

## مطالعه اشکال شبه کارست با تاکید بر فرسایش Piping (مطالعه موردی جنوب سمنان)

ناصر مشهدی

مریی پژوهشی مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی ایران - دانشگاه تهران

تاریخ وصول مقاله، دهم خرداد ماه ۱۳۷۹

### چکیده

طرح پژوهشی مذکور در محدوده جنوب سمنان در ناهمواری‌های کوه سرخ و ناهمواری‌های اطراف آن انجام گرفت که این ناهمواری‌ها را سازند قرمز بالایی شامل مارن، انیدریت و شیل و سنگ‌های تبخیری شامل هالیت<sup>(۱)</sup> و ژپیس<sup>(۲)</sup> و انیدریت<sup>(۳)</sup> تشکیل داده‌اند. مطالعات زمین شناسی و سنگ شناسی نشان داد که پدیده‌های شبه کارست بر روی سازند قرمز بالایی و همچنین گنبد‌های نمکی با کانی هالیت مشاهده گردید و بررسی‌های ژئومورفولوژی نشان داد که اشکال شبه کارست در منطقه عبارتند از:

- اشکال سطحی یا اشکال حاصل از هوازگی سطحی شامل چاله‌های بارانی، شیارهای انحلالی

- اشکال ناهمواری‌های حاصل از عمل فرسایش آبی شامل هزار دره‌ها، پلهای طبیعی

- ترکیب اشکال زیرزمینی و سطحی شامل اشکال حاصل از فرسایش Piping

مطالعات و بررسی‌های صحرائی نشان داد که جالبترین پدیده شبه کارست در منطقه که بطور شاخص می‌تواند مورد نظر قرار گیرد پدیده آب شستگی<sup>(۴)</sup> (زیربنا) می‌باشد که با اشکال مختلف و در ابعاد گوناگون چهره زمین را شکل داده است. مطالعات ژئومورفولوژی نشان داد که در ایجاد این اشکال علاوه بر شستشوی ذرات و انحلال، فیزیوگرافی، بافت سازند و جنس سنگ مادر، میزان و نسبت املاح گوناگون نسبت به یکدیگر، شیب ئیدرولیکی و میزان و شدت بارندگی دخالت داشته‌اند.

**واژه‌های کلیدی:** شبه کارست، کارست، هالیت، فرسایش تونلی، میزان املاح، شیب ئیدرولیک، چهره زمین، ژئومورفولوژی، ساختار سنگ شناسی، اشکال ناهمواری.

1 - Halit

2 - Gypsum

3 - Anhydrite

4 - piping

## مقدمه

پدیده کاملاً متفاوت می باشد. بطوریکه اشکال کارست تحت تاثیر انحلال (Solution) و عموماً در سنگ های کربناته اتفاق می افتند. در حالیکه اشکال ژئومرفولوژی شبه کارست تحت تاثیر آبشویی مکانیکی<sup>۴</sup> بصورت شستشو و خروج ذرات<sup>۵</sup> ریز قرار دارند و انحلال بصورت عامل کمکی عمل می کند (۱۲).

همانطور که بیان شد با توجه به وسعت زیاد مناطق خشک در کشور و اهمیت پدیده های شبه کارست با توجه به فیزیوگرافی، هیدرولوژی، خاک، پوشش گیاهی و ژئومرفولوژی خاص این اشکال لازم است که در هر بخش مطالعات گسترده ای بسته به اهداف مورد نظر انجام گیرد. از طرفی با توجه به اینکه از اشکال ناهمواری های شبه کارست نیز در سطح دنیا گزارشات محدودی ارائه شده و نظر به اینکه این پدیده در منطقه خشک جنوب سمنان در محدوده وسیع وجود دارد می تواند به عنوان پدیده های ژئومرفولوژی که در ایران وجود دارد گزارش شود.

منطقه مورد مطالعه دارای میانگین روزانه دما در یک دوره ۱۱ ساله برابر ۱۷/۹ سانتیگراد و میانگین حداقلها و حداکثرها در همین دوره به ترتیب ۱۲ و ۲۳/۸ درجه سانتیگراد می باشد. سردترین ماه سال دی ماه با دمای متوسط ۱- درجه سانتیگراد و گرمترین ماه سال تیرماه با دمای متوسط ۳۷/۸ درجه سانتیگراد

اشکال ناهمواری های زیادی وجود دارند که شباهت به کارست<sup>۱</sup> دارند. اما حاصل فرآیندهای کاملاً متفاوت با فرآیندهای کارست می باشند که اصطلاحاً می تواند برای آنها واژه شبه کارست<sup>۲</sup> بکار برد. استفاده از این واژه و برداشتن محدودیت تعریف کارست، بسیاری از لندفرمها را می توان جزو اشکال شبه کارست تقسیم بندی کرد (۱۱).

پدیده های شبه کارست از پدیده های ژئومرفولوژی می باشد که عمدتاً در مناطق خشک به صورت مختلف اتفاق می افتد که بصورت خیلی شاخص جاده ها و خط آهن و سازه های مهندسی مثل سدها، پل ها و دیوارهای حائل را مورد تهدید قرار می دهند و با توجه به اینکه مساحت وسیعی از کشور ایران را مناطق خشک و نیمه خشک پوشانده است اهمیت بررسی های مختلف پدیده های شبه کارست مشخص می شود (۱۲).

اشکال شبه کارست انواع گوناگون دارد که عمده ترین این پدیده ها پدیده Piping می باشد که با توجه به مکانیسم و گسترش آن می تواند خسارات زیادی به فعالیت های انسان همانند از بین رفتن زمین های کشاورزی و ترکیبگی تاسیسات آب و ... وارد آورد.

