

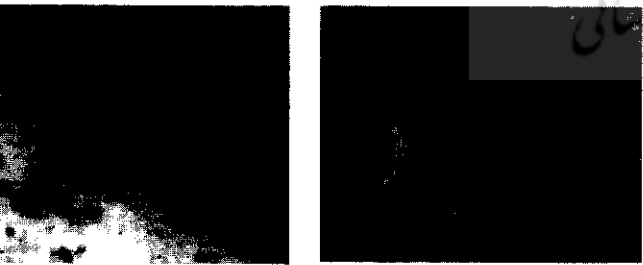
# زمین‌شناسی

## مقدمه

آرکتن دارای مرز پائینی نامشخص و مرز بالایی آن ۲۵۰۰ میلیون سال قبل است و شامل چهار دوره می‌شود: اثوآرکتن<sup>۲</sup> که قبلاً تحت عنوان هادثن<sup>۴</sup> از آن نام برده می‌شد تا ۳۶۰۰ میلیون سال قبل ادامه داشته است [Gradstein et al., 2004]. این زمان بسیار ناشناخته، و علت اصلی آن نبود شواهد سنگی است و در واقع، زمان شروع تغییرات اصلی روی زمین است. پس از آن پالتو آرکتن<sup>۵</sup>، مزو آرکتن<sup>۶</sup> و نئو آرکتن<sup>۷</sup> بوده که تا ۲۵۰۰ میلیون سال قبل ادامه داشته است. در این زمان، حیات میکروسکوپی و گونه‌هایی از باکتری‌ها و ساختارهای بیوشیمیایی استروماتولیت که در سنگ‌های این دوران شناخته شده‌اند، حائز اهمیت هستند. از آثار سنگی این زمان می‌توان به گرینستون بلت<sup>۸</sup> اشاره داشت که در آن بقایای سلولی<sup>۹</sup> یافت شده است. این میکروفسیل‌ها بسیار کوچک هستند و کم‌تر از ۱۰ میکرون اندازه دارند. بلوک پیلبارا<sup>۱۰</sup> در غرب استرالیا و کمر بند گرینستون باربرتون<sup>۱۱</sup> در آفریقای جنوبی، حاوی این فسیل‌ها هستند (تصویر ۱) [http://www2.bc.edu].

یکی از ناشناخته‌ترین دوران‌های زمین‌شناسی که بیش‌ترین زمان زمین‌شناسی را دربر می‌گیرد، پرکامبرین است. پرکامبرین تا ۵۴۲ میلیون سال قبل طول کشیده است و مرز پائینی آن نامشخص است [Gradstein et al., 2004]. مرز بالایی آن نیز توسط شواهدی چون ظهور اولین تریلوبیت‌ها و کاهش نسبی استروماتولیت‌ها مشخص می‌شود [خسرو تهرانی، ۱۳۷۰]. پرکامبرین شامل دو دوره آرکتن<sup>۱</sup> و پروتروزوئیک<sup>۲</sup> است (جدول ۱).

System Period	Age Ma
Ediacaran	542
Neo-proterozoic	630
	850
	1000
Meso-proterozoic	1200
	1400
	1600
	1800
Proterozoic	2050
	2300
	2500
	2800
	3200
	3600
Lower limit is not defined	



شکل ۱. میکروفسیل‌های به‌دست آمده از آفریقای جنوبی، متعلق به ۳/۴ میلیارد سال قبل (اقتباس از: http://2bc.edu)

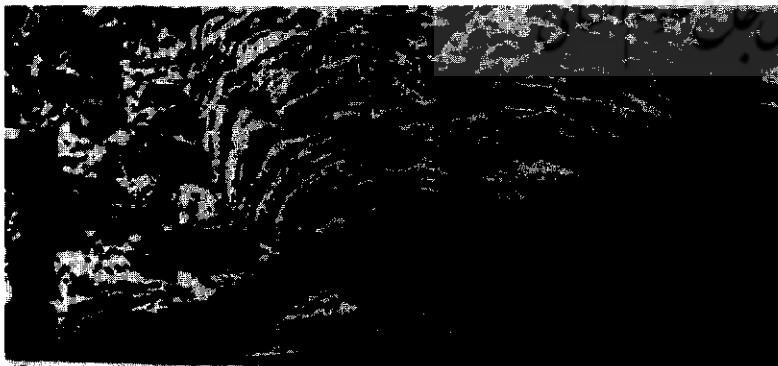
از دیگر نشانه‌های زمان آرکتن می‌توان به تشکیلات آهن نواری<sup>۱۲</sup> و سنگ‌های رسوبی غنی از آهن اکسید نشده اشاره داشت. در این تشکیلات، ساختارهایی به صورت لایه‌های زرد از کوارتزهای فیبری و معروف به ساختارهای چشم ببری و

