فدراسیون کوه نوردی و صعودهای ورزشی جمهوری اسلامی ایران
I. R. Iran Mountaineering & Sport Climbing Federation

کارگروه غار نوردی و غارشناسی
فدراسیون کوهنوردی

آشنایی با

زمین شناسی غارها و شناخت مورفولوژی کارست

(نگرشی بر چگونگی شکل گیری غارها)

گردآوری ونگارش

عباس توسلی

کارشناس ارشد زمین شناسی

دی ماه ۱۳۸۸

ویرایش پنجم آذر ۱۴۰۰

چکیده

کشور ایران با داشتن پهنه های وسیع کربناته از پتانسیل غارزایی بالایی برخوردار است طبق آمار بیش از ۴۲۰۰۰۰ کیلومتر مربع از سطح کشور را این سازندها در بر میگیرند . اکتشاف غارهای ناشناخته در چند سال اخیر رشد چشمگیری داشته وبا افزایش تعداد علاقمندان به غار نوردی ، روز بروز بیشترنیز خواهد شد. اما کمبودهایی که در زمینه آموزش اکتشاف وشناسایی غارها احساس می شد کارگروه غارنوردی و غارشناسی فدراسیون کوهنوردی را بر آن داشت که اواخر سال ۱۳۸۸ با تهیه و تدوین جزوه آموزشی دوره "زمین شناسی غارها و شناخت مورفولوژی کارست " برگزار نماید . هدف از برگزاری این دوره ها آشنایی با مبانی زمین شناسی مرتبط با غار، شرایط تشکیل غارها ، معرفی پدیده های کارستی ، ناهمواریهای کارستی در ایران ، آشنایی با مباحث حفظ اکوسیستم کارستی ، کاربرد نقشه های زمین شناسی، تصاویر ماهواره و GIS در اکتشاف غارها و... برای علاقمندان می باشد

مقدمه

واژه کارست از ابتدای قرن نوزدهم مورد استفاده قرار گرفت . ابتدا این واژه بوسیله صربهای کرواسی بصورت کرس "krs" استفاده می شد اسلاوها به آن "کار" و ایتالیایی ها آنرا "کارسو" می نامیدند ریشه تمامی این واژگان از زبان قدیمی هند و اروپایی است و بدین ترتیب کارست به واژه های مرسوم دنیای جدید اضافه شد. درشرق کشور یوگسلاوی سابق ناحیه ای قرار دارد که در آنجا سنگهای آهکی در اثر فرآیندهای فرسایش و انحلال منظره خاصی پیدا کرده و به همین جهت ناهمواریهای موجود سنگهای آهکی را ژئومورفولژیست ها نواحی کارستی می نامند. به عبارت دیگر خاستگاه کارست و مطالعات آن اولین بار از این منطقه شروع شد و دانشمند یوگسلاو **" ایوان چه ویچیک"** پدر کارست، نخستین بار در ابتدای قرن بیستم پدیده های کارستی غرب بوسنی وهرزگوین را مورد مطالعه قرار داده و کتابی در این زمینه منتشر کرد.

سالها قبل ازاینکه واژه کارست مورد استفاده قرار گیرد پدیده های انحلالی سنگ آهک بوسیله بشر شناخته شده بود . پدیده هایی مانند غارها، چشمه های بزرگی که از زیرزمین بیرون می زنند و یا رودخانه هایی که در زیر زمین ناپدید می شوند .

هیجان ناشی از اکتشاف غارهای ناشناخته ، زیبایی های آن ، ترس آدمی از عوامل ناشناخته در مناطق کارستی بواسطه رفتارهای خاص مهندسی درسنگها، دستیابی به اطلاعات صحیح از شرایط هیدروژئولوژِی و زمین شناسی و

نگرانی مهندسین سازه در ایجاد تونلها وسدها و ایجاد ساختمانهای مرتفع در مناطق کارستی ، همه وهمه از جمله عواملی هستند که ما را در شناخت بهتر و دقیق تر مناطق کارستی راسخ تر می سازد.

گسترش سنگهای کربناته در ایران وجهان ، اهمیت شناخت و شناسایی مناطق کارستی را در توسعه پروژه های عمرانی ، منابع آب ، و گردشگری دوچندان می سازد.

در زمانهای ماقبل تاریخ غارها محل زندگی بشر، ذخیره آب و مکانی جهت حفاظت در برابر حیوانات وحشی وسرما وگرما، طوفان وسایر بلایای طبیعی بوده است، بدین سان بود که بشر اولیه غارها را برای زندگی انتخاب کرد . در دوره پارینه سنگی تکامل بشر با ایجاد نقاشیهایی از حیوانات وشکار انسان بر دیواره غارها نقش بست . در زمانهای قدیم در یونان ، غارها ، رودخانه های زیرزمینی و چشمه ها قسمتی از فرهنگ یونان باستان بودند و در مورد آن فیلسوفان یونان و رم باستان بحث های زیادی کرده اند و اولین مفاهیم هیدرولوژیک ، چرخه هیدرولوژی و منابع آب ، وقوع وکیفیت آن مربوط به همین دوران ودرهمان مناطق کارستی بوده است. واژه ***کاتاواترون*** ***katavothron*** یک واژه یونانی باستان است که برای رودخانه های سطحی که در میان حفره های بلعنده زیر زمینی ناپدید می شود، بکار می رود.

لوح هایی با خط میخی اولین آثار شناخته شده در تحقیقات هیدروژئولوژی ویا آب زمین شناسی کارست هستند که در سال ۸۵۲ قبل از میلاد نگاشته شده اند ودر آن به سفر پادشاه آشور به سرشاخه های رود دجله اشاره شده است که در آن منشا آب دجله را یک چشمه کارستی ویا رودی که از یک غار خارج می شده دانسته است.

در ۶۵۲ قبل از میلاد دو داستان برای چرخه آب وجود داشت . یک گروه شامل فیلسوفانی مانند تالس و افلاطون بودند که عقیده داشتند که آب با فشار از دریا بداخل سنگها نفوذ کرده و بسمت بالا حرکت می کند و تا زمانیکه به سطح زمین برسد نمک خود را ازدست می دهد و گروه دوم شامل ارسطو وکسانی بودند که معتقد بودند که چشمه ها از تراکم بخار آب در داخل غار ها و مغاره های زیرزمینی تشکیل می شود.

لوسویس آنا اوس شاید مهمترین فیلسوف رومی و نویسنده متون کارست باشد که در کتاب سومش تحت عنوان "سوالات طبیعی" فرایندهای انحلالی وتوسعه غارهای زیرزمینی و بزرگ را توصیف کرده است .

با توجه به موارد عنوان شده این سوال پیش می آید که اهمیت کارست در محیط بشر چه بوده است؟

ضایعات سیاسی – اجتماعی واقتصادی ناشی از هرز رفتن آبهای کشور در مناطق کارستی مانند رشته کوههای زاگرس ، البرز و ایران مرکزی و حضور آب فراوان بصورت سطحی و زیرزمینی (آبراهه های کارستی) ، ذخایر ئیدروکربنی عظیم (نفت وگاز) و همچنین وجود منابع غنی معدنی مانند سرب ، و روی ، نقره و بوکسیتهای کارستی و غارهای ناشناخته بسیار در این مناطق ، اهمیت شناخت کارست و ویژگیهای کارستی را بیشتر می کند.

در یوگسلاوی خاستگاه واژه کارست، ۳۵ درصد سطح زمین کارستی است . در شوروی سابق ۴۰ در صد ودر امریکا ۲۵ در صد سطح زمین را مناطق کارستی بخود اختصاص داده اند در ایران نیز این مقدار به ۱۱ درصد می رسد.تقریبا در کمتراز یک پنجم سطح زیرین زمین، سنگهای کربناته قرار دارند که با خصوصیات فیزیکی پیچیده بخاطر هوازدگی تحت تاثیر شرایط آب وهوایی مختلف ، اشکال متنوع توپوگرافی را ازخود بجا گذاشته اند.در برخی از مناطق در زیر دشتها، نواحی کربناته قرار گرفته اند ودرحالیکه در مناطق دیگرصخره های تیز و بلند ،کوه ها ،دره ها و فروچاله ها مناطق کارستی را تشکیل می دهند.

سنگهای کربناته محل ذخیره مقادیر بسیارآب ، کانی ،نفت وگازهستند . هرچند این مناطق مکانهای مستعد و پر فایده ای را برای بشر امروزی فراهم آورده اند، اما مسایل ومشکلات فراوانی را نیز در ارتباط با گسترش مخزن آب ، زهکشی ، ایجاد شرایط فونداسیون پایدار و جلوگیری از آلودگی آبها وجود دارد. به همین علت پیچیدگیهای زیادی در رابطه با ایمنی و ساخت تمامی انواع سازها ، حفظ محیط زیست غارها ، روشهای اکتشاف منابع آب کارستی ، توسعه منابع آب و حرکت و ایجاد کارست توسط آبها زیرزمینی وجود دارد. آسیب مناطق کارستی بر روی زندگی بشراز نظر مالی بسیار زیاد بوده است . به عنوان مثال در مقاله ای از جان نیوتن در سال ۱۹۸۶ به وقوع بیش از ۶۵۰۰ فروچاله از سال ۱۹۵۰ در شرق امریکا در ارتباط با فعالیتهای بشر اشاره شده است که هزینه تحمیل شده در اثر تخریب و حفاظت در مقابل این فروچاله ها تنها در ۵ سد در این مناطق بالغ بر ۱۵۰ میلیون دلار بوده است .

نهایت اینکه مناطق کارستی دینامیک هستند و از نظر محیطی بسیار حساس . ساختار زمین شناسی ، قابلیت انحلال سنگهای در گیر و شرایط آب وهوایی، تعیین کننده سرعت این تغییرات هستند. بنابر این در اکتشاف غارها و کارست باید ماهیت دینامیکی آن ، سن گردش آب در آن، و حلالیت سنگها مورد توجه قرار گیرد. هرچه قابلیت انحلال بیشتر باشد ، سطح آب های زیر زمینی وسطح اساس آن بیشتر افت می کند و توسعه غارها بطور فزاینده ای درارتباط با توپوگرافی کارست قرار میگیرد.

باید توجه داشت که همه سنگهای آهکی ،کارستی نیستند فرآیندهای فرسایشی بیشتر در انحلال مواد دخالت می کنند، بطوریکه اگر فرسایش اثر نکند و باعث انحلال مواد نشود اشکال غار و کارست بوجود نمی آیند و از طرف دیگر هرچند در اصطلاح فنی پدیده انحلال وخوردگی در سنگهای کربناته (آهک و دولومیت) کارست گفته می شود، اما این پدیده در سایر سنگهای انحلال پذیر مانند سنگهای سولفاته وکلروره نیز دیده می شود، ضمن اینکه این پدیده در سنگهای آواری همانند کنگلومراهای دارای سیمان کربناته یا سولفاته نیز دیده می شود. ولی نام کارست بیشتر درمورد سنگهای آهکی بکار برده می شود.

ایجاد این پدیده توسط سیستمی از آبهای جاری و فرو رو، به همراه جریانهای آبی زیرزمینی امکان پذیراست. به عبارت دیگر در تشکیل و ایجاد رخمونهای کارستی دو عامل اصلی یعنی قابلیت انحلال سنگها و دیگری سیستمی از آبها نقش اساسی در شکل گیری کارست دارند.

غارها درحقیقت مجاری عبور آبهای زیرزمینی در سازندهای سخت گذشته زمین هستند که به سطح زمین راه یافته وقابل دسترسی هستند . زمانی بعنوان زیستگاه غارنشینان ، نیایشگاه و پناهگاه مورد استفاده آدمی بوده است که امروزه اهمیت گردشگری پیدا کرده، اما اینگونه مجاری انحلالی با توجه به ماهیتشان ، در کمیته کارست و سازندهای سخت کشور ، بعنوان نمود آشکار پدیده های کارستی بشمار آمده و بیشتر ویزگیهای زمین شناسی و هیدرولوژی آنها مورد توجه قرار گرفته است.

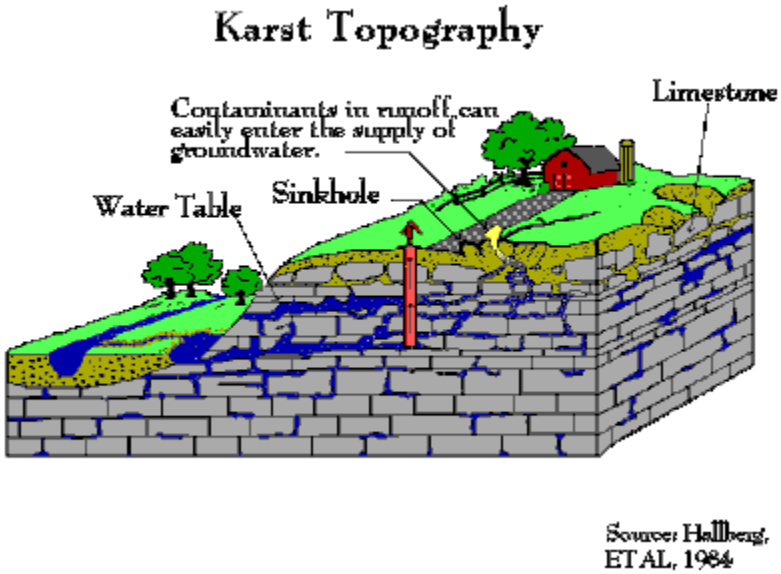
حال با توجه به آنچه که بیان شد می توان چنین گفت که غارهای کربناته در واقع همان حفره های کارستی هستند که طی میلیونها سال فرآیندهای انحلالی ، تخریبی و فرسایشی گسترش یافته و بوجود آمده اند .در این گفتار با توجه به اهمیت موضوع ، سعی شده است ضمن معرفی پدیده های کارستی توضیحاتی نیزدر باره چگونگی شکل گیری آنها داده شود.

کارست Karst

کارست عبارت است از انحلال سنگها بوسیله آبهای زیرزمینی و سطحی، که باعث ایجاد حفره ها ، شکافها ،دالانها وغارها بویژه در داخل سنگهای آهکی است . در یک تعریف کلی کارست حاصل فرآیندهای طبیعی در داخل و سطح پوسته زمین است که به سبب انحلال و شکستگی سنگ های آهکی، دولومیت، گچ، نمک و سایر سنگ های قابل انحلال تشکیل می شود .

همچنین به معنی منطقه سنگی در زبان قدیمی هند و اروپایی است ونیز نام ناحیه ای است در شرق کشور یوگسلاوی سابق که در آنجا سنگهای آهکی در اثر فرآیندهای فرسایش و انحلال منظره خاصی پیدا کرده و به همین جهت ناهمواریهای سنگهای آهکی درسایر نقاط را ژئومورفولگ ها نواحی کارستی می نامند.

عوامل تخریب وفرسایش در روی سنگهای آهکی ناهمواریهای جالبی بر جا می گذارند که به نام ناهمواریهای کارستی نامیده می شوند. همانطوریکه یادآوری شد، فرآیندهای فرسایش بیشتر در انحلال مواد دخالت می کنند ، البته باید توجه داشت که همه سنگهای آهکی ،کارستی نیستند بطوریکه اگر فرسایش اثر نکند و باعث انحلال مواد نشود شکل کارست بوجود نمی آید و از طرف دیگر در سنگهای غیر آهکی مانند سنگ نمک وژیپس می توان اشکال مختلف کارست را مشاهده نمود ،زیرا عمل انحلال در این گونه سنگها نیز عمل می شود ولی به علت اینکه اینگونه سنگها در طبیعت گسترش زیادی ندارند نام کارست فقط درمورد سنگهای آهکی بکار برده می شود.



اهمیت شناخت ناهمواریهای کارستی

همانطور که می دانیم کشور ما سرزمین خشکی است. با توجه به ازدیاد جمعیت و توسعه مراکز شهری وصنعتی ، مصرف آب روزبه روز افرایش می یابد وهمیشه با کمبود آب روبرو هستیم. درسالهای خشک سالی محصولات کشاورزی صدمه دیده و باید منتظر بارشهای جوی باشیم تا سدها پر شوند. و این موضوع تا زمانیکه آبهای سطحی کنترل نشده وبرنامه ریزی آن کامل نشده است ، موفقیت آمیز نخواهد بود.

طبق برآوردهای انجام شده متوسط نزولات جوی کشور حدود ۴۰۰ میلیارد مترمکعب است که از این میزان ۹۰ تا ۱۱۰ میلیارد مترمکعب آن کنترل وبهره برداری می شود و بقیه بصورت آبهای هرز،سیلابها ،تبخیر و بصورت نفوذ در زمین از دسترس خارج میگردد. بخش عظیمی از این آبهای فرو رو رودخانه های زیر زمینی را بوجود آورده و سازندهای کارستی را تشکیل می دهند. که بصورت چشمه در سطح زمین ظاهر شده و یا در داخل سازندهای کارستی ذخیره می شوند واین روند طی میلیونها سال ادامه داشته است.به عنوان مثال می توان گفت :

- ازمنابع آهکی اطراف شیراز می توان سالانه بین ۱۵ تا ۲۰ میلیون مترمکعب آب بهره برداری نمود.
- درمنطقه بندرعباس ازمنابع آهکی می توان سالانه ۶ میلیون مترمکعب آب بهره برداری کرد.