گرچه شباهتی بین اشکال ناهمواری های<sup>۳</sup> شبه کارست با کارست وجود دارد اما فرآیند تشکیل این دو

1. Karst 2. Pseudokarst 3. Landforms 4. Mechanical eluviation 5. Washing out of fine particles

سمنان II - 6661 - شرق صوفی آباد IV - 6760، جنوب شرقی صوفی آباد III - 6760، صوفی آباد 1 - 6660، سرخه IV - 6660، شه میرزاد I - 6661 و صفائیه III-6660 می باشد (۷).

۴ - نقشه های زمین شناسی با مقیاس های ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ به منظور شناخت خصوصیات زمین شناسی و سنگ شناسی و موقعیت پراکنش اراضی مورد مطالعه، این نقشه ها شامل برگ های سمنان در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ و جام در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ می باشد (۷ و ۸:۴).

۵ - عکس های هوایی با مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ و ۱:۲۰۰۰۰ (۳)

۶ - تصاویر ماهواره ای با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰

روش مطالعه را می توان در دو بخش تقسیم بندی کرد:

الف - مطالعه زمین شناسی و سنگ شناسی

در این مطالعات وضعیت سنگ ها از نظر زمین ساخت (تکتونیک) و سنگ شناسی (لیتولوژی) شناسائی شد و تاثیر آنها بر ایجاد اشکال شبه کارست مورد بررسی قرار گرفت.

ب - مطالعات ژئومرفولوژی

۱ - فتوموزائیک عکس های هوایی ۱:۵۵۰۰۰ و تصاویر ماهواره ای مناطق مورد نظر.

۲ - توجیه عکس های هوایی با نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی به منظور انتقال اطلاعات از نقشه های

است. متوسط بارندگی سالانه در همین دوره برابر ۱۳۷/۳ میلیمتر می باشد که با توجه به شاخص های فرمول آمبرژه و کلیموگرام مربوطه اقلیم منطقه خشک و سرد می باشد.

هدف از این طرح بررسی اشکال ناهمواری های پدیده های شبه کارست در قدم اول بود که بعد از شناسایی و گسترش این پدیده نسبت به شناخت مکانیسم تشکیل آن اقدام خواهد شد.

### مواد و روشها

قبل از مطالعه و بازدیدهای صحرائی، کلیه مدارک و اطلاعات پایه جمع آوری و مورد بررسی قرار گرفت، این مدارک عبارت بودند از:

۱ - کلیه نشریات و مطالعات انجام شده در رابطه با پژوهش مورد نظر.

۲ - نقشه های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ به منظور داشتن اطلاعات کلی از منطقه مورد مطالعه و وضعیت فیزیوگرافی مناطق مورد نظر، این نقشه ها شامل برگ های سمنان NI 39-4، کوه گوگرد NI 39-8، است (۷).

۳ - نقشه های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ بطور مشخص، جهت مطالعه تفصیلی منطقه مورد مطالعه از نظر فیزیوگرافی، ژئومرفولوژی و همچنین بازدیدها و مطالعات صحرائی و ... که این نقشه ها شامل برگ های

زیاد است که بصورت مخلوط با گلسنگ یا لایه‌های جداگانه، چندین صدمتر ستبرای آزاد را دربر می‌گیرد. سازند مذکور بدون فسیل ممیز است و تنها با توجه به موقعیت و چینه شناسی، زمان آن به میو - پلیوسین نسبت داده شده است. بطور کلی با توجه به تغییر سریع رخساره و تنوع لیتولوژی، سازند قرمز بالایی از پایین به بالا به سه بخش M3, M2, M1 تقسیم شده است.

۱ - بخش زیرین (M1): با نهشته‌های فراوان تبخیری مشخص است که شامل ژیپس و نمک می‌شود. ولی سنگ‌های شیلی و مارن‌های ارغوانی تا قرمز نیز به همراه آن وجود دارد، این بخش خود به دو افق مشخص لیتولوژی تقسیم می‌شود:

- افق a که شامل انیدریت و شیل است

- افق b که شامل رس و نمک است

۲ - بخش میانی (M2): بخش (M1) به سوی بالا به یک سکانس ستبر و یکنواخت از گلسنگ و ماسه سنگ‌های قرمز قهوه‌ای تبدیل می‌شود که لایه‌های اندکی از ماسه سنگ‌های ریزدانه را به همراه دارد. این بخش به نوبه خود از دو افق لیتولوژی تشکیل شده است:

- افق b در پایین که شامل گلسنگ‌های قهوه‌ای تیره تا قرمز است.

- افق a در بالا که شامل ماسه سنگ و گل سنگ به رنگ قرمز قهوه‌ای است.

۳ - بخش بالایی (M3): این بخش از نظر زمان زمین

توپوگرافی و زمین شناسی به عکس‌های هوایی و بالعکس.

۳ - تفسیر و مطالعه اولیه پدیده‌های شبه کارست در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۰۰۰۰

۴ - بازدید و بررسی‌های صحرائی به منظور مشاهده و کنترل پدیده‌های مذکور.

۵ - تکمیل مطالعات اولیه با اطلاعات بدست آمده از مطالعات صحرائی.

## نتایج و بحث

### ۱ - مطالعات زمین شناسی

بسترکاری اشکال انحلالی شبه کارست در جنوب باختری سمنان، پیرامون کوه سرخ قرار دارد. گستره این نواحی توسط سازند قرمز بالایی (M) و گنبد‌های نمکی پوشیده شده است. نهشته‌های سازند قرمز بالایی نشان‌دهنده استقرار یک رژیم کولابی در منطقه است که با ته‌نشین شدن آن اولین چرخه رسوبی نئوژن به پایان می‌رسد.