جدول ۱. جدول زمانی زمین‌شناسی پرکامبرین (اقتباس از: Gradstein et al., 2004)

[Gore, 1999; Boardman et al., 1987]

استروماتولیت‌ها<sup>۲۳</sup>، ساختمان‌های رسوبی-حیاتی هستند که در تشکیل آن‌ها سیانوباکتری‌ها شرکت دارند و شامل لایه‌های نازک متوالی هستند. این لایه‌ها اغلب آهکی‌اند، ولی ممکن است در اثر جانشینی به طور محلی سیلیسی یا تبدیل به کانی دیگری شوند [خسرو تهرانی، ۱۳۷۰]. رشته‌ای بودن سیانوباکتری‌ها و حالت چسبنده‌ی آن‌ها دو ویژگی است که سبب به تله افتادن ذرات رسوبی می‌شود و استروماتولیت را به وجود می‌آورد [تاکر، ۱۹۹۱]. همیشه تناوب لایه‌های تیره و روشن از مشخصات عمده‌ی استروماتولیت‌هاست که لایه‌های تیره‌ی میکربیتی هستند و ممکن است به صورت نازک (چند میکرون) تا ضخیم (چند سانتی متر) باشند. لایه‌های روشن نیز میکرواسپاریتی هستند و ضخامت آن‌ها متغیر، ولی به هر حال ضخیم‌تر از لایه‌های تیره است. در کل می‌توان گفت، لایه‌های تیره مربوط به گسترش سیانوباکتری‌ها و لایه‌های روشن، مربوط به فضای جداشده‌ای هستند که توسط گازها ایجاد شده‌اند [خسرو تهرانی، ۱۳۷۰]. قدیمی‌ترین استروماتولیت‌ها را از سنگ‌های متعلق به ۲۹۰۰ میلیون سال قبل، در رودزیا گزارش کرده‌اند [خسرو تهرانی، ۱۳۸۱]. زمان شکوفایی آن‌ها، به زمان پروتروزوئیک زیرین، یعنی ۲/۳ میلیارد سال پیش تا کامبرین پسین برمی‌گردد [حمدی، ۱۳۷۴].

در ساخت استروماتولیت‌ها، سیانوباکتری‌هایی نظیر Conophyton، Codonophycus، Cryptozon، Collenia و Spongiostroma شرکت دارند [Johnson, 1961]. برای مثال، جنس کولنیا به شکل گنبد‌های نامنظم با سطوح دارای لایه‌بندی است و سطح بالایی آن، به حالت قوسی رشد کرده و از پرکامبرین تا سیلورین حضور داشته است و وجود آن از نقاط مختلف دنیا گزارش شده است (تصویر ۳) [Johnson, 1961].



تصویر ۳. *Collenia undosa* از نهشته‌های پرکامبرین ایالات متحده، مونتانا (اقتباس از: Johnson, 1961).

یکی دیگر از قدیمی‌ترین آثار فسیلی پرکامبرین،

لایه‌های قرمزاز ژاسپر<sup>۱۳</sup> و لایه‌هایی از هماتیت دیده می‌شود (تصویر ۲) [Gore, 1999].



تصویر ۲. تشکیلات آهن نواری متعلق به پروتروزوئیک استرالیا (۲) تا ۲/۴ میلیارد سال قبل) فلش پائینی، کوارتز، فلش سمت راست، ژاسپر و فلش مایل، هماتیت (اقتباس از: Gore, 1999).

پس از آرکئن، پروتروزوئیک است که از ۲/۵ میلیارد تا ۵۴۲ میلیون سال پیش را شامل می‌شود [Gradstein et al., 2004]. در این زمان، زندگی ماکروسکوپی و سلول‌های یوکاریوتیک دیده شده‌اند و اکسیژن تا میزان دو درصد افزایش داشته است. در هر حال، رخنمون کم سنگ‌ها، مدفون شدن سنگ‌ها زیر رسوبات دوره‌های بعدی و پنهان ماندن آن‌ها، دگرگونی سنگ‌ها و کمیاب بودن فسیل‌ها موجب شده است، محققان تصور کنند که زمان پرکامبرین ناشناخته است [Gore, 1999].

