دانش‌افزایی

دورهٔ کامبرین

جهانبخش دانشیان و عفت مشهدی
گروه زمین‌شناسی، دانشکدهٔ علوم، دانشگاه خوارزمی

چکیده
سازندهای کامبرین ایران از جمله نهشته‌هایی هستند که در بخش‌های قابل توجهی از ایران رخنمون دارند. یکی از مهم‌ترین روش‌های شناخت رسوبات این زمان، بررسی آثار فسیلی آن‌ها است. این دوره که حدود ۵۶ میلیون سال از سن زمین را به‌خود اختصاص داده، از نظر جغرافیای دیرینه تغییرات قابل ملاحظه‌ای به‌خود دیده است. به‌صورتی که خشکی‌های لورنسیا، بالتیک، سیبری، چین، گندوانا و قزاقستان در کامبرین پسین حاصل اشتقاق قاره‌ای می‌باشد که در این دوره به‌وقوع پیوسته است. در انتهای کامبرین به‌واسطهٔ افزایش دما، سطح آب اقیانوس‌ها بالا آمده است و به‌علت گسترش جانداران فتوسنتز کننده، میزان تولید اکسیژن در جو افزایش یافت. از بارزترین ویژگی‌های کامبرین ظهور ناگهانی جانداران با اسکلت داخلی و خارجی می‌باشد که در نهایت منجر به پیدایش حدود ۱۰۰شاخهٔ جانوری در پایان کامبرین می‌شود.

کلیدواژه‌ها: پالئوزوئیک ، کامبرین، مقیاس زمانی زمین‌شناسی، جغرافیای دیرینه، فسیل، چینه‌شناسی

مقدمه

درجدول مقیاس زمانی زمین‌شناسی[۱] ائون فانروزوئیک[۲] شامل سه دوران[۳] پالئوزوئیک[۴]، مزوزوئیک[۵] و سنوزوئیک[۶] است. در نهشته‌های تشکیل‌شده در این دوران‌ها آثار فسیلی فراوانی وجود دارد. کامبرین اولین پریود یا دورهٔ[۷] زمین شناختی از دوران پالئوزوئیک است و از نظر زمانی محدودهٔ آن بین ۱/۰±۵۴۱/۰ تا ۱/۹±۴۸۵/۴ میلیون سال پیش قرار دارد و با دورهٔ اردوویسین ادامه پیدا می‌کند کمیتهٔ بین‌المللی چینه‌شناسی[۸](شکل ۱). در کامبرین رویداد مهم حضور ناگهانی و فراوان گونه‌های مختلف جانداران از جمله جانداران دارای صدف یا اسکلت به‌وقوع پیوسته است. این افزایش ناگهانی جمعیت می‌تواند پاسخی به تغییرات اکسیژن در زمین یا ویژگی‌های شیمیایی آب اقیانوس‌ها یا سایر عوامل باشد. نام کامبرین از کلمهٔ کامبریا[۸]، یا همان نام لاتین شهر ولز[۹] گرفته شده است. آدام سدویک[۱۰] زمین‌شناس انگلیسی در سال ۱۸۳۰ نام این دوره را به قدیمی‌ترین رسوباتی که حاوی آثار فسیلی کامبرین هستند و در این شهر رخنمون دارند، نسبت داده است (سدویک، ۱۸۵۲). از جمله آثار فسیلی معروف کامبرین فسیل لاگراستاتن[۱۱] است. که عبارتند از نهشته‌های حاوی فسیل با حفظ‌شدگی بسیار خوب و بی‌نظیر است به‌طوری که حتی قسمت‌های نرم بدن آن‌ها به‌خوبی حفظ شده‌اند. این مجموعهٔ فسیلی باعث می‌شود که درک ما از حیات در کامبرین نسبت به دوره‌های دیگر افزایش یابد (اور[۱۲] و همکاران، ۲۰۰۳).

