

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

شناسایی مناطق پرعیار نیکل در نهشته های لاتریتی نیکل دار منطقه باب الجوز با استفاده از روش ژئومیکروبیولوژی، شهرستان بوانات، استان فارس

فتح اله گرگیچ^۱، محمدعلی رجب زاده^{۲*}، پریا زمانی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی اقتصادی، بخش علوم زمین، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز

^۲ استاد بخش علوم زمین، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز

^۳ دانشجوی دکتری، بخش مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

*ایمیل نویسنده مسئول: mrajabzadeh@shirazu.ac.ir

چکیده: نهشته های لاتریتی نیکل دار منطقه باب الجوز در شمال شرقی روستای کوپان شهرستان بوانات در شمال شرق استان فارس بصورت برجا بر روی سنگ های الترامافیکی منشا رخنمون یافته اند. این منطقه از لحاظ ساختاری در امتداد پهنه ای نواری شکل در زون زاگرس مرتفع بین دو گسل جیان و جوکان قرار می گیرد. ۴ افق مشخص پروتولیت، ساپرولیت، حدواسط و اکسیدی در مقاطع عرضی لاتریت قابل تفکیک می باشند. داده های این مطالعه نشان می دهند که غلظت نیکل با نرخ تنفس میکروبی در لاتریت نیکل دار منطقه باب الجوز دارای ارتباط معناداری است، بطوریکه با افزایش میزان نیکل تنفس به شدت کاهش می یابد. با آزادی عناصری نظیر منیزیم و سیلیسیم، جذب دی اکسید کربن توسط قطعات سرپانتینیتی شده در افق های پروتولیت و ساپرولیت موجب کاهش دی اکسید کربن می گردد. این در حالی است که، در نمونه های تهیه شده از افق های حدواسط و اکسیدی، به ویژه در دو نمونه زون حدواسط که مقدار مواد آلی آن ها برابر است، رابطه تنفس میکروبی تحت تأثیر غلظت نیکل در خاک می باشد، این موضوع نشان می دهد که می توان از روش ژئومیکروبیولوژی در تعیین تغییرات غلظت نیکل و سایر عناصر همراه در نهشته های لاتریتی استفاده کرد.

واژگان کلیدی: لاتریت نیکل دار، ژئومیکروبیولوژی، تنفس میکروبی، بوانات، فارس

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

مقدمه

لاتریت های نیکل دار محصول هوازدگی شیمیایی سنگهای الترامافیک سرپانتینی می باشند. ذخایر لاتریت بیش از ۷۰ درصد از منابع نیکل جهان و ۴۰ درصد از تولید این فلز را تشکیل می دهند. این ذخایر منابع ارزشمندی نیز برای کبالت، اسکاندیم، عناصر گروه پلاتین (PGE) و عناصر نادر خاکی (REEs) می باشند. سنگهای اولترامافیک سرپانتینه شده در منطقه بوانات در امتداد مجموعه های افیولیتی نیریز در سطح زمین رخنمون یافته اند که باقی مانده بخشی از پوسته اقیانوسی نئوتتیس می باشند (Rajabzadeh & Nazari Dehkordi, 2013). تغییر عیار نیکل و عناصر همراه در افق های مختلف نهشته های لاتریتی و از یک نهشته به نهشته لاتریتی موجب ایجاد چالشی بزرگ در مسیر فعالیت های معدنکاری است. در این مقاله تاثیر تغییرات غلظت عنصر نیکل و سایر عناصر همراه بر نرخ تنفس میکروبی خاک مورد مطالعه قرار گرفته است و سعی شده است برای تعیین افق های غنی از نیکل و تعیین تغییرات عناصر همراه از طریق روش ژئومیکروبیولوژی استفاده شود. علم ژئومیکروبیولوژی در بیانی ساده، به بررسی نقش میکروب ها در فرآیند های زمین شناسی می پردازد (Ehrlich & Newman, 2009) و روابط و برهمکنش میان میکروب ها، فلزات و کانی ها از اهمیت بسیار بالایی به ویژه در بحث کانی سازی زیستی در این دانش برخوردار است.