بیش‌ترین اطلاعات موجود از زمان پرکامبرین از کراتون‌ها<sup>۱۴</sup> به دست آمده است. کراتون‌ها که به عنوان هسته‌ی اصلی قاره‌ها معرفی می‌شوند، از پالئوزوئیک به بعد دچار تغییر شدید نشده‌اند [Gore, 1999]. به رخنمون کراتون‌ها در قاره‌ها، «سپر»<sup>۱۵</sup> می‌گویند؛ مانند سپر کانادا، آفریقا، هند، گویان-برزیل و... در ایران، برخی سنگ‌های پرکامبرین را می‌توان در زنجان (کوه‌های سلطانیه و روستای چپقلو)، تکاب، بافق (معدن سرب و روی کوشک) و جاده‌ی چالوس (روستای علی‌آباد و دلیر) دید [اقتباس از: حمدی، ۱۳۷۴].

### فسیل و پرکامبرین

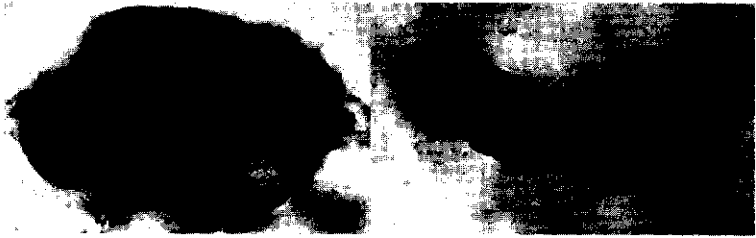
مطالعات نشان می‌دهد، بهترین مجموعه‌ی فسیلی پرکامبرین در فونای اداکارا در استرالیا و متعلق به ۶۵۰ تا ۵۴۲ میلیون سال پیش است. این طور به نظر می‌رسد که اکثر آن‌ها طی یک دوره‌ی یخبندان از بین رفته‌اند [Gore, 1999].

آثار حیاتی پرکامبرین شامل سیانوباکتری‌ها<sup>۱۶</sup>، آغازیان<sup>۱۷</sup> و ماکروفسیل‌هایی متعلق به شاخه‌ی نیداریا<sup>۱۸</sup>، کرم‌ها<sup>۱۹</sup>، بندپایان<sup>۲۰</sup>، خارنتان<sup>۲۱</sup> و فسیل‌های نامشخص<sup>۲۲</sup> است

باکتری‌ها<sup>۲۴</sup> هستند (تصویر ۴).

۱۳۷۰]. اکریتارک‌ها از پالینومرف‌ها<sup>۲۸</sup> به حساب می‌آیند و

دارای پوسته‌ی اسپوروپولینین هستند (پوسته‌ای آلی با ترکیب اکسیژن، هیدروژن و کربن که در برابر اسید مقاوم است). اکریتارک‌های پرکامبرین به شکل کروی ساده با اندازه‌ی حدود ۳۰ میکرون ظاهر شده‌اند و قدمت نخستین آن‌ها ۱/۴ میلیارد سال است. چون فسیل اکریتارک‌ها همراه استروماتولیت‌ها یافت شده است، می‌توان محیط



زندگی آن‌ها را نواحی کم عمق دریا دانست. همچنین، اکریتارک‌ها دارای تنوع و گروه‌های زیادی هستند که از این میان، شکل‌های کروی<sup>۲۹</sup> با دیواره‌ی نازک و ناصاف و غالباً اندازه‌ی بین ۲۰-۴۰ میکرون، از پرکامبرین مشاهده شده‌اند و غالباً

شکل ۴. دو فسیل قدیمی باکتری از Bitter Spring در مرکز استرالیا با سن پروتروزوئیک پسین (متعلق به ۸۵۰ میلیون سال قبل). در سمت راست کلنی، Chroococcalean Form و در سمت چپ، رشته‌های Palaeolyngbya (عکس از: Schopf, 1999، اقتباس از: <http://UCMP.berkeley.edu>).