بیشترین محتوای سنگ شناسی سازند قرمز بالایی را گلسنگ‌های مارنی - رسی به رنگ قرمز قهوه‌ای تشکیل می‌دهد که مقادیر متغیری نهشته‌های رس ماسه‌ای - مارن و سیلتستون‌های سبز رنگ را به همراه دارد. برخلاف سکانس نمونه سازند قم، ماسه سنگ در این سازند کم است ولی نهشته‌های تبخیری آن بسیار

سنگ‌ها کارستی بسیار زیاد و مهم است در سنگهای شبه کارست از اهمیت خاصی برخوردار نیست (۱۱). عمده‌ترین کانی‌های تشکیل دهنده سنگ‌های رسوبی (مارنی) - تبخیری ژپیس، ایندریت، هالیت و سیلویت می‌باشد که از نظر حلالیت در آب با هم متفاوت می‌باشند. حلالیت ژپیس در محیط مرطوب و اشباع دهها بار بیشتر از کلسیت است، بطوریکه  $2100 \text{ PPM}$  ژپیس می‌تواند در آب حل شود در صورتیکه این مقدار برای کلسیت معادل  $400 \text{ PPM}$  است. از طرفی دیگر دما نقش مهمی در انحلال کانی‌های مذکور دارد. بطوریکه ژپیس در  $37$  درجه سانتیگراد بیشترین حلالیت را دارد و این دما بالاتر از متوسط دما بیشترین آبهای طبیعی می‌باشد. بنابراین در بررسی‌های ژئومورفولوژی اشکال شبه کارست، رابطه حلالیت کانی‌ها در آب و همچنین رابطه افزایش یا کاهش حلالیت با درجه حرارت یک امر مسلم است (۱۱).

همچنین قابلیت حل شدن سنگ نمک در آب از تمام این سنگ‌ها (کربناتی، سنگ گچ و انیدریت) بیشتر است. بطوریکه حتی حلالیت نمک صدها بار بیشتر از ژپیس می‌باشد. اشکال شبه کارست با توجه به لیتولوژی سنگ‌های رسوبی (مارنی) -

شناسی به پلیوسین مربوط است که به دلیل تنوع لیتولوژی به سه افق تفکیک شده است:

- افق C در پایین که شامل ماسه سنگ‌های قرمز روشن، قهوه‌ای و گل سنگ است

- افق b در وسط که شامل گل‌سنگ‌های رنگارنگ، ژپیس و سنگ آهک استراکود دار است

- افق a در بالا که شامل رس نمک‌دار و گل سنگ است. این افق در منطقه مورد پژوهش رخنمون ندارد و نهشته‌های پس از میو - پلیوسن که بیشتر از کنگومرا، رس و مارن‌های گچ‌دار تشکیل شده است، مستقیماً روی افق b از سازند قرمز را بصورت دگر شیب می‌پوشاند. ولی باید توجه داشت که در بیشتر جاهای منطقه این دگر شیبی مشخص نیست. بنابراین تفکیک قسمت‌های بالای سازند قرمز از نهشته‌های پس از آن دشوار است (۵ و ۸).

## ۲ - مطالعات ژئومورفولوژی

### مکانیسم تشکیل شبه کارست

برخلاف ناهمواریهای کارست که انحلال فیزیکی ساده<sup>(۱)</sup> کمتر در کارستی شدن آنها نقش دارند و  $\text{CO}_2$  نقش اصلی را بازی می‌کند. در سنگ‌های رسوبی (مارنی) - تخریبی انحلال ساده فیزیکی، حاکم بر آنها بوده و در ایجاد اشکال شبه کارست نقش مهمی دارد. به این ترتیب نقش  $\text{CO}_2$  که در ایجاد اشکال کارست در

نبود یکی از عوامل فوق، گسترش و تکامل این اشکال را محدود می‌کند. این اختلاف در گسترش و تکامل اشکال سطحی را می‌توان در سازندهای مارن گچی واقع در مناطق شمالی و جنوبی سمنان مشاهده کرد (۶).

#### چاله‌های بارانی Rain Pit

این شکل ساده‌ترین اثر باران و عوامل اقلیمی دیگر بر روی سنگ‌های تبخیری لخت منطقه می‌باشد. این چاله‌ها به ابعاد ۲ تا ۳ سانتیمتر عرض و عمق بین یک تا دو سانتیمتر هستند. بازدیدهای صحرایی نشان داد که در سنگ نمک میزان و شدت باران عامل اصلی تشکیل این نوع ناهمواری بوده است. در صورتیکه در ژپیس و انیدریت دو فاکتور دما و بارندگی این نقش را بازی می‌کردند، بطوریکه در ناهمواری‌های سنگ گچ جنوب سمنان این شکل از ناهمواری یا وجود ندارد و یا خیلی محدود می‌باشند. در صورتیکه در منطقه شمال سمنان این اشکال بصورت توسعه یافته‌تر مشاهده می‌گردد. علت این امر وجود شرایط مساعد از نظر درجه حرارت و بارش می‌باشد (عکس شماره ۱) (۶).