- مطالعات انجام شده در جهرم نشان می دهد که منابع عظیمی از آب در ناهموارهای آهکی منطقه وجود دارد که می تواند تغییرات شگرفی را درکشاورزی منطقه بوجود آورد.
- چاه کیان اباد در جنوب شیراز در سال ۱۳۶۵ حفرشده و ۲۴۰ لیتردر ثانیه دبی دارد. چشمه پیربنو مهمترین چشمه کارستی منطقه شیراز بشمار می آید و حداکثر دبی آن ۳۱۱ و حداقل آن ۱۲۶ لیتر درثانیه ومتوسط دبی آن ۲۱۹ لیتر درثانیه می باشد.

با توجه به آنجا که عنوان شد شناخت ناهمواریهای کارستی در ایران ضمن استفاده از منابع آب آنها، ما را در شناخت واکتشاف غارها یاری خواهد رساند، چرا که ارتباط تنگاتنگ پدیده های کارستی وایجادغارها امروزه امری بدیهی و اثبات شده است. بهمین منظور بد نیست که در ابتدا نگاهی به مناطق کارستی در ایران داشته باشیم تا غارنوردان وغار شناسان و علاقه مندان به اکتشاف غارهای ناشناخته با اطلاعات بیشتر، بهتر بتوانند به اهداف خود نایل شوند.

اهمیت غارها و مناطق کارستی را میتوان شامل موارد زیر دانست:

۱- تمرکز قعالیتهای صنعتی وانسانی بر روی آبرفتها باعث آلودگی این منابع شده است اما از آنجاییکه منابع آب کارستی در کوهها و مناطق مرتفع قراردارند ، امکان آلودگی آنها کمتر است.
۲- هزینه استفاده از منابع آب کارست در مقایسه با آبهایی که در سطح جریان دارند و بوسیله سدها مهار شده و توسط خطوط لوله انتقال می یابند بسیار کمتر است.
۳- در مناطق بسیاری از ایران منابع آب آبرفتی از لحاظ کمی و کیفی دارای محدودیت است.
۴- منابع آب کارستی تغذیه کننده آبخوانها ی آبرفتی کشور هستند.
۵- غارها مکانهای مناسبی جهت شناخت و شناسایی لایه های داخلی زمین هستند که میتوان فعالیتهای تکتونیکی زمین را در آنها مشاهده کرد.
۶- همچنین غارها مکانی جهت شناسایی شرایط آ ب وهوایی و جغرافیایی گذشته زمین خواهند بود.
۷- نقاشیها و آثاربجای مانده از بشر غار نشین می تواند سیرتکامل وپیشرفت انسان مشخص سازد.
۸- ودیگر اینکه اهمیت غار در ایجاد فضاهای توریستی طبیعی و توسعه گردشگری و ورزش غار غارنوردی وغار پیمایی برکسی پوشیده نیست.
۹- استفاده از غارها بعنوان پناهگاه، انبار ذخیره،مکانهای سرپوشیده جهت فعالیتهای انسانی، پرورش قارچ وگلخانه ازموارد دیگر کاربرد آنهاست.

شکل گیری غارها تحت تاثیرپدیده های تکتونیکی وانحلال سنگهای آهکی ودولومیتی است که عامل دوم یعنی انحلال، سهم بسیار زیادی در این شکل گیری دارد، بطوریکه می توان گفت بیش از ۹۸درصد غارهای دنیا تحت تاثیر این پدیده بوجود آمده اند و هرچه درجه خلوص این آهکها بالاتر باشد انحلال بهتر صورت می گیرد. عامل دیگراین شکل گیری، سن طبقات کربناته و ضخامت آنهاست و همچنین شرایط آب و هوایی مناطقی که ساختارهای آهکی در آنها قراردارند یکی از مهمترین موضوعاتی که باید در اکتشاف غارها مد نظر داشت انطباق مناطق آهکی و یا کربناته با مناطق کارستی و همخوانی این دو، با مناطقی است که در آن غارها بوجود آمده اند و درحال شکل گیری هستند و این موضوع می تواند مهمترین کلید اکتشاف غارها باشد.

ناهمواریهای کارستی در ایران

سازندهای آهکی و دولومیتی گسترس زیادی در کشور دارند بطورکه رشته کوههای زاگرس از شمال غرب تا جنوب، رشته کوههای البرز در شمال و رشته کوههای مرکزی ایران را شامل می شود.

الف- زاگرس

ناهمواریهای کارستی در نواحی شمال غربی تا جنوب غربی در ارتفاعات زاگرس توسعه وفعالیت دارند،بطوریکه در این نواحی بیش از ۳۵۰۰۰۰ کیلومتر مربع را فراگرفته اند. با وجود آنکه زاگرس شمالی و جنوبی اقلیم متفاوتی دارند، ولی با در نظر گرفتن شرایط تکتونیکی از وضعیت متشابهی برخوردارند. بطوریکه تاقدیسها،ارتفاعات اطراف دشت را تشکیل و ناودیسها دشتهای آبرفتی را بوجود آورده اند، البته این پدیده درتمام رشته کوههای زاگرس عمومیت نداشته بطوریکه هرچه بسمت نواحی جنوبی زاگرس برویم با ناهمواریهای کارستی جوان تری مواجه خواهیم شد که احتمالا سن آنها به دوره الیگوسن خواهد رسید.یکی از مناطق مهم کارستی که در نوع خود درکشوربی نظیرمی باشد ، چنارشاهیجان (تقاطع جاده بوشهر،کازرون و اهواز)است.د ر شمال این منطقه توده های آهکی زاگرس شکستگی بزرگی را بوجود آورده که به تنگ چوگان معروف است و غار شاهپور در دامنه های این شکاف قرار دارد، در زاگرس جنوبی آهک آسماری از نظر ایجاد رخساره های کارستی در اولویت بوده و بعد از آن آهک بنگستان است.

ب- البرز

در ارتفاعات البرز بویژه در دامنه های شمالی آن فعالیت کارست فراوان است، بطوریکه ناهمواریهای کارستی را از نواحی آستارا تا کپه داغ می توان مشاهد نمود.

از مهمترین پدیده های کارستی در این نواحی بخصوص مناطق جنگلی ،دولین ،اوولا،و آون است ، هرکجا پدیده کارستی گسترش دارد ، زهکشی خوب انجام شده و سطح جنگل در مدت کوتاهی خشک شده و حتی اثر کمی از چشمه در آن دیده می شود، زیرا جریانهای آبی به داخل درزو شکافها راه یافته و از مسیرهای زیرزمینی خارج می شوند. مطالعات انجام گرفته در جنگل خیرودکنار(جنگل تحقیقاتی دانشکده منابع طبیعی) نشان می دهد که بدلیل ساختار سنگ شناسی منطقه که از توده های آهکی سخت وفشرده دوران دوم زمین شناسی تشکیل یافته ،پدیده های کارستی توسعه چشمگیری دارد. البته نظیر این ناهمواریها را در منطقه سیاهکل ودیلمان نیز می توان دید.

ج – ارتفاعات مرکزی ایران

در این نواحی بدلیل کم بوده نزولات جوی ، پدیده های کارستی در شرایط فعلی فعالیت چندانی نداشته و آثار پدیده های کارستی فعلی مربوط به دوره آب و هوای مرطوب گذشته (اواخر دوران چهارم) می باشد که توانسته با شرایط اقلیمی گذشته این ناهمواریها را بوجود بیاورد، بدلیل نفوذ رگه های جوان سنگهای آذرین در سنگهای آهکی و همچنین اثر نیروهای کوهزایی تغییرات وسیعی در ساختارهای کارستی ایجاد شده است.

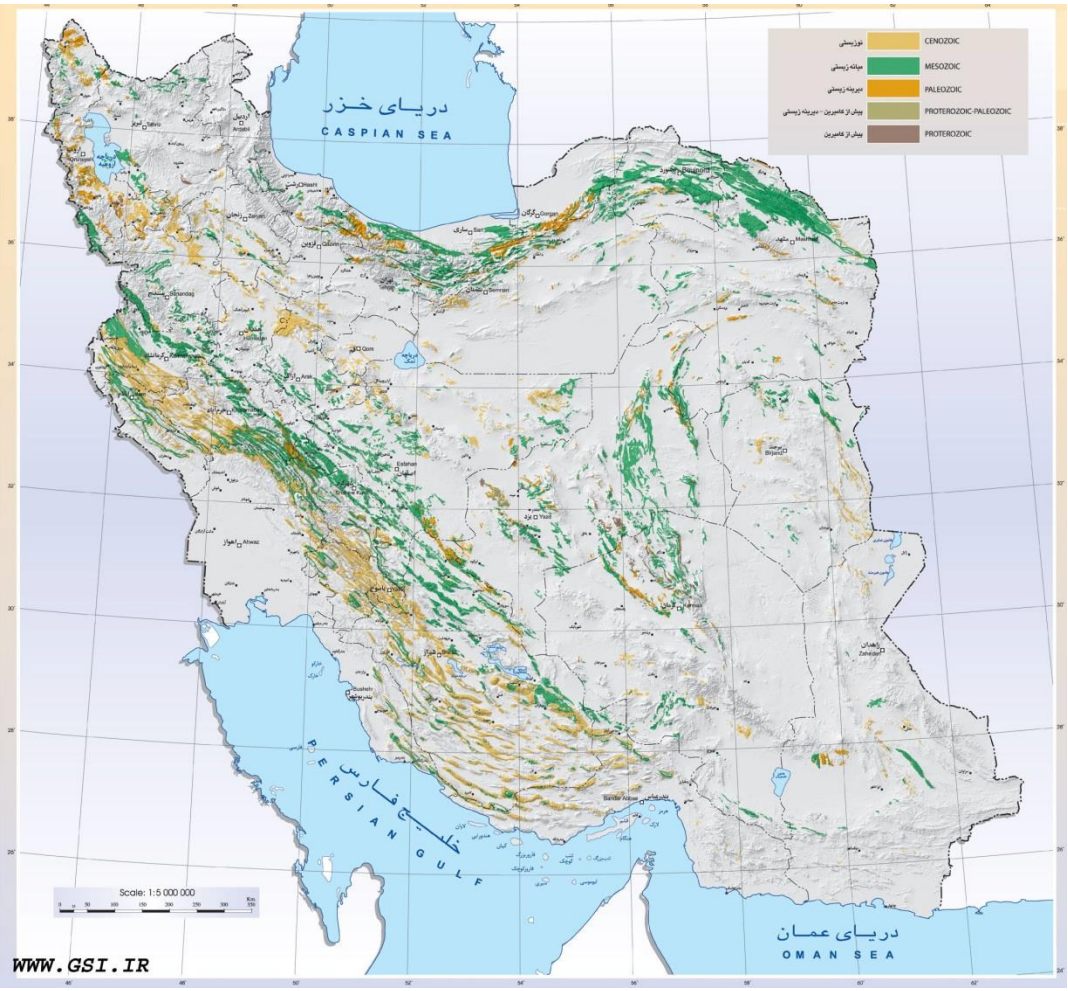
در اینجا از مطالعات انجام شده بوسیله وزارت نیرو از کوههای مرکزی نمونه هایی بیان می شود:

- در منطقه کاشان عملیات حفاری در توده های آهکی ارتفاعات جنوب فین در عمق ۱۱۷ متر به آب رسیده و تا ۱۶۰ متری این وضعیت ادامه داشته و دبی آب ۳۰ لیتر در ثانیه بوده است.
- درمنطقه یزد یکی از مهمترین ناهمواریهای کارستی در مرکز ایران را می توان مشاهده نمود ،قسمت اعظم ارتفاعات شیرکوه یزد از سازند آهکی کرتاسه تشکیل شده است و از مشخصات سنگی آن یکنواختی آهک است که شرایط مناسبی را برای ایجاد ناهمواریهای کارستی فراهم می اورد. بررسیهای انجام شده دره تفت نتایج خوبی را در برداشته است، بعلاوه چشمه های موجود درمنطقه همچون، غربال بیز و تامهر

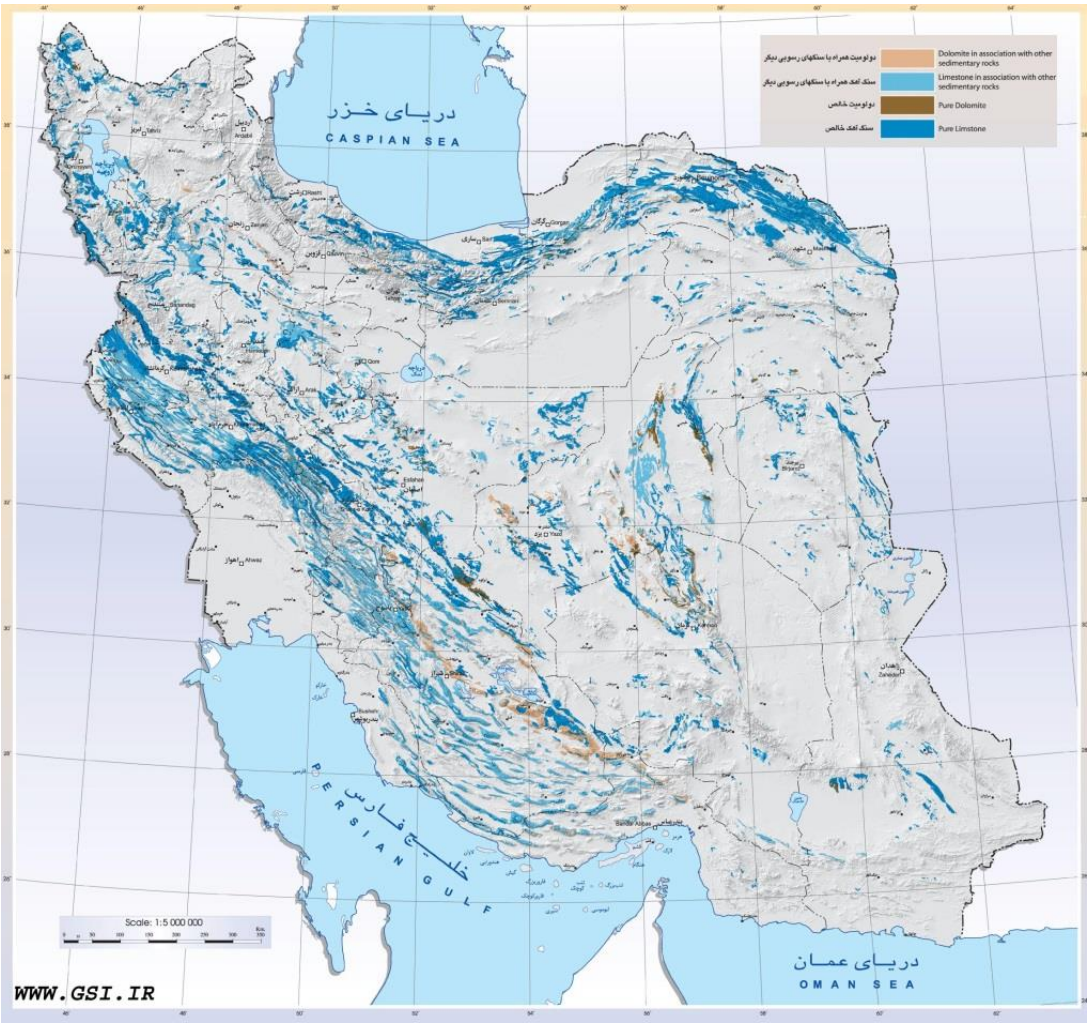
دارای دبی قابل ملاحظه ای هستند بطوریکه بعضی از آنها بیش از ۲۰۰ لیتر در ثانیه آبدهی دارند.

در سالهای گذشته با توجه به اهمیت منابع آبی کارست در کشور ،تحقیقات کاربردی و سیتمایکی جهت مطالعه وشناخت حوضه های کارست کشور صورت گرفته است. پس از تاسیس مرکز کارست کشور در اواخر سال ۱۳۶۹ و با پایان گرفتن مطالعات نیمه تفضیلی در حوضه کارست مهارلو به عنوان حوضه نمونه کشور، در برنامه اول توسعه ، این مطالعات با هدف شناخت پتانسیل بهره برداری در سه حوضه دیگر کشور تا پایان برنامه دوم توسعه درسال

۱۳۷۸ جمعا ۵۴۰۰۰ کیلومتر مربع از سطح کشور مورد بررسی قرار گرفت و در نظر است که تا پایان برنامه سوم وچهارم توسعه در سال ۱۳۸۸ جمعا ۴۲۰۰۰۰ کیلومترمربع از حوضه های کارستی کشور مورد مطالعات نیمه تفضیلی قرار گیرد.



