نقش فعالیتهای میکروبی درتشکیل اوولیتهای آهن‌دار سازند شیشتو، جنوب شرق طبس

محمودی قرائی، محمدحسین*؛ عاشوری،علیرضا؛ خانه باد، محمد؛ قادری، عباس
دانشگاه فردوسی مشهد، قطب فسیل شناسی

چکیده
رسوبات آهن‌دار متعلق به دونین پسین و عمدتاً به سن فامنین دارای گسترش وسیعی در ایران مرکزی هستند. هماتیت به صورت پوشش خارجی ذرات مختلف اینتراکلست و بیوکلست و یا اووئیدهای از قبل تشکیل شده و همچنین به صورت ذرات پراکنده در ماتریکس سنگ دیده می‌شود. اغلب دانه‌های آهن‌دار اوولیتی دارای پوششی با لامیناسیونهای هم مرکز هستند که بین آنها لامینه-هایی از جنس رس و ذرات آلومینوسیلیکات نیز دیده می‌شود. برخی لامینه‌ها به صورت موج دار (غیر مسطح) و غیر ممتد (منقطع) بوده و دارای ضخامت ۲ تا ۵ میکرون هستند و در واقع ظاهری شبیه رشد میکروبی سازنده آنکوئیدها دارند. لامینه‌های با اشکال لوله‌ای، چندین لایه از مراحل رشد میکروبی را در اطراف هسته نشان می‌دهند. ویژگیهای میکرومورفولوژیک و مینرالوژی دانه‌های اوولیتی دلالت بر نقش اساسی فاکتور بیوژنیک در تمرکز ذرات آهن به دور هسته داشته است.

Microbial activities and ferruginous oolitic sedimentation in Shishtu Formation, South-east of Tabas

Abstract
Ferruginous shallow marine limestones of Late Devonian age -mainly Famennian- are widely distributed across central and eastern Iran. Hematite occurred as clay coatings on various allochems (ooids, bioclasts and intraclasts), and also as finely dispersed clays within micritic beds. Most grains are concentrically laminated with alternations on ferruginous clays and micro-laminae suggesting the clays were syndepositionally accreted to grain surfaces. The ferruginous beds are commonly associated with ooides and oncoides. The planar to wavy and sometimes discontinuous laminae with individual thickness of 2 to 5 μm resemble oncolitic microbialites. The microbial tubules from laminae show several concentric layer of stepwise growth around a core. Micro-morphological and mineralogical characteristics suggest biogenic factors are essential for the formation of ferruginous grains.

مقدمه
رسوبات آهن‌دار اوولیتی از دیرباز مورد توجه زمین شناسان قرار داشته است. با این وجود هنوز ابهاماتی در رابطه با محیط و چگونگی تشکیل این نهشته‌ها وجود دارد.

رسوبات آهن‌دار دونین پسین (عمدتاً فامنین) از توزیع گسترده‌ای در ایران مرکزی برخوردار است. این رسوبات در منطقه طبس به صورت یک واحد کربناته با ضخامت حدود ۲۵ متر، حاوی اووئیدهای غنی از آهن، به عنوان واحد سفالوپوددار (Cephalopod Bed) در سازند شیشتو و با رنگ خاکی متمایل به قرمز رخنمون دارد. هدف از انجام این پژوهش بررسی دقیق ذرات آهن‌دار و مطالعه اووئیدهای غنی از آهن به منظور تعیین محیط تشکیل و چگونگی تمرکز آهن در این ذرات می‌باشد.

برش چینه شناسی مورد مطالعه در بخش انتهایی کوههای شتری و در فاصله ۴۰ کیلومتری جنوب شرق شهرستان طبس قرار داشته و به نام مقطع حوض دو راه شناخته می‌شود. این مقطع یکی از شناخته شده ترین