#### شیارهای انحلالی Solution flutes

در منطقه مورد مطالعه این شیارها عمدتاً بر روی سنگ نمک در گنبد‌های نمک یعنی در مناطقی که سنگ نمک بدون پوشش در معرض باران قرار دارد، دیده شد. این اشکال در سنگ گچ و انیدریت یا وجود نداشت یا تکامل نیافته است. این شیارها در سطوحی از سنگ‌های

تبخیری و نسبت بین رسوبات و املاح، اشکال مختلفی بوجود می‌آیند که گرچه با اشکال کارست از نظر مورفولوژی شباهت دارند ولی مکانیسم تشکیل آنها با یکدیگر متفاوت است و این اشکال بعنوان اشکال شبه کارست نامگذاری می‌گردند. همانطور که بیان شد اشکال شبه کارست تحت تاثیر انحلال فیزیکی ساده بوده و بنابراین به نظر می‌رسد عوامل و پارامترهای دیگری غیر از CO<sub>2</sub> از جمله درجه حرارت، درجه اشباع هوا، خصوصیات باران و لیتولوژی بیشترین تاثیر را در شکل گیری این اشکال داشته باشند.

#### اشکال سطحی

این اشکال در سنگ‌های تبخیری که بصورت لخت در معرض هوا و باران قرار می‌گیرند مشاهده می‌گردند. در منطقه مورد مطالعه گسترش و تکامل این اشکال در رابطه با نوع سنگ تبخیری و اقلیم بوده بطوریکه از نظر لیتولوژی سنگ نمک تکامل یافته‌ترین شکل از اشکال سطحی را در گستره زیاد دارا بوده است، که دلیل آن قابلیت حل زیاد هالیت می‌باشد.

این سنگ در منطقه، عمدتاً بصورت گنبد‌های نمکی وجود دارد. پس از سنگ نمک، سنگ گچ (ژپیس) و انیدریت بیشترین اشکال سطحی شبه کارست را در منطقه دارا می‌باشند. در دو سنگ اخیر برخلاف هالیت دو عامل درجه حرارت و رطوبت در گسترش اشکال سطحی دخالت دارند. بازدیدهای صحرایی نشان داد که

بوده و تا حد بدلند این اشکال را می توان مشاهده کرد. گسترش بدلندها نیز به ستبرای سنگ مادر و در معرض فرسایش قرار گرفتن آن وابسته است (عکس شماره ۲).

#### پلهای طبیعی Natural bridge

این نوع شکل از ناهمواریها در مارنهای املاح دار مشاهده می گردد. توسعه و گسترش آن بستگی به شرایط فیزیوگرافی، ریزدانه بودن سنگ مادر - میزان املاح و اقلیم منطقه دارد عامل تشکیل این عارضه، آب باران و میزان شستشوی ذرات و نهایتاً میزان حلالیت می باشد و بدین صورت است که آب باران بر روی دامنه ها جاری شده و بعد از طی مسافتی از مسیر در جایی که قدرت کنش و انحلال پیدا می کند و همچنین شیب کم می شود شروع به شستشوی ذرات و انحلال می نماید و آبراهه زیرزمینی بوجود می آورد و پس از طی مسافتی آبراهه زیرزمینی در سطح زمین ظاهر شده و به مسیر خود در روی دامنه ادامه می دهد. سقف آبراهه زیرزمینی پلهایی را بوجود می آورد که بعنوان پل طبیعی نامبرده می شود. طول آبراهه زیرزمینی یا پل طبیعی بستگی به وضعیت شیب توپوگرافی با شیب تیدرولیکی و نسبت مواد ریزدانه به مواد درشت دانه و ... دارد. هر آبراهه می تواند در مسیر خود چندین آبراهه زیرزمینی یا پل طبیعی تشکیل دهد و پلهای بوجود آمده با توجه به ریزدانه بودن سازند و نیز حلالیت آن شروع به ریزش می کند و نهایتاً تمامی این پل ریزش کرده و آبراهه بصورت روباز درمی آید (شکل شماره ۳ و ۴) (۶).

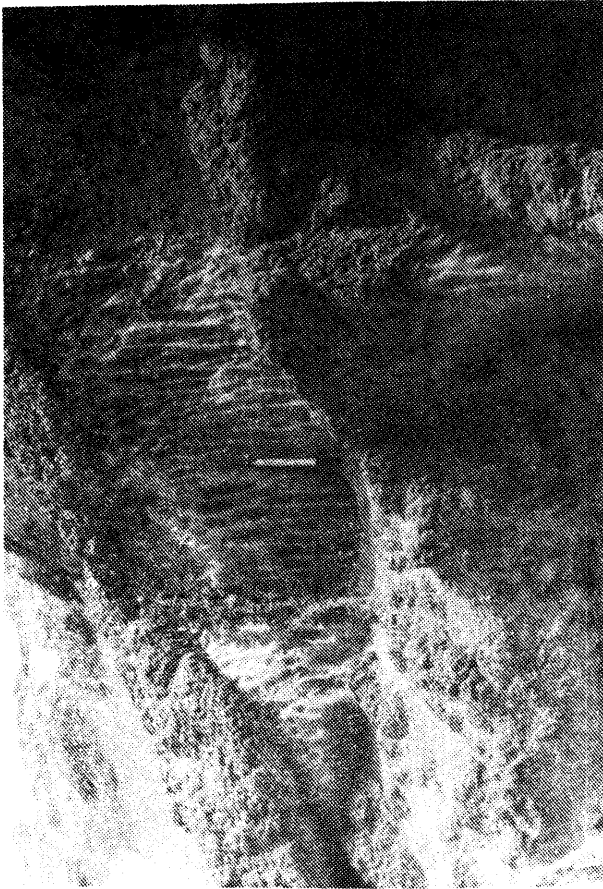
تبخیری مشاهده می شدند که دارای شیب زیاد بانزدیک به قائم باشند. به نظر می رسد بر اثر متمرکز شدن آبهای جاری در مناطق بالای سطوح قائم و جریان یافتن ثقلی آنها این شیارها بوجود آمده اند بنابراین بصورت طولی به سمت پائین امتداد یافته اند که برجستگی بین دو شیار دارای لبه ریزمی باشد. بسته به شرایط لیتولوژیک و اقلیمی اندازه این شیارها متفاوت است. در منطقه جنوب سمنان طول این شیارها در گنبد نمک مورد بررسی متغیر و تا ۲۰ سانتیمتر و عرض آنها بین ۲ تا ۴ سانتیمتر و عمق آنها ۱ تا ۲ سانتیمتر می باشد (عکس شماره ۱) (۶).

