

نقش فرایند منیزی می شدن ثانویه کلسیت در لایه سخت سطحی آهکی در مخفی ماندن فروچاله های زیر سطحی دشت آبرفتی ابرکوه در استان یزد

محمد اخوان قالیباف^{۱*}، مرضیه لاری^۲

۱- عضو پژوهشی، دانشیار گروه کنترل بیابان زایی انسانی و کویر شناسی پژوهشکده مناطق خشک دانشگاه یزد،

makhavanghalibaf@gmail.com , makhavan@yazd.ac.ir

۲- دانشجوی دکتری بیابان گروه مدیریت و احیای بیابان دانشکده منابع طبیعی و کویر شناسی دانشگاه یزد

چکیده

در حاشیه شمال غرب تا شمال شرق شهر ابرکوه در حاشیه کویر ابرکوه در استان یزد پدیده نشست زمین و رخداد فروچاله ها به یک چالشی بزرگ مبدل شده است. در این ناحیه، محل تشکیل فروچاله های عمدتاً مخفی، عوامل گوناگونی در پیدایش و تشدید آن نقش داشته اند. از جمله این عوامل می توان به ترکیب نوع کانی های رسی با کانی های انبساط پذیر در رسوبات آبرفتی ریز دانه در حاشیه کویر یا چاله ابرکوه اشاره نمود که با پایین رفتن سطح آب زیر زمینی و نوسانات آب در دوره های فصلی تر و خشک سال فرونشست و به دنبال آن فروچاله ها را به دنبال داشته است. هدف از این تحقیق دلایل مخفی ماندن چاله ها یا کارست های زیر زمینی از دید مستقیم تا زمان وقوع حادثه با آشکار شدن چاله ها در ابعاد مختلف بوده است. چاله های زیر سطحی در مراحل اولیه و یا حتی پیشرفته با یک لایه نسبتاً سخت آهکی پوشیده شده است. با آزمایشاتی که از این لایه سخت آهکی به عمل آمد نشان داده شد که در مراحل اولیه و رسوب آهک ثانویه که می تواند زمانی باشد که سطح آب زیر زمینی نزدیک سطح زمین در حاشیه کویر بوده است هسته های اولیه این سخت لایه تشکیل شده است. سپس به تدریج به دلیل غلظت بالای یون منیزیم در آب زیر زمینی و یا آبی که توسط چاه کشاورزی اراضی را غرقاب نموده است، زمینه جانشینی منیزیم با کلسیم در کلسیت و منیزی می شدن آن صورت گرفته که در محل به سرشک (Sershak) معروف است. این لایه آهکی منیزیم دار به اندازه لازم سختی را در لایه سطحی پروفیل خاک فراهم نموده است تا کارست رسوبی فرصت کافی را برای رشد و توسعه داشته باشد. با توسعه چاله ها و با انجام و عملیات سازه ای و کشاورزی بر روی سطح نهایتاً در زمانی که نیروی مقاوم سرشک غلبه کند به ناگاه محدوده ای به وسعت چند ده متر مربع تا چند صد متر مربع دچار نشست و چاله در بخش های متفاوت ناحیه شده است. این روند توسعه چاله های زیر زمینی با جریان های آب سطحی و سیلاب های مدیریت نشده همچنان در حال توسعه است.

کلیدواژه‌ها: ابرکوه، فروچاله، سرشک، آهک منیزیم دار، آب های سطحی.