نقشه پراکندگی سنگهای کربناته براساس سن (رنگهای سبز و زرد سنگهای کربناته را نشان میدهد)



نقشه پراکندگی ستگهای کربناته به تفکیک لیتولوژی

گروه سنگهای کارستی

سنگهای کارستی در گروههای اصلی کربناته ، سولفاته ،کلروره و آواری معرفی می شوند. براساس برآوردها حدود ۲۹٪ پوسته زمین را مناطق کارستی تشکیل داده اند.

بدلیل ترکیب شیمیایی متفاوت گروه سنگهای کارستی کربناته ، سولفاته و کلروره ، کانی زایی متفاوتی نیز می توان از آنها انتظار داشت.

بر همین اساس کانیهای اصلی سنگهای کربناته شامل، کلسیت ، آراگونیت ،دولومیت و مگنزیت ، کانیهای اصلی سنگهای سولفاته شامل ، ژیپس و آنهیدریت و کانیهای سنگهای کلروره شامل ، هالیت ، سیلویت و کارنالیت ، می باشند که جدول برخی از مشخصات فیزیکی و شیمیایی آنها به تفکیک هر گروه در ذیل آورده شده است.
غارنوردان در غارها یا انواع مختلفی از تزئینات داخلی غار و بلورها به اشکال و ترکیبات گوناگون روبرو خواهند شد . این تزئینات خود از کانیها و ترکیبات متنوعی تشکیل شده اند . جهت شناخت هرچه بهتر این پدیده های زیبا لازم است که در ابتدا تعریفی از کانیها ، شرایط تشکیل ، خواص فیزیکی و شیمیایی آنها داده شود.

کانی Mineral

کانی عبارت از عنصر یا ترکیبات شیمیایی همگنی است که بطور طبیعی در زمین یافت می‌شود. ترکیب شیمیایی کانی‌ها معین است، و معمولا متبلورند. خواص فیزیکی کانی‌ها در حدود مشخص ممکن است تغییر کند. برخی کانی‌ها از یک عنصر خالص و بسیاری از آن‌ها از دو یا چند عنصر درست شده‌اند . هر کانی دارای مشخصات ویژه و انحصاری مانند سیستم تبلور ، سختی ، کلیواژ ، جرم مخصوص ، رنگ و... می‌باشد. در بعضی از کانی‌ها ، اتم بعضی از عناصر ساختمان بلوری قابل تعویض با اتم‌های هم اندازه از عناصر دیگر می‌باشد.
تاکنون بیش از ۳۰۰۰ نوع کانی در دنیا شناخته شده اند . برای مطالعه آنها ابتدا باید به طریقی آنها را طبقه بندی کرد. اولین طبقه بندی نسبتا علمی کانی‌ها را ابوعلی سینا ، دانشمند ایرانی انجام داده است. امروزه کانی‌ها را بر اساس نحوه تشکیل ، ترکیب شیمیایی و ساختمان آنها طبقه بندی می کنند. واژه کانی از واژه فارسی کان گرفته شده‌است که به آن سنگ معدن نیز گفته می‌شود.

تبلور

معمولا کانی‌ها بصورت اشکال منظم هندسی متبلور می‌شوند که به آنها بلور می‌گویند. بلور را می‌توان به عنوان جسمی که دارای ساختمان اتمی منظم است، تعریف کرد. هرگاه بلور را بطور مداوم به قطعات کوچک تقسیم کنیم، به جایی می‌رسیم که دیگر قابل تقسیم کردن نیست. این جز کوچک غیر قابل تقسیم ، معمولا دارای شکل هندسی منظم است که اتم‌های تشکیل دهنده بلور در رئوس ، مراکز سطوح ، وسط یال‌ها و یا مرکز آن قرار دارند و به نام واحد بلور یا سلول اولیه خوانده می‌شود. هر جسم متبلور از پهلوی هم قرار گرفتن تعداد زیادی سلول اولیه تشکیل شده است که به نام شبکه بلور نامیده می‌شود. بسته به عناصر قرینه‌ای که در سلول اولیه وجود دارد، اجسام متبلور را

به ۷ سیستم شامل سیستم مکعبی ، تتراگونال ، تری گونال ، هگزا گونال ، ارتورومبیک ، مونوکلینیک و تری کلینیک تقسیم می کنند .

خواص عمومی کانی‌ها

سختی

سختی را می توان به صورت مقاومت کانی در برابر خراشیده شدن تعریف کرد .در کانی شناسی ، سختی یک جسم را با جسم دیگر می سنجند. طبق تعریف اگر جسمی ، جسم دیگر را مخطط کند از آن سخت تر است. برای سنجش سختی کانی‌های مختلف 10کانی را به عنوان مبنای سختی انتخاب کرده‌اند و سختی سایر کانی‌ها را نسبت به آنها می‌سنجند. این مقیاس به نام مقیاس موس معروف است.

درجه سختی ده کانی با توجه به جدول موس

کلیواژ

برخی از بلورها در امتدادهای بخصوصی به آسانی و به صورت سطوح صاف شکسته می‌شوند. این سطوح به نام سطوح رخ یا کلیواژ خوانده می‌شود. باید توجه داشت که سهولت شکستن کلیواژ در کانی‌های مختلف متفاوت است و حتی ممکن است یک کانی دارای امتداد کلیواژهای مختلف باشد . مانند کلسیت

جرم مخصوص

جرم مخصوص به علت ناخالصی‌های موجود در کانی ثابت نیست و همیشه مقدار آن بین دو حد در نظر گرفته می‌شود. جرم مخصوص یکی از مشخصات مهمی است که توسط آن می‌توان نوع کانی را مشخص کرد .

رنگ

رنگ کانی‌ها معمولا خیلی متغیر است و بسته به عوامل فیزیکی و شیمیایی در حد وسیعی تغییر می‌کند. بطوری که نمی‌توان آن را جز مشخصه‌های اصلی در نظر گرفت. ولی رنگ خاکه کانی یعنی رنگی که در اثر مالش آن با یک صفحه چنین حاصل می‌شود، نسبتا ثابت تر است و در خیلی موارد به شناسایی کانی کمک می‌کند .

جلا

اشعه‌ای که در سطح کانی منعکس می‌شود منظره ویژه‌ای به آن می‌دهد که به نام جلای کانی خوانده می‌شود. جلای کانی به خواص سطح و قدرت جذب آن بستگی دارد و به انواع فلزی ، الماسی ، شیشه‌ای ، صمغی ، مومی ، صدفی ، چرب و ابریشمی تقسیم می‌شود .

خواص مغناطیسی

بعضی از کانی‌ها دارای خواص آهنربایی طبیعی‌اند که کمک موثری در شناسایی آنها بشمار می‌رود .

خواص شیمیایی

از خواص شیمیایی کانی‌ها نیز می‌توان برای شناسایی آنها استفاده کرد. از جمله این خواص می‌توان قابلیت انحلال کانی در آب و محلول‌های شیمیایی ، تشکیل املاح با اسیدها و بازها و ... نام برد .

- **طبقه بندی کانی ها**

بطور کلی کانیها به انواع زیر تقسیم بندی میشوند :

- **سیلیکات ها:** از ترکیب شدن سیلیسوم، اکسیژن و یک یا چند فلز به دست می آیند. به دو دسته‌ی سیلیکات های تیره(دارای آهن و منیزیم) و سیلیکات های روشن(بدون آهن و منیزیم) تقسیم می شود. الیوین، پیروکسین، آمفیبول
- **سولفات ها:** از ترکیب بنیان سولفات و یک یا چند فلز به دست می آیند. حدود ۱۵۰ کانی از این گونه وجود دارد که انیدریت، ژیپس، باریت
- **کربنات ها:** از ترکیب بنیان کربنات با یک یا چند فلز بدست می ایند کلسیت و دولومیت
- **فسفات ها:** ترکیب شدن فسفر، اکسیژن و یک یا چند فلز به دست می آیند. آپاتیت و فیروزه

- **هالیدها:** ترکیب های گوناگونی از هالوژن ها، یعنی کلر، فلئور، برم و ید با یک فلز هستند. هالیت، سیلویت و فلئوریت از این دسته اند
- **سولفیدها:** ترکیبی از گوگرد با یک فلز هستند. بیش از ۲۰۰ نوع سولفید در طبیعت پیدا شده که گالن، پیریت، اسفالریت وکالکوسیت از آن ها هستند.
- **اکسیدها:** از ترکیب شدن اکسیژن با یک فلز به دست می آیند. یخ، هماتیت، مانیتیت، لیمونیت
- **کانیهای خاص :** بصورت خالص وبدون ترکیب با عناصر دیگر در طبیعت وجود دارند . طلا، مس ، الماس

مشخصات فیزیکی وترکیب شیمیایی کانیهای کربناته

نام کانی	ترکیب شیمیایی	جوشش با اسید	وزن مخصوص	سختی	رنگ
کلسیت	CaCO3	جوشش شدید	۲/۷	۳	سفید-زرد-قهوه ای
آراگونیت	CaCO3	می جوشد	۲/۹	۴-۳/۳۵	سفید-زرد
دولومیت	CaMg(CO3)2	جوشش جزیی	۲/۸	۴-۳/۳۵	سفید –قهره ای
مگنزیت	MgCO3	جوشش فقط با اسید گرم	۳- ۳/۲	۵-۳/۵	سفید-زرد

مشخصات فیزیکی وترکیب شیمیایی کانیهای سولفاته

نام کانی	ترکیب شیمیایی	وزن مخصوص	سختی	رنگ
آنهیدریت	CaSO4	۳	۳-/۳/۵	سفید
ژیپس	CaSO4,2H2O	۳	۲	سفید –بی رنگ

مشخصات فیزیکی وترکیب شیمیایی کانیهای کلریدی

نام کانی	ترکیب شیمیایی	وزن مخصوص	سختی	رنگ
هالیت	NaCl	۲/۱	۲/۵	سفید –بی رنگ
سیلویت	KCl	۱/۹	۲	سفید –بی رنگ
کارنالیت	KCl,MgCl,6H2O	۱/۶	۱	سفید

غارها خود یکی از اشکال کارستی هستند که بر روی دیواره ، سقف و کف آنها، شکلها و تزئینات زیبایی را می توان دید که از کانیهای گروه کربناته ویا سایر گروهها درست شده اند. رایج ترین کانیها در غارها ، کلسیت و آراگونیت است.

کلسیت با اشکال بلورین خاص خود بصورت مکعبی مایل و یا منشوری در رنگهای شیری، کرم تا قهوه کم رنگ تا تیره با توجه به ناخالصیهای تشکیل دهنده آن دیده می شود. آراگونیت نیز بصورت بلورهای رشته ای و بهم چسبیده و با همان ترکیب و رنگ شبیه کلسیت ، دیده می شود.

ژیپس در واقع همان بلور گچ آبدار است ک بصورت شفاف یا بی رنگ وکدر دیده می شود و با کمترین حرارت ، حتی شعله کبریت آب خود را از دست داده و به رنگ سفید در می آید که در حقیقت همان آنهیدریت است.

هالیت یا همان بلور نمک طعام که بصورت بلورین وبه رنگهای شفاف تا کدر ، سفید،صورتی ، قرمز ، زرد تا قهوه ای ونارنجی دیده می شود و وجود ناخالصی در آن باعث تنوع رنگها می شود.

سیلویت وبا نمک پتاسیم که به رنگهای سفید وشفاف دیده می شود. گس وتلخ مزه است . کارنالیت که درصد فراوانی آن نسبت به دوکانی دیگرکمتر است مزه ای تلخ تا ترش دارد.

قابلیت انحلال کانیهای تشکیل دهنده سنگهای کارستی به ترتیب از کلرور به سولفات و کربنات کاهش می یابد ، بطوریکه قابلیت انحلال هالیت(کلروره) یا بلور نمک طعام بیشتر از ژیپس(بلور آبدار گچ) می باشد و به همین ترتیب انحلال پذیری کانی کربناته کلسیت کمتر از ژیپس(سولفاته) است.

قابلیت انحلال کربنات کلسیم در آب خالص ۱/۵ میلی گرم در لیتر است ، اما با افزایش میزان گازکربنک به ۲۰۰ میلی لیتر، حلالیت آن به ۳۰ میلی گرم درلیتر افزایش پیدا می کند یعنی ۲۰ برابر می شود. حلالیت کانیهای سولفاته در آب خالص حدود ۲/۵ گرم در لیتر و میزان حلالیت کلرید سدیم (نمک طعام) حدود ۳۶۰ گرم در لیتر است.

طبقه بندی سنگها

سنگها ماده تشکیل دهنده پوسته زمین و ناهمواریهای سطح آن هستند که خود از یک یا مجموعه چند از کانیها و قطعاتی از سنگهای دیگر درست شده اند. بطور کلی سنگها را یه سه گروه تقسیم میکنند:

۱- سنگهای آذرین ۲- سنگهای رسوبی ۳- سنگهای دگرگونی

هریک از این رده های نیز به چند دسته نقسیم میشوند .

۱- سنگهای آذرین Igneous Rock

در زمین‌شناسی به سنگ‌های حاصل از انجماد مواد مذاب سنگ‌های آذرین می گویند. سنگ‌های آذرین به دو دسته **سنگ‌های آذرین درونی و سنگ‌های آذرین بیرونی** تقسیم می‌شوند.

سنگهای آذرین بیرونی حاصل فرآیند آتشفشانی و بیرون ریختن مواد مذاب از دهانه آتشفشان هستند که بسرعت سرد شده اند . این سنگها با توجه به اینکه بسرعت سرد شده اند فاقد بلور و یا ریز بلور هستند . مانند بازالت و ریولیت

سنگ‌های آذرین درونی حاصل فرآیند سرد شدن تدریجی ماگما در قسمتهای زیرین سطح زمین هستند و با توجه به اینکه به آرامی سرد شده اند بلورین ویا دارای بلورهای درشت از کانیها هستند. مانند گرانیت و گابرو از همه معروفتر هستند.

گرانیت(آذرین درونی)

توده سنگ آذرین بیرونی (تراکی آندزیت)

۲- سنگهای رسوبی Sedimentary Rock

سنگ های رسوبی بیش ازهفتادوپنج درصدسطح زمین را می پوشانند. یک توده رسوبی شامل موادی است که در سطح یا نزدیک سطح زمین ودر محیطی که دارای فشار و حرارت پایین ، انباشته شده است. معمولاً سنگهای رسوبی از تخریب سایر سنگها ، ویا ته نشین شده مواد محلول در محیط های مختلف رسوبی ته نشین می گردند ، این رسوبات به روش های مختلفی تشکیل می شوند. رسوبات در برخی از مواقع از هوازدگی و فرسایش سنگ های قدیمی تر تشکیل می شوند که در این شرایط به رسوب تخریبی یا آواری می گویند. گاهی اوقات رسوبات در اثر فرایند های بیولوژیکی ، شیمیایی و یا بیو شیمیایی ، نیز تشکیل می شوند. این گروه از سنگها خود به سه دسته تقسیم میشوند

- الف –رسوبی آواری: ماسه سنگ ، گنگلومرا
- ب- رسوبی شیمیایی: آهک ، دولومیت
- ج- رسوبی تبخیری: گچ و نمک

سنگ کنگلومرا

ماسه سنگ

بعنوان مثال تشکیل رسوبات تبخیری نظیر نمک و گچ یک فرایند شیمیایی است. مواد رسوبی هرگاه تحت تأُثیر فرایندهای سنگ زدایی قرار گیرند تبدیل به سنگ رسوبی می شوند . مطالعه سنگ های رسوبی برای ما بسیار حائز اهمیت است ، زیرا اطلاعات بیش از ۹۸ درصد از غار ها در داخل سنگهای رسوبی بخصوص سنگهای آهکی و

دولومتی بوجود می آیند ، همچنین بسیاری بسیاری از معلومات ما درباره تاریخ گذشته زمین در این سنگ ها نهفته است. بخش مهمی از ذخایر معدنی که دارای ارزش قابل توجهی می باشند از سنگ های رسوبی بدست می آیند. بعنوان مثال قسمت عمده نفت ، گاز طبیعی ، زغال ، نمک ، املاح پتاسیم، سنگ گچ ، سنگ اهک ، فسفات از سنگ های رسوبی بدست می آیند.

۳- سنگ ها ی دگرگونی Metamorphism Rock

سنگهای ثانویه هستند که از دگرگون شدن سنگهای آذرین ، دگرگونی و رسوبی که قبلا وجود داشته اند تشکیل می شود . عامل دگرگونی می تواند فشار ، گرما ، اثر سیالها و جانشینی باشد . دو عامل ماهیت سنگ دگرگونی را تعیین می نماید:

-ترکیب سنگ اولیه

-چگونگی ترکیب عوامل دگرگونی که روی آن اثر گذاشته اند.

در شرایط مختلف ، بافتهای متفاوتی حاصل می شود ، لذا بافت اولیه مبنای تشخیص سنگهای دگرگونی از یکدیگر می باشد.