اشکال ناهمواریهای حاصل از عمل فرسایش آبی

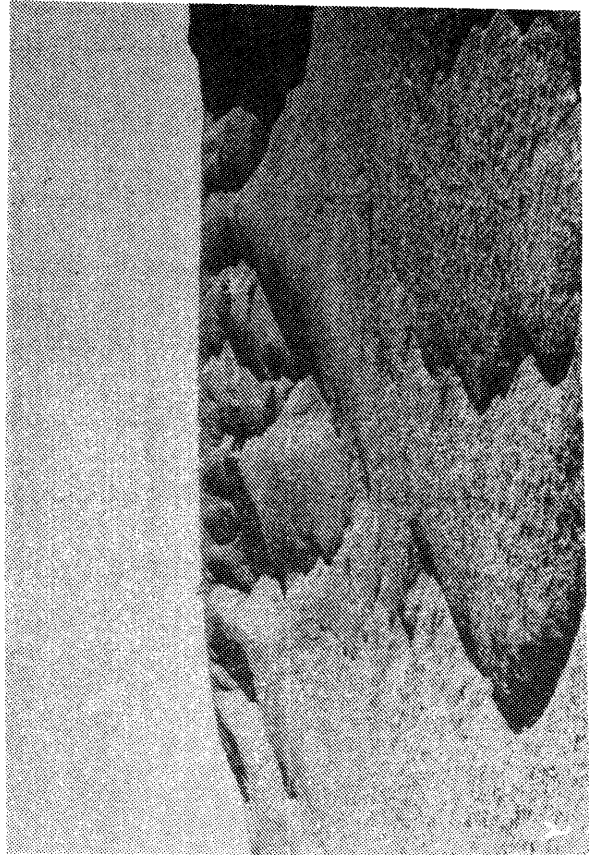
این نوع اشکال که شکل کلی ناهمواریها را تشکیل می دهند، شامل یالها و دره ها و دامنه ها می شوند و حاصل فرسایش آبی می باشند. این اشکال بسته به شدت فرسایش و لیتولوژی منطقه بصورت مختلف مشاهده می گردند.

انواع فرسایش آبی و هزار دره ها

این شکل از ناهمواریها که عامل اصلی آن آب است بسته به جنس سنگ از نظر حلالیت در مراحل مختلف دیده می شود. بطوریکه هرچه سنگ بستر دارای املاح با حلالیت زیاد باشد فرآیند فرسایش آبی و تکامل اشکال حاصل از آن بیشتر است. بنابراین در سنگ مادرهایی (مارنهای) که نسبت املاح با حلالیت بالا به املاح با حلالیت پائین بیشتر است این اشکال پیشرفته تر



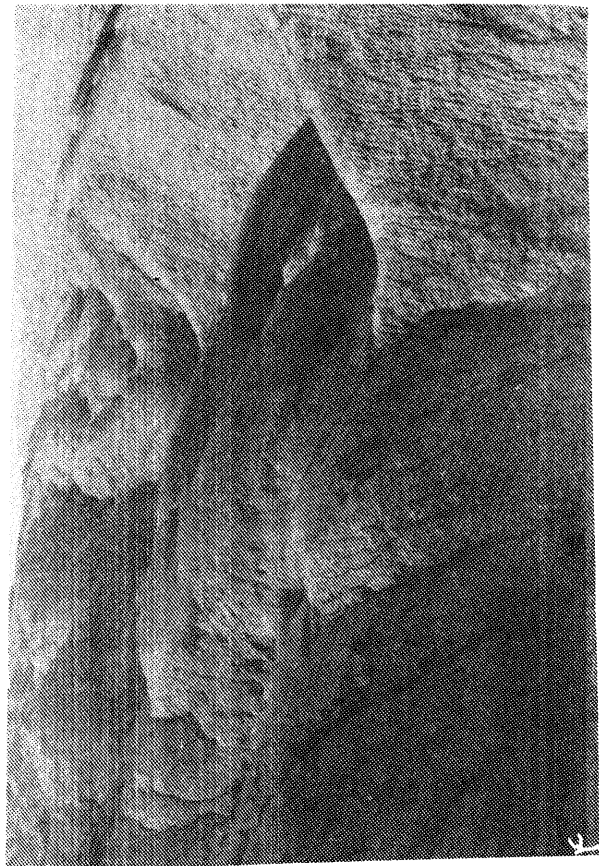
عکس شماره ۱ - شیارهای انحلالی Solution flutes در سنگ نما Halit



عکس شماره ۲



عکس شماره ۳



عکس شماره ۴



## ترکیب اشکال زیرزمینی و سطحی

این نوع اشکال برخلاف اشکال زیرزمینی و سطحی کارست که تنوع و گسترش قابل ملاحظه‌ای داشته و یا می‌توانند داشته باشند، در سنگهای رسوبی (مارنی) و تبخیری محدود است بخصوص اشکال زیرزمینی که به یک سری مجرا یا کانال‌های زیرزمینی با ابعاد کوچک محدود می‌شود، ولی از شکل و مکانیسم تشکیل بسیار جالب توجهی برخوردارند.

