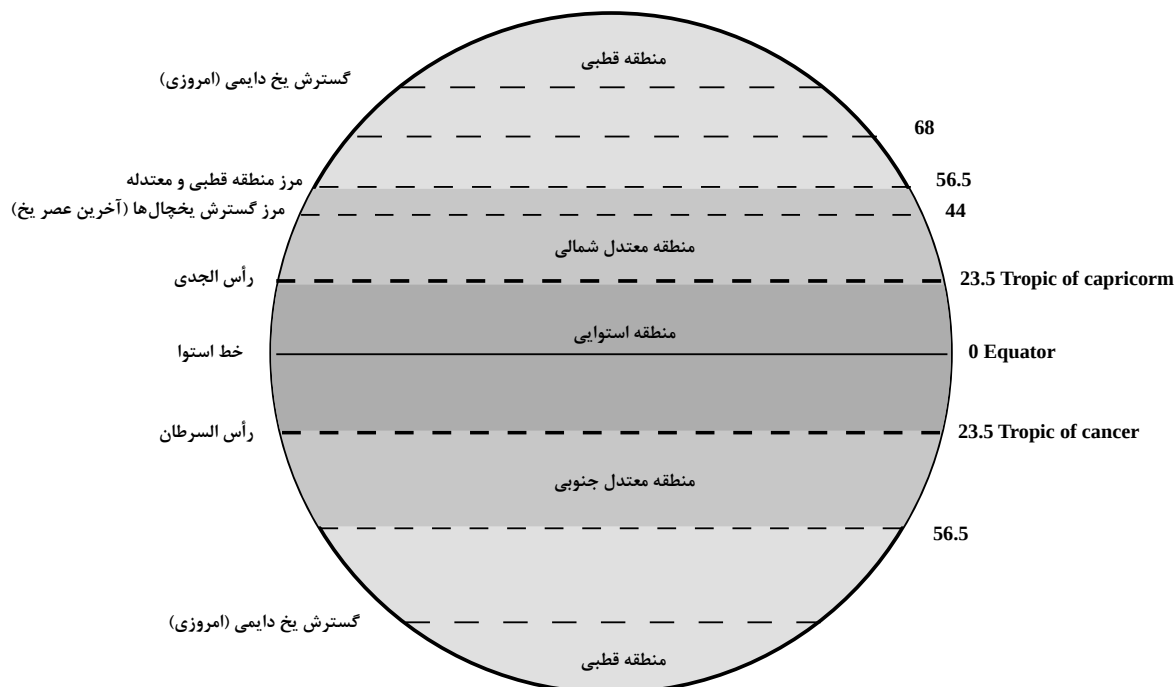
نبوده است. به‌طوری که امروز هم محققان شاغل در این رشته به تعداد انگشتان دو دست نمی‌رسند. در نقشه‌های زمین‌شناسی نیز تا چندی پیش، کواترنری فقط با حرف Q و سپس در نشانه‌های Qt1 و Qt2 و Qa1 خلاصه می‌شد. اگرچه مطالعات زمین‌شناسی کواترنری در چند سال اخیر تاحدودی ارتقا پیدا کرده، ولی این پیشرفت در مقابل زمینه‌های کاری بسیار گسترده این بخش از تاریخچه زمین، واقعاً ناچیز است. این در حالی است که امروزه در ایران، همچون سایر کشورهای در حال توسعه، به دلیل افزایش توان فنی کشور، انواع پروژه‌ها و طرح‌های مهندسی در حال اجراست. توسعه شهرها و احداث شهرک‌های مسکونی - صنعتی جدید، طرح‌های کاهش آلودگی‌های زیست محیطی، سامان‌دهی انواع بانک‌های اطلاعاتی، مطالعات آب‌شناسی و طرح‌های آبخیزداری، طرح‌های مقابله با بلایای طبیعی و پدیده‌های خطرزای حاصل از عوامل طبیعی یا کارکرد انسانی، بیابان‌زدایی^۵ و احداث پروژه‌های ساختمانی، فقط بخش کوچکی از پروژه‌های در حال اجرا در سطح کشور است و نقطه مشترک همه این طرح‌ها و پروژه‌ها، بستر کواترنری آن‌هاست. حتی در شاخه‌های نوین علوم زمین، یعنی زمین‌شناسی زیست محیطی و زمین‌شناسی نواحی شهری که از جمله مستندات معتبر در طرح‌های توسعه پایدارند، شناخت کواترنری همچنان پایه کار است. امروزه سیستم کواترنری با سن اندکی که نسبت به دوره‌ها و دوران‌های پیش از خود دارد، در تمام زمینه‌های زندگی انسان‌ها، نقشی پایه‌ای دارد. گرم‌شدن هوا، پسروری یخچال‌ها، بالآمدن سطح آب دریاها، تکوین ریختاری سواحل، کوه‌ها، رودخانه‌ها، تغییرات اقلیمی و اکوسیستم،