سنگ مرمر بر اثر دگرگون شدن سنگ آهک یا دولومیت ایجاد می شود . مرمر اغلب دارای بلورهای درشت است که وجه تمایز آن با سنگ های کربناتی رسوبی است . کانی اصلی تشکیل دهنده اغلب مرمر کلسیت است و نیز دارای کانی هایی مانند کوارتز ، گرافیت ، هماتیت ، لیمونیت ، پیریت و غیره نیز هستند.

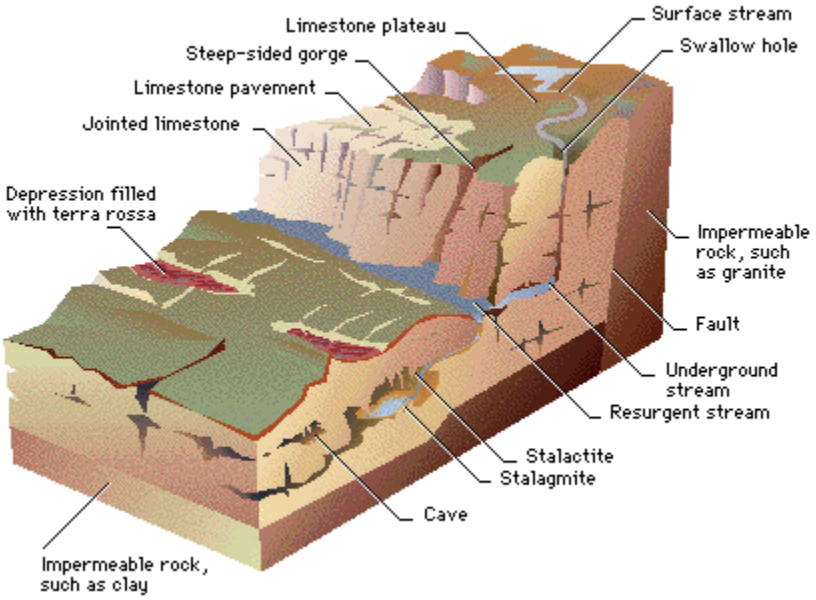
سنگهای آهکی کارستی

این سنگها ازآهک نسبتا خالص ویا سنگ دولومیت به فرمول شیمایی $Ca(CO3)2\ Mg$(کربنات مضاعف کلسیم ومنیزیم) تشکیل یافته اند. سنگهای آهکی دولومیتی به علت دارا بودن کربنات کلسیم محلول و کربنات منیزیم محلول اشکال بسیار جالبی از خود در طبیعت برجا می گذارند . از طرف دیگر آهک به علت داشتن خلل وفرج فراوان، آب بسهولت در آن نفوذ کرده و آنرا تخریب می نماید.

مناطق کارستی بصورت صخره ای دیده می شوند ، زیرا که آهک به هیچ وجه در اثر عوامل تخریب به خرده سنگهای کوچک و ریز تبدیل نمی شود بلکه چنانکه قبلا گفته شد عمل انحلال درتغییر شکل این نوع سنگها نقش مهمی را ایفا می کند. بنا بر این دامنه های اغلب آنها از تخته سنگهای بزرگ بوجود آمده و عمل خزش نیز در آنها دیده نمی شود.

از مشخصات دیگر اینگونه دامنه ها، نیمرخ زاویه دار، نوک تیز با دیواره های تند است که به تدریج که به پایین دامنه می رسد، شیب ملایمی به خود می گیرد و به رسوبات ریز خاتمه می یابد. فلاتهای آهکی بندرت بوسیله دره ها قطع می شوند ، از ویژگیهای دیگر اینگونه مناطق تشکیل حفره های بسته به ابعاد و اندازه های مختلف است . در روی ناهمواریهای آهکی کارستی آثاری از فرسایش رودخانه ای دیده نمی شود.

همانطور که گفته شد در روی این سازندها بعلت نفوذ آب به داخل آهک و راه یافتن آب به اعماق ، عمل انحلال گسترش یافته و غارهای زیر زمینی ایجاد می گردد.



چگونگی عمل کارست

آب به داخل درز و شکاف سنگهای قابل انحلال نفوذ کرده و موجب توسعه درزو شکافها می گردد و سازندهای کارستی را بوجود می آورد.

سنگهایی که در آب ّ قابلیت انحلال دارند عبارتند از : نمک ، گچ یا انیدریت($CaSO_4$)، آهک و دولومیت.

سنگهای نمک و گچ نرم بوده و در مقابل فشار قابلیت انعطاف داشته ، درزو شکاف کمتر در آنها توسعه می یابد، بدین جهت آب کمتر در آنها نفوذ کرده و تنها طبقات سطحی این سنگها در آب حل می شود که بعلت نرم بودن ، ناهمواری که در سطح آنها بوجود می آید دوامی ندارند و در نتیجه تخریب از بین می روند.

عامل اصلی در عمل کارست انحلال آهک می باشد. کربنات کلسیم$CaCO_3$ بصورت کلسیت و یا بصورت آراگونیت در آبهای بدون گاز کربنیک تقریبا غیر قابل انحلال هستند، ولی هرگاه آب دارای مقداری گاز کربنیک

(CO_2) باشد قابلیت انحلال کربنات کلسیم و کربنات منیزیم را افزایش می دهد. قابلیت انحلال گاز کربنیک در آب زیاد بوده و به طرق مختلف وارد جریان آب می شود. قطرات باران در حین عبور ازجو، مقداری از گاز کربنیک هوا را در خود حل نموده ، مواد آلی و هوموس بتدریج در خاک تجزیه شده و گاز کربنیک حاصل از آن در آبهای نفوذی حل می گردد.

$$H_2O + CO_2 \rightarrow H_2CO_3$$
$$CaCO_3 + H_2CO_3 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$
$$Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O\uparrow + CO_2\uparrow$$

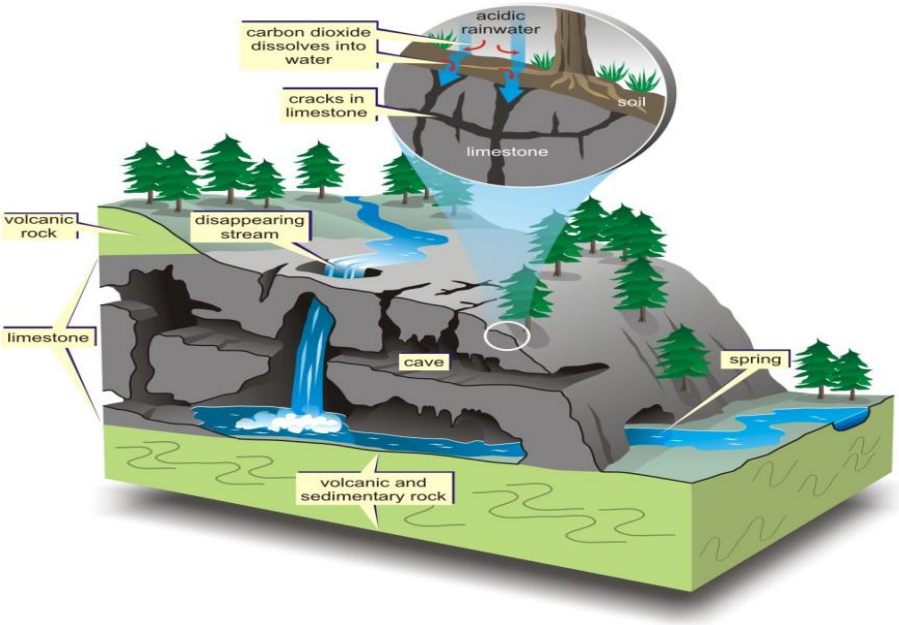
کارستی شدن (انحلال) در سنگهای کربناته

کارسنی شدن (انحلال) در سنگ نمک

جهت ایجاد ناهمواریهای کارستی علاوه بر وجود سازند های آهکی در منطقه ،وجود جریانهای آبی در این سازندها نیز ضروری است. برای اینکه آب بتواند در سازند های آهکی نفوذ نماید باید این سنگها یا مستقیما در تماس با نزولات جوی و جریانهای سطحی بوده و یا در زیر طبقات قابل نفوذ قرار داشته باشند. سنگهای آهکی عموما سخت بوده و آب نمی تواند در آنها نفوذ کند و تنها در صورتیکه این سنگها دارای درز وشکاف باشند آب درفضای خالی آن نفوذ می نماید. این درزو شکافها در نتیجه تخریب مکانیکی ویا در نتیجه نیروهای تکتونیکی ایجاد می گردند . بنابر این آهکی که تحت تاثیر این نیروهای تکتونیکی قرار گرفته باشد، زمان بیشتری برای توسعه ناهمواریهای کارستی دارد.

همانطوریکه عنوان شد آب عامل اصلی در تشکیل ناهمواریهای کارستی است، بنابر این در نواحی خشک فعالیت کارست کمتر از مناطق مرطوب و نیمه مرطوب بوده ودر مناطقی که کمتر از ۲۵۰-۳۰۰ میلیمتر در سال بارندگی دارند ناهمواریهای کارستی دیده نمی شود ، اما در نواحی که دارای دوره های تناوب مرطوب و خشک است فعالیت کارست به حداکثر می رسد.

یکی دیگر از عوامل مهم در توسعه کارست وجود گازکربنیک در آبهای نفوذی می باشد. بعلت وجود مواد آلی وهوموس درخاک نواحی جنگلی، توسعه کارست در این مناطق چشمگیرتر است . ضمنا درجه انحلال آهک با درجه حرارت محیط و آب نسبت عکس دارد و بدین ترتیب سیستم کارستی در ارتفاعات و مناطق سرد توسعه بیشتری دارد.



اشکال مختلف کارست

چنانکه قبلا بیان گردید کارست به ناهمواریهایی گفته می شود که طی فرآیندهای گوناگون انحلالی در سنگها بوجود آمده و باعث تغییرشکل در آنها می گردد بر این اساس اشکال مختلف کارست به رده های زیر تقسیم می شوند.

۱- کانیون Canyon

۲- لاپیه Lapiez یا کارن Karren

۳- آون Aven

۴- دولین Dolin(**فروچاله sinkhole**)

۵- اوولا Ouvala

۶- پلژه Polje

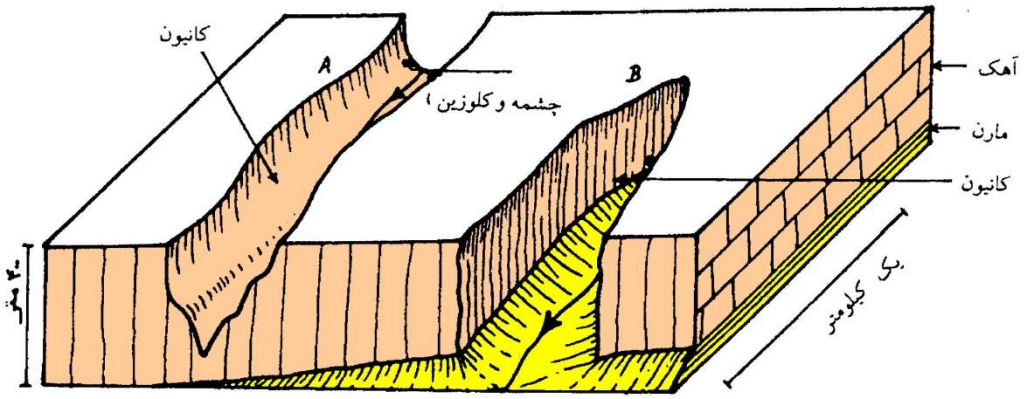
۷- غار cave

۱- کانیون : این نوع اشکال در نواحی کارستی بسیار فراوان دیده می شوند و از مشخصات اصلی انها دره های عمیق و طویل است که در بستر آنها آب جاری می باشد . دیواره های این دره شیب بسیار تندی داشته و تقریبا

عمودی دارند. نمونه این شکال در سطح زمین فراوان بوده و بعنوان مثال کوههای پیرنه و نیز کلرادوی آمریکا(گراندکانیون)رامی توان نام برد. در ایران در رشته کوه زاگرس ، بویژه در سازند آسماری در استانهای اصفهان ، فارس ، یاسوج و چهارمحال بختیاری و در جاده خرم اباد به اندیمشک می توان آنها را مشاهده کرد. بهترین نمونه آن در دامنه شمالی البرز ودر جاده چالوس بین منطقه سیاه بشیه تا هزارجم می باشد که کانیونی بسیار جالب در روی سازند آهکی منطقه ایحاد شده که یکی از مشخصات آنها وجود دیواره های عمودی ودره های عمیق است که دلیل آن سختی و مقاومت دامنه ها در برابر عوامل فرسایش و فعالیت عوامل تخریبی در کف بستر دره می باشد.

رودخانه هایی که در نواحی کارستی و بخصوص در کانیونها جریان دارند ازمناطق دیگری که غیر قابل نفود هستند سرچشمه می گیرند که پس از رسیدن به این مناطق مقدارزیادی از آب خود را ازدست داده اند. کانیونها اغلب بازمانده رودخانه های قدیمی زیرزمینی هستند که در اثر ریزش سقف آنها در سطح زمین پدیدار شده اند.باید توجه داشت که کانیون درصورتی بوجود می آید که طبقات آهکی از ضخامت قابل توجهی برخودارباشند تا انحلال انجام شده در آنها ناهمواریها لازم را بوجود آورد.(دره Aشکل) ودرصورتیکه طبقات آهک ضخامت زیادی نداشته باشد و طبقه زیرین ازماده قابل نفوذی مانند مارن تشکیل شده باشد ، دراینصورت تحول دره بگونه ای دیگر خواهد بوده ودر این حالت دره از طریق بستر خود گسترش یافته و بصورت U شکل در خواهد آمد. بستر فراخ این دره ها نیز دارای دیواره های عمودی هستند که به موازات توسعه وگسترش کف بستر، دیواره ها ریزش کرده ودر نتیجه دره های U شکل ،تشکیل می شوند.

در قسمت بالا دست این دره ها چشمه هایی تشکیل می گردد که درمحل برخورد طبقه غیر قابل نفوذ با طبقات آهکی بالایی برونزد دارند که به چشمه کلوزین معروفند، قسمت بالایی این چشمه ها به دیواره ای نسبتا تندی مبدل می شوند و دره را صورت بسته درمی آورند که راه خروجی نداشته و در اصطلاح به نام دره بن بست نامگذاری می شوند.عقب نشینی نوک دره در اثر تخریب دیواره ها باعث می شود که فعالیت چشمه زیادتر شده و چشمه پسروی نماید . این تخریب و عقب نشینی در مناطق کارستی توسعه زیادی پیدا می کند ،درصورتیکه در کانیونها هیچ فعالیتی مشاهده نمی گردد.



دره‌های کارستی به شکل کانیون

دره های کارستی

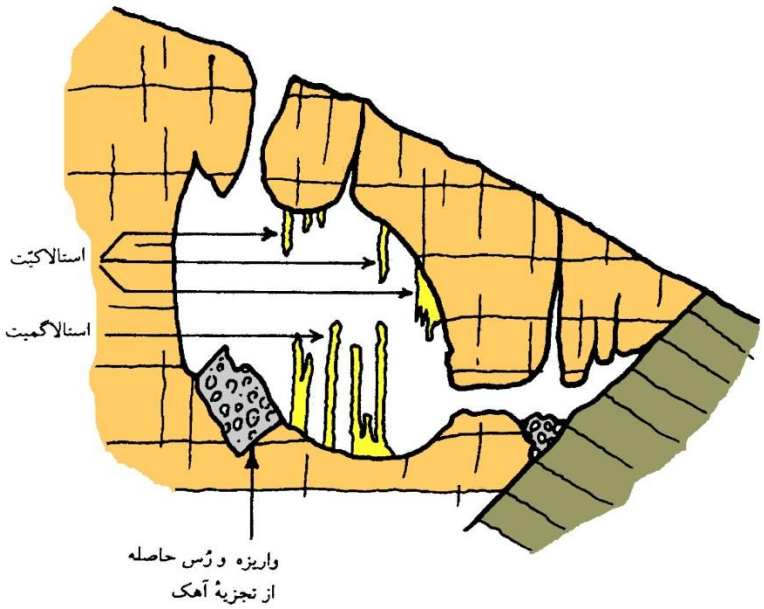
۲- لاپیه : عبارت است از شیار یا بریدگی هایی که در روی سنگهای آهکی بوجود می آید، ممکن است این اشکال بوسیله خاک پوشیده شود که در این صورت لاپیه نامرئی نامیده می شود.

این بریدگیها در اثر عبورآب با اسید کربنیک محلول در آن بوجود می آید. در حالت دیگر که بیشتر در نواحی نیمه خشک و آلپی دیده می شود آبها جاری موجب ایجاد اشکال عجیبی هستند که گاه بریدگیهای عمیقی را بوجود می آورند .ابعاد این بریدگیها از چند میلیمتر تا ۱۰ متر میرسد، که بستگی به ساختمان سنگ و مکانیسم جریان مواد محلول دارد.