شکل‌های کروی باکتری‌ها در تشکیلات آهن نواری دیده شده است. قدیمی‌ترین فسیل باکتری شناخته شده، متعلق به ۳۵۰۰ میلیون سال قبل است. نام این باکتری فسیل Eobacterium isolatum<sup>۲۵</sup> است که از سوازیلند در آفریقا گزارش شده است [خسرو تهرانی، ۱۳۸۱]. در ناحیه‌ی اپکس چرت<sup>۲۶</sup> استرالیا نیز، گروهی از باکتری‌های متعلق به زمان آرکئن گزارش شده‌اند (شکل ۵) [Schopf, 1999، نقل از: <http://2bc.edu>].

تصویر ۵. فسیل باکتری‌های ناحیه‌ی اپکس چرت استرالیا (Schopf, 1993، نقل از: <http://2bc.edu>).

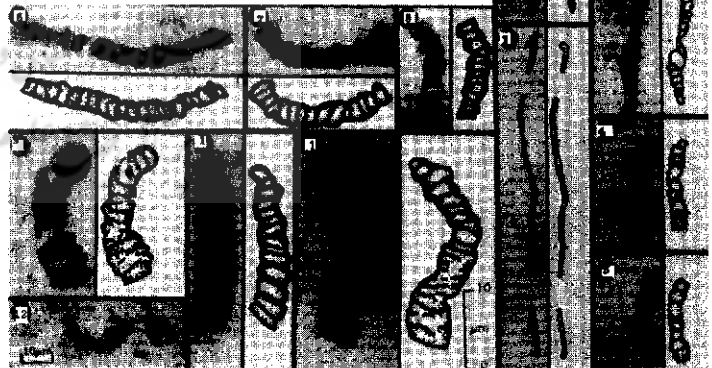
تصویر ۶. گونه‌ای اکریتارک به نام *Vandalosphaeridium walcottii* از گراند کانسیون ایالات متحده متعلق به ۸۵۰ میلیون سال قبل (اقتباس از: <http://Cushmanfoundation.org>)



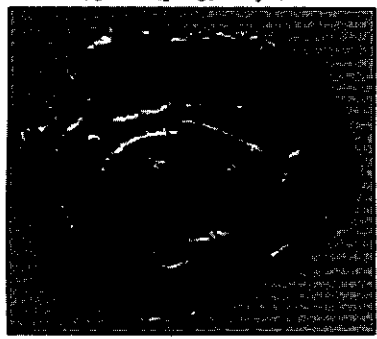
معرف رسوبات دریایی کم عمق هستند (تصویر ۶) [قویدل، ۱۳۷۱].

«Chouaria» اکریتارک‌های کروی شکل و از فسیل‌های مهم پرکامبرین پسین به حساب می‌آیند و از حدود یک میلیارد سال قبل ظاهر شده‌اند [قویدل، ۱۳۷۱]. روش‌های رادیومتری، سن سنگ‌های حاوی Chouaria در اکثر مناطق جهان را بین ۱۰۰۰-۵۷۰ میلیون سال قبل تعیین کرده‌اند. از مهم‌ترین مکان‌های کشف گونه‌های چواریا می‌توان به آمریکا با سن (۱۰۰۰-۵۷۰ میلیون سال)، سوئد (۹۵۰ میلیون سال)، کانادا (۸۵۰-۵۷۰ میلیون سال)، شرق روسیه و مرکز استرالیا (پرکامبرین پسین) اشاره کرد. در ایران نیز گونه‌های *C. circularis*، *C. ellipsoidalis* از سازند سلطانیه در اطراف شهر سلطانیه در غرب کوه‌های البرز، و

1) Eoleptonema apex, 2, 3) Archaeotrichion septatum, 4, 5) Primaevifilum minutim, 6-8) Archaeosclatorioropsis disciformis, 9-12) Primaevifilum delicatum.



تصویر ۷. *Chouaria circularis* از گراند کانیون آمریکا متعلق به ۵۴۲ تا ۶۵۰ میلیون سال قبل



[UCMP.berkeley.edu]

اکریتارک‌ها<sup>۲۷</sup> گروهی دیگر از پروتیستاها هستند و شامل انواعی از جلبک‌های شناورند که از مرز پروتروزوئیک تا عهد حاضر زیسته‌اند. این جانداران در محیط کم اکسیژن می‌زیسته‌اند و بقایای آن‌ها در رسوبات رسی، سنگ آهک، شیست، چرت و حتی ماسه‌سنگ وجود دارند [خسرو تهرانی،

*Sellaulichnus*، *Cochlichnus*، *Didymaulichnus*، *Helminthoidichnites*، *Planolites* اشاره کرد (تصویر ۹) [Clowes, 2004].