The role of magnesium – calcite procedure in surface lime layer in hiding subsurface sinkholes of Abarkooh Alluvial plain, in Yazd province

Mohammad Akhavan Ghalibaf^{1*}, Marzieh Lari²

1- Research Member, Associate Professor, Human Desertification Control and Desertification Group, Arid Regions Research Institute, Yazd University, makhavanghalibaf@gmail.com , makhavan@yazd.ac.ir

2- PhD Student in Desert Management and Restoration Department, Faculty of Natural Resources and Desertification, Yazd University

Abstract

On the northern outskirts of northwest to the northeast of Abarkooh city, on the edge of Abarkooh desert in Yazd province, the phenomenon of land subsidence and the occurrence of sinkholes has become a major challenge. In this area, where sinkholes are mostly hidden, various factors have played a role in their emergence and intensification. Among these factors, we can mention the combination of clay minerals with expandable minerals in fine-grained hydrophlogistic sediments on the edge of the desert or Abarkooh pit, which subsided with

the lowering of the groundwater level and fluctuations in the wet and dry seasons of the year, and followed by sinkholes. The purpose of this research was to find out the reasons why underground pits or karsts remained hidden from direct view until the incident occurred when the pits of various sizes were revealed. Subsurface pits are covered with a relatively hard limestone layer in the early or even advanced stages. Tests conducted on this hard limestone layer showed that the initial cores of this hard layer were formed in the early stages and secondary lime deposition, which could be when the groundwater level was close to the ground surface on the edge of the desert. Then, gradually, due to the high affinity of magnesium ions in groundwater or water that flooded the land from agricultural wells, the replacement of magnesium with calcium in lime and its dolomite formation took place, which is known locally as Sershak. This magnesium lime layer has provided the necessary hardness in the surface layer of the soil profile so that sedimentary karst has enough opportunity to grow and develop. With the development of pits and with the implementation of structural and agricultural operations on the surface, eventually, when the force of gravity overcomes the force of resistance of the sershak, an area of several tens of square meters to several hundred square meters suddenly subsided and pits formed in different parts of the region. This trend of development of underground pits with surface water flows and unmanaged floods is still developing

Keywords: Abarkouh, sinkhole, magnesium lime, Sershak, surface waters.

۱- مقدمه

اقلیم شهرستان ابرکوه با دو بخش عمده مهرآباد و بهمن از یک ژئومورفولوژی بیابانی شامل چاله نمکی، بخشهای حاشیه چاله رسی و دشت‌سر ها و کوهستان بهره‌مند بوده و تابعی از آب و هوای گرم و خشک فلات مرکزی ایران است. طبق آمار آب منطقه‌ای یزد، از ویژگی اقلیمی این ناحیه، ناچیز بودن میزان بارش با میانگین سالانه در حدود ۷۵ میلیمتر است. در عوض میانگین سالانه تبخیر و تعرق پتانسیل آن به بیش از ۲۰ برابر بارش و به حدود ۱۵۰۰ میلیمتری بالغ می‌شود. دامنه تغییران درجه حرارت میانگین مطلق سالانه در این ناحیه از کمینه زیر ۱۰ درجه سانتیگراد تا بیشینه ۴۳ درجه سانتیگراد از یک دامنه ۵۳ درجه سانتیگراد برخوردار است (اخوان قالیباف و همکاران، ۱۳۹۸). افزایش نسبی منیزیم اکسید نسبت به کلسیم اکسید در نمونه‌های مربوط به ابرکوه است. بنابراین ترکیبات آهکی در رسوبات دشت ابرکوه به جای کل‌یت از دولومیت است. از دلیل دولومیتی بودن رسوبات دشت ابرکوه میتوان به سازنده‌های زمین شناسی مجاور راس مخروط افکنه در ارتفاعات اقلید اشاره نمود که با توجه به شکل ۵، از سازنده‌های تریاس مانند سازند شتری تشکیل شده است که آن بستری ضخیم تا متوسط‌دار دولومیت خاکستری تیره با رکه‌هایی کلسیمی است. آنچه که ماده سازنده دشت آبرفتی را پدید آورده است می‌تواند آبرفت‌هایی باشند که بیشتر از ارتفاعات شمال غرب و غرب از کوه‌های آباده و اقلید و بخشی نیز از رسوبات دوران سوم زمین شناسی مانند نئوژن از شمال نواحیه همراه شده باشد تا آبرفت ابرکوه را پدید آورده است. بنابراین نسبت دادن پدیده کارست از نوع انحلالی آن در تشکیل فروچاله‌ها که بیشتر درسازنده‌های کلسیتی محتمل است، درون چنین رسوباتی اهمیت کمتری دارد و پدیده فروچاله را بیشتر به یک نوع زمین رانش زیر سطحی با حضور رس‌های فعال می‌توان نسبت داد. متداول ترین کانی رس، غالبیت ایلایت از ۷۴ تا ۷۸ درصد تغییر کرده است. میزان نسبی کائولینیت و کلریت در افق‌های سطحی ۱۶ درصد و در افق‌های زیر سطحی به ۷ درصد رسیده است. مقدار اسمکتیت که از کانیهای انبساط پذیر است از مقدار حداقل ۱۰ درصد در اف‌های سطحی به میزان ۱۵ درصد در افق‌های زیرین بالغ گردیده است. افزایش کانیهای اسمکتیت به دلیل میل به پراکندگی و کلوئیدی شدن در آب توانسته است به افق‌های زیرین حرکت کند. کانیهای کائولینیت بر خلاف اسمکتیت این قابلیت را ندارد. و از این رو مقدار نسبی آن در مقایسه با سایر کانیها در افق‌های زیرین کمتر شده است (اخوان قالیباف و همکاران، ۱۳۹۲). ریدر (۱۹۸۳) در خصوص کربتات‌های رومبوه‌درال، انتشار یافته در انجمن کانی شناسی آمریکا، نشان داد که کلسیت منیزیمی^۱ دارای همان ساختار بلورین کلسیت هست که به دلیل جانشینی منیزیم به جای کلسیم در حداقل یکدهم جز مولی منیزیم کربتات ایجاد شده است. بیشهوف و همکاران (۱۹۸۳) در خصوص تشکیل