لاپیه

۳- آون: آون نوع دیگری ازتخریب در سنگهای آهکی است که شکل قیفی وارونه دارد و در سطح زمین بوسیله منافذی راه پیدا می کند. این نوع تخریب در سطح کره زمین توسعه فراوانی دارد ودر کشورهای مختلف به اسامی مختلفی نامیده می شود. تشکیل آون ها بدین صورت است که آب از درز و ترکهای سطح سنگ نفوذ کرده و بتدریج در اثر انحلال مواد، درز و شکافها را گسترش داده و نتیجه آن ریزش دیواره ها و توسعه فضای سست داخلی است که آنرا غار می نامند. در نواحی که بارندگی زیاد است ممکن است این غارها، مسیر رودخانه های زیرزمینی را تشکیل دهند. البته مواردی نیز وجود دارد که دهانه این غارها روی دامنه ها قراردارند وهیچ رودخانه ای نمی تواند

درآن جریان پیدا کند. در روی سقف این غارها،در اثر ریزش آب حاوی آهک، استالاکتیت تشکیل می گردد و آبی که از سقف بر روی کف غارها می ریزد، ستونهای آهکی به نام استالاگمیت را می سازد.



آون و بخشهای آن

۴- دولین: دولینها حفره هایی هستند بیضی شکل با دیواره های نامنظم و ناهموار که به هیچ وجه زاویه دار نبوده و اغلب دارای شیب تندی هستند که بصورت پرتگاه دیده می شوند. کف این گودالها را اغلب خاک رس است که خاک زراعتی مناسبی را تشکیل می دهد و بعلت عبور آبراه هایی که به آنها منتهی می گردد ،نقاط مساعدی را برای کشاورزی فراهم می سآرند(شکل). در شکل نیمرخ یک دولین بصورت یک تشت است ولی اشکال دیگری از دولین ها در زمینهای آهکی دیده می شود که گاهی حد فاصل شکل تشت وقیف است . ابعاد آنها با توجه به عوامل متفاوت مختلف بوده ، بطوریکه قطر آنها از چند متر تا چند صد متر وعمق آنها از چند متر تابیش ۲۰۰ متر میرسد. در صورتیکه دولین بوسیله پوشش گیاهی پوشیده شود،آنرا دولین سبز می نامند که دربعصی ازنواحی جنگلی شمال ایران نمونه های ازآن دیده می شود.

طرز تشکیل دولین ها نیزبدین صورت است که ابتدا انحلال آب وتخریب در سطح نفوذ پذیر سازندهای آهکی یک فرورفتگی ایجاد نموده که بتدریج با افزایش عمل تخریب وانحلال عمیق ترشده و گسترش می یابد ودر نهایت یک چاله ویا پرتگاه بسته شکل می گیرد.

دولین و اوولا

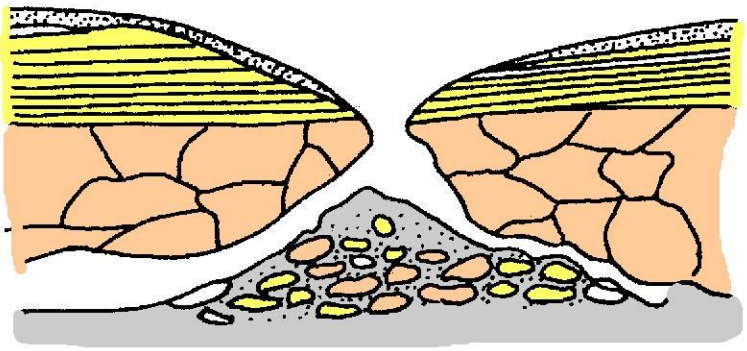
انواع دولین ها

الف- دولین انحلالی　　ب-دولین آبرفتی

ج- دولین فروریخته　　د- دولین فرو ریخته انحلالی

الف- دولین انحلالی

چنانکه گفته شد این نوع دولین بر اساس انحلال سنکهای آهکی بوجود می آید. آب از درزو شکافهای باریک سنگها عبور کرده و سبب انحلال می گردد . در نتیجه بزرگ شدن شکاف سنگها ، سطح فروکش کرده و چاله های بسته ای را در سطح زمین بوجود می آورد .

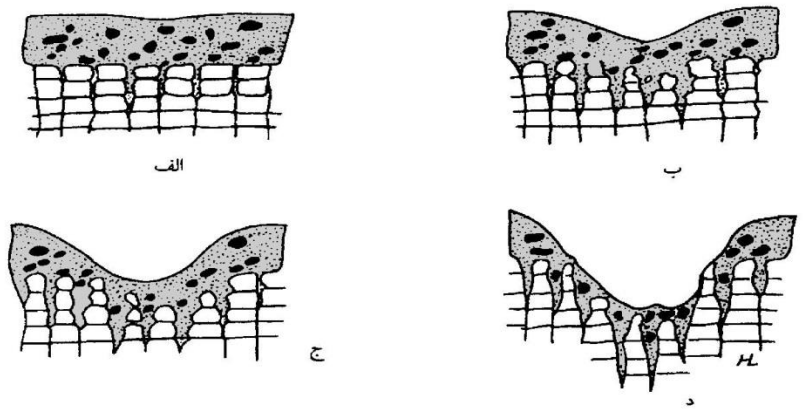


دولین انحلالی

ب-دولین آبرفتی

وقتی سنگهای آهکی بوسیله آبرفت و یا دیگر رسوبات پوشیده شده باشند ،بر اثر عمل انحلال در آهک حفره هایی ایجاد می شوند که شیب آنها بوسیله شیب رسوبات بالایی مشخص می شوند. انحلال آهک در زیر لایه آبرفتی صورت گرفته و نتیجه آن فرونشینی لایه های سطحی به داخل درزها و شکافهای سنگی است و بدین ترتیب حفره هایی در سطح زمین ایجاد می شود. در جایی که سنگ آهک فراوان است، جنس رسوبات آبرفتی از هر نوعی که باشد دولین ها را به فراوانی می توان دید. چاه دریای رفسنجان احتمالا یک دولین آبرفتی است ، که در اثر انحلال سازند آهکی در زیر طبقات آبرفتی ،باعث ریزش و فرورفتگی طبقات فوقانی شد ه است.

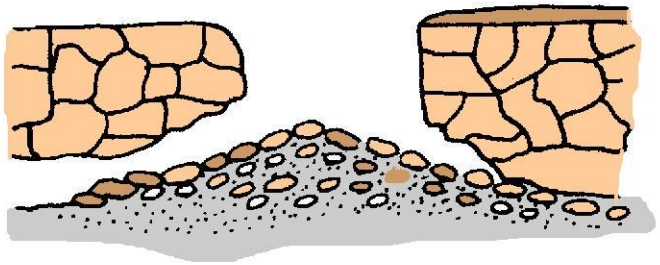
دولین آبرفتی



مراحل مختلف تشکیل دولین آبرفتی

ج- دولین فروریخته (فروچاله sinkhole)

این نوع فرورفتگیها دراثر فروریختن سنگها در مقیاس وسیع بوجود می آیند و در آنها دیواره های فرو ریخته دارای شیب تند و صخره ای مانند است . طور کلی این دولین ها به اشکال بیضی ویا دایره ای نامنظم و دیواره های تند هستند. این نوع دولین بر اثر ریزش سقف حفره های نزدیک سطح زمین یا از ریزش چشمه های بزرگ کارستی بوجود می آیند.

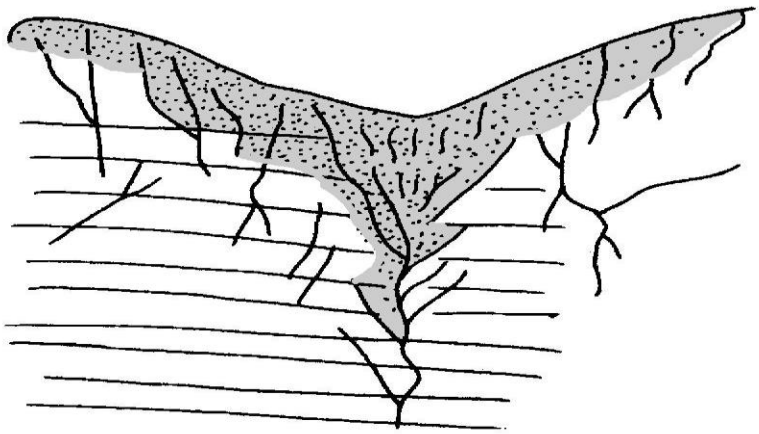


– دولین فرو ریخته

فروچاله sinkhole

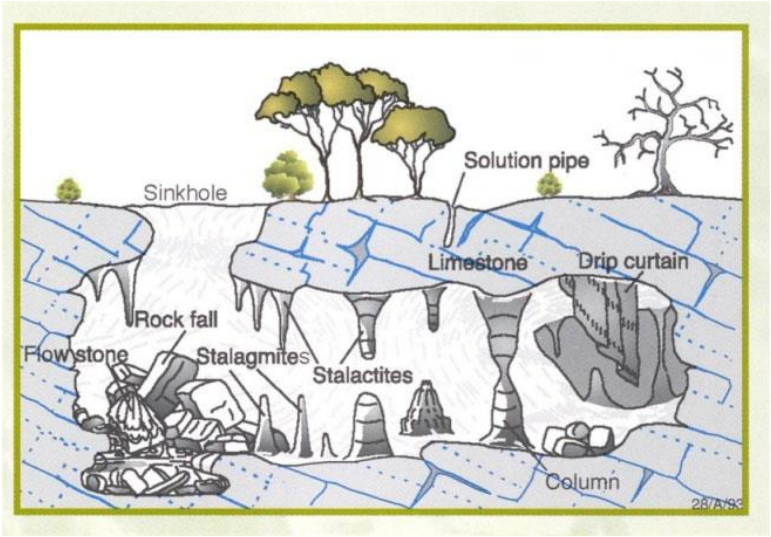
د- دولین فرو ریخته انحلالی

وقتی روی سنگهای آهکی را شیل وماسه سنگ می پوشاند، بر اثر گسترش شکاف سنگهای آهکی، لایه های بالایی سنگ آهک نشست کرده و دولین های حفره مانندی در سنگهای بالایی بوجود می آیند. چنین دولین هایی در سنگهای غیر قابل نفوذ نیزپدیدار می شوند.



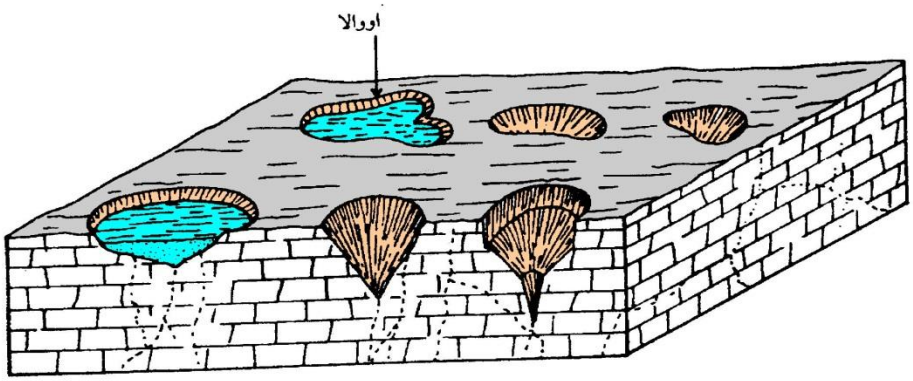
دولین فرو ریخته انحلالی

دولین فرو ریخته انحلالی



۵- اوولا

درصورتیکه پدیده انحلال تشدید گرددبطوریکه چند دولین بهم متصل گردند و کناره های آن بصورت نامنظم درآید به آن اوولا گویند.



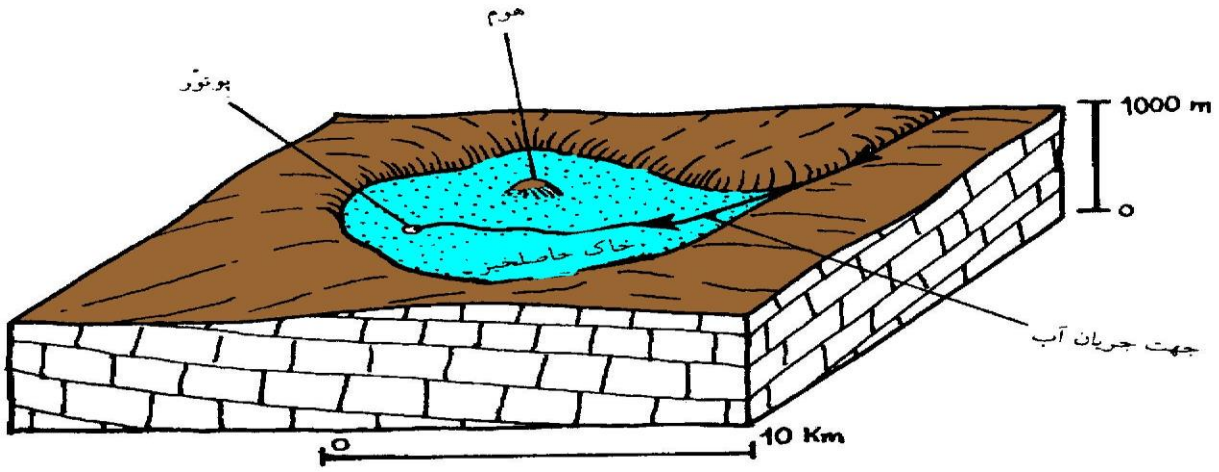
اشکال مختلف دولین

اوولا

۶- پلژه : پلژه در زبان لاتین به دشت قابل کشاورزی اطلاق می گردد، ولی در اصطلاح ژئومورفولوژی به دشتهای کارستی که عرض انها بین چند متر تا چند کیلومتر می باشد گفته می شود و در مناطق خشک و بیابانی واحد سبز و خرمی را در منطقه کارستی تشکیل می دهد . کناره های پلژه دارای شیب تند و کف ان تقریبا مسطح و با شیب کم می باشد که با خاکهای قرمز و یا قهوه ایی –زرد که نتیجه عمل انحلال در اهک می باشد بوجود می اید . که قابلیت نگهداری رطوبت را دارا بوده و از خاکهای حاصلخیز کشاورزی تشکیل شده است . بنابر این درنقاطی که پلژه در آنها وجود دارد پایه واساس اولیه تمدنهای انسانی گذاشته شده است. اغلب در کف پلژه ،رود جریان دارد

ولی هرگز از آن خارج نمی شود،مگر از طریق راهروهای زیر زمینی و یا غارهایی که درزبان یوگسلاوی به آن پونورPONOR گفته می شود. در کف پلژه سطح آب زیرزمینی بالا بوده ولی اگر آب رودخانه کاهش یابد آبی از پونور خارج نمی شود ودر فصول پر باران و بالا آمدن آبّ، کف پلژه غرقاب شده و بصورت دریاچه موقتی ویا دائمی در میآید و گاهی نیز حالت باتلاقی پیدا می کند و آب آن بسرعت ازبین می رود (مانند دریاچه پریشان و یا دریاچه منطقه اقلید فارس).

از مشخصات دیگر پلژه ،وجود ناهمواریهای سنگی است که به آن هومHum گفته می شود. که باقی مانده عمل انحلال وفرسایش است و نشاندهنده سطح اولیه سازند آهکی است. کف پلژه مسطح و شیب بسیار کمی دارد که به پست ترین بخش منطقه منتهی می گردد و معمولا درامتداد خط گسل منطقه قرار گرفته وطول آن گاهی به ۵۰ کیلومتر نیز می رسد.اغلب پلژه ها علاوه بر زهکشی آبهای سطحی ، زهکشی آبهای زیرزمینی منطقه را بعهده دارند. یطوریکه تعدادی چشمه نیز در منطقه ظاهر می گردد، در فصل زمستان وبهار علاوه بر آب چشمه های موجود، جریانهای سطحی منطقه نیز وارد آن شده و مقدار آب ورودی بیش از ظرفیت خروجی آن شده و بدین ترتیب دریاچه ای در محل ایجاد می گردد. البته آب برخی از آنها موقتی بوده و بستگی به وضعیت هیدرولوژی منطقه دارد. بطور کلی پلژه ها را بر اساس وضعیت آب آنها به سه گروه تقسیم می کنند.