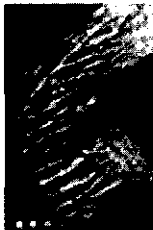
در کنار آثار فسیلی، شکل‌های ناشناخته‌ی فسیلی از پرکامبرین نیز شناخته شده‌اند که براساس شکل ظاهری دسته‌بندی شده‌اند. به طوری که قدیمی‌ترین مجموعه‌ی فسیلی ادیاکارا، در میستیکن پوینت<sup>۳۲</sup>، واقع در نیوفوندلند کانادا پیدا شده است؛ مانند فسیل شانه‌ای<sup>۳۵</sup>،



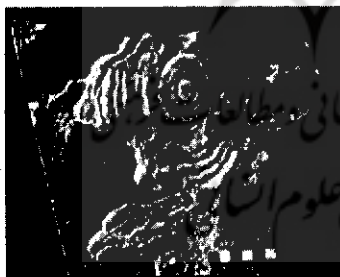
Charniodiscus fronds and "Spindles"



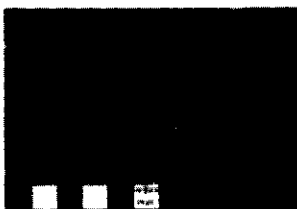
"Spindles and Feather Dusters"



"Pectinate Fossil"



Disc Fossil



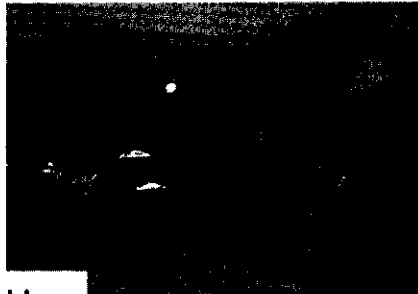
Bradgatia Fossil

تصویر ۱۰. مجموعه‌ی فسیلی پیدا شده در Mistaikan Point (اقتباس از:

<http://geol.queensu.ca>)

روستای ولی‌آباد و دلیر در البرز مرکزی معرفی و گزارش شده‌اند (تصویر ۷) [Sadati & Hamdi, 2000; Hamdi et al., 1989].

یافتن اولین مجموعه‌ی فسیلی در ادیاکارا در استرالیا در سال ۱۹۴۶، دید محققان را نسبت به حیات در پرکامبرین تغییر داد (جدول ۲). فسیل‌های منحصر به فردی از ماکروفسیل‌ها، نظیر



ب



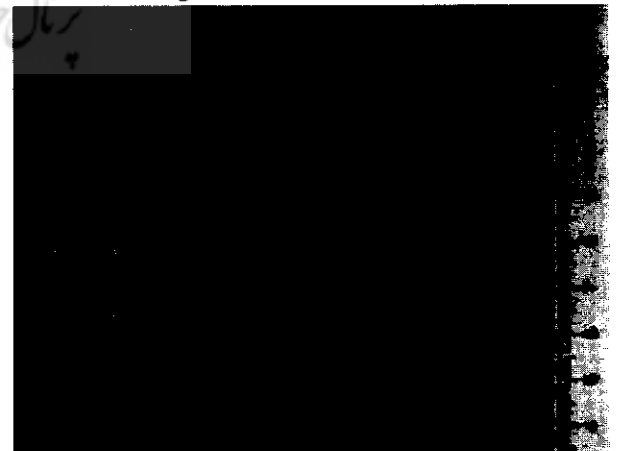
الف

شکل ۸. الف) موقعیت ناحیه ادیاکارا در استرالیا (<http://geol.queensu.ca>)، و ب) طرحی فرضی از دریای پرکامبرین (Gore, 1999).

ژل ماهی<sup>۳۰</sup>، کرم‌های عجیب و مرجان‌های شبیه ساقه<sup>۳۱</sup> کشف شد که به دانشمندان ایده‌ای کلی از دریاهای آن زمان داد (تصویر ۸).

قبل از این، دانشمندان بر این باور بودند که جانداران زمان پرکامبرین هیچ‌گونه تکاملی نداشته و به علت فقدان اسکلت یا قسمت‌های سخت، امکان فسیل شدن نداشته‌اند. ولی امروزه مشخص شده است که چنین ایده‌ای درست نیست، زیرا جانداران قبل از ۵۴۲ میلیون سال نیز تکامل داشته‌اند و آن‌هایی که زیر شن به طور سریع مدفون شدند، محفوظ مانده‌اند [<http://geol.queensu.ca>].