¹ Magnesium - Calcite

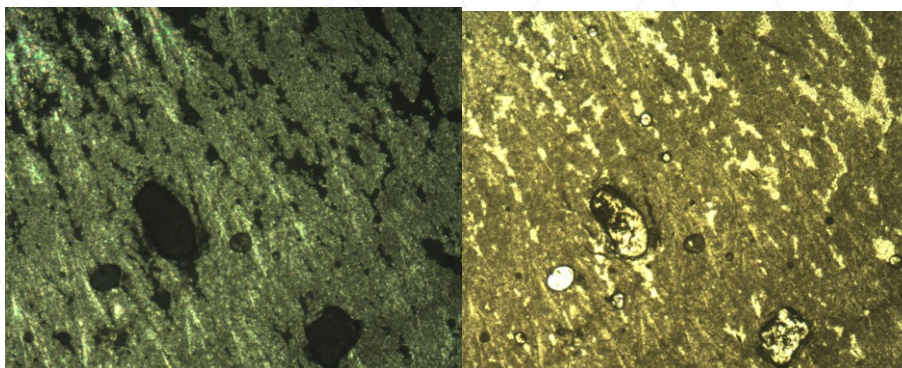
بیوژنیک کلسیت منیزیمی نشان دادند که با افزایش این جایگزینی منیزیم محور های a و c در ساختار رومبوهدرال کلسیت منیزیمی کاهش یافته است.

۲- مواد و روش‌ها

به منظور بررسی نقش سخت لایه آهکی سطحی در مقاومت موقت لایه سطحی و پس از خروج مواد رسی - سیلتی از زیر و مخفی ماندن چاله ها از آن نمونه برداری شد تا آزمایشات تکمیلی بر روی آن صورت گیرد. بر روی نمونه های سخت لایه که در ناحیه ابرکوه محلی سرشک نامیده می شود ضمن انجام آزمایش پراش اشعه ایکس جهت تشخیص نوع کانی ها از آن مقطع نازک تهیه شد تا بررسی میکروسکوپ نوری پلاریزان بر روی آن انجام گیرد. همچنین بر روی نمونه های مقطع نازک به روش اسکنر میکروسکوپ الکترونی^۲ تصویر برداری شد.

