

بررسی کربنات‌ها پدوژنیک و کانیهای رسی همراه در بعضی از اربیدی سولهای اطراف اصفهان با استفاده از ایزوتوپهای پایدار و میکروسکوپ الکترونی حسین خادمی^۱

رسوب کربنات‌های ثانویه یا پدوژنیک پدیده است که در خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک که بیش از نیمی از اراضی دنیا را می‌پوشانند عمومیت دارد. این پروسه به چند دلیل دارای اهمیت می‌باشد. اولاً بررسی ترسیب کربنات‌های ثانویه در خاکها اطلاعات خوبی را در ارتباط با شرایط اکولوژیکی و محیطی زمان تشکیل آنها ارائه می‌نماید. ثانیاً، کربنات‌های پدوژنیک یکی از ذخائر اصلی کربن و از نظر مقدار احتمالاً به اندازه ذخائر کربن آلی می‌باشد. ثالثاً، آهک‌های ثانویه از نقطه نظر ساختار و اعمال اکوسیستم‌های بیابانی به لحاظ اثرات آنها بر روی روابط آب، خاک و گیاه و نهایتاً توزیع گونه‌های گیاهی حائز اهمیت است.

در خاکهایی که بر روی مواد مادری آهکی تشکیل شده‌اند معمولاً تمایز بین کربنات‌های پدوژنیک و به ارث رسیده از مواد مادری در صحرا مشکل است. استفاده از اندازه‌گیری‌های ایزوتوپی کربن و اکسیژن امکان تفکیک این دو فرم آهک را فراهم می‌سازد. همچنین مطالعه مرفولوژی بلورهای کلسیت با استفاده از میکروسکوپ الکترونی اسکینگ (SEM) به این عمل کمک می‌نماید.

خاکهای مورد مطالعه در این تحقیق در حوالی شهر اصفهان بر روی آبرفتهای بادبزی شکل (Alluvial Fan) واقع گردیده‌اند. نمونه‌های خاک و کربنات‌های ثانویه (بفرم پودر و سخت دانه) از افق‌های متفاوت ۵ پروفیل خاک برداشت گردید. این خاکها مطابق روش تاکسونومی امریکایی (۱۹۹۸) در تحت گروه کلسیک آرجی جیسیسید و یا تیپیک جیسیس آرجید قرار می‌گیرند. رسوبات آبرفتی که این خاکها بر روی آنها تشکیل گردیده‌اند عمدتاً از سنگهای آهکی کرتاسه و شیل‌های ژوراسیک منشاء می‌گیرند.

نمونه‌های آهک ثانوی، همینطور نمونه‌هایی از مواد مادری آهکی مورد آنالیز ایزوتوپهای کربن و اکسیژن پایدار قرار گرفتند. پس از تیمار نمونه‌ها با اسید فسفریک خالص در محیط محبوس که از هوا تخلیه شده بود گاز CO₂ تولید شده با استفاده از تله‌های سرد خالص سازی و با استفاده از اسپکترومتر جرمی مقادیر $\delta^{13}\text{C}$ و $\delta^{18}\text{O}$ آنها تعیین شد.

علاوه بر کربن معدنی، ترکیب ایزوتوپی کربن پایدار مواد آلی در افق‌های بالایی نیز تعیین شد. جهت این کار ابتدا کربن معدنی با تیمار با اسید کلریدریک ۳ نرمال خارج شد. سپس کربن آلی طی فرآیند

^۱ استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.

اکسیداسیون خشک در حضور CuO به CO_2 تبدیل گردید. CO_2 تولیدی با استفاده از تله‌های سرد از سایر گازهای تولید شده تفکیک و خالص سازی و مقدار $\delta^{13}\text{C}$ آن با اسپکترومتر جرمی تعیین گردید. مقدار آهک پدوژنیک در خاک بر اساس تغییر ترکیب ایزوتوپی و مطابق روش ماگاریتز و آمیل (۱۹۸۰) تعیین شد.

کربناتهای نانوی جدا شده از افقهای کلسیک حاوی ۸ تا ۱۹ درصد کانیهای غیر کربناته بودند. بررسی مقاطع فوق العاده نازک آهک‌های پدوژنیک در زیر میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) تصویر دقیقتری از آرایش بلورهای کلسیت و کانیهای پالیگورسکایت ارائه داد. مجموعه‌های چند صدتایی رشته‌هایی پالیگورسکایت فضای خالی بین بلورهای کلسیت را پر کرده، همچنین به صورت پل بین ذرات واقع می‌شوند. طول رشته‌ها ۲-۱ میکرون و قطر آنها ۲۰۰-۱۰۰ انگستروم است. از آنجائیکه تیمار اسید نتوانسته است رشته‌های پالیگورسکایت را کاملاً از هم جدا نماید بنظر می‌رسد پیوند بین رشته‌ها قوی باشد.

مقادیر $\delta^{13}\text{C}$ مواد آلی خاک در افقهای سطحی بین ۲۳/۱۷ - تا ۲۱/۵ - در هزار (در مقایسه با PDB) تغییر می‌نماید و در افقهای پایینی بیشتر می‌باشد. ترکیب ایزوتوپی کربن در مواد آلی خاک نمایانگر اینست که مخلوطی از گیاهان C_3 و C_4 منشاء این مواد می‌باشد.

مقایسه ترکیب ایزوتوپی کربن و اکسیژن کربناتها نشان می‌دهد که آهک‌های پدوژنیک نسبت به کربناتهای مادری از نظر ^{13}C تهی شده ولی از نظر ^{18}O غنی‌تر می‌باشند. وجود همبستگی مثبت معنی‌دار بین $\delta^{13}\text{C}$ و $\delta^{18}\text{O}$ آهک‌های پدوژنیک نمایانگر تغییرات فصلی در پروسه‌های بیولوژیکی مؤثر بر ترسیب آنها می‌باشد. بعلاوه این همبستگی می‌تواند حاصل تأثیر تفکیک ایزوتوپی همزمان و همسو در ایزوتوپیهای O و C طی پروسه حل و رسوب آهک باشد.

مقدار $\delta^{13}\text{C}$ مواد آلی خاک نسبت به گاز CO_2 که کربنات‌های ثانویه از آن منشاء گرفته‌اند منفی‌تر می‌باشد.

در تمام پروفیل‌های مورد مطالعه ناحیه تجمع کربناتهای ثانویه با منطقه تجمع رس منطبق می‌باشد. از آنجائیکه در بخش غیرقابل حل در اسید که همراه این کربناتها می‌باشد علاوه بر کانی پالیگورسکایت کانیهای رسی دیگر همچون کائولینایت هم وجود دارد می‌توان نتیجه‌گیری نمود که حداقل بخشی از کانیهای رسی از جمله پالیگورسکایت همراه با کلسیت ثانویه حاصل پدیده آبشویی است که در شرایط اقلیمی مرطوبتر در منطقه حاصل شده است. در این رابطه مرفولوژی درختی پالیگورسکایت همراه با کربناتهای پدوژنیک تشکیل در جای این کانی را نیز نشان می‌دهد. ترسیب کربنات کلسیم باعث افزایش نسبت فعالیت Ca به Mg در محیط و ایجاد شرایط فیزیکی شیمیایی مناسب برای تشکیل پالیگورسکایت می‌شود. جزئیات موارد مطروحه در بالا مورد بحث این مقاله بوده و تشریح خواهد شد.