زمین شناسی عمومی منطقه

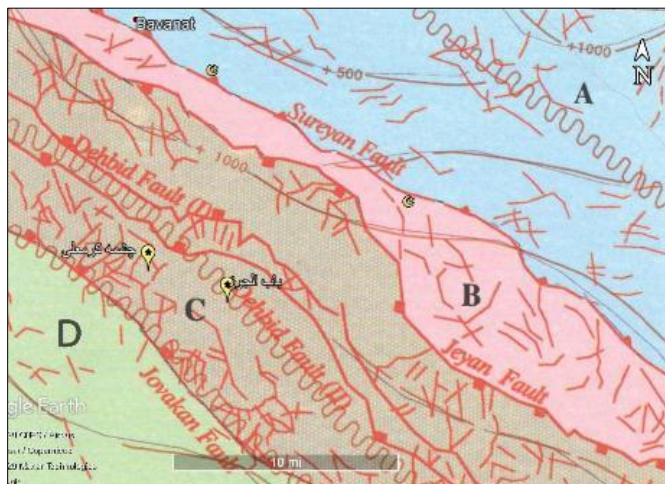
در نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ سورپان (اویسی، ۱۳۸۰)، پهنه های ساختاری مختلفی از شمال شرقی تا جنوب غربی شامل محدوده ایران مرکزی، ناحیه سنندج- سیرجان، ناحیه زاگرس خردشده و ناحیه زاگرس مرتفع تفکیک شده اند. پهنه تکتونیکی زاگرس خردشده توسط اویسی در نقشه سورپان از زاگرس مرتفع جدا شده است که به شکل نواری بین دو گسل قرار دارد. گسل های جیان در شمال شرقی این زون را از سنندج-سیرجان و گسل جوکان در جنوب غرب از زون زاگرس مرتفع جدا می کند. منطقه افیولیتی به همراه نهشته های لاتریتی مرتبط در این پهنه قرار می گیرند که دارای شباهت های مشترک در عناصر هندسی و فیزیکی با پهنه های شمال شرقی خود (زون سنندج-سیرجان) است، اما در سنگ شناسی، مورفوتکتونیک و پیدایش تفاوت های چشمگیری دارد. (شکل ۱). ویژگی مورفولوژیکی منطقه باب الجوز زمین وجود دره ای است که در دو طرف به ارتفاعات آهکی ختم می شود. بخشی از لاتریت های منطقه به پایین دست منتقل شده و بخشی دیگر در دامنه های ملایم تپه ها بر روی سنگ های افیولیتی و سرپانتینی قابل مشاهده هستند.

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان



D	زاگرس مرتفع	B	زون سنج-سیرجان
C	زاگرس خرد شده	A	ایران مرکزی

شکل ۱- موقعیت مناطق بر روی زون ساختاری زاگرس (بر گرفته از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ سوریان، اویسی ۱۳۸۰).

در مناطقی که لاتریت بطور پیوسته روی سنگ مادری خود قرار گرفته است، مقاطع دست نخورده لاتریتی از پائین به بالا شامل پروتولیت، ساپرولیت، حدواسط و اکسیدی می شوند (Rasti and Rajabzadeh, 2017). ارتفاعات میزبان لاتریتها شیب ملایمی دارند که به سمت بالا تا کنگلومرا و سنگهای آهکی پالئوسن- ائوسن امتداد می یابند. تماس بین لاتریتها و کنگلومراها به وضوح مشخص است، در حالی که همگرایی آنها با سنگهای آهک تدریجی است. بر روی تپهها کنگلومرا و قطعات سنگ آهک حمل شده دیده می شوند. طیف رنگی لاتریتها در این منطقه از زرد و صورتی کم رنگ تا اخرا (قرمز مایل به قهوه ای) با تکه هایی از سنگ مادر سرپانتینی در سراسر دشت لاتریت متفاوت است. سرپانتین های تیره رنگ با خاک های زرد پوشیده شده اند که به لاتریت های قرمز تبدیل می شوند و به سمت ناحیه بالایی، لاتریت های اخرا بی و تیره رنگ در دامنه های کم قرار دارند. به دلیل لغزش قابل توجه و اثرات شیب زمین ساختی در تپه ها، خاک های لاتریت زرد گهگاه به پایین افق لاتریت و دشت منتقل می شوند. ضخامت افق لاتریت در جایی که بر روی صخره مادر قرار دارد تا ۱۰ سانتی متر می رسد و در مناطق پست پایین تپه ها تا ۵۰ سانتی متر گسترش می یابد.