زیرتقسیمات کامبرین

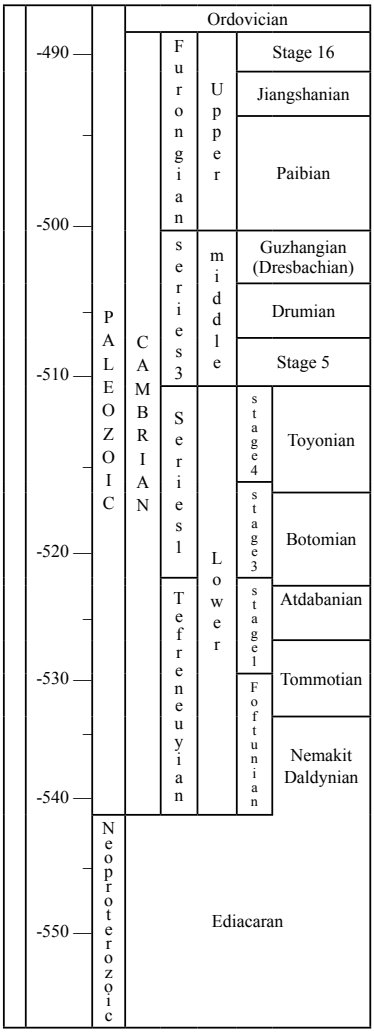
والکت[13] (۱۸۹۱) در سال ۱۸۹۱ تقسیمات سیستم کامبریـن را به‌صورت سه‌قسمتی شامل کامبرین زیرین، میانی و بالایی پیشنهاد کرد. براساس آخرین جدول زمانی زمین‌شناسی، کامبرین شامل ده اشکوب Fuftunian و stage2 و stage3 و stage4 و stage5 وDrumian Guzhangian و Paibian و Jiangshanian و stage10 است (شکل ۱). از آنجا که زیرتقسیمات چینه‌شناسی هنوز کامل نشده است، بسیاری از زیرتقسیمات در کشورهای مختلف به‌صورت محلی استفاده می‌شوند. کامبرین به‌صورت محلی به سه دورهٔ کامبرین پیشین (Caerfai, ۵۴۱±۰/۳ -۵۰۴±۱/۷ mya) کامبرین میانی (St Davids, ۵۰۹±۰/۳ -۴۹۷±۱/۷ mya) و Furongian (معمولاً به کامبرین پسین معروف است) (۴۸۵±۱/۷ mya- ۴۹۷±۰/۳) تقسیم می‌شود (فدونکین[14] و همکاران، ۲۰۰۷؛ راگوزینا[15] و همکاران، ۲۰۰۸). گفتنی است از آنجا که آنکه در گفت‌وگوها و مذاکرات بین‌المللی چینه‌شناسی، از زیرتقسیمات کامبرین زیرین روسیه استفاده می‌شود، در این مبحث از جدول زمانی زمین‌شناسی روسیه استفاده شده است (شکل ۱).

چینه‌شناسی کامبرین

مبنای کامبرین براساس یک مجموعهٔ نسبتاً کامل از فسیل‌های آثار حیات[16] که معروف به مجموعهٔ *Treptichnus pedum*، تعریف می‌شود (نول[17] و همکاران، ۲۰۰۴). حد زیرین این سیستم با پرکامبرین در ارتباط بوده، ولی حد بالایی آن از نظر مورچیسون[18] (۱۸۳۵) حتی سیلورین زیرین را شامل می‌شده است. اما در سال ۱۸۷۹ لاپ ورث[19] سیستم اردویسین را ابداع کرد که در حد زیرین آن اشکوب آرتیگین[20] قرار داد (ویکاندر[21] و همکاران، ۲۰۰۷). کامبرین نسبت به زمان قبل از خود، شواهد زیستی فراوانی دارد و به همین دلیل، حضور جانداران در کامبرین به انفجار و گسترش ناگهانی حیات تعبیر شده است. از جمله مهم‌ترین رخدادهای زیستی، گسترش و تنوع جانوران با اسکلت سخت، ظهور اولین تریلوبیت‌ها و براکیوپودهاست (شکل ۴).