ساختمان پلژه و قسمتهای مختلف آن

پلژه

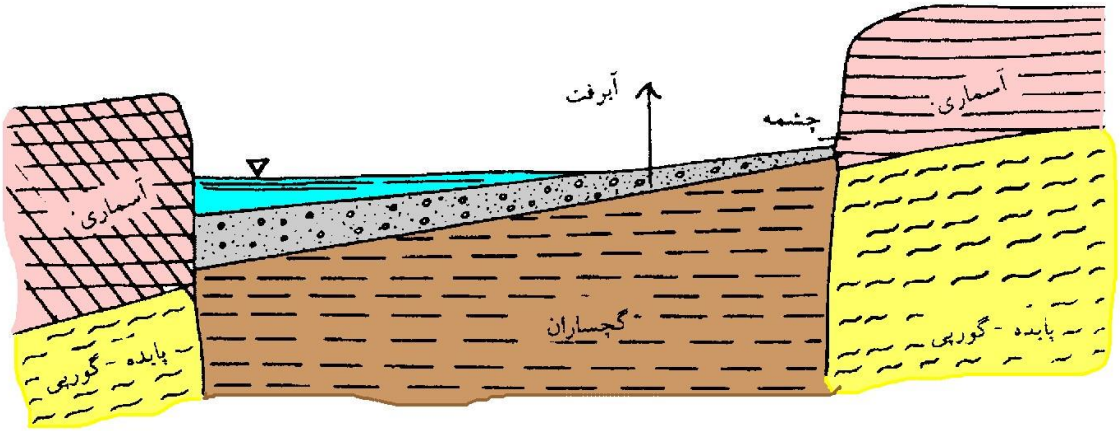
الف- پلژه هایی که در تمام طول سال خشک هستند،این پلژه ها یا در مناطقی قرار دارند که نزولات جوی در آنها کم ودر نتیجه جریانهای آب ورودی در آن اندک بوده ویا درز و شکافهای کف آن زیاد و بزرگ است که کلیه آبهای ورودی به آن تخلیه می شوند و فقط بصورت زهکش عمل می کنند(کلات نادری)

پلژه

ب- پلژه هایی که در فصولی از سال پر آب شده و بصورت دریاچه موقتی در می آیند. به عبارت دیگر جریان آب ورودی به منطقه بیش از میزان آب خروجی است. مازاد آن در کف پلژه باقی مانده ودریاچه ای را بوجود آورده است . این گونه پلژه ها بعنوان تنظیم کننده جریان آب منطقه عمل می کنند. دشت ارژن در فارس را می توان از جمله این پلژه ها نام برد . این دشت بصورت یک گرابن است که توسط دو گسل به صورت چاله ایی در آمده است و در مجاورت گسل باختری چشمه آبی با آبدهی نسبتا زیاد از آهک بیرون می ریزد. ارتفاعات منطقه از آهکهای آسماری تشکیل شده و گسل غربی سازند گچساران را تقریبا در مقابل سازند پابده –گورپی قرارداده است . بنابر این کلیه آبهای نفوذی در آهکهای آسماری غرب دشت در امتداد این گسل بصورت چشمه ای تخلیه می شود. سازند های کف این دشت از سازند تقریبا غیر قابل نفوذ گچساران تشکیل شده که این طبقات توسط آبرفتهای جوان به ضخامت ۳۰ متر پوشانده شده است. شیب این دشت از غرب به شرق منطقه است . بنابر این کلیه آبهای منطقه اعم ازآب چشمه ها وجریانهای سطحی به شرق منطقه که گودتر است حرکت می کند. در این قسمت لایه های آبرفتی در امتداد گسل و در مجاورت آهک اسماری قراردارند و شکافهای آن محل مناسبی جهت نفوذ و توسعه ناهمواریهای کارستی می باشد. بنابر این آبها در این قسمت بداخل آهکهای شرقی نفوذ کرده و پس از عبور از داخل درزو شکافها از دشت خارج شده و به قسمتهای ژرفتر منطقه در جنوب (دریاچه پریشان)ویا شرق حرکت می کنند. در حقیقت می توان گسل غربی دشت ارژن و گسل شرقی را زهکش دشت ارژن نامید.

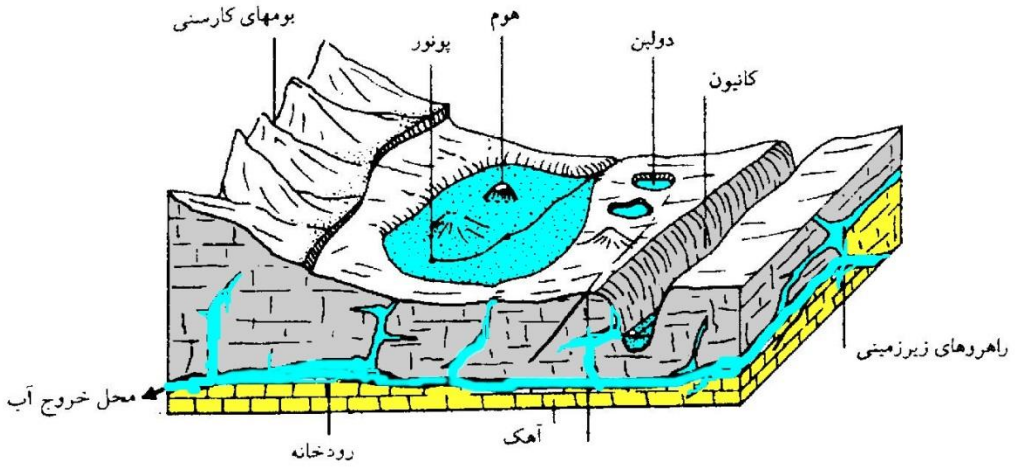
دشت ارژن ۱۹۹۰ متر نست به سطح دریا بلندی دارد و از طریق نزولات جوی،جریانات سطحی و آبهای زیرزمینی چشمه ها، تغذیه می شود واز طریق چند پونور که در جنوب آن واقع شده اند خارج می گردد. میزان دبی حداکثر وحداقل که از چشمه ها خارج می شود به ترتیب بیش از ۷۵۰ و کمتراز ۱۰۰ لیتر درثانیه بوده وارتفاع آب ۳تا۴ متر است.

در زمستان وبهار بدلیل زیاد شده آب جریانهای سطحی ورودی به دشت و محدود بودن ظرفیت آبگذر قسمت خاوری ،مازاد آب در دشت ذخیره شده و آنرا بصورت دریاچه ای درمی آورد. در فصل تابستان و واوایل پاییز جریانهای سطحی ورودی به دشت کم شده و استفاده از آبهای ذخیره شده بتدریج کاهش یافته ودر اواخر تابستان ویا پاییز کاملا خشک می شود.



دشت ارژن را می‌توان نمونه مناسبی از یک پلژه محسوب کرد.

ج- پلژه هایی که در تمام طول سال آب دارند و بصورت دریاچه دائمی در می آیند، دربعضی از مناطق بدلیل زیاد بودن نزولات جوی و یا به علت سیستم زهکشی کارستی توسعه نیافته ، جریانهای ورودی بیش ازجریانهای خروجی بوده وهمیشه آب در آن باقی می ماند و بدین ترتیب دریاچه دائمی بوجود می آید که خود تغییرات زیادی را در وضعیت طبیعی و اکوسیستم منطقه ایجاد می نماید .مانند دریاچه اقلید فارس وپریشان.(شکل)



اشکال مختلف ناهمواریهای کارستی

دره های کارستی

نمونه دیگری از ناهمواریهای کارستی بشمار می آیند که با توجه به مشخصات آنها به چهار گروه تقسیم می شوند:

الف- دره های باریک وعمیق

ب- دره های کور

ج- دره های حفره ای

د- دره های خشک

الف- دره های باریک وعمیق

دره های باریک و عمیق در سازندهای آهکی فراوان یافت می شوند . این دره ها در اثر انحلال شیمیایی آب بوجود آمده و معمولا عمیق و دارای دیواره های تقریبا عمودی می باشند. نمونه های زیادی از این دره ها در ارتفاعات زاگرس بخصوص در منطقه بین شیراز وجهرم مشاهده می شود(عکس) . معمولا این دره ها در محل شکستگیهای اصلی سنگ بوجود می آیند، درزو شکافها ابتدا در اثر تخریب شیمیایی توسعه یافته وسپس تخریب فیزیکی و شیمایی با یکدیگر در تکوین آنها موثر واقع می شوند. تشکیل دره بدین گونه است که در نتیجه عمل انحلال ، راهروهای زیرزمینی خود را گسترش داده تا جایی که سقف دره ریزش نموده ودره نمایان می شود.نمونه جنین دره

ای درنزدیکی دهکده بوچیر در منطقه بندرعباس ویا در روی سازند آسماری در منطقه دوگنبدان که درنتیجه عمل انحلال آب ایجاد شده را می توان نام برد.

ب- دره های کور

همانطور که عنوان شد عمل انحلال ابتدا در درزو شکافها شروع شده و باعث توسعه آنها میشود، بنابراین فعالیت آبها در شکستگی ها و مناطق ضعیف صورت می پذیرد. حل ممکن است در بعضی ازقسمتهای دره توسعه درز و شکاف سنگها بحدی باشد که تمام آب ورودی راجذب نماید و آبی به قسمتهای پایین تر نرسد . در بعضی ازمناطق کارستی رودخانه های بزرگ ممکن است در داخل منطقه کارستی گم شده وبه داخل دولین وارد شوند(منطقه تله زنگ). رود در قسمتی ازمسیر بحالت زیرزمینی درمیآید، البته ممکن است در قسمتهای پایین تر دوباره ظاهر شود. دراین مناطق در محل و در حالتی که آبهای رود ناپدید می شود،دره کور بوجود می آید. دره کور اغلب درمناطقی که از نظر توپوگرافی تپه ماهوری بوده وبارندگی فراوان داشته باشد ایجاد میشوند. و دراین حالت قسمت بالا دست منطقه کارستی دارای سنگهای غیرقابل نفوذ است ،معمولا دره های کور به توده آهکی نسبتا بزرگی ختم می شود که دردامنه آن غار یا حفره هایی وجود دارد که آب رودخانه را جذب می کند. این دره ها در مناطقی که رودخانه از سازند آهکی به سازند دیگری وارد می شود نیز ،ایجاد می شوند.

ج- دره های حفره ای

در این نوع دره ها برعکس حالت قبلی آب بجای فرورفتن درناهمواریهای کارستی درسطح زمین ظاهرمی شود. دره ها عموما U شکل بوده ودیواره های تندی دارند، درمکانهایی که سنگ آهک روی سنگهای غیرفابل نفوذ قرار میگیرد،اغلب چشمه هایی از محل سازندها جاری می شوند. تعداد چشمه هایی که از قسمتهای تحتانی توده های آهکی بیرون می آیند به واسطه خروج آب آنها و فروریختن حفره ها کاهش می یابد، با گذشت زمان دیواره تند دره ها صاف شده، دره های حفره ای را تشکیل می دهند.

دره های حفره ای

د- دره های خشک

این دره ها تمام خصوصیات دره های آبرفتی بجز نام آنها را دارا بوده، اما دارای جریان آب دائمی نیستند و فقط در مواقع سیلابی جریانهای موقتی دارند. کناره های این دره نیز مانند سایر دره های کارستی شیب تند دارند وتغییراتی که در نیمرخ آن دیده می شود،بیشتر نتیجه تغییر در سرشت سنگ می باشد. بررسی دره های خشک موجود در سنگهای آهکی نشان می دهد که بسیاری از این دره ها جزیی از شبکه ابراهه قدیمی هستند که بر آبراه های سنگهای آهکی منطبق شده اند. در مناطق استوایی که فعالیت کارستی شدید است دره های کارستی توسعه چندانی ندارند.

دره های خشک

۷- غار cave

مجاری عبور آبهای زیرزمینی در سازندهای سخت گذشته ، اگر در سطح زمین پدیدار شوند بصورتیکه بتوان داخل آنها شد، غار نامیده می شود. غارها خود یکی از پدیده های کارستی هستند که طی فرآدهای انحلالی در سازند های آهکی بوجود می آیند و معمولا شامل تعدادی مجاری افقی وعمودی تشکیل شده است که توسط یک راهرو زیر زمینی اصلی به یکدیگرمتصل شده اند . غارها در اثر فرآیندهای مختلف فیزیکی و شیمیایی و زمین شناسی بوجود می آیند.

مهمترین عوامل تشکیل غار

مهمترین عواملی که در تشکیل غار دخالت دارند عبارتند از:

۱- نوع سنگ آهک

۲- نوع جریان آب

۳- شرایط جغرافیایی منطقه

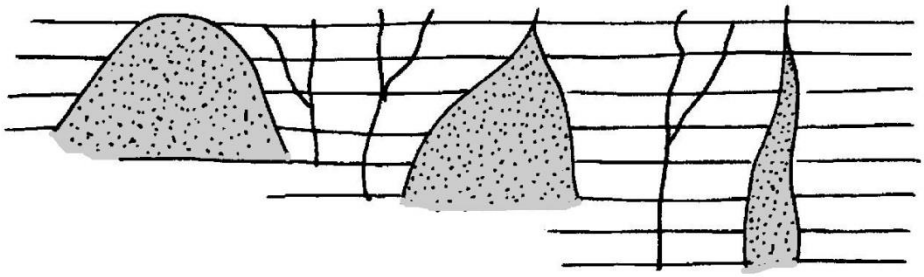
۴-عوامل موثردیگر

۱- نوع سنگ آهک

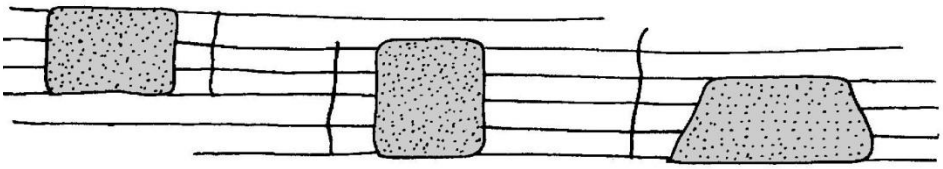
بطور کلی سنگهای آهکی بصورت چینه بندی منظم ودارای درزوشکاف فراوان هستند ، سطح بین چینه ها ودرزوشکافها، محلهای اولیه نفوذ آب درسنگها می باشد. مکان ایجاد غار معمولا در محل تماس یک لایه آهک خالص و یک لایه آهک ناخالص می باشد. بسته به وسعت و توسعه درزوشکافها در توده آهکی دونوع غار قابل تشخیص است:

الف- اگر شکستگی یا درزو شکافها تا حد طبقات آهک ادامه داشته باشد دراین حالت معمولا غاری با مقطع مثلث ایجاد میشود که قاعده آن بطرف پایین بوده و بتدریج به سمت بالا عرض آن کاهش می یابد.(شکل)

ب- اگردرزوشکاف و شکستگی در بین لایه های مختلف آهک محدود باشد در نتیجه عمل انحلال و ریزش لایه ها، غارهایی بامقطع ذوزنقه و یا مستطیل بوجود می آید.(شکل) در این گونه غارها توسعه و گسترش غار درامتداد درزو شکافها می باشد.



مراحل مختلف تشکیل غار



اشکال هندسی غار

۲- نوع جریان آب

غارها نتیجه تخریب فیزیک و شیمیایی جریانهای و یا رودخانه های زیرزمینی هستند که مانند رودخانه های سطحی منجر به ایجاد بستری برای خود می گردند. تخریب رودخانه های زیرزمینی به دو صورت امکان پذیر است:

الف- جریان آزاد

ب- جریان تحت فشار

الف- جریان آزاد

زمانی که جریان آب داخل درزو شکاف ویا غار حالت آزاد داشته باشد، یعنی قسمتی از آن پر بوده و بقیه را هوا اشغال کند، جریان آزاد نامیده می شود این حالت زمانی بوقوع می پیوندد که محل تشکیل غار بالاتر از سطحی آب زیرزمینی ویا سطح ایستابی باشد و یا اینکه سطح آب در داخل آنها دارای نوسان بوده وبا توجه به رژیمهای هیدرولوژی منطقه پایین وبالا می شده است واین غارهای دارای تزئینات داخلی چشمگیر و جالبی هستند.

جریان آزاد

ب- جریان تحت فشار

در این حالت جریان آب در داخل درزو شکافها بصورت دائمی و تحت فشار بوده و کلیه فضاهای موجود درسنگ بوسیله آب پرشده اند مجاری اینگونه غارها بصورت بیضی و یا دایره ای شکل است ودر زیر سطح ایستابی تشکیل می شوند. دیوارهای اینگونه غارها غالبا فاقد تزئینات داخلی است.

۳-شرایط جغرافیایی منطقه

شرایط جغرافیایی به دو شکل در ایجاد و توسعه غار موثر است:

الف- شرایط آب و هوایی منطقه ،درجه حرارت و محیط در ساختمان غارها موثر است . چنانکه می دانیم درجه انحلال آهک با درجه حرارت آب نسبت عکس دارد یعنی اگر آب سردتر باشد مقدار بیشتری از CO_2 را درخود حل خواهد کرد،بنابر این غارهایی که در محیط های سردتر توسعه می یابند دارای طول بیشتر ومقطع بزرگتری هستند.