ایکونوفسیل‌ها<sup>۳۲</sup>، به ویژه آثار فرم‌های کرمی شکل<sup>۳۳</sup>، یکی از فراوان‌ترین آثار فسیلی پرکامبرین به شمار می‌آیند و می‌توان به برخی از آن‌ها شامل *Helminthopsis*،



تصویر ۹. *Helminthopsis* از بقایای اثر حرکت کرم‌های اولیه با سن پرکامبرین پسین (اقتباس از:

<http://geol.queensu.ca>)

گزارش شده است. همچنین، از دیگر فسیل های سلطانیه می توان به:

*Vendotaenia antiqua*, *Tavoia fosifomis*,  
*Rhombophyton zanjanensis*

اشاره کرد (تصویر ۱۲). از رسوبات شیلی سازند کهر نیز در



تصویر ۱۲. *Rhombophyton* (Jiang & Hamdi, 1993)

*Zanjanensis* از شمال روستای چپقلو، کوه های سلطانیه، زنجان با سن پرکامبرین پسین (حمدی، ۱۳۷۴).

البرز مرکزی فسیل های اکریتارک زیر به دست آمده اند:

*Protoleiosphaeridium* sp. cf. *P. leguminiformis*; *P. angulatum*; *Protoleiosphaeridium* sp.  
*Laphosphaeridium* sp.

اثر فسیل های زیر نیز از بخش های فوقانی در برش سرپندان از سازند کهر به دست آمده است:

*Planolites* sp. cf. *P. annularis*; *Neonereites* sp.;  
*Kouphichnium* sp.; *Octopodichnus* sp.; *Asteriaeites* sp.;  
*Bergaueria* sp.; *Chondrites* sp.; *Planolites montanus*.

در ایران مرکزی، در محل معدن سرب و روی کوشک در ۴۸ کیلومتری شمال غربی بافق و در معدن چاه میر در جنوب کوشک نیز، مجموعه ای از فون ادیاکارا شامل: *Spriggina* sp., *Dickinsonia* sp., *Medusinites* sp. به دست



تصویر ۱۳. *Kushkia filosa* (سمت راست) و *Yazdia chahmirensis* (سمت چپ) از معدن کوشک، ۶۰ کیلومتری شمال شرق بافق با سن پرکامبرین پسین (حمدی، ۱۳۷۴).

آمده است [حمدی، ۱۳۷۴].

علاوه بر آن، فسیل های زیر برای اولین بار از ایران توسط جیانگ<sup>۲۲</sup> و حمدی (۱۹۹۳) در ۲۰ کیلومتری جنوب معدن

فرم های دوکی<sup>۳۶</sup> و اشکال پرممانند<sup>۳۷</sup>، فسیل دیسکی، *fossil Bradgatia* و *Charniodiscus* شامل ساقه برگ ها<sup>۳۸</sup> و دوک ها<sup>۳۹</sup>.

(http://geol.queen.su.ca، تصویر ۱۱).

فسیل اسفنج ها نیز از پرکامبرین گزارش شده است. گهلینگ و ریگی<sup>۴۰</sup> (۱۹۹۶)، فسیلی به نام *Paleophoragmodictya*



تصویر ۱۱. فسیل *Paleophoragmodictya* از ناحیه ای اداکارا در استرالیا، متعلق به ۵۵۵ میلیون سال قبل (آنتیاس از: (http://UCMP.berkeley.edu

*reticulata* را از ادیاکارن استرالیا کشف کردند و آن را احتمالاً یک اسفنج می دانند. و یالی<sup>۴۱</sup> و همکارانش (۱۹۹۸)، بقایایی از اسفنج ها را در چین کشف کردند که از تمام فسیل های ادیاکارا قدیمی تر هستند (شکل ۱۱) [نقل از: Clowes, 2004].