در گذشته‌های نه چندان دور، از دیدگاه محققان علوم زمین، سیستم کواترنری نسبت به دوره‌های پیش از آن، از اهمیت چندانی برخوردار نبود. حجم تحقیقات و مطالعات انجام شده در آن زمان نیز، نشان‌دهنده آن است که پژوهشگران علوم زمین سیستم کواترنری را، حتی به عنوان بستر تحولات بسیار شگرفی همچون ظهور انسان هوشمند، چندان جدی نمی‌گرفتند و زمانه کوتاه کواترنری را در مقابل دوره‌های گذشته زمین‌شناسی، بی‌اهمیت فرض می‌کردند. اما نیاز انسان به شناخت زمینی که روی آن زندگی می‌کند، جست‌وجو و بررسی زیستگاه اولیه انسان‌های غارنشین و مطالعه در مورد گونه‌های جانوری و گیاهی، عوامل بسیار دیگر، اهمیت سیستم کواترنری را به تدریج روشن ساخت.

کلیدواژه‌ها: سیستم کواترنری، دوره‌های یخچالی، طرح‌های معدنی، طرح‌های جانمایی، پروژه‌های مهندسی، گونز، میندل، ریس، ورم.

در چند دهه اخیر به‌ویژه، با افزایش نیاز انسان به منابع غذایی و آب از یک طرف و مواجهه با پدیده‌های خطرزا^۱ و آلودگی‌های زیست محیطی از طرف دیگر، اهمیت سیستم کواترنری و شناخت جنبه‌های گوناگون آن، بیشتر و بیشتر شد. ایجاد شاخه‌های نوین زمین‌شناسی، همچون زمین‌شناسی زیست محیطی^۲، زمین‌شناسی نواحی شهری^۳، تکتونیک جوان^۴، آتش‌فشان‌شناسی کواترنری، مطالعات پالئومغناطیس، یخچال‌شناسی و غیره، نشان‌دهنده اهمیت روزافزون سیستم کواترنری است. در ایران نیز کواترنری از ابتدا چندان مورد توجه

نیاز انسان به
شناخت زمینی که
روی آن زندگی
می‌کند، جست‌وجو
و بررسی زیستگاه
اولیه انسان‌های
غارنشین و مطالعه
در مورد گونه‌های
جانوری و گیاهی،
عوامل بسیار
دیگر، اهمیت
سیستم کواترنری
را به تدریج روشن
ساخت



امروزه سیستم

کواترنری با

سن اندکی

که نسبت

به دوره‌ها و

دوران‌های

پیش از خود

دارد، در تمام

زمینه‌های

زندگی

انسان‌ها، نقشی

پایه‌ای دارد

تراورتن، شن و ماسه؛

● طرح‌های جانمایی ساختگاه‌های دفن زباله (شهری، صنعتی، شیمیایی، هسته‌ای)؛

● طرح‌های کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی (آب و خاک)؛

● طرح‌های پیشگیری از رویدادهای خطرنا (فرونشست، روان‌گونی، سیلاب‌های پهنه‌ای، بیابان‌زایی)؛

● طرح‌های باستان‌شناسی، گردشگری زمین‌شناسی، زمین‌شناسی پزشکی.