Archive of SID

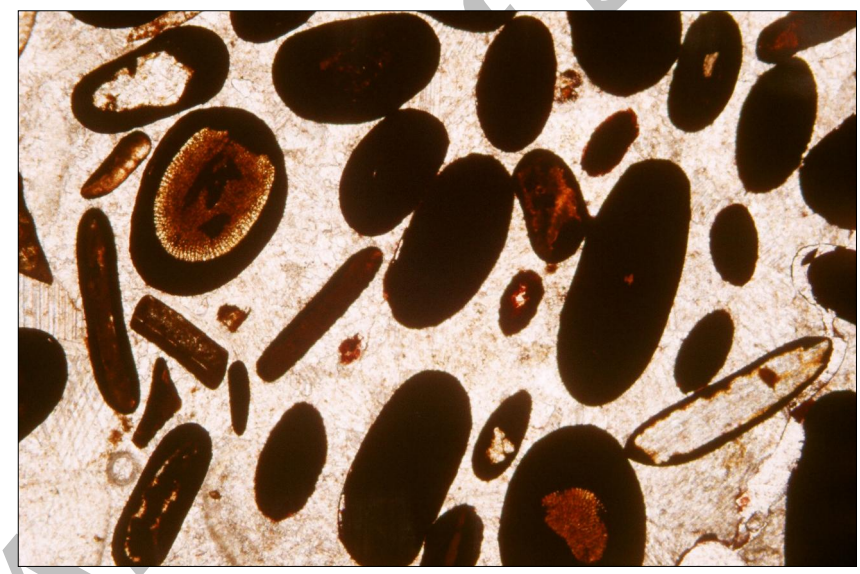
www.SID.ir

مقاطع چینه شناسی در منطقه طبس بوده و دربردارنده رسوبات مربوط به سازند شیشتو (اشتوکلین و همکاران، ۱۹۶۵) است.

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه پتروگرافی با استفاده از میکروسکپ نوری، بسیاری از دانه‌های آهن‌دار یک رشد هم مرکز از لامینه‌های ظریف را نشان می‌دهند. طبقات آهن‌دار مطالعه شده در این منطقه عمدتاً همراه با ذرات اووئیدی و به عنوان رسوبات آهن‌دار اوولیتی شناخته می‌شوند. فراوانی دانه‌های اووئید مشاهده شده در مقاطع نازک بین ۵ تا ۴۰ درصد و مقادیر بیوکلست بین ۱۰ تا ۳۰ درصد است.

اووئیدهای آهن‌دار ترکیبی از یک هسته و پوششی است که به صورت هم مرکز در اطراف هسته رشد کرده‌اند (شکل ۱). بررسی ویژگیهای کانی شناسی با استفاده از پراش اشعه ایکس (XRD) نشان می‌دهد که اووئیدهای آهن‌دار شامل ترکیب هماتیت، کائولینیت و مقادیر جزئی گوتیت و کلریت است. خرده‌های بیوکلست، اووئیدهای آهن دار شکسته شده و قطعات لیتوکلست به عنوان هسته در مرکز اوئیدها دیده می‌شوند. هسته‌ها غالباً خرده‌های ارگانیسمهای دریایی و شاهدی بر تشکیل این ذرات در محیط کاملاً دریایی‌اند.

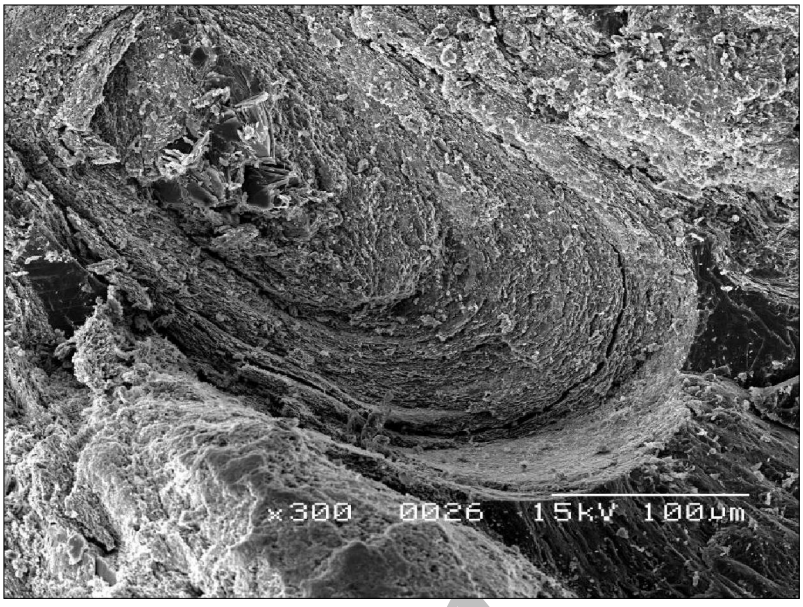


شکل۱: اووئیدهای آهن‌دار با جورشدگی خوب. هسته اووئید از خرده‌های اسکلتی تشکیل شده است.