### پرکامبرین در ایران

سنگ های پرکامبرین ایران دارای سن نوپروتروزوئیک هستند و به عبارت دیگر، وجود هسته های آرکشن در ایران مشکوک است [آقابناتی، ۱۳۸۳]. برونزدهای پی سنگ ایران به جز مواردی مشکوک در ایران مرکزی و شمال غرب ایران، هنوز به طور مسلم مشاهده نشده و یا به اثبات نرسیده است. در این میان، سازند کهر دارای کهن ترین سنگ هاست. در ایران شواهد فسیلی پرکامبرین مثل سایر نقاط دنیا کم است، با این حال، آثار فسیلی سیانوباکتری، اکریتارک ها، اثر فسیل ها و فون ادیاکارا (شاخه های *Arthropoda*، *Cnidaria* و *Annelida*) در بخش هایی از ایران گزارش شده اند. آثار فسیلی سیانوباکتری در ایران را می توان در سرپندان-آیینه ورزان (جاده ی تهران- فیروزکوه)، سازند کهر، و دولومیت بالای سازند سلطانیه دید. همچنین، اکریتارک ها در ایران نیز از سازند کهر و سازند سلطانیه گزارش شده اند [Segger, 1977، نقل از: حمدی، ۱۳۷۴]. از شیل های سازند سلطانیه، به ویژه عضو شیل زیرین در بلندی های البرز، اکریتارک های پرکامبرین نظیر:

*Laminarites* sp.; *Baltoligotritetum* sp.;  
*Leioligotritetum compactum*; *Origmatosphaeridium* sp.  
cf. *P. rubiginosm*; *Protoleiosphaeridium* sp. cf. *P. duricorum*; *Chuarina circularis*

36. Spindles
37. Feather Dusters
38. Fronds
39. Spindles
40. Gehling & Rigby
41. Li
42. Jiang

منابع

۱. آقاباتی، س. ع. (۱۳۸۳). زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
۲. حقی پور، ع. (۱۳۶۲). بحثی پیرامون زمین شناسی پرکامبرین ایران. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
۳. حمدی، ب. (۱۳۶۲). پژوهش مقدماتی درباره‌ی بخش زیرین کامبرین و مرز کامبرین و پرکامبرین در شمال ایران. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
۴. \_\_\_\_\_ (۱۳۷۴). زمین شناسی ایران، سنگ‌های رسوبی پرکامبرین و کامبرین. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور (طرح تدوین کتاب).
۵. تهرانی، خسرو (۱۳۷۰). میکروپالئونولوژی کاربردی. انتشارات دانشگاه تهران.
۶. \_\_\_\_\_ (۱۳۸۱). زمین شناسی تاریخی. انتشارات کلیدر.
۷. \_\_\_\_\_ (۱۳۸۳). زمین شناسی ایران (جلد اول): پرکامبرین و پالئوزوئیک. انتشارات کلیدر.
۸. \_\_\_\_\_ (۱۳۸۱). زمین شناسی تاریخی. انتشارات کلیدر.
۹. تاکر، م. ا. (۱۹۹۱). سنگ‌شناسی رسوبی، مقدمه‌ای بر منشأ سنگ‌های رسوبی. ترجمه‌ی س. ر. موسوی حرمی و ا. محبوبی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۱۰. صبوری، ج. (۱۳۷۶). توالی زمانی و چینه‌ای پرکامبرین و ضرورت شاخه جدید دیرین زیست‌شناسی پرکامبرین. سازمان زمین و اکتشافات معدنی شناسی کشور.
۱۱. قوبدل سیوکی، م. (۱۳۷۱). مقدمه‌ای بر اصول پالینولوژی. انتشارات شرکت ملی نفت ایران.
۱۲. معتمدالشریعی، م. (۱۳۸۵). مقدمه‌ای بر ایکنولوژی. رشد آموزش زمین شناسی. دوره‌ی یازدهم. شماره‌ی ۴. تابستان ۱۳۸۵.
۱۳. هوشمندزاده، ع. (۱۳۶۷). سنگ‌های پرکامبرین، کامبرین پائینی در ایران. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
14. Boardman R., Cheetham A. H. & Rowell A. J., (1987). Fossil Invertebrates. Blackwell Scientific Publications, p. 1.
15. Clowes, C., (2004). the Ediacaran Biota, <http://palaeos.com/Ecology/Biota/Ediacara.htm>
16. Gore, P., (1999). The Precambrian, <http://gpc.edu/~pgore/geology/geo102/Precambrian.htm>
17. Gradstein, F. M., Ogg, J. G., Smith, A. G., Bleeker, W. & Lourens, L. J. (2004). A new Geologic Time Scale, with special reference to Precambrian and Neogene. Episodes, Vol. 27, No. 2.
18. Hamdi, B., Brasier, M. D. and Zhiwen, J., (1989). Earliest skeletal fossils from Precambrian-Cambrian boundary strata, Elburz Mountains, Iran. Geological Magazine, Vol. 126, No. 3. pp. 283-289.
19. Johnson H. J (1961). Limestone Building Algae and Algal Limestone. Cambridge University Press, pp. 208, 209, 259.
20. Sadati M & Hamdi B (2000). *Chuarua ellipsoidalis* n. sp., a new algal Species from the lower Shale Member (Vendian) of Soltanieh Formation (Valiabad, Alborz mountain, Iran). Ultra Science, Vol. 12, No. 2, pp. 167-171.
21. <http://Cushmanfoundation.org/resources/Slides/Stromato.html>
22. <http://gcrg.org/bqr/12-3/Supergroup.html>
23. <http://GE147Lab7ArcheanMicrofossil.htm>
24. <http://geol.queen.Su.ca>.
25. <http://2bc.edu>.
26. <http://UCMP.berkeley.edu>.