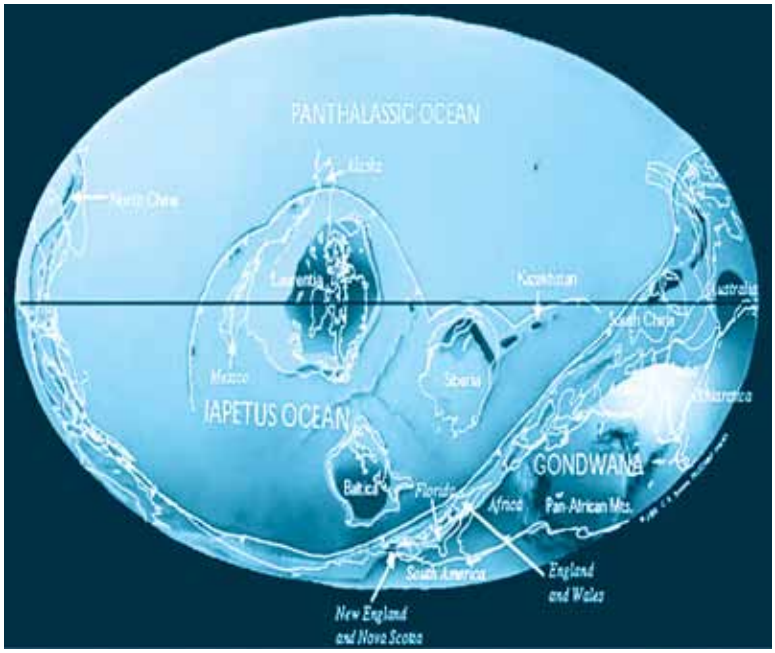
جغرافیای دیرینهٔ کامبرین

بازسازی آرایش ورقه‌های قاره‌ای نشان می‌دهد که در ۶۵۰ میلیون سال پیش یا به‌عبارتی پیش از شروع این دوره، یک ابرقارهٔ جهانی به نام پانوسیا[22] وجود داشته که شروع به شکستن کرده به‌طوری که در انتهای این دوره شش قاره شکل گرفته است (ویکاندر و همکاران، ۲۰۰۷). جدا شدن لورنسیا[23] و بالتیک[24] و سیبری[25] از ابرقارهٔ اصلی گندوانا و تشکیل سرزمین‌های جداگانه در این زمان اتفاق افتاده است. در زمان کامبرین بیشتر خشکی‌ها در نیمکرهٔ جنوبی متمرکز بودند، اما به‌تدریج به‌سمت شمال حرکت کردند و جابه‌جا شدند (مک کرو[26] و همکاران، ۱۹۹۲)، به‌طوری‌که بزرگ‌ترین و سریع‌ترین حرکت چرخشی گندوانا در ابتدای کامبرین رخ داده است (میشل[27] و همکاران، ۲۰۱۰). در کامبرین پسین، خشکی‌ها شامل لورنسیا، بالتیک، سیبری، چین، گندوانا و قزاقستان می‌شدند (شکل۲-الف). در آن زمان، زمین‌های مرتفع در شمال شرق گندوانا، شرق سیبری و مرکز قزاقستان قرار داشته و حرکت ورقه‌ها در اردویسین و سیلورین، نقش بزرگی درتغییرجغرافیای جهانی ایفا کرد (ویکاندر و همکاران، ۲۰۰۷). با ذوب شدن یخچال‌های بزرگ، سطح آب دریاها بالا آمد و بخش‌های بزرگی از قاره‌ها به زیر آب گرم وکم‌عمق دریاها رفت و شرایط خوبی را برای گسترش حیات ایجاد کرد. نوسانات سطح آب دریاها نشان‌دهندهٔ حضورعصر یخبندان[28] در این زمان است که با



شکل ۱: جدول مقیاس زمانی زمین‌شناسی براساس زیرتقسیمات کامبرین زیرین روسیه ومرز کامبرین- پرکامبرین و رویدادهای کلیدی کامبرین (واژهٔ کامبرین، ویکی‌پدیا، ۲۰۱۲).

جدا شدن لورنسیا و بالتیک و سیبری از ابرقارهٔ اصلی گندوانا و تشکیل سرزمین‌های جداگانه در این زمان اتفاق افتاده است. در زمان کامبرین بیشتر خشکی‌ها در نیمکرهٔ جنوبی متمرکز بودند، اما به‌تدریج به‌سمت شمال حرکت کردند و جابه‌جا شدند (مک کرو و همکاران، ۱۹۹۲)، به‌طوری‌که بزرگ‌ترین و سریع‌ترین حرکت چرخشی گندوانا در ابتدای کامبرین رخ داده است (میشل و همکاران، ۲۰۱۰). در کامبرین پسین، خشکی‌ها شامل لورنسیا، بالتیک، سیبری، چین، گندوانا و قزاقستان می‌شدند



(الف)

(ب)

شکل ۲: موقعیت قرارگیری خشکی‌ها (Palaeoportal. Org, ۲۰۱۲)
الف: درانتهای کامبرین (۵۱۴ میلیون سال قبل)
ب: در عصر حاضر

گسترش کلاهک یخی جنوب[۲۹] ارتباط پیدا می‌کند (برت[۳۰] و همکاران، ۲۰۰۹).

نهشته‌های کامبرین ایران در بسیاری از نقاط البرز، ایران مرکزی و همچنین برخی نقاط کوه‌های زاگرس بیرون‌زدگی دارند. به‌دلیل تغییر رخساره‌های سنگی و زیستی و همچنین تفاوت واحدهای سنگ‌چینه‌ای، سنگ‌های کامبرین ایران به‌صورت ناحیه‌ای توصیف می‌شوند