با توجه به اهمیت کواترنری، از این شماره به بعد، در سلسله نوشتارهایی، البته سیستم کواترنری تعریف و چارچوب‌های اصلی آن بازگو می‌شود، سپس انواع نهشته‌های این دوره زمانی که نسبت به دوره‌های زمانی پیش از خود از تنوع‌ها و گونه‌گونی قابل توجهی برخوردار است، شرح داده می‌شود. برای آشنایی بیشتر خوانندگان با واژگان علمی، معادل انگلیسی آن‌ها نیز آورده شده است.

تعریف و تاریخچه

در سال ۱۸۲۹ م برای اولین بار، یک زمین‌شناس فرانسوی به نام دونوآیه^۶، رسوب‌های جوانی را که بر بالای ته‌نشست‌های دوران سوم قرار گرفته بودند، کواترنر نامید. ده سال بعد نیز چارلز لایل^۷ انگلیسی بخش قاعده‌ای نهشته‌های کواترنر را پلئستوسن^۸ نام‌گذاری کرد.

پس از آن بود که مطالعات کواترنر، در گستره‌های وسیع و در زمینه‌های گوناگون آغاز شد که تا امروز ادامه دارد. اگرچه در پاره‌ای از گزارش‌ها، کواترنر به عنوان «دوران چهارم زمین‌شناسی»، معرفی شده، ولی براساس مصوبه

شرایط زیست‌محیطی و نیز تحول و تکامل انسان، اهمیت مطالعات کواترنری را دو چندان ساخته است. شاخه‌های نوین علوم زمین، امروزه در سطح جهان، نه تنها سرفصل دروس دانشکده‌های علوم زمین هستند، بلکه مؤسسات پژوهشی متعددی با هزینه‌های قابل توجه در این زمینه مشغول تحقیق و مطالعه‌اند. اما در ایران، با آن‌که بیش از یک سوم مساحت کشور زیر پوشش نهشته‌های کواترنری قرار دارد، تاکنون مطالعات جدی در این گستره وسیع انجام نشده است. امروزه با وجود امکانات کشوری و فناوری‌های موجود نمی‌توان به دلیل دوری از مراکز جمعیتی، شرایط آب‌وهوایی نامطلوب و نبود راه‌های ارتباطی از انجام مطالعات سیستماتیک در پهنه‌های کواترنری به عنوان اولین گام در مطالعات دوران چهارم سر باز زد.

حال که در سطح جهان با دریافت این اندیشه که با کلید زمان می‌توان به درون دنیای گذشته راه یافت و جمله «اکنون کلید گذشته است» یکی از اصول مهم در علوم زمین‌شناسی است، جا دارد تا زمین‌شناسان ایرانی نیز با این مقوله از در آشتی درآمده و از این پس از پهنه‌های کواترنری با دقت و توجه بیشتر، گذر کنند. نگاهی به طرح‌های زیر که بستر مشترک همه آن‌ها، کواترنری است، اهمیت این بخش از سرگذشت زمین را روشن می‌سازد؛

● طرح‌های توسعه شهری و احداث شهرک‌های مسکونی - صنعتی؛

● طرح‌های مهندسی خطی: راه، راه‌آهن، خطوط انتقال نیرو؛

● منابع آب: طرح‌های آبخیزداری، ذخیره رواناب‌ها؛

● طرح‌های معدنی: طلای پلاسیر، گچ، نمک، پتاس،

دوره هفدهم
شماره ۱ • پاییز ۱۳۹۰

۱۵
آموزش
زمین‌شناسی

براساس مصوبه

۱۹۸۹ انجمن

بین‌المللی علوم

زمین (IUGS)،

چیزی به نام

دوران چهارم

زمین‌شناسی وجود

ندارد و کواترنر،

سیستمی از دوران

سوم است که به

دو زیرسیستم

پلئستوسن و

هولوسن تقسیم

می‌شود

۱۹۸۹ انجمن بین‌المللی علوم زمین (IUGS)، چیزی به نام دوران چهارم زمین‌شناسی وجود ندارد و کواترنر، سیستمی از دوران سوم است که به دو زیرسیستم پلئستوسن و هولوسن تقسیم می‌شود. بنابراین به‌کارگیری^۱ (IUGS) و اصطلاح دوران چهارم برای کواترنر نادرست است.