ب- پوشش گیاهی ، پوشش گیاهی و جنگل موجب می گردد که مواد آلی و هوموس خاک افزایش یافته و در نتیجه تجزیه این مواد ،مقدار CO_2 موجود در منافذ و شکاف خاک افرایش پیدا کرده و آبهای نفوذی دارای مقداربیشتری از CO_2 شده و پدیده تخریب و انحلال سنگ آهک بهتر صورت پذیرد.

۴-عوامل موثردیگر

الف –در مناطق کوهستانی و سردسیر به علت پایین بودن درجه حرارت، ایجاد وتوسعه غارها گسترش بیشتری دارد.

ب- میزان بارشهای جوی و به ویژه برف از عوامل موثر در ایجاد غاراست.

ج –بررسیهای انجام شده در آهکها نشاندهنده آن است که در اوایل دوران چهارم به علت دوره های مرطوب وبارانی و یا یخبندان ، تشکیل غارها توسعه بیشتری داشته است.

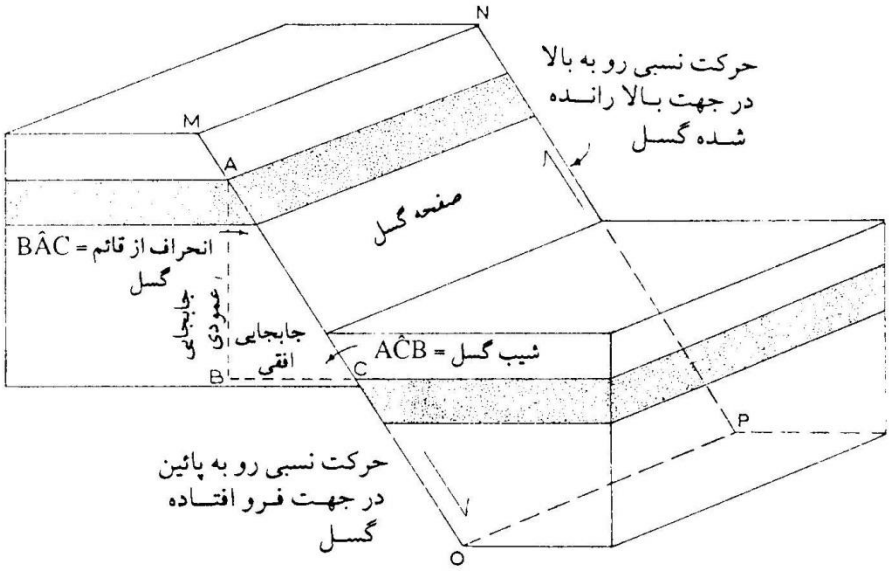
د- گسلها وچین خوردگیها

باید توجه داشت که چین و یا چین خوردگی مناطق آهکی ، موجب شیبدار شدن لایه ها ، افزایش درزوشکاف در آنها و همچنین فاصله لایه ها از یکدیگر وایجاد فضای خالی جهت تسهیل در فرآیند کارست زایی می شود. درزه های وابسته به چین ها مهمترین و مشخص ترین عامل گستردگی در پیدایش غارها هستند.

غارها ممکن است در پهلوهای جانبی یک چین ویا در قسمت محور چین، بوجود آمده و یا اینکه در امتداد راستای گسل شکل گرفته باشند. امتداد محور تاقدیس ها و ناودیسها فضای مناسبی را برای تشکیل غار ایجاد مینماید.

گسلها

گسل یک شکست در توده سنگ است به نحوی که یک جابجایی قابل رویت دریکی از دو طرف سطوح شکست بوجود آید، سطحی که حرکت در آن صورت می گیرد صفحه گسل نام دارد. چنین سطوحی معمولا خمیده و نامنظم بوده ودارای شکستگیهای فراوانی است این حرکات بیشتر بصورت منطقه ای صورت می پذیرد، نیروهای کششی ، برشی ، فشاری ، پیچشی از جمله نیروهای هستند که باعث بوجود آمدن گسلها وچین خوردگیها می شوند.



با توجه به اجزای مشخص شده در شکل فوق می توان چنین عنوان کرد که :

الف – سطح گسل سطحی است که یکسری از سنگها ودر حالت کلی تر، سطح ویا پوسته زمین در امتداد آن دچار شکستگی وجابجایی می شود.

ب- کمر بالا وکمر پایین عبارتند از بخشهایی از شکستگی که در بالا ویا پایین سطح گسل قرار دارند. هربخشی که در بالای سطح گسل قرارداشته باشد، کمر بالا و بخشهایی که در زیر آن قرار دارند را کمرپایین می نامند.

ج – شیب گسل به زاویه بین سطح گسل و خط افق گفته می شود.

د- مقدارجابجایی گسل عبارت است ازفاصله عمودی بین دو سطح گسل که جابجا شده اند.

گسلها در حالت کلی به سه نوع تقسیم بندی می شوند:

۱- گسل نرمال Normal Fault

۲- گسل معکوس Reverse Fault

۳- گسل امتداد لغز Strike Fault

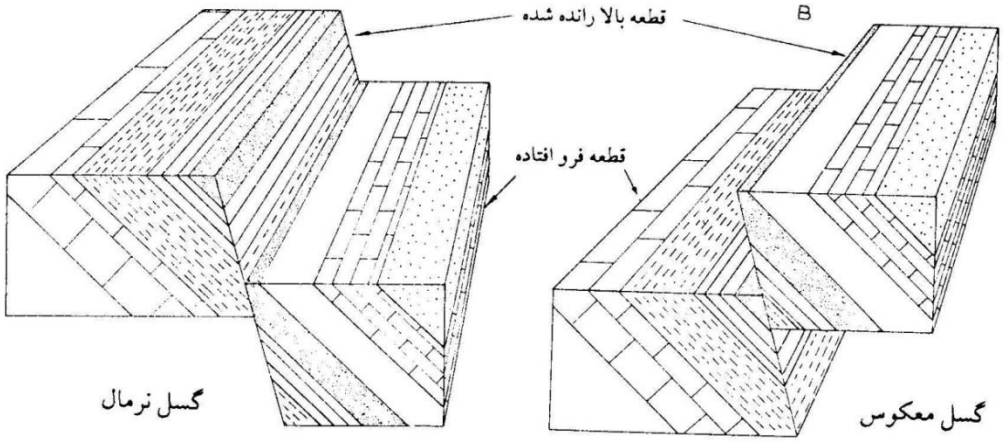
به عبارتی دیگر:

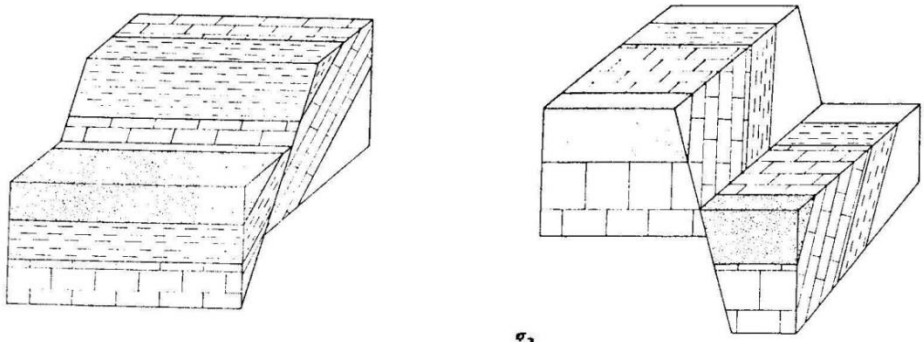
۱- گسل نرمال گسلی است که بخشهای جابجا شده در روی سطح گسل بطرف پایین حرکت کرده باشند.

۲- گسل معکوس گسلی است که بخشهای جابجا شده در روی سطح گسل بطرف بالاحرکت کرده باشند.

۳- گسل امتداد لغز گسلی است که بخشهای جابجا شده در روی سطح گسل در سطح افق حرکت کرده باشند.

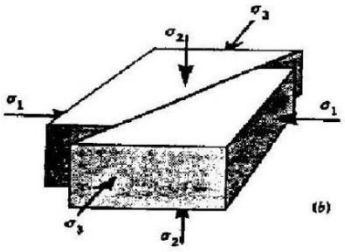
جابجایی های انجام شده معمولا ترکیبی از چند نوع گسل می باشد که با آزاد شده انرژی در سطح و در عمق زمین همراه است و این انرژی بصورت امواج کروی منتشر می شود. امواجی که از چشمه موج آزاد می شوند در سه بعد گسترش یافته و موجب تخریب ساختمانها و تاسیسات و تلفات انسانی می شود. تاثیراین نیروها طی میلیونها سال موجب تغییر شکل پوسته زمین وبوجود آمدن مورفولوژی امروزه زمین شده و انواع چین خوردگیها ، دره ها ، کوهها و ناهمواریهای کارستی در زمین را پدید آورده اند.



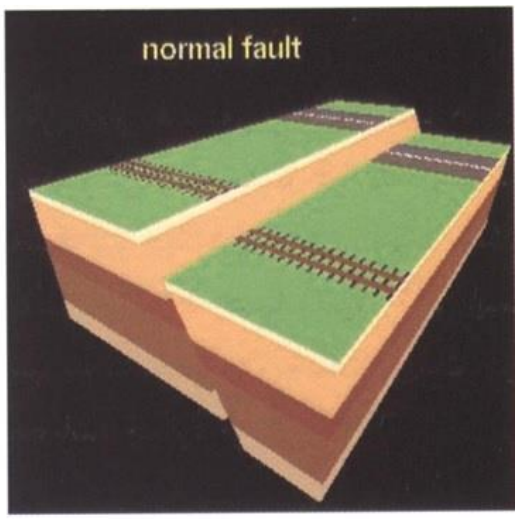


ب) گسل امتدادی

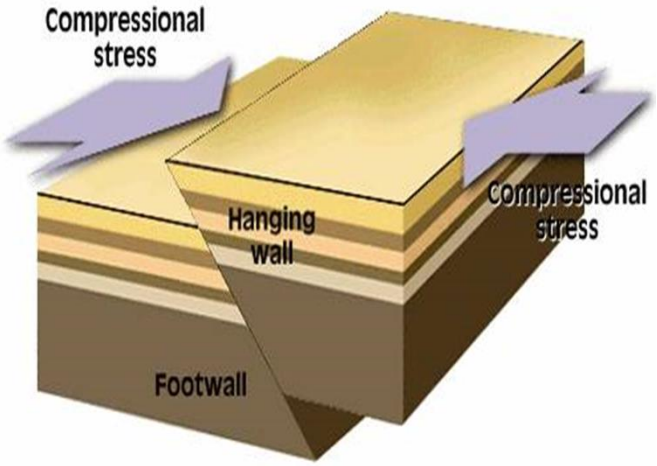
الف) گسل شیبی



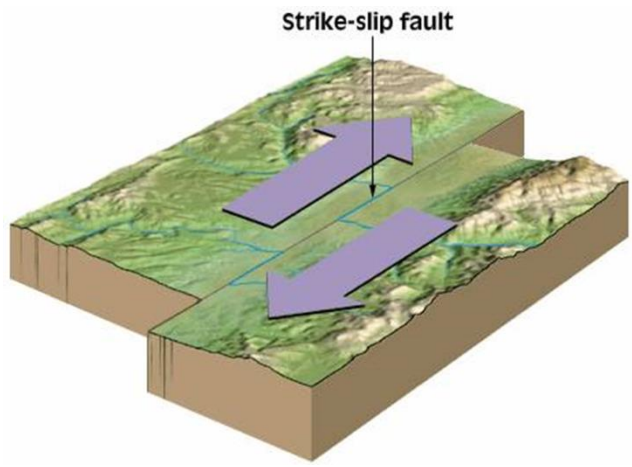
گسل امتداد لغز



گسل نرمال



گسل معکوس



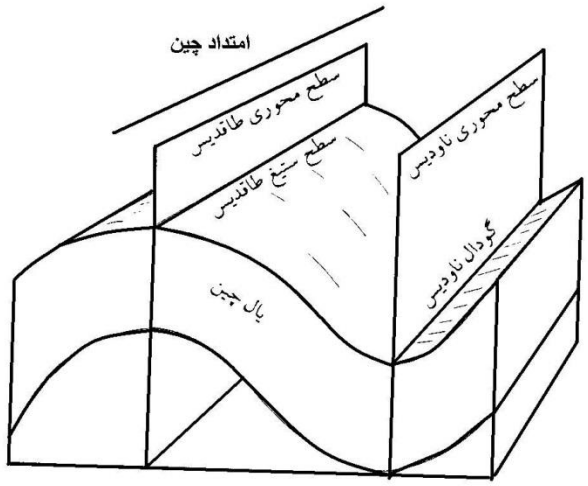
گسل امتداد لغز

فرآیندها تکتونیکی زمین که تحت تاثیر نیروهای درونی زمین بوجود می آیند باعث شکل گیری چینها، گسلها و همچنین شکستگیهای فراوان درامتداد محور عملکردشان می شوند . این شکستگیها و درز و شکافها در سنگهای کربناته محیط مناسبی را برای کارستی شدن فراهم می کنند.

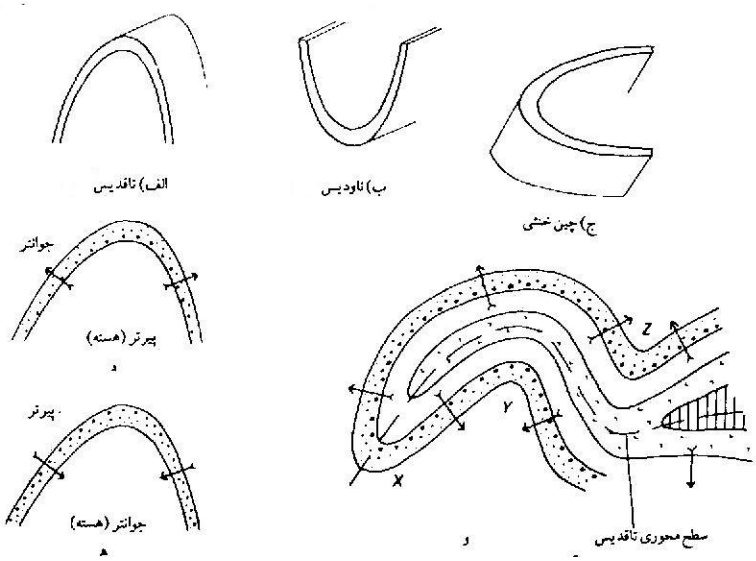
بسیاری از غارها درامتداد محور چین خوردگی ویا گسلها شکل می گیرند و به همین جهت شناخت گسلهای اصلی در مناطق کارستی همچنین شناخت امتداد گسلهای اصلی وفرعی در درون غارها نشانه خوبی در مشخص کردن گالریها ، راهروها و چاههای احتمالی درون غارها است. لازم به ذکر است که رودخانه زیرزمینی ، دره های کارستی وجریان آبهای کارستی نیز بیشتر درامتداد همین شکستگیها واختلاف سطوح ایجاد شده، بوجود می آیند. سنگ آهکهای ضخیم لایه وبا قدمت بیشتر زمین شناسی وهمچنین سازندهایی که تحت تاثیر عوامل مختلف تکتونیکی بشدت چین خورده ودارای شکستگی ودرز شکاف فراوان هستند ، مکانهای مناسبی برای ایجاد پدیده های کارستی هستند. اینگونه آهکها هرچه خالص تر باشند مستعدترند و آهکهای دارای ناخالصیهای رسی وآهکهای چرتی (دارای سیلیس)این قابلیت را ندارند. باید توجه داشت که بهترین مکانها جهت اکتشاف غارها، سنگ آهکهای مربوط به دورانهای اول ودوم زمین شناسی می باشد.

واحدهای کارستی ممکن است در میان یک یا دو واحد ناهمسازموازی یا ناموازی ، دگرگونه ویا آذرین قرار گرفته باشند.

امتداد محورگسل ها، چین خوردگیها و لایه بندیها بهترین محل جهت عبور و واردشدن به داخل غارها و سازندهای کارستی است وهمیشه این نکته را باید مد نظر قرار داد که با توجه به ساختار چین ها ولایه بندیها، احتمالا باز شدن مجاری کارستی در پهلوهای چینها وجهت شیب لایه ها، کمتراز سایر نقاط چین است .



اجزاي اصلي چين خوردگي



کانی شناسی و تزئینات داخلی غارها:

مهمترین کانیهای تشکیل دهنده تزئینات داخلی غارها، شامل کلسیت وآراگونیت است که هر دو دارای ترکیب $CaCO_3$ بوده و در حقیقت همان بلورهای آهکی هستند،آراگونیت زیاد پایدار نبوده وبه مرور زمان تبدیل به کلسیت می شود. عبور آب دارای اسید کربنیک تشکیل یافته از ترکیب آب و CO_2 ، باعث انحلال آهک و

حمل بیکربنات کلسیم صورت محلول می شود این آب هنگامی که به سقف ودیواره غارها می رسد در آنجا رسوب کرده وتزئینات داخلی غاررابوجود می آورد.