آب و هوای زمان کامبرین

در طی دوره کامبرین پیشین، احتمالاً به‌دلیل اینکه قارهٔ قدیمی گندوانا قطب جنوب را پوشش می‌داد و جریان‌های دریایی را قطع می‌کرد، خشکی‌ها عموماً سرد بودند. در پایان این دوره، آب و هوا گرم‌تر شد و به‌طور ناگهانی یخ‌ها از بین رفتند و سطح آب دریا به یک‌باره بالا آمد و این روند تا اردوویسین ادامه پیدا کرد (برت و همکاران، ۲۰۰۹) (شکل ۳). به اعتقاد ویکاندر (۲۰۰۷) در زمان نئوپروتروزوئیک (۶۰۰ تا ۹۰۰ میلیون سال قبل) چهار دورهٔ بزرگ یخبندان با توجه به آثار باقی‌مانده قابل تشخیص است. میزان حضور اکسیژن در اتمسفر پروتروزوئیک احتمالاً یک درصد میزان

دوره کامبرین ۵۴۱ - ۴۸۵/۴ میلیون سال پیش	
تقریبا ۱۲/۵ حجم درصد (۶۳ درصد سطح فعلی)	میانگین حضور اکسیژن در اتمسفر آن دوره
تقریبا ۴۵۰۰ ppm (۱۶ برابر سطح عصر حاضر پیش از صنعتی شدن)	میانگین حضور دی‌اکسید کربن در اتمسفر آن دوره
تقریبا ۲۱ درجه سانتیگراد (۷ درجه بیشتر از اکنون)	میانگین دمای سطح زمین در آن دوره
به‌طور مدام بین ۳۰ تا ۹۰ متر	سطح دریا (بالاتر از حال حاضر)

شکل ۳: میزان اکسیژن و کربن‌دی‌اکسید در اتمسفر و میانگین دمای سطح زمین و همچنین میزان بالاآمدگی سطح آب دریاها در زمان کامبرین نسبت به وضعیت کنونی (واژهٔ کامبرین، ویکی‌پدیا، ۲۰۱۲).

فعلی بود و به‌تدریج با افزایش فعالیت سیانوباکتری‌ها و سایر فتوسنتزکننده‌ها، میزان اکسیژن در اتمسفر افزایش یافت. براساس مطالعات انجام گرفته، میزان حضور اکسیژن در اتمسفر کامبرین حدود ۳۶ درصد میزان فعلی بوده و این در حالی است که میزان دی‌اکسیدکربن را تقریباً ۱۶ برابر عصر حاضر (پیش از صنعتی شدن) تخمین زدند (شکل ۳).

جانداران کامبرین

دورهٔ کامبرین با یک تغییرعمیق و گستردهٔ حیات در زمین شناخته می‌شود. ابتدای کامبرین، اغلب جانداران کوچک، تک‌سلولی و ساده بودند. در طی میلیون‌ها سال، موجودات چندسلولی پیچیده به‌تدریج افزایش پیدا کردند، اما امکان حفظ آن‌ها به‌صورت فسیل نبود (باترفیلد[۳۱]، ۲۰۰۷). تنوع سریع اشکال حیات در کامبرین به انفجار کامبرین معروف است. در شروع پالئوزوئیک در یک دورهٔ کمتر از ۱۰ میلیون سال آغاز کامبرین، جاندارانی با اسکلت داخلی و خارجی به‌طور ناگهانی افزایش یافتند. تقریباً همهٔ شاخه‌های متعدد جانوری با پیکره‌های بدنی که امروزه شناخته شده‌اند، ظهور پیدا کردند. همچنین اشکال عجیب و غریب حیات که سریع نیز انقراض یافتند، از این زمان گزارش شدند. تقریباً بیشتر از ۱۰۰ شاخهٔ جانوری از آن زمان شناخته شده‌اند. این در حالی است که امروزه تنها[۳۲] شاخهٔ جانوری که از کامبرین حضور داشته‌اند، وجود دارند. (ویکاندر و همکاران، ۲۰۰۷).

در دورهٔ کامبرین بسیاری از پیکره‌های بدنی جدید جانداران در دریاها شکل گرفتند. هرچند که این جانداران از تنوع گونه‌ای کمی برخوردار بودند، اما تقریباً همهٔ شاخه‌های بی‌مهرگان در طی این دوره تکامل یافتند. خارتنان[۳۳]، تریلوبیت‌ها[۳۴]، اسفنج‌ها[۳۵]، مرجان‌ها[۳۶]، براکیوپودها[۳۷] و

آرکئوسیاتا[37] از بزرگ‌ترین گروه‌های موجودات اسکلت دارند که به‌نظر می‌رسد در این زمان ظهور پیدا کردند. از شاخهٔ طنابداران[38] اشکال ابتدایی نظیر پیکایا[39] و شاخهٔ نیمه‌طنابداران[40] نظیر گراپتولیت‌ها[41] از جانوران این زمان هستند (شکل۴). بقیهٔ جانوران کامبرین شامل شاخه‌های بزرگی از موجوداتی هستند که به‌دلیل عدم سازگاری در طی دورهٔ کامبرین منقرض شدند (ویکاندر و همکاران، ۲۰۰۷).