در مورد سن کواترنر و به‌ویژه زمان آغاز این سیستم، نظریات و مناقشات فراوانی وجود دارد. با این حال، اغلب پژوهشگران سن ۱/۸ تا ۲ میلیون سال را برای آن پذیرفته‌اند. بنابراین کواترنر جوان‌ترین و در عین حال، کوتاه‌ترین بخش در تقسیم‌بندی زمانی کره زمین است. برای مقایسه عمر ۴/۵ میلیارد ساله کره زمین و ۲ میلیون ساله عمر کواترنر، اگر عمر زمین را (از زمان تشکیل در رویداد انفجار بزرگ^۲)، یک شبانه‌روز یعنی ۲۴ ساعت در نظر بگیریم، سیستم کواترنر، فقط ۱۷ ثانیه انتهایی این ۲۴ ساعت را تشکیل می‌دهد. بنا به عقیده برخی از دانشمندان، ظهور انسان هوشمند^۳ مربوط به چند ثانیه انتهایی این ۲۴ ساعت است.

محورهای اصلی

برای درک صحیح از زمین‌شناسی کواترنر، شناخت ویژگی‌های چینه‌شناسی و تکتونیکی آن ضروری است. بنابراین شناخت دو رویداد نوسانات آب و هوایی و کوهزایی پاسادنین^۴ به عنوان دو محور اصلی کواترنری، مهم‌ترین پایه‌ها در درک و فهم بهتر زمین‌شناسی کواترنری هستند. لذا ضمن شرح این دو رویداد، روش‌های سن‌سنجی در سیستم کواترنر را توضیح می‌دهیم و سپس به طبقه‌بندی نهشته‌های این سیستم می‌پردازیم.

نوسانات دوره‌ای آب‌وهوا

نکته‌های پایه

تغییرات دوره‌ای آب‌وهوا و پیدایش دوره‌های یخچالی که با سرمای زیاد و یخبندان‌های شدید همراه بوده‌اند، یکی دیگر از مشخصه‌های سیستم کواترنری است. در دوره‌های یخچالی که با عنوان عصر یخ^۵ نیز شناخته می‌شوند، در عرض‌های شمالی کره زمین، دریاها و دریاچه‌ها منجمد شده و امکان زندگی برای بسیاری از گونه‌های گیاهی و جانوری از بین رفته و حتی بسیاری از آن‌ها منقرض شده‌اند. دوره‌های یخچالی، همان‌گونه که از نامشان برمی‌آید،

زمان شکل‌گیری یخچال‌هاست که ابتدا در قطبین شکل گرفته و سپس به تدریج به سوی عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر گسترش یافته‌اند.

برعکس، دوره‌های بین یخچالی، زمان رشد و شکوفایی گونه‌های گیاهی و جانوری است. در دوره‌های بین یخچالی دما افزایش یافته است و بارش‌های جوی به صورت قابل توجهی کاهش یافته‌اند. دوره‌های بین یخچالی همچنین با بی‌قراری‌های تکتونیکی نیز همراه بوده‌اند.

ایجاد تغییرات آب‌وهوایی و دلایل رویداد آن‌ها، از جمله پرسش‌هایی است که سال‌ها توجه پژوهشگران را به خود جلب کرده و در نتیجه، نظریات متعددی در این زمینه ارائه شده است که نکته‌های اصلی آن عبارت‌اند از: تغییر در انتشار نور خورشید، تغییر در پوشش غبارهای کیهکسانی، تغییرات هندسی در حرکات کره زمین، تغییر در کارکرد جذب یا انتشار آتمسفر و حرکات قائم و افقی پوسته زمین. شرح دقیق هر یک از این عوامل و نظریه‌های مربوط به تغییرات آب‌وهوا، از حوصله این نوشتار خارج است، ولی آنچه مسلم است این‌که تغییرات آب‌وهوایی در سطوح جهان اثراتسی را از خود بر جای گذاشته که امروزه به عنوان زمین‌شناسی کواترنری مورد بررسی قرار می‌گیرد.