مشاهدات توسط SEM نشان می‌دهد که پوشش ذرات اووئیدی اساساً از لامینه‌های هماتیت تشکیل شده است که تغییرات جزئی در ضخامت را نشان داده و دارای رشد مماسی هستند. بعضی از اووئیدها دارای شکل بیضوی و کشیده هستند (شکل ۴). چنانچه اووئیدها از همان ابتدا از هماتیت تشکیل شده باشند احتمالاً بسیار شکننده‌تر از آن بوده‌اند که انواع کشیده و بیضوی آن از طریق تغییر شکل اووئیدهای کروی شکل به دست آمده باشند (Dressen, 1989). بنابراین اووئیدها دارای خاصیت پلاستیک بوده و احتمالاً از کانیهای رسی تشکیل شده‌اند تا بتوانند تحت تأثیر فشردگی دفنی به اشکال بیضوی تغییر شکل دهند (Guerrak, 1987). این امر نشان می‌دهد که تشکیل لامینه‌های هم مرکز (concentric) آهن و مواد رسی در اطراف هسته یک فرآیند

www.SID.ir

تشکیل اولیه بوده است. به نظر می‌رسد فابریک مماسی اووئیدهای آهن‌دار از طریق تجمع ذرات معلق در آب از قبیل اکسیدهای آهن هیدراته و یا ذرات رس تخریبی نظیر کائولن در اطراف هسته تشکیل شده باشد.



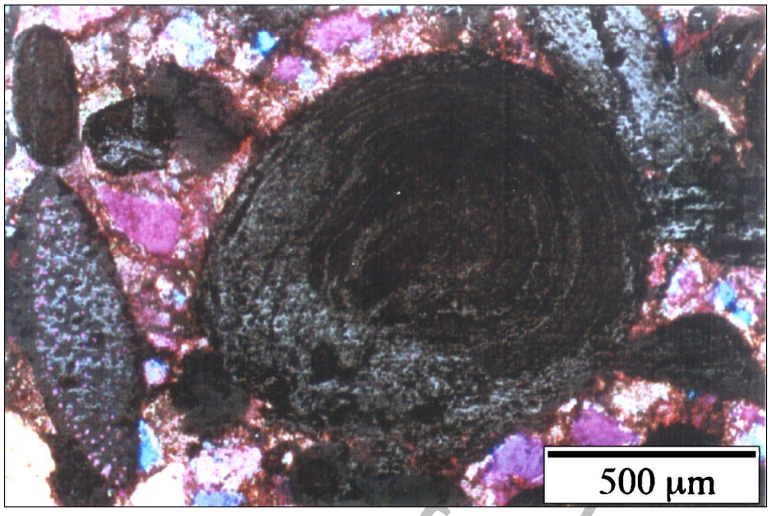
شکل۲: تصویر SEM اووئید آهن‌دار با رشد مماسی. هسته در مرکز اووئید قابل تشخیص است.

لامینه‌های مسطح تا موج‌دار و گاه ناپیوسته و با ضخامت حدود ۲ تا ۵ میکرومتر در یک لامینه منفرد، شباهت زیادی به آنکوئیدهای با رشد میکروبی نشان می‌دهند (شکل ۳). لامینه‌های میکروبی با اشکال لوله‌ای شکل، شکل شبیه اشکال میکروبی هستند که قبلاً توسط Burkhalter (1995) توصیف شده است. این نوع فابریک ارگانوژنیک در سنگهای رسوبی بسیار نادر است، زیرا ساختمان ارگانیک اولیه، در اثر تبلور و یا تبلور مجدد کانیها در طی دیاژنز به آسانی شکسته شده و از بین می‌رود. با توجه به مشاهدات انجام شده توسط میکروسکپ نوری (شکل ۱) و میکروسکوپ الکترونی (شکل ۲) و همانندی بسیار زیاد اووئیدهای آهن‌دار به آنکوئیدها، می‌توان آنها را به عنوان آنکوئید یا میکروآنکوئیدهای آهن‌دار نیز نام‌گذاری نمود. بنابراین به نظر می‌رسد که آنکوئیدهای آهن‌دار محصولی از تجمعات میکروبی و رشد آنها در اطراف هسته باشد. اگرچه ویژگیهای میکرومورفولوژیک مشاهده شده یک عامل بیوژنیک را جهت تشکیل ذرات آهن‌دار پیشنهاد می‌کند، این عامل بیوژنیک می‌تواند شامل فرآیندهای شیمیایی یا فیزیکی باشد که سبب جذب شیمیایی Fe یا گیر انداختن فیزیکی ذرات آهن از آب دریا شود. بعضی باکتریها از جمله فروباسیلوس (Ferrobacillus) و گالیونلا (Gallionella) برای به دست آوردن انرژی لازم جهت نیازهای متابولیک خود، ترکیبات آهن‌دار را مصرف می‌کنند (Sharpley,1961). این باکتریها اکسیداسیون آهن (II) به آهن (III) را به وسیله اکسیژن ملکولی کاتالیز می‌نمایند. در برخی از باکتریها تمرکز آهن در اطراف پوشش خارجی یا کپسول آن صورت می‌گیرد. بنابراین جذب آهن (II) از محیط آبی و تمرکز آن توسط باکتریهای آهن عامل مهمی در تشکیل رسوبات آهن دار به شمار می‌آید. علاوه بر وجود فعالیتهای میکروبیال عامل مهم دیگر برای تشکیل ذرات آهن‌دار وجود Fe به میزان کافی در محیط رسوبگذاری است که منشأ آن می‌تواند از طریق فعالیتهای ولکانیسم زیر دریایی (2000 ,Sturesson *et al.*) و یا حاصل هوازدگی و فرسایش سنگهای آهن‌دار موجود در خشکی و حمل آن به حوضه