اتوتروف‌های کامبرین

اگرچه هیچ‌گونه فسیلِ گیاهِ خشکی‌زیِ حقیقی در زمان کامبرین شناخته نشده است، اما گونه‌هایی از جانداران میکروسکوپی فتوسنتزکنندهٔ دریایی نظیر سیانوباکتری‌ها و جلبک‌ها در این دوره وجود داشته‌اند. این جانداران دریایی شامل رشته‌های نازک[42] و توده‌های ذره‌بینی[43] بودند که در پهنه‌های جزر و مدی و سواحل کامبرین به‌خوبی گسترش داشتند. (شیبر[44] و همکاران، ۲۰۰۷). سپس در خشکی‌ها گونه‌هایی از گلسنگ‌ها، قارچ‌ها و گیاهان ذره‌بینی ایجاد شدند که اکوسیستم جانداران ذره‌بینی را تشکیل دادند و قابل مقایسه با پوشش خاکی در مناطق بیابانی در عصر حاضر بودند (پتالاک[45]، ۲۰۰۸).

انقراض‌های کامبرین

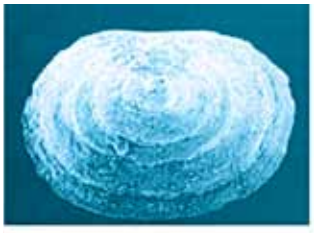
مطالعات انجام‌شده در محدودهٔ زمانی ۶۵۰ میلیون سال گذشته نشان می‌دهد که اولین انقراض کلی[46] فقط آکریتارک‌ها را از بین برد و در طی کامبرین چند انقراض دیگر نیز رخ داد که بر روی جمعیت بی‌مهرگان دریایی به‌ویژه تریلوبیت‌ها اثر گذاشت، به‌طوری که تریلوبیت‌ها در پایان کامبرین کاملاً از بین رفتند (ویکاندر و همکاران، ۲۰۰۷). سه انقراض مهم در دورهٔ کامبرین شناخته شده‌اند که عبارت‌اند از: انقراض پایان باتومین[47] در حدود ۵۱۷ میلیون سال پیش، انقراض در سباخین[48] در حدود ۵۰۲ میلیون سال پیش و انقراض مرزکامبرین - اردویسین در حدود ۴۸۸ میلیون سال پیش.

کامبرین در ایران

نهشته‌های کامبرین ایران در بسیاری از نقاط البرز، ایران مرکزی و همچنین برخی نقاط کوه‌های زاگرس بیرون‌زدگی دارند (شکل۵). به‌دلیل تغییر رخساره‌های سنگی و زیستی و همچنین تفاوت واحدهای سنگ‌چینه‌ای، سنگ‌های کامبرین ایران به‌صورت ناحیه‌ای توصیف می‌شوند (آقانباتی، ۱۳۸۷). سرزمین ایران در دوران پالئوزوئیک بخشی ازگندوانا بوده (شکل۲) و شباهت رخساره‌های تشکیل‌دهندهٔ این

Cambroctocomois oroemtalis
نیداریا ـ کامبرین میانی ـ چین
(Tea Yoon et al., 2011)

Scalpellodus utahensis
کنودونت ـ کامبرین پسین ـ امریکا
(Journal of Palaeontology)



Vandalotreta proclinis
براکیوپودا ـ کامبرین میانی ـ موراکو
(Mergl et al., 2004)

Olenoides erratus
تریلوبیت ـ کامبرین میانی ـ کانادا
(Ptychoporrida, Wikipedia)

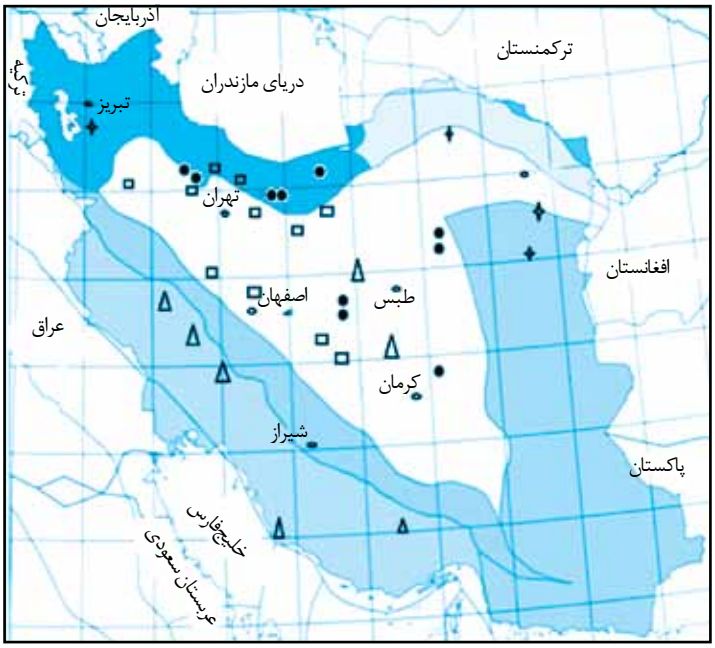
Lusatia dendroidea
اکریتارک ـ کامبرین پسین ـ اسپانیا
(Albani et al., 2007)