دوره‌های یخچالی (عصر یخ)

دوره‌های یخچالی یا اشکوب‌های یخچالی^۶ یا عصر یخ، زمانه استیلای آب‌وهوای بسیار سرد و یخبندان‌های شدید بر کره زمین است. در همین زمان است که یخچال‌ها ابتدا در دو قطب شمال و جنوب شکل گرفته و سپس به سوی عرض‌های پایین‌تر (دورتر از دو قطب) گسترش یافته‌اند و به این ترتیب، بخشی از کره زمین، قلمرو استیلای یخچال‌ها شده است. یخچال‌ها در دوره‌های یخچالی تا عرض‌های ۴۴° درجه نیز توسعه یافته‌اند (شکل ۱).

تشکیل یخچال‌ها و خط برف^۷، رابطه تنگاتنگی با موقعیت جغرافیایی دارد، به گونه‌ای که با دور شدن از دو قطب، رقوم خط برف افزایش می‌یابد. برای نمونه، خط برف (خط قاعده یخچال‌ها) در آخرین عصر یخ در البرز و زاگرس به ترتیب در ۱۸۰۰ و ۲۰۰۰ متری (از سطوح دریا) تعیین می‌شود، ولی به طرف مناطق شمالی‌تر (مثل شمال اروپا، این خط در انتها) زیر ۵۰۰ متر قرار داشته است و برعکس، هرچه به طرف مناطق جنوبی‌تر می‌رویم، ارتفاع تشکیل

دوره هفدهم
شماره ۱ • پاییز ۱۳۹۰

آموزش رشد ۱۶

زمین‌شناسی

System	Series	Epoch			
Quaternery	Holocene			10000	Years before present
	Pleistocene	Late	(Wurm)	73000	
			(Riss/Wurm)	120000	
		Middle	(Riss)	2500000	
			(Mindel/Riss)	320000	
			(Mindel)	580000	
			(Gunz/Mindel)	690000	

و خط‌القعرهایی که با سنگ‌های ناتراوا (نفوذناپذیر) میزبانی می‌شوند، مانداب‌ها و دریاچه‌های متعددی را ایجاد می‌کرده‌اند. این دریاچه‌ها که به نام دریاچه‌های بارانی^{۱۹} شناخته می‌شوند، بعد از آخرین عصر یخبندان، با گرم شدن هوا و تشدید تبخیر، به تدریج تحلیل رفته و به دلیل کاهش چشمگیر بارش‌های جوی به حوضه‌های تبخیری با پوشش نمک تغییر شکل یافته‌اند. امروزه در ایران مرکزی و جنوب ایران، می‌توان این حوضه‌های تبخیری کوچک و بزرگ را مشاهده کرد.

دوره‌های یخچالی در سرتاسر جهان، زمانه آرامش پوسته زمین بوده و رسوب‌گذاری (باخاستگاه‌های گوناگون) با سرعت قابل توجه انجام می‌شده است.

برپایه مطالعات انجام شده از آغاز کواترنر تا امروز، دست‌کم ۱۷ دوره یخبندان وجود داشته که با دوره‌های گرم‌تر از یکدیگر جدا می‌شوند. اواخر سده ۱۸ و اوایل سده ۱۹ میلادی، مطالعات زیادی در مورد یخچال‌ها انجام گرفت، ولی در مهم‌ترین آن‌ها، برپایه مطالعه یخچال‌های آلپ و بررسی پادگانه‌های موجود در رودخانه‌های آن، چهار دوره اصلی یخچالی در سطح جهان شناسایی شد. این چهار دوره یخچالی را از قدیم به جدید به ترتیب گونز^{۲۰}، میندل^{۲۱}، ریس^{۲۲} و وورم^{۲۳} نام‌گذاری کردند (جدول ۱). بعدها نیز پژوهشگران دیگر این دوره‌های یخچالی اصلی را در نقاط دیگر جهان شناسایی و حتی آن‌ها را به زیر اشکوب‌ها نیز تقسیم کردند.