۲- بحث

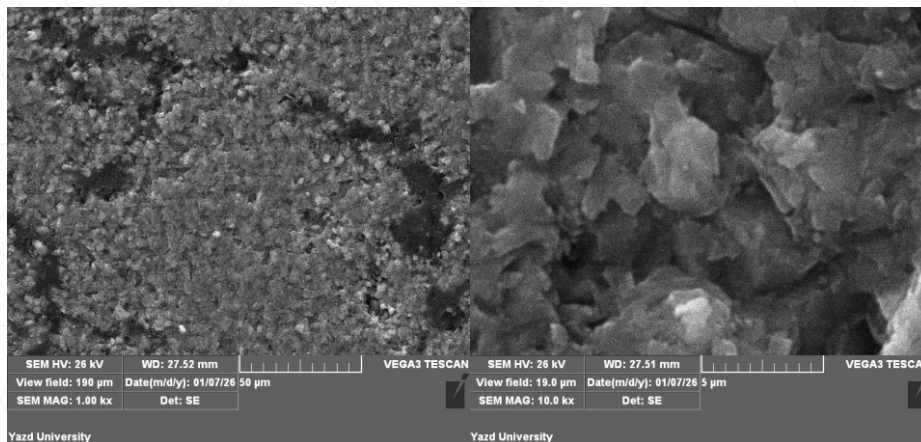
نمونه های سرشک با دارا بودن نسبت رس کمتر و ترکیبات آهکی دولومیتی بیشتر از سایر افق های پروفیل خاک و رسوب قابل تفکیک بودند. نوع رس در این سخت لایه با همان نسبت فراوانی سایر لایه های خاک و رسوب از بیشترین کانی رسی تا کمترین به ترتیب کلریت - ایلایت - کائولینیت بود. کلسیت منیزیمی به با پیک های غالب از ۳/۰۴ تا ۲/۹۷ انگسترم در پراش اشعه ایکس تشخیص داده شد. نسبت یونی کلسیم به منیزیم بر حسب میلی اکی والان بر لیتر در نمونه هضم شده در اسید، بیشتر از یک تا کمتر از دو تغییر بود که دلالت بر وجود کلسیت منیزیمی در نمونه ها داشت. در شکل یک نمونه مقطع نازک از سرشک در تصویر میکروسکوپ نوری پلاریزان را نشان داده شده است.



شکل ۱- نمونه مقطع نازک از سرشک (سمت راست با یک نیکول و سمت چپ با دونیکول و بزرگ نمایی ۴۰X).

در نمونه مقطع نازک وجود خلل و فرج که با یک و یا دونیکول به رنگ سیاه است، می تواند به دلیل جانشینی ثانویه یون منیزیم به جای کلسیم در لایه های کلسیت در نمونه سرشک باشد. در شکل ۲ تصویر میکروسکوپ الکترونی همان نمونه در شکل یک نشان داده شده است. همانطور که در تصویر نشان داده شده است در مقیاس ۵۰ میکرون حفره هایی در نمونه لایه سخت آهکی دولومیتی مشهود است. در دیواره این حفره ها در تصویر با مقیاس ۵ میکرون بلور های دولومیت یک میرونی ثانویه تشکیل شده است که می تواند به دلیل جانشینی یون منیزیم از آب های زیر ریمینی منیزیمی در حاشیه کویر ابرکوه بوده باشد که یکی از عوارض آن نیز تشکیل حفره در این لایه ضمن افزایش سختی و مقاومت بیشتر لایه دولومیتی در برابر حلالیت آن در کوتاه مدت باشد.

² SEM



شکل ۲- تصویر میکروسکوپ الکترونی نمونک سرشک در مقیاس های ۵۰ میکرون (سمت چپ) و ۵ میکرون (سمت راست).