در منطقه جنوب سمنان گستره‌ای بسیار زیاد از این ناهمواریها را می‌توان مشاهده کرد. ابعاد و وسعت این اشکال بستگی مستقیم به نوع سنگ مادر و در مرحله بعد بستگی به شیب و شرایط فیزیوگرافی دارند. از نظر ارتفاعی این اراضی در طبقه ارتفاعی ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ متر از سطح دریا مشاهده می‌گردند.

## فرسایش Piping

فرسایش لوله‌ای یا فرسایش تونلی Tunnelling erosion که معادل فرانسوی آن Suffosion می‌باشد، (۱) متداولترین، شاخص‌ترین و جالب‌ترین اشکال شبه کارست می‌باشد که ضمن شباهت با اشکال کارست دارای مکانیسم متفاوت است.

این نوع فرسایش در خاکها و رسوبات سخت نشده رخ می‌دهد که در آن نفوذ آب بتواند ذرات ریزدانه از جمله رس و سیلت را به راحتی از رسوبات دیگر جدا نموده و آنها را حمل کند (۱۲).

شکل فرسایش Piping از دو بخش کاملاً متمایز از یکدیگر تشکیل شده است. بخشی که در زیرزمین بوده و مجراها و کانالهای زیرزمینی را شامل می‌شود و شباهتی به شبکه آبراهه زیرزمینی کارست دارد، با این تفاوت که تکامل و اجزا آن بسیار محدود است.

بخش دیگر که در سطح زمین می‌باشد و بصورت گودال قیفی شکل در ابعاد مختلف ظاهر می‌شود، که از نظر شکل کلی شبیه به دولین کارستی است (بسیاری از منابع نام دولین را بر روی این گودالها گذاشته‌اند) (عکس شماره ۵).

مجرای تخلیه شبکه زیرزمینی اغلب به قطر چند دسی متر است که در منطقه مورد مطالعه حداکثر قطر به ۳ دسی متر (۳۰ سانتی متر) می‌رسید. البته این قطر به مساحت حوزه بالادست و یا به عبارتی تعداد حفرات قیفی شکل بستگی دارد که در بالادست آن وجود دارند. حفره‌ها یا گودال‌های قیفی شکل که در سطح زمین ظاهر می‌شوند بخش ورودی شبکه زهکشی زیرزمینی را تشکیل می‌دهند. اندازه این حفرات قیفی شکل متفاوت می‌باشد. مشاهدات صحرائی نشان داد که اندازه و ابعاد این حفرات بطور مشخص بستگی به لیتولوژی سنگ بستر، میزان و نوع املاح، بافت خاک و ستبرای سنگ دارد (عکس شماره ۴ و ۵). در این رابطه هرچه میزان حلالیت املاح بیشتر و بافت سنگ ریز باشد ابعاد حفرات بزرگتر می‌گردند. بنابراین حفرات قیفی

۴ - وجود خروجی‌ها برای جریان‌های زیرزمینی، اختلاف ارتفاع ناهمواری با سطح اساس محلی موجب گسترش شبکه ئیدروگرافی زیرزمینی و خروج مواد شسته شده می‌شود.

مطالعات و همچنین بازدیدهای صحرائی نشان داد که شدت فرسایش Piping بستگی به عوامل گوناگون دیگری دارد. از جمله، افزایش نسبت Na:Ca-Mg ترکیب نمک‌های محلول، ترکیب رس‌های معدنی قابل تورم بخصوص افزایش مونت موریلونیت، درجه سخت‌شدگی رسوبات - میزان رواناب سطحی و فرسایش آبی، توپوگرافی منطقه و بالاخره گرادیان ئیدرولیک بین ناهمواری و سطح اساس محلی.

مکانیسم ایجاد فرسایش Piping در منطقه بدین ترتیب می‌باشد که با شروع بارندگی در روی ناهمواریها، آب باران در روی دامنه‌ها جاری شده، مقداری از این آب نفوذ کرده و مقداری بصورت رواناب جریان می‌یابد. نسبت آب نفوذی به آب جاری در دو منطقه لیتولوژی یکسان بستگی به فیزیوگرافی بخصوص شیب دارد. بطوریکه در مناطق تقریباً مسطح یا با شیب کم (عمدتاً قله‌ها و مناطق مسطح در ارتفاعات) مقدار آب نفوذ کرده به مقدار آب جاری بسیار زیاد بوده و شرایط ایجاد گودال و قیفهای Piping بوجود می‌آید. در صورتیکه در دامنه‌های شیب‌دار این نسبت برعکس شده و مقدار آب جاری نسبت به آب نفوذی بیشتر شده و به همین دلیل