در ایران نیز، زنده‌یاد مهندس منوچهر پدramی مقاطع نمونه این ۴ دوره یخچالی را شناسایی و از قدیم به جدید به عنوان دوره‌های یخچالی جاجروود، توچال، تهران شمال و آبلعی نام‌گذاری کرد.

در سطح جهان و ایران، دو عصر یخبانی یعنی ریس (تهران شمال) و وورم (آبلعی)، بیش از سایر دوره‌های یخچالی گسترش داشته و اثرات آن‌ها بیشتر و گسترده‌تر

یخچال‌ها افزایش می‌یابد. این وضعیت را می‌توان امروزه نیز در موقعیت ارتفاعی یخچال‌های فعال ایران (در علم کوه) و اروپا پیگیری و مقایسه کرد.

در نواحی شمالی (عرض‌های جغرافیایی بالاتر) به دلیل سرمای شدیدتر، دریاها و دریاچه‌ها منجمد شده و بدین‌وسیله سطوح آب دریاها آزاد کاهش یافته است.

اما دوره‌های یخچالی در ایران چگونه ظاهر شده‌اند؟ ایران در عرض‌های جغرافیایی متوسط قرار دارد و بنابراین کارکرد دوره‌های یخچالی در این سرزمین نسبت به نواحی شمالی‌تر و پیرامون دو قطب (مثل شمال آمریکا، اروپا، سیبری و آلاسکا) تا حدود زیادی متفاوت است. در ایران زمین‌های یخ بسته دائمی^{۱۴} وجود ندارد و واحدهای نهشتی - و زمین‌فرم‌های^{۱۵} یخچالی فقط در ارتفاعات مشخص و به صورت محدود به وجود آمده‌اند.

در عوض، در دوره‌های یخچالی، بارش‌های آسمانی در ایران فراوان بوده و حتی در فصل‌های گرم نیز بارندگی‌ها تداوم داشته است. دمای هوا نسبت به امروز کاهش قابل توجهی داشته، درصد تبخیر اندک بوده و سطح آب‌های زیرزمینی بسیار بالاتر از امروز بوده است.

بارش‌های جوی، سیلاب‌های بزرگ را ایجاد می‌کرده و سیلاب‌ها نیز به نوبه خود حمل و ته‌نشست مصالح از ارتفاعات به طرف مناطق فرودست را داشته‌اند. به این ترتیب است که در میان نهشته‌های کواترنری آبرفت‌ها بیش از همه گسترش داشته و در کشورهایی همچون ایران، دوره‌های یخچالی را دوره‌های آبرفت‌گذاری^{۱۶} می‌نامند.

در دوره‌های یخچالی ایران، دمای هوا بین ۸ تا ۱۸ درجه خنک‌تر از امروز بوده است. پوشش گیاهی فراوانی در سطح زمین وجود داشته است. پوشش گیاهی حتی در بخش‌های جنوبی ایران با دمای بالای هوا قابل توجه بوده است.