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

مواد و روش ها

در منطقه‌ی باب‌الجوز، عملیات برداشت نمونه با انجام سه مقطع عرضی صورت گرفت. ۲۶ نمونه نمایانگر ویژگی‌های کلان خاک از عمق ۳۰ سانتی‌متری بر روی لایه‌های لاتریتی برداشت شدند. این نمونه‌برداری به نحوی اجرا شد که همه افق‌های خاکی و سنگ مادر موجود در این عمق مورد بررسی قرار گیرند. ۷ نمونه با استفاده از ICP-OES مورد تجزیه قرار گرفتند. همچنین خواص فیزیکوشیمیایی شامل pH و محتوای ماده‌ی آلی اندازه‌گیری شدند. جهت انجام آنالیزهای میکروبیولوژی شامل تنفس میکروبی، تعداد ۹ نمونه از مختصات GPS خاص که قبلاً بررسی و آنالیز شده بودند، تهیه شدند. ابزارهای مورد استفاده در فرآیند نمونه‌برداری با استفاده از الکل ۷۰ درصد استریل شدند. نمونه‌های تهیه شده الک ۲ شده و در ظرفی استریل جمع‌آوری شدند. به منظور حفظ رطوبت، نمونه‌ها در زمان حمل و نقل تا قرارگیری در یخچال با دمای ۴ درجه سانتیگراد، بر روی یخ قرار گرفتند. نرخ تنفس میکروبی نمونه‌ها با استفاده از روش سیستم بسته و تیتراسیون اندازه‌گیری شد (Isermeyer, 1952).

بحث

یکی از روش‌های اندازه‌گیری میزان فعالیت‌های میکروبی در خاک، بررسی نرخ تنفس است. آنالیز تنفس خاک به موجب اندازه‌گیری میزان تولید CO_2 یا مصرف O_2 در خاک، می‌تواند به عنوان روشی موثر جهت ارزیابی فعالیت متابولیکی میکروارگانیسم‌های خاک مورد استفاده قرار گیرد (Ciardi & Nannipieri, 1990). عوامل متعددی از جمله pH، دما، رطوبت، مقدار، نوع و وضعیت مواد آلی، بر میزان فعالیت‌های میکروبی و در نتیجه میزان تنفس خاک موثر هستند. در این میان تنفس پایه (BR)، شاخصی است که میزان تنفس را در خاک‌های دست‌نخورده (بدون افزودن عناصر غذایی یا مواد آلی) نشان می‌دهد. میزان CO_2 تولید شده توسط نمونه‌ها به عنوان شاخصی جهت برآورد میزان تنفس پایه خاک اندازه‌گیری و نتایج زیر حاصل شد (جدول ۱). کمترین مقادیر مربوط به افق‌های پروتولیت و ساپرولیت و بیشترین مقادیر در افق‌های بالا اکسیدی مشاهده می‌شود. مقادیر pH در افق‌های مختلف از ۷.۳۱ تا ۸.۲۲ متغیر بود که نشان‌دهنده یک محیط نسبتاً قلیایی برای تشکیل لاتریت است. وجود مواد آلی در خاک به طور پیچیده‌ای با فعالیت‌های بیولوژیکی و پوشش گیاهی مرتبط است. افق‌های خاصی محتوای ارگانیک بالا را نشان می‌دهند که به تأثیر این عوامل نسبت داده می‌شود. برعکس، در برخی از نمونه‌های سطحی، کاهش مواد آلی مشاهده شد که احتمالاً ناشی از فرآیندهای اکسیداسیون است. نکته مهم، نقش مواد آلی در تغییر ترکیب خاک، به ویژه ظرفیت آنها در جذب عناصری مانند نیکل، قابل توجه است.

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

جدول ۱- مقادیر تنفس در افق های مختلف

نمونه 9	Oxide	1.232
نمونه 8		0.44
نمونه 7		1.496
نمونه 6		0.704
نمونه 5	Transitional	0.088
نمونه 4		-0.088
نمونه 3	saprolite	-5.5
نمونه 2	protolite	-1.32
نمونه 1		-4.312

در منطقه باب الجوز، داده های ژئوشیمیایی الگوهای متمایزی را در توزیع عناصر مختلف در مناطق مختلف هوازدگی نشان می دهد. در ناحیه ساپرولیت، بیشترین غلظت نیکل با (3470 ppm) ثبت شده است که روند افزایشی را از ناحیه پروتولیت نشان می دهد. با این حال، در ناحیه اکسید، غلظت نیکل به کمترین مقدار خود (1630 ppm) کاهش یافته است. روند تغییرات عنصر کبالت شباهت زیادی به تغییرات عنصر نیکل دارد. غلظت کروم در لاتریت باب الجوز در ناحیه ساپرولیت نرم برابر (1980 ppm) و کمترین آن در ناحیه سخت ساپرولیت برابر (814 ppm) با میانگین کلی (1235.29 ppm) است. مس روند افزایشی را از پروتولیت به ناحیه اکسیدی در لاتریت باب الجوز نشان می دهد که به طور متوسط (84 ppm) است. غلظت روی در لاتریت باب الجوز از (9-58 ppm) است. وانادیم در لاتریت باب الجوز تا ناحیه ساپرولیت نرم (129 ppm) افزایش می یابد و سپس به سمت ناحیه اکسید کاهش می یابد. مقدار اکسید منیزیم نیز کاملاً در تضاد با مقدار آهن می باشد؛ به گونه ای که در نمونه هایی که مقدار اکسید آهن کاهش پیدا می کند، مقدار اکسید منیزیم افزایش را نشان می دهد.