Redilichia takooensis
تریلوبیت ـ کامبرین پیشین ـ جنوب استرالیا
(Redlichia, Wikipedia)

شکل ۴: تصویر تعدادی از فسیل‌های مربوط به کامبرین در نقاط مختلف جهان

زمان با نواحی هم‌جوار چون افغانستان، پاکستان، عربستان، عراق، ترکیه و سوریه و لبنان این موضوع را ثابت می‌کند (خسروتهرانی، ۱۳۷۷). یافته‌های زمین‌شناسی جدید نشان می‌دهند به جز پرمین، سنگ‌های پالئوزوئیک کپه‌داغ، رخسارهٔ سنگی مشابه با صفحهٔ ایران (گندوانا) دارند و این نشان می‌دهد که در زمان پالئوزوئیک سرزمین کپه‌داغ بخشی از صفحهٔ ایران- عربستان بوده و به احتمال زیاد، محل اتصال صفحهٔ ایران و صفحهٔ توران، در شمال کپه‌داغ قرار داشته است (افتخارنژاد و همکاران، ۱۳۷۰). علاوه بر شواهد رخساره‌ای، همخوانی و شباهت قطب‌های مغناطیسی ایران مرکزی و البرز با قطب‌های مغناطیسی آفریقا – عربستان، دلیلی بر این مطلب است (آقانباتی، ۱۳۸۷). مرز بین پرکامبرین و پالئوزوئیک در ایران اغلب با ناپیوستگی مشخص می‌شود تنها مرز پیوسته بین رسوبات پرکامبرین بالایی و کامبرین زیرین در سازند دولومیتی سلطانیه وجود دارد (خسرو تهرانی، ۱۳۷۷). شرایط کولابی- تبخیری پرکامبرین بالایی بدون هیچ گونه رویداد زمین‌ساختی تا کامبرین زیرین ادامه داشته و به همین دلیل، رسوبات کامبرین آغازی ایران بیشتر کولابی- آواری است که با تجمع رسوبات دولومیتی آغاز و با مجموعه‌های شیلی- ماسه‌سنگی قرمز رنگ ادامه می‌یابد. بخش بالایی نهشته‌های کامبرین زیرین ایران (سازند زاگون، سازند لالون) به رنگ قرمز ارغوانی و نشان‌دهندهٔ محیط‌های بسیار کم‌عمق اکسیدی است. فسیل‌هایی از خانوادهٔ تریلوبیت‌ها، بازوپایان، مرجان‌ها، جلبک‌ها، کنودونت‌ها نشانهٔ برتری شرایط دریایی کم عمق در زمان یادشده (کامبرین میانی و پسین) است (آقانباتی، ۱۳۸۷). مطالعات حمدی[۴۹] (۱۹۸۹) نشان داد که مرز پرکامبرین- کامبرین از درون سازند سلطانیه می‌گذرد. واحدهای سنگ‌چینه‌ای کامبرین شامل عضوهای ۳ و۴ و ۵ سازند سلطانیه، سازند باروت، بزنوید، بنستان، زاگون، عقدا، لالون، هشم و سری داهو می‌باشد. همچنین سازندهای درنجال، کالشانه، کوه بنان، میلا و لایه‌های شورم متعلق به کامبرین میانی- ئسین است (آقانباتی، ۱۳۸۷) سازند زاگون،

تریلوبیت‌ها و همچنین بازوپایان در این دوره اهمیت فوق‌العاده داشته‌اند و از فسیل‌های شاخص این دوره به‌شمار می‌روند. مهم‌ترین تریلوبیت‌های دورهٔ کامبرین عبارت‌اند از: جنس اولەنلوس جنس هولیما، مشخصهٔ کامبرین زیرین و جنس پارادوکسیدس، مشخصهٔ کامبرین میانی



شکل ۵: برونزد نهشته‌های کامبرین در ایران به‌وسیلهٔ دایره‌های توپر و نمایش گسترش رسوبات کامبرین میانی و فوقانی در ایران به‌وسیلهٔ مربع و مثلث‌های توخالی (برگرفته از نقشه زمین‌شناسی ایران، درویش‌زاده، ۱۳۸۵)