بارش‌های جوی در عصرهای یخ در زمین‌های پست

در دوره‌های یخچالی، بارش‌های آسمانی در ایران فراوان

بوده و حتی در فصل‌های گرم نیز بارندگی‌ها تداوم داشته

است. دمای هوا نسبت به امروز کاهش قابل توجهی

داشته، درصد تبخیر اندک بوده و سطح آب‌های زیرزمینی

بسیار بالاتر از امروز بوده است

زمین چیره می‌شده است. این دوره‌های زمانی را دوره‌های بین سرمایی^{۲۷} می‌نامند. برعکس، دوره‌های - گرم بین یخچالی نیز، شرایط آب‌وهوایی به دوره‌های یخچالی تبدیل می‌شده است. این دوره‌های یخچالی را که در دوره‌های گرم به‌وجود می‌آمده‌اند به نام دوره‌های نویخچالی^{۲۸} می‌شناسند. بعد از پایان یافتن آخرین عصر یخ (یخچالی و وورم یا یخچالی ابعلی) در ده هزار سال گذشته، از آن زمان تا امروز، شرایط بین یخچالی بر زمین حاکم است. عقب‌نشینی یخچال‌ها به ارتفاعات بلندتر، ذوب شدن برف‌های دو قطب و بالا آمدن سطح آب‌های دریا، اگرچه به دلیل فعالیت‌های انسانی تشدید شده، ولی عامل اصلی آن وجود شرایط بین یخچالی بر کره زمین است. در همین دوره گرم در دو مرحله شرایط آب‌وهوایی یخچالی بر زمین حاکم شده است. اولی در ۴۰۰۰ سال پیش به نام نویخچالی فاز اول و دیگری در ۲۶۰۰-۲۸۰۰ سال پیش که به آن نویخچالی فاز ۲ گفته می‌شود.

یکی از مهم‌ترین دوره‌های بین سرمایی در آخرین عصر یخ (وورم)^{۲۹} به‌وجود آمده است. این دوره بین سرمایی که زمان رویداد آن از ۲۸۰۰۰ تا ۳۵۰۰۰ سال پیش است، نشانه‌های فراوانی را در ایران از خود بر جای گذارده است. مخروط آتش‌فشان دماوند نیز در این دوره زمانی تکمیل شده است.

پی‌نوشت ●

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| 1. Geohazards | 2. Enviromental geology |
| 3. Urban geology | 4. Neotectonic |
| 5. Desertification | 6. Desnoyer |
| 7. Charles Lyel. | 8. Pleistocene |
| 9. IUGS | 10. Big Bang |
| 11. Homo-Sapience | 13. Ice age |
| 12. pasadenean orogeny | 14. Glacial stage |
| 15. Snow line | 16. permafrost |
| 17. Landform | 18. Alluviation periods |
| 19. Pluvial Lake | 20. Gunz |
| 21. Mindel | 22. Riss |
| 23. Wurm | 24. Interglacial stage |
| 25. Epeirogenic | 26. Uplifting |
| 27. Interglacial | 28. Neoglaciation |
| 29. Wurm interstadial | |



است.

دوره‌های بین یخچالی^{۲۴}

با پایان یافتن هر دوره یخچالی، بار دیگر آب و هوای گرم بر زمین چیره شده است. در دوره‌های بین یخچالی، بارندگی‌ها کاهش می‌یابد و پوشش گیاهی در حد قابل توجهی از بین می‌رود. دریاچه‌های بارانی نیز به دلیل کاهش بارندگی‌ها به تدریج از بین می‌روند.

در عصرهای بین یخچالی، رسوب‌گذاری فقط محدود به تشکیل افق‌های هوازده قرمز رنگ بوده است. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های دوره‌های بین یخچالی، رویداد بی‌قراری‌های تکتونیکی است که بیشتر به صورت حرکات بوم‌زاد^{۲۵} و فرایش زمین^{۲۶} ظاهر می‌شده است. بنابراین با در نظر گرفتن اینکه در کوتاه‌تر، چهار دوره یخچالی اصلی وجود داشته، این چهار دوره با سه دوره بین یخچالی از یکدیگر جدا می‌شوند. برخلاف دوره‌های یخچالی که در هر بخش از دنیا نام‌گذاری شده‌اند، دوره‌های بین یخچالی نام خاصی ندارند.

گفتنی است که در دوره‌های یخچالی، گاه شرایط آب‌وهوایی در یک زمان کوتاه تغییر می‌کرده و شرایط بین یخچالی بر

دوره هفدهم
شماره ۱ • پاییز ۱۳۹۰

آموزش رشد ۱۸
زمین‌شناسی