Archive of SID

www.SID.ir

رسوبی (قرائی و همکاران، ۲۰۰۴) باشد. ذرات ریز آهن به عنوان محصول هوازدگی، چه بـه صـورت کلوئیـدهای حاصـل از افقهـای خاکهـای قـدیمی (Siehl & Thein, 1989) و یـا بـه صـورت پوشـش ذرات رس (Harder, 1989)، از محیط قاره‌ای به محیط دریایی حمل می‌شوند.



شکل۳: آنکوئیدهای آهن‌دار با رشد میکروبی مربوط به منطقه حوض دوراه

بنابراین دو عامل در تشکیل و تمرکز آهن در اووئیدهای آهن‌دار نقش دارند.

الف) رشد میکروبیال پوششی به دور یک هسته و تشکیل آنکوئید ـ میکروآنکوئید در محیط دریـایی و سـپس جذب مکانیکی (به تله انداختن ژل اکسید فریک یا رس آهـن‌دار) و یـا جـذب شـیمیایی عنصـر آهـن (از طریـق آنزیمهای فعال یا تأثیر Eh و pH) از آبهای حاوی آهن (II).

ب) ورود مقادیر زیاد Fe همراه ذرات رس آهن‌دار یا به صورت اکسید آهن به حوضـه رسـوبی کـه مـی‌توانـد حاصل فرآیند هوازدگی در خشکی و حمل آن به دریا باشد و یا این کـه عنصـر Fe مسـتقیماً حاصـل فعالیتهـای ولکانیک زیردریایی باشد.

References

-Burkhalter, R.M., 1995. Ooidal ironstones and ferruginous microbialites; origin and relation to sequence stratigraphy (Aalenian and Bajocian, Swiss Jura Mountains), *Sedimentology*, Vol.42(1), p.57-74.

-Dreesen, R., 1989. Oolitic ironstones as event stratigraphical marker beds within the Upper Devonian of the Ardenno-Rhenish Massif. In: Phanerozoic ironstones (eds. T. P. Yong and W.E.G Taylor). *Geol.Soc. lond. Spec. Publ.*, Vol.46, p.65-78.

-Gharaie, M.H.M., Matsumoto, R., Kakuwa, Y. & Milroy, P.G., 2004. Late Devonian facies variety in Iran: volcanism as a possible trigger of the environmental perturbation near the Frasnian-Famennian boundary. *Geol. Quart.*, Vol. 48(4), p.323-332.

-Guerrak, S., 1987. Metallogenesis of cratonic oolitic ironstone deposits in the Bledet Mass, AzzelMatti, Ahnetand Mouydir basins. Central Sahara, Algeria, *Geol.Rundsch.*, Vol.76, p.903-922.

-Sharpley, J.M., 1961. The Occurrence of Gallionella in Salt Watere. Petroleum Section, *Buckman Laboratories, Inc., Memphis, Tennessee*.

-Siehl, A. & Thein, J., 1989. Minette-typeironstones. In Phanerozoic Ironstones (eds.T.P.Young and W.E.G. Taylor), *Geol. Soc.Lond.Spec.Publ.*, Vol.46, p.175-193

-Stocklin, L., Eftekharnejad, J., & Hushmandzadeh, A., 1965. Geology of the Shotori Range (Tabas area, East Iran). *Geological Survey of Iran*, Report No.3, p.1-69

-Sturesson, U., Heikoop, J.M., & Risk, M.J., 2000. Modern and Paleozoic iron ooids-a similar volcanic origin, *Sedimentary Geology*, Vol.136, p.137-146.

Archive of SID

www.SID.ir