پی‌نوشت‌ها

1. Geological Time Scale 2. Phanerozoic 3. Era 4. Paleozoic 5. Mesozoic 6. Cenozoic 7. Period 8. International 2012 stratigraphich Commision 9. Camberia 10. Wales 11. Adam Sedgwick 12. Lagerstatten-Fossil 13. Orr 14. Walcott 15. Fedonkin 16. Ragozina 17. Life Trace Fossils 18. Knoll 19. Murchison 20. Lapworth 21. Artigian 22. Wicander 23. Pannotia 24. Laurentia 25. Baltica 26. Siberia 27. Mckerrow 28. Mitchel 29. Ice age 30. Ice cap 31. Brett 32. Butterfield 33. Echinodermata 34. Ttilobita 35. Porifera 36. Cnidaria 37. Brachiopoda 38. Archaeocyatha 39. Chordata 40. Pikaia 41. Hemichordata 42. Graptolithina 43. microfilms 44. microbial mats 45. Schieber 46. Retallack 47. Mass Extinction 48. Botomian 49. Dresbachian 50. Hamdi 51. Olenellus 52. Hullima 53. Paradoxides

منابع

۱. آقانباتی، س.ع. (۱۳۸۷)، زمین‌شناسی ایران، وزارت صنایع و معادن، سازمان زمین‌شناسی و اکتشاف معدنی کشور.

۲. افتخارنژاد، ج.، بهروزی، الف. (۱۳۷۰)، «یافته‌های جدید از سنگ‌های افیولیتی و سنگ‌های پالئوزوئیک پایانی در شمال خاوری خراسان (از جمله کپه‌داغ) و

سازند لالون و سازند میلا هستند.

تریلوبیت‌هـا و همچنین بازوپایـان در این دوره اهمیت فوق‌العاده داشته‌اند و از فسیل‌های شاخص این دوره به‌شمار می‌رونـد. مهم‌ترین تریلوبیت‌هـای دورهٔ کامبرین عبارت‌اند از: جنـس اوله نلوس[۵۰] جنس هولیما[۵۱]، مشـخصهٔ کامبرین زیرین و جنس پارادوکسیدس[۵۲]، مشخصهٔ کامبرین میانی.

نتیجه‌گیری

نهشـته‌های کامبرین ایران که به‌عنوان بخشـی از قاره گندوانا محسوب می‌شوند دارای رخنمون‌های خوبی در البرز و ایران مرکزی بوده و حاوی آثار فسـیلی از گروه‌هایی نظیر بندپایان، براکیوپودا، نیداریا و فسیل‌های اثری می‌باشند.

در ایران همچون سایر نقاط جهان تشخیص نهشته‌های منتسـب به کامبرین از نهشته‌های پرکامبرین با آثار فسیل فراوان امکان‌پذیر اسـت. این نهشـته‌ها از نظر رخسـاره‌ای دارای تغییـرات قابل ملاحظه‌ای هسـتند بـه همین علت به‌صورت ناحیه‌ای توصیف می‌شوند.

در شروع پالئوزوئیک در یک دورهٔ کمتر از ۱۰ میلیون سال آغاز کامبرین، جاندارانی با اسکلت داخلی و خارجی به‌طور ناگهانی افزایش یافتند. تقریباً همهٔ شاخه‌های متعدد جانوری با پیکره‌های بدنی که امروزه شناخته شده‌اند، ظهور پیدا کردند. همچنین اشکال عجیب و غریب حیات که سریع نیز انقراض یافتند، از این زمان گزارش شدند. تقریباً بیشتر از ۱۰۰ شاخهٔ جانوری در آن زمان شناخته شده‌اند این در حالی است که امروزه تنها ۳۵ شاخهٔ جانوری که از کامبرین حضور داشته‌اند، وجود دارند

اهمیت ژئودینامیکی آن‌ها، فصلنامهٔ علوم زمین، سال اول، شمارهٔ ۱، ص ٤-۱۵.
۳. خسرو تهرانی، خ.(۱۳۷۷)، زمین‌شناسی ایران، دانشگاه پیام نور.
٤. دانشـیان ج، نظام‌وفـا، نیما (نوروزی)، ۱۳۸۸.فسـیل اثـری کروزیانا، فصل‌نامه رشد زمین‌شناسی شمارهٔ ۵۰، زمستان، صفحهٔ ٤۷-٤۲
۵. درویش‌زاده، علی، (۱۳۸۵)، زمین‌شناسی ایران، نشر دانش امروز (وابسته به مؤسسهٔ امیرکبیر).