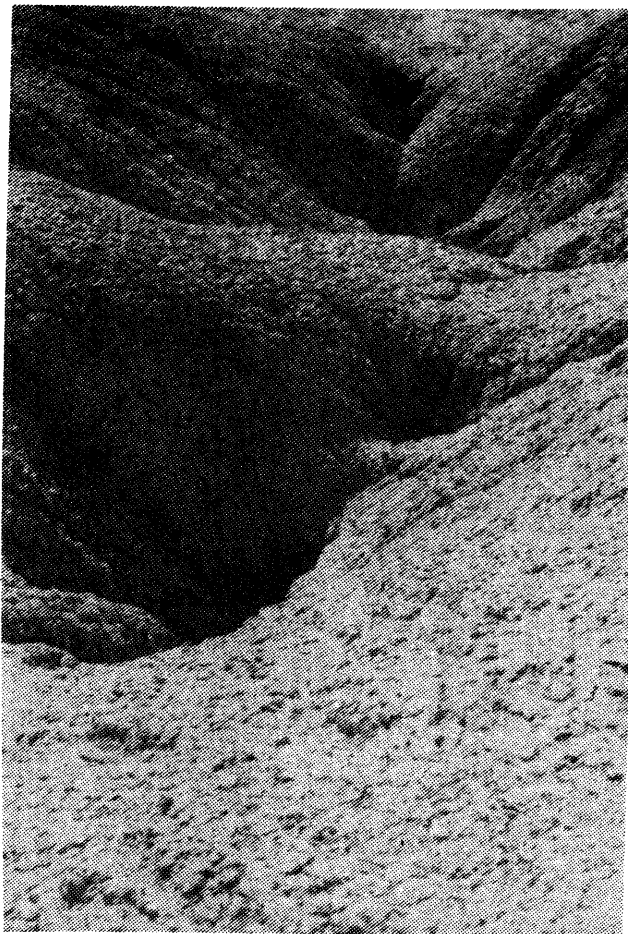
شکل به ترتیب در سنگهای با کانی انیدریت ( $\text{CaSO}_4$ )، ژبیس ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) و هالیت ( $\text{NaCl}$ ) بزرگتر می‌شوند.

بازدیدهای صحرائی نشان داد که شرایط زیر جهت ایجاد فرسایش Piping در منطقه موثر بوده‌اند (۶):

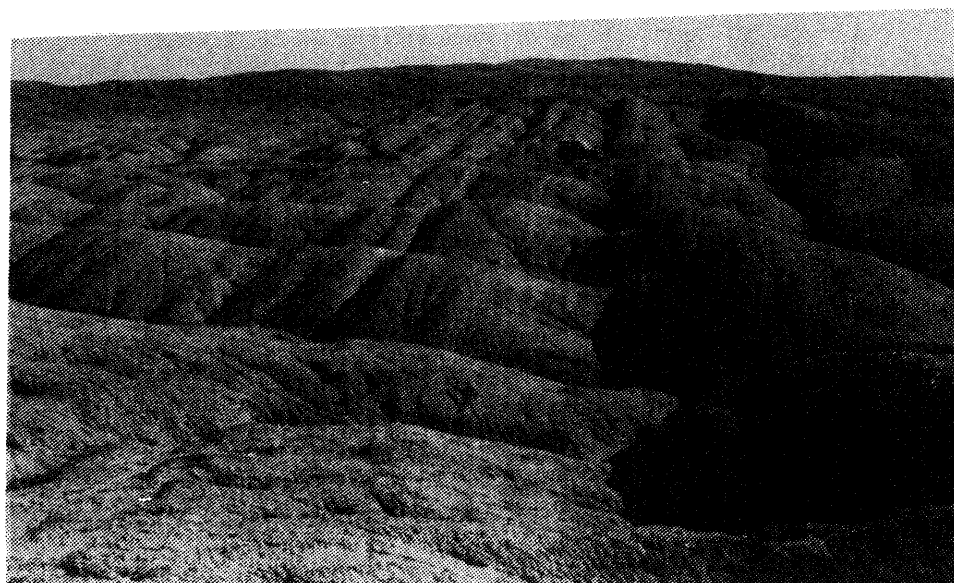
۱ - وجود سنگ بستر رسوبی (مارنی) - تبخیری با قابلیت نفوذ و قابلیت فرسودگی زیاد در بالای سطح اساس محلی (رس‌های قابل تورم دو عملکرد در رابطه با نفوذپذیری دارند وقتی که خشک می‌شوند منقبض شده و ترک‌هایی را ایجاد می‌کنند بنابراین به مواد قابل نفوذی تبدیل می‌شوند که طبیعتاً نفوذ ناپذیرند و زمانی که مرطوب می‌شوند غیر قابل نفوذ و بدون چسبندگی بوده و به آسانی حرکت می‌کنند).

۲- وجود شیب ئیدرولیکی در منطقه مطالعه، این اجازه را به آب زیرزمینی می‌دهد که ضمن حمل مواد ریزدانه و حل املاح موجود در سنگ بستر بتواند حرکت کند و مجراهای زیرزمینی را بوجود آورد.

۳ - با توجه به حضور و پراکندگی حفره‌ها و قیفهای Piping در منطقه، بنظر می‌رسد در حال حاضر نیز آب کافی جهت پیشبرد فرایند Piping وجود دارد و این مقدار آب جهت اشباع کردن مواد سنگ بستر کافی بوده است. ضمن اینکه منطقه اشباع شده نیز در بالای سطح اساس محلی قرار دارد و شرایط را جهت ایجاد Piping تسهیل می‌کند.



عکس شماره ۵ - حفرات و خروجی مجرای زیر زمینی در Piping



عکس شماره ۶ - هزار دره ها (بدلند) و فرسایش piping

رو باز و جزو شبکه ئیدروگرافی سطحی ناهمواری محسوب می‌گردد.

همانطور که بیان شد ضمن گسترش گودالهای بزرگ، در روی دامنه‌های این گودالها نیز با توجه به شرایط فیزیوگرافی سوراخهایی ایجاد می‌شود. این سوراخها نیز همانند گودالها، بزرگ شده و به یکدیگر متصل می‌شوند و ایجاد آبراهه می‌کنند. این آبراهه‌ها ابتدا بصورت آبراهه فرعی و سپس بشکل آبراهه‌های اصلی درمی‌آیند.