نتیجه گیری

با توجه به تمرکز اصلی نیکل در زون ساپرولیت نرم در باب الجوز، خاک های این منطقه در گروه لاتریت های سیلیکاته طبقه بندی می شوند. داده های این پژوهش نشانگر افزایش نرخ تنفس پایه از افق پروتولیت به سمت افق اکسیدی و نوسان آن در افق اکسیدی می باشد. منفی بودن مقدار تنفس در زون پروتولیت و ساپرولیت را می توان به لیسونیتی شدن سنگ های پریدوتیتی و جذب دی اکسید کربن در این سنگ ها مرتبط دانست. همچنین به دلیل عدم دسترسی زیستی پائین به عناصر در زون پروتولیت، پیش بینی تاثیر عناصر در این زون بر روی تنفس میکروبی دشوار می باشد. با توجه به تغییرات کم pH می توان از مقدار نوسانات آن در محاسبه تنفس میکروبی صرف نظر کرد. نتایج به دست آمده همچنین نشانگر

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب‌شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

آن است که، غلظت نیکل با نرخ تنفس میکروبی برهمکنش و ارتباط معناداری دارد. هر چند در افق پروتولیت و ساپرولیت، به دلیل درجه آزادی کم عناصر در این افق ها و نیز جذب CO_2 توسط خاک مقدار تنفس پایین می باشد اما، در نمونه های تهیه شده از افق اکسیدی و زون حد واسط (به ویژه در دو نمونه زون حد واسط که مقدار آلی آن ها برابر است) تاثیر نیکل آشکار است. علاوه بر این، شواهدی از رابطه عکس غلظت روی و وانادیوم با مقدار تنفس میکروبی وجود دارد اما، غلظت روی در پروفیل لاتریتی به طور کلی پایین می باشد. نرخ تنفس پایه در نمونه شماره ۸ از افق اکسیدی در مقایسه با سایر نمونه های تهیه شده از این زون کاهش بیشتری یافته است، که دلیل آن می تواند پایین بودن مقدار ماده آلی در این نمونه باشد. همچنین، می توان کاهش نرخ تنفس پایه در نمونه شماره ۶ افق اکسیدی را به بالا بودن نسبت مس در این زون نسبت داد. بر اساس نتایج به دست آمده، مقادیر آهن و آلومینیوم رابطه مستقیم با تنفس میکروبی دارند اما منیزیم رابطه منفی دارد. ارتباط معناداری میان غلظت عنصر کروم و تنفس میکروبی مشاهده نشد.

مراجع

اویسی، ب.، (۱۳۸۰). نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سوریان. سازمان زمین‌شناسی ایران، نقشه شماره ۶۷۵۰.

Ciardi, C., & Nannipieri, P. (1990). A comparison of methods for measuring ATP in soil. *Soil Biology & Biochemistry*, 22(5), 725-727.

Ehrlich, H. L. & Newman, D. K. (2009). *Geomicrobiology*, 5th edn. Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor & Francis.

Gadd, G. M. & Raven, J. A. (2010). *Geomicrobiology of eukaryotic microorganisms*. *Geomicrobiol J* (in press).

Isermeyer, H. (1952). Eine einfache Methode zur Bestimmung der Bodenatmung und der Karbonate im Boden. *Journal. Pflanzenernah Boden.* 56, pp:26-38.

Rajabzadeh, M.A. & Nazari Dehkordi, T., (2013). Investigation on mantle peridotites from Neyriz ophiolite, south of Iran: geodynamic signals. *Arabian Journal of Geosciences*, 6, 4445-4461

Rasti, S., Rajabzadeh, M.A., 2017. Mineralogical and geochemical characteristics of serpentinite-derived Ni-bearing laterites from Fars Province, Iran: implications for the lateritization process and classification of Ni-laterites. *World Acad. Sci. Eng. Technol. Int. J. Environ. Chem. Ecol. Geol. Geophys. Eng.* 11, 541–546.