۳- نتیجه گیری

وجود لایه های رسی از نوع کلریت می تواند در آماس پذیری نقش داشته باشد که شرایط را برای روان شدن رس و سیلت و ایجاد فروچاله فراهم کرده باشد (اخوان قالیباف و همکاران، ۱۳۹۲). البته میزان ناچیز کانی های اسمکتیت نیز هرگاه به صورت منظم و یا تصادفی مابین لایه های رسی با آماس پذیری کمتر قرار گیرند مانند آنچه در خصوص ابرکوه گزارش شده است شرایط تشکیل فروچاله را تشدید نموده است (اخوان قالیباف و همکاران، ۱۳۹۴). در کنار آن آنچه در ابرکوه شاهد آن هستیم وجود حفره ها است که مستقیم قابل مشاهده نیست و آن با پوشش سخت سرشک مخفی نگهداشته شده تا اینکه چاله ها به اندازه ای بزرگ شود که دیگر لایه سخت سطحی قادر به نگهداشتن پوشش سطحی نباشد. از این رو لازم است تا مناطق حساس به نشست و فروچاله را از هرگونه عملیات ساخت و ساز و کاربری های مسکونی و تجاری مستثنی نمود تا از خطرات آن اجتناب گردد که در تحقیقات اخوان قالیباف و مجتبی رضوی (۱۳۹۸) نیز پیش بینی شده بود. آنچه را می توان به عامل مخفی ماندن چاله های زیر زمینی تا زمان ریزش سطح و آشکار شدن آن نسبت داد می تواند مرتبط به همین لایه سطحی نسبتا سخت کلسیت منیزیمی باشد که به نحو ثانویه لایه کلسیتی یا تراورتنی موجود در مجاورت آب های زیر زمینی عنی از منیزیم بوجود آمده باشد.

۴- تقدیر و تشکر

در انجام تحقیقات، شناسایی و تفکیک مناطق خطر فروچاله لازم است تا از همکاری اداره کل راه و شهرسازی واحد راه و زیرساخت و نیز بخشدار و فرماندار وقت ابرکوه تشکر و قدر دانی گردد.

۵- مراجع

- ۱- اخوان قالیباف، محمد، حمید مهرنهاد، نصرت ا... امانیان، حمید رضا عظیم زاده و محمد حسین مختاری، (۱۳۹۲)، پهنه بندی گسیختگی و نشست زمین در دشت سیلابی یزد- اردکان بر اساس شاخص های فیزیکی و کریستالو شیمی با توجه به جنبه های کانی شناسی رس در مقیاس

۲۵۰۰۰:۱ (فاز اول: مقیاس اکتشافی اولیه با خروجی نقشه ۱:۴۰۰۰۰۰)، طرح پژوهشی سازمان

جهاد کشاورزی استان یزد، معاونت بهبود تولیدات گیاهی، محل اجرا در دانشگاه یزد. ۲۹ ص

۲- اخوان قالیباف، محمد، هستی بیدکی و اسماعیل علی بابایی. ۱۳۹۴. مقایسه کانی شناسی رس

تعدادی از خاک ها بر روی رسوبات کربناته در بخش مرکزی و باختری ایران. انجمن بلورشنایی و

کانی شناسی ایران . بیست و سومین همایش. دانشگاه دامغان.

۳- اخوان قالیباف محمد و مجتبی رضوی. ۱۳۹۸ . معیاری ساده برای پهنه بندی حساسیت زمین به

رخداد فروچاله در مطالعات پایه شبکه های خطوط ریلی و انتقال نیرو در ابرکوه یزد مجله کاوش

های جغرافیایی دانشگاه یزد ۳ (۱): ۲۰۷-۲۲۸.

4-Bischhoff, W.D., L.C. Bishop and LG Mackenzie. 1983. Biogenically produced magnesium – calcite: In homogenetics in chemical and physical properties; comparison with synthetic phases. Am. Mineral. 68:1183 – 1188.

5-Reeder, R.J. 1983. Crystal chemistry and the rhombohedral carbonates, p. 1-47. In R.J. Reeder (ed.): Carbonates: Mineralogy and Chemistry. Vol. 11. Reviews in mineralogy. Mineralogical Soc. Am. Washington, DC.