نهایتاً با ایجاد آبراهه‌های متعدد و فشردگی شبکه ئیدروگرافی طرحی از ناهمواری بوجود می‌آید که به بدلتند یا هزار دره موسوم است. به عبارت دیگر فرسایش Piping می‌تواند پیش درآمد گسترش آبراهه‌ها و ایجاد هزار دره (بدلتند) باشد (عکس شماره ۶). (۱۲۰۶)

با توجه به اینکه پدیده‌های شبه کارست بخصوص پدیده Piping در سنگهای مارنی جنوب سمنان بسیار نادر بوده و پدیده‌ای که در منابع فارسی و بعضاً خارجی کمتر و یا هیچ اشاره‌ای به آن نشده است. جا دارد ضمن مطالعه دقیقتر از نظر ژئومرلوزی نسبت به مکانیسم تشکیل آنها مطالعاتی صورت گیرد.

در روی دامنه‌ها فرسایش آبی از جمله فرسایش شیاری تا آبراهه‌ای را می‌توان مشاهده کرد. ولی در دامنه‌های با شیب کم، آب جاری پس از طی مسافتی، حفره‌ای در روی دامنه‌ها ایجاد می‌کند و در همان حفره نیز فرو می‌رود. بنظر می‌رسد در ابتداء آب کم و همچنین شیب توپوگرافی اجازه نفوذ و شستشو و حل مواد را به آب نمی‌دهد. ولی پس از طی مسافتی آب متمرکز شده و شرایط ایجاد حفره Piping مساعد می‌گردد (۱۲۰۶).

بهرحال پس از حمل ذرات رس و سیلت غیرمتراکم و همچنین حل املاح توسط آب سوراخهای کوچک (holes) در سطح زمین ایجاد می‌شود. بطوریکه قطر و عمق این سوراخها به چند سانتی متر می‌رسد. این سوراخها بوسیله همین فرآیند توسعه یافته و بزرگ می‌شوند که با بزرگ شدن آنها شرایط برای دریافت آب بیشتر مساعد می‌گردد. در این حالت سوراخها شبیه به گودال یا قیف‌های بزرگ شده و ابعادی در حدود چند متر به خود می‌گیرند. با افزایش جریان و رشد گودالها و ریزش دیواره آنها این بزرگ شدن تا جایی ادامه پیدا می‌کند که دیواره بین دو گودال از بین رفته و دو گودال و گودالهای ممتد به یکدیگر وصل شده و آبراهه ایجاد می‌کنند. از این به بعد آبراهه بوجود آمده بصورت آبراهه

## مراجع مورد استفاده

۱. احمدی، ح. ۱۳۷۸. ژئومرفولوژی کاربردی (فرسایش آبی).

## REFERENCES

۲. سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰
۳. سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح عکس‌های هوایی ۱:۵۵۰۰۰
۴. شهرابی، م، ۱۳۷۲. نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ سمنان، سازمان زمین‌شناسی کشور
۵. علوی نائینی، م، ۱۳۵۱، بررسی زمین‌شناسی ناحیه جام، گزارش شماره ۲۳، انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور
۶. مشهدی، ن. و همکاران ۱۳۷۸. بررسی زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی اشکال شبه کارست در سنگهای رسوبی - تخمیری جنوب سمنان و مقایسه آن با اشکال کارست در سنگهای آهکی شمال سمنان. مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی ایران، معاونت پژوهشی دانشگاه تهران
۷. نبوی، م. ح. ۱۳۶۶. نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ چهارگوش سمنان، سازمان زمین‌شناسی کشور
۸. هوشمندزاده، ع، علوی نائینی، م. حقی پور، ع. ۱۳۵۷. تحویل پدیده‌های زمین‌شناسی ناحیه تروود (از پرکامبرین تا عهد حاضر)، گزارش شماره H5، سازمان زمین‌شناسی کشور
9. Alavi naini, M. Etude Geologique de la region de djam, geological survey of Iran no. 23, 1972.
10. Hans Bobek, 1959, Features and Formation of the Karst at Kavir and Masileh, No.2, Arid Zone Research Center, University of Tehran.
11. J.N, Jennings, Karst Geomorphology, 1987, Blackwell LTD.
12. Ron Cooke, Andrew Warren, A.S. Goudie, 1993, Desert Geomorphology UCL Press (University Collage London).

## Study of the Pseudokarst Landforms (Piping Erosion) in South of Semnan

**N. MASHHADI**

*Instructor of Iran Desert Research Center*

*Received for Publication 30, May. 2000*

### ABSTRACT

The above mentioned project was executed in South of Semnan (Koh Sorkh) Formation of koh Sorkh is Upper Red Formation (U.R.F) Including, Marl, Anhydrite, Shale and Evaporite, including; Halit, Gypsum, Anhydrite. Lithology and geomorphological studies showed that Pseudokarst phenomenons occur in U.P.R and Salt Domes. Geomorphological studies showed that Pseudokarst landforms are as follow:

- 1- surface landforms or landforms resulted from surface weathering includes, rainpit, solution flutes.
- 2- landforms resulted form Water Erosion includes badland and natural bridges.
- 3- composition of surface and underground forms includes, landforms resulted from Piping erosion.

Studies and field observation showed that the most interesting Pseudokarst phenomenon is Piping Erosion. This phenomenon in studied area is formed in different forms and dimension. According to geomorphological studies, this landform is affected by washing out of particles, Solution, available relief, Texture and Bedrock of formation, soluble salt content, hydraulic gradient, rates of surface runoff and denudation.

**Key words :** Pseudokarst, Kars, Halit, tunnelling erosion, salt content, hydranlic gradient, landscape, geomorphology, lithological structur, landformes.