تصویر ۱۴. *Palaeophycos* sp.cf.P. *tabularis* معدن چاه

میر، شمال شرق تاج کوه، بافق (حمدی، ۱۳۷۴).

*Yazdia chahmirensis; Kushkia filosa*

از اثر فسیل‌ها نیز می‌توان به *Palaeophycos* sp. cf. P. *tabularis*

اشاره کرد که از شمال شرق تاج کوه در بافق پیدا شده

است (شکل ۱۴) [حمدی، ۱۳۷۴].\*\*

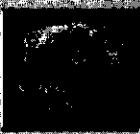

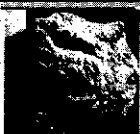



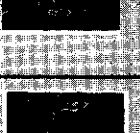
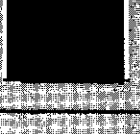

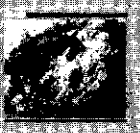
\* گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه تربیت معلم

زیرنویس

\* برای مطالعه‌ی بیش‌تر مراجعه کنید به، معتمدالشریعی، ۱۳۸۵.

\*\* برای مطالعه‌ی بیش‌تر در مورد پرکامبرین به منابع شماره‌ی ۲، ۳، ۷، ۱۰ و ۱۳ مراجعه کنید.

1. Archean
2. Proterozoic
3. Eoarchean
4. Hadean
5. Paleoarchean
6. Mesoarchean
7. Neoproterozoic
8. Greenstone Belt
9. putative cellular remain
10. Pilbara Block
11. Barberton Greenstone Belt
12. Banded Iron Formations
13. Jasper
14. Cratons
15. Shield
16. Cyanobacteria
17. Protista
18. Cnidaria
19. Annelida
20. Arthropoda
21. Echinodermata
22. Uncertain fossils
23. Stromatolites
24. Bacteria
25. Eobacterium isolatum
26. Apex chert
27. Acritarch
28. Palynomorph
29. Sphaeromorphs
30. Jelly fish
31. Frond-like corals
32. Ichnofossils
33. Vermiform Taxa
34. Mistaken Point
35. Pectinate

شاخه (Phylum) Cnidaria تندارها	نام فسیل Aspidella	محل کشف و سن سازند کلمنت در مکزیک Ediacaran	
	Preinidium	سواحل وینتر دریای سفید، روسیه Ediacaran	
	Cyclomedusa	سواحل وینتر دریای سفید، روسیه Ediacaran	
	Eoporpita	سواحل وینتر دریای سفید، روسیه Ediacaran	
نرم‌تنان Mollusca	Kimberella	سواحل وینتر دریای سفید، روسیه Ediacaran	
Arthropoda بندپایان	Parvancorina ممکن است یکا تریلوبیتا باشد. (Clowers, 2004)	Ediacaran	
	Spriggina	جنوب استرالیا Ediacaran	
Uncertain	Tribrachidium	ناحیه ادیاکارا Ediacaran	
Echinodermata خارتنان	Arkaria اولین Echinoderm	سواحل وینتر دریای سفید، روسیه Ediacaran	
کرم‌ها Annelida	Dickinsonia	منطقه ادیاکارا، جنوب استرالیا Ediacaran	
Petalonamea گلدرکی شکلان	Charnia	سواحل وینتر دریای سفید، روسیه Ediacaran	