6. Albani, R., & Bagnoli, G., & Ribcal, C., & Raevskoya, E., (2007); Late Cambrian acritarch Lusatina: Taxonomy, Paleogeography, and Biostratigraphy Implications.
7. Butterfield, N. J. (2007). "Macroevolution and macroecology through deep time". Palaeontology 50 (1): 41–55.
8. Brett, C. E.; Allison, P. A.; Desantis, M. K.; Liddell, W. D.; Kramer, A. (2009)."Sequence stratigraphy, cyclic facies, and lagerstätten in the Middle Cambrian Wheeler and Marjum Formations, Great Basin, Utah". Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology 277: 9–33.
9. Cambrian-Wikipedia, the free encyclopedi (2) mht. (2012).
10. Fedonkin, M. A. B.S. Sokolov, M.A. Semikhatov, N.M.Chumakov (2007). "Vendian versus Ediacaran: priorities, contents, prospectives." In: (ed.) M. A. Semikhatov "The Rise and Fall of the Vendian (Ediacaran) Biota. Origin of the Modern Biosphere. Transactions of the International Conference on the IGCP Project 493, August 20-31, 2007, Moscow." Moscow: GEOS.
11. Gological Survey Of Iran. http://irangeology.gsi.ir
12. Hamdi, B., et al (1989): Earliest skeletal fossils from Precambrian- Cambrian boundry strata,Elburz Mountains, Iran Geol. Mag. ISSN 0016; GBR. Vol. 126.
13. Haq, B. U.; Schutter, SR (2008). "A Chronology of Paleozoic Sea-Level Changes". Science 322: 64–8.
14. Jornal of Paleontology, (2012)
15. Knoll,A. M. Walter, G. Narbonne, and N. Christie-Blick (2004) "The Ediacaran Period: A New Addition to the Geologic Time Scale." Submitted on Behalf of the Terminal Proterozoic Subcommission of the International Commission on Stratigraphy.
16. Mckerrow, W. S.; Scotese, C. R.; Brasier, M. D. (1992). "Early Cambrian continental reconstructions". Journal of the Geological Society 149 (4): 599–593.
17. Mergl, M. & Elicki, O.,(2004); Cambrian Lingulid and acrotretio Brachiopods from the Iglesiente area.
18. Mitchell, R. N.; Evans, D. A. D.; Kilian, T. M. (2010). "Rapid Early Cambrian rotation of Gondwana". Geology 38 (8): 755.
19. Murchison, R. I. (1835). "On the Silurian System of rocks". The London and Edinburgh Philosophical Magazine and Journal of Science 7: 46–52.
20. Murchison, R. I.; Sedgwick, A. (1835). "On the Silurian and Cambrian Systems". Report of the meeting of the British Association for the Advancement of Science: 59–61.
21. Orr, P. J.; Benton, M. J.; Briggs, D. E. G. (2003). "Post-Cambrian closure of the deep-water slope-basin taphonomic window". Geology 31 (9): 769–772.
22. Powell, C.M.; Dalziel, I.W.D.; Li, Z.X.; McElhinny, M.W. (1995). "Did Pannotia, the latest Neoproterozoic southern supercontinent, really exist". EOS (Transactions, American Geophysical Union) 76: 46–72.
23. Ptychoporiida, Wikipedia, the free encyclopedia.
24. Ragozina, A. D. Dorjnamjaa, A. Krayushkin, E. Serezhnikova (2008). "Treptichnus pedum and the Vendian-Cambrian boundary". 33 Intern. Geol. Congr. August 6–14, 2008, Oslo, Norway. Abstracts. Section HPF 07 Rise and fall of the Ediacaran (Vendian) biota. P. 183.
25. Redlichia,Wikipedia, the free encyclopedia.
26.Retallack, G.J., 2008, Cambrian palaeosols and landscapes of South Australia. Alcheringa, v.55, pp.1083–1106
27. Schieber, J.; Bose, P. K.; Eriksson, P. G.; Banerjee, S.; Sarkar, S.; Altermann, W.; Catuneau, O. (2007). Atlas of Microbial Mat Features Preserved within the Clastic Rock Record. Elsevier. pp. 53–71.
28. Scotese, C.R. (1998). " Supercontinents: The assembly of Rodinia, its break-up, and the formation of Pannotia during the Pan". Journal of African Earth Sciences. 27 (1): 171.
29. Sedgwick, A. (1852). "On the classification and nomenclature of the Lower Paleozoic rocks of England and Wales". Q. J. Geol. Soc. Land. 8: 136–138.
30. "Stratigraphic Chart 2012". International Stratigraphic Commission http://www.stratigraphy.org/ics%20chart/ChronostratChart2012.pdf. Retrieved 9 November 2012.