۱-استالاگمیت Stalagmite : ستونهای مخروطی ازبیکربنات کلسیم که در اثرچکیدن آب در کف غارها تشکیل می شوند . قاعده این مخروطها در کف غار وراس آنها بسمت بالا می باشد. به این مخروطهای آهکی، چکیده هم گفته می شود.

۲- استالاگتیت Stalactite این ساختارنیز از بی کرینات کلسیم تشکیل شده و در سقف غار ها بصورت مخروطی بوجود می آیند با این تفاوت که قاعده مخروط در سقف غار و راس آن بسمت پایین می باشد و اصطلاحا به آنها چکنده هم می گویند.

معمولا در نقطه مقابل استالاکتیتها ، استالاگمیتها نیز بوجود می آیند .در موارد بسیاری طول این دو مخروط افزایش پیدا کرده وبه یکدیگر متصل می شوند ودر این حالت ستونهای آهکی را بوجود می آورند.

۳- ستونها و جرزها Pillar: در مواردی که ستونهای آهکی یه دیواره غارها چسبیده باشند به آنها جرز گفته می شود.

۴- روانه ها Flow: آبی که در امتداد طول سقف غارها جریان می یابد بتدریج پوششی از بی کربنات کلسیم درطول سقف ایحاد می نماید که به انها روانه کفته می شود.

۵- پرده Drape : آبی که در طول دیواره غارها به سمت پایین حرکت می کند ، تشکیلاتی را ایجاد می کند که مانند پرده ای به سمت پایین آویزان شده است که همانطور که از شکل و نام آن پیداست به آنها پرده می گویند.

۶- گل کلمی ها Cauliflower: اشکال گل کلمی از کلسیت هستند که در سقف ودیواره غارها بوجود می آیند.

۷- نخودیها ویا مرواریدی های غار pisolite or pearl of cavern : ساختارهای نخود مانند ویا مرواریدی شکل از بی کربناتها هستند که در اثر تراکم وتجمع ورقه های متعدد ومتحد المرکز کلسیت بوجود می آیند.

۸- مون میلک Moonmilk or mondmilch

Moonmilkیکی از مواد حاصل از رسوبگذاری داخل غارهاست که متشکل ازکلسیت اولیه ویا کلسیت آبدار است یا ممکن است از هیدرومنگزیت. یا فیبرهای کلسیتی باشد .

حالت آن نرم و اسفنجی، گاهی اوقات حتی چسبناک و یا مایع است. رسوبات سفید و ابری مانند خالص، که شباهت آن با شیر را توضیح می دهد

Moonmilk بر روی دیوارها و کف ، و گاهی استالاکتیتها و استالاگمیت ها تشکیل می شود. این ماده که با رسوب کلسیت و سایر مواد معدنی از آب تخلیه و تشکیل شده است، اما بر خلاف بلورهای پودر، این کریستال ها میله های با ضخامت از ۸۳/۰میکرومتر دارند که ممکن است از انواع میکروارگانیسم ها و جلبک تشکیل شده باشد.

۹- نی نوش ها Soda straws :

یا نی سان ها یا نی مانند ها از جمله تزئینات داخل غارها هستند که میتوانند نشان دهنده رشد اولیه استالاکتیت باشند. آنها لوله های توخالی ، کشیده و عموماً شفاف کلسیت با قطر برابر قطره های آب حاوی کربنات کلسیم محلول هستند که قبل از افتادن و سقوط به کف غار دی اکسید کربن را در جو غار از دست می دهند و کربنات کلسیم یا سولفات کلسیم محلول در آب آنها از محلول خارج شده بصورت غشایی نازک حلقه ای از مواد معدنی را در لبه خود رسوب و در نهایت یک لوله ساخته می شود از آنجایی که سرعت تامین آب از سقف پایین است، نی‌نوش‌ها همیشه یک قطره آب روی نوک خود دارند ، قطر آنها کم و بیش یکنواخت است ولی در برخی از موارد یسمت بالا پهن‌تر می‌شوند.

نی‌نوش‌ها معمولاً تنها تا طول چند ده سانتی متر رشد می کنند، گرچه بعضی از آن ها تا چند متر هم می‌رسند. این بدین خاطر است که بیشتر نی‌ها به علت وزنشان نمی‌توانند به سقف آویزان بمانند بزرگترین نی سان در غار Gunung Mulu به ارتفاع ۹/۱۳ متر در مالزی به ثبت رسیده است.

۱۰- حوضچه یا استخر یا سد Rimstone or gours

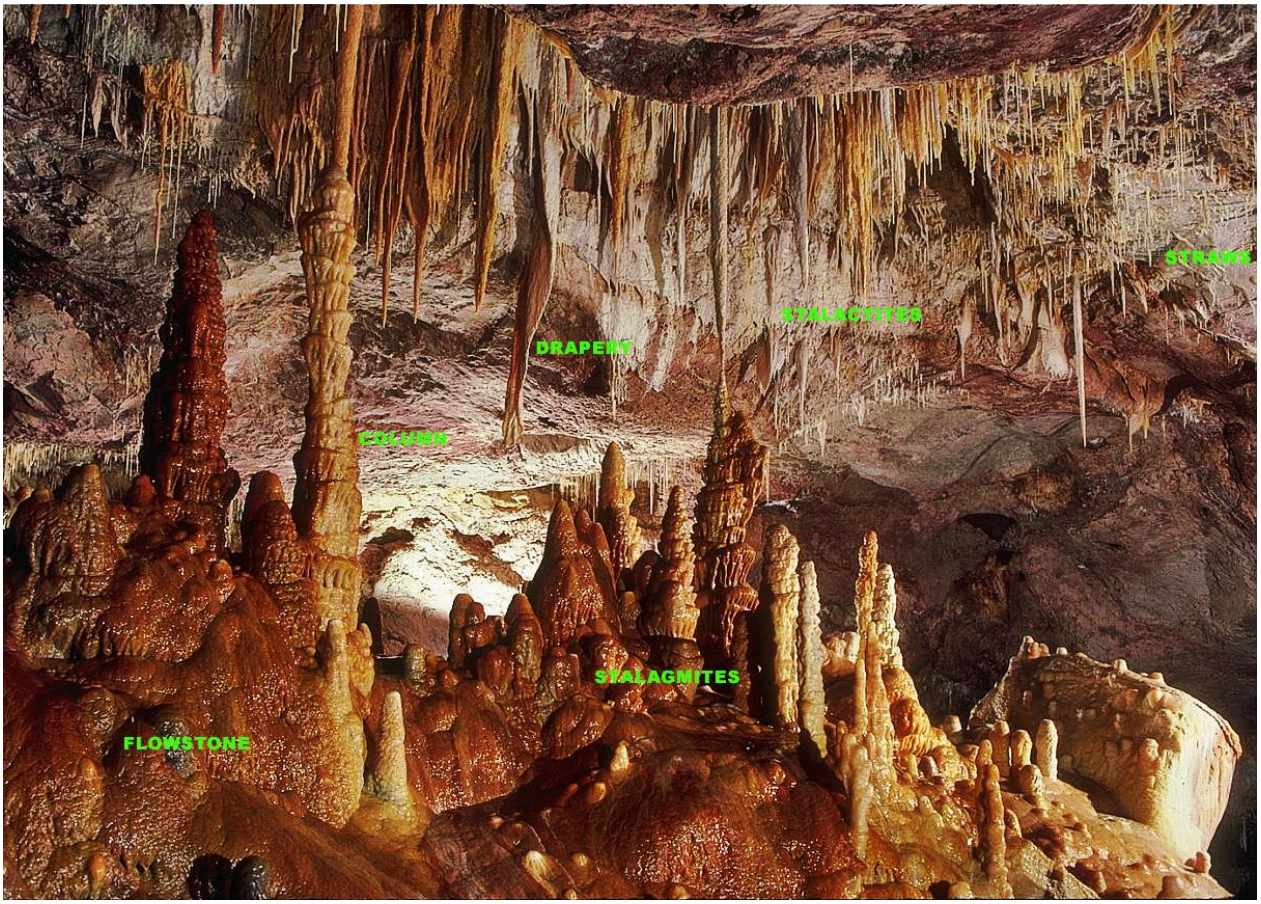
سدها یا ریمستون در جایی ایجاد می شوند که مقداری شیب وجود دارد . گودالهای کوچک در کف غار ویا بر روی دیوااره ای کم شیب هتگامی که از آب حاوی بیکربنات پبر می شود در لب های این گودالها آب تبخیر شده و رسوبات کربناته باقی میگذارد با ادامه رسوبگذاری رفته رفته دیواره گودال و یا حفره بزرگتر وحجم آن افزایش میابد. با روان شدن آب از لبه آنها گودالهای بیشتری ابجاد و همین چرخه تکرار می شود و در نهابت حوضچه های متعددی در روی کف غارها و یا دیوارهای شیبدار شکل میگیرند

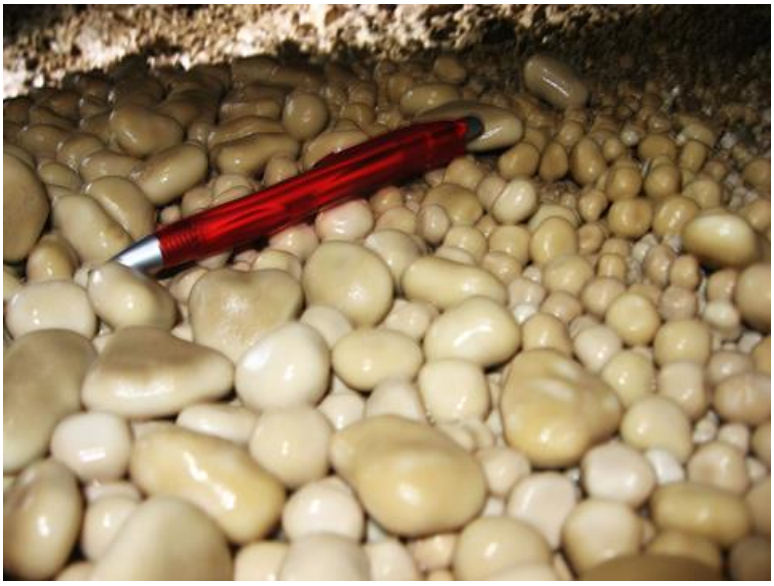
۱۱-هلکتیت Helictite

هلکتیت ها و هلکمیت ها نوع دیگری از تزئینات غاری هستند که جنس انها معمولا کلسیت وندرتا ژیپس است که به اشکال ظریف و رشته های پیچ خورده ونازک دیده میشوند . فرق هلک تیت با هلک میت در این است که اولی از سقف بسمت پایین رشد میکند ودومی از پایین و کف غار بسمت بالا رشد میکند . انها معمولا بر وری استالاکمیتها و استالاکتیت ها ، دیواره و سقف غارها رشد میکنند.

نظر دانشمندان در مورد پیدایش آها متفاوت است . نظر غالب امروزی این است که منبع تغذیه کننده آنها کانالهای ظریف میکروسکوپی است که آب حاوی بیکرینات محلوب بر اساس خاصیت موئینگی از داخل آنها بیرون امده و قبل از آنکه بتواند بصورت قطره در آید تبخیر شده و رسوبات خود را بر جای میگذارد.

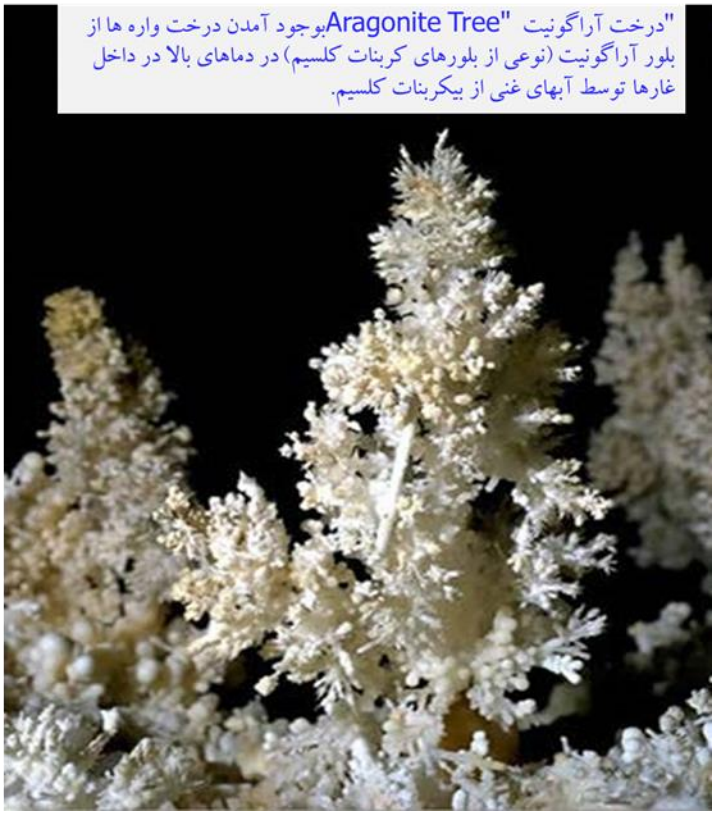
© Max Wisshak – www.speleo-photo.de


STRAWS
STALACTITES
DRAPERY
COLUMN
STALAGMITES
FLOWSTONE



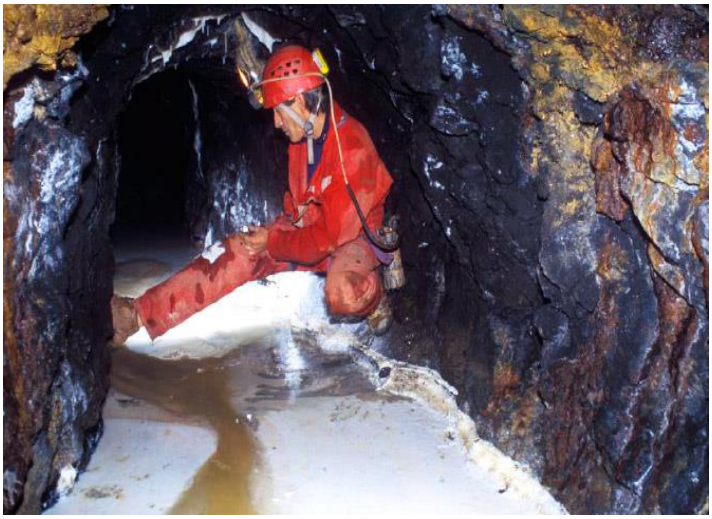
گلهای گچی Gypsum Flowersرشد یافته از سقف غارها، سریع رشد می کنند.

تشکیلات جعبه ای :Boxworkدر ابتدا شکستگیهای داخل سنگ ترمتر توسط محلولهایی از کانیهای سخت تر پر می شود و سپس سنگ در برگیرنده (ترمتر) انحلال پیدا کرده و دیواره بر جای می مانند.



"درخت آراگونیت "Aragonite Tree بوجود آمدن درخت واره ها از بلور آراگونیت (نوعی از بلورهای کربنات کلسیم) در دماهای بالا در داخل غارها توسط آبهای غنی از بیکربنات کلسیم.

آراگونیت های پر شکل :Feathered Aragonite شکل گیری این آراگونیتها با این اشکال زیبا و ظریف حکایت از یکسان ماندن شرایط درون غار، در طی روند شکل گیری آنهاست.



مون میلکMoonmilk (راست) حوضچه یا استخر Rimstone or gours (چپ)

رسوبات غارها

ازنظر نوع مواد،رسوبات غارها به دو دسته تقسیم می شوند:

۱- رسوبات آهکی

۲- رسوبات غیر آهکی

۱- رسوبات آهکی

این رسوبا ت به دو صورت تشکیل می شوند.- رسوبات آهکی حمل شده توسط آب، که در اثر ریزش سقف و بدنه غارها به شکل قطعات خرد شده در محلهای مناسب قرار می گیرند و به مرور زمان قطعات بوسیله خمیره ای از آهک به هم متصل شده و برشهای آهکی را بوجود می آورند.

رسوبات آهکی محلول در آب ، مواد آهکی حمل شده در اثر تغییر شرایط فیزیکی محیط مانند درجه حرارت،تغییر فشار گازکربنیک هوا و... دوباره ته نشین می شوند و بلورها واشکال مختلف آهک را بر جای می گذارد.

۲- رسوبات غیر آهکی

این رسوبات همراه آب از محیط خارج غار وارد آن می شوند که مهمترین آن رس است، بدلیل آنکه از درزو شکافهای آهکی فقط رس معلق در آب می تواند عبورکند. این مواد معلق در محلهایی که جریان آب کند می شود رسوب می کنند (مانند دریاچه ها ی کف غار). انواع دیگر رسوبات غیر آهکی غارها،شن وماسه هستند که معمولا دراثرتخریب مکانیکی آب در غارها بوجود می آیند.

چشمه های کارستی

نرولات جوی وجریانهای سطحی از طریق شکستگی ها، درزوشکافها در توده آهکی وارد شده و معمولا بوسیله چشمه ها تخلیه می شوند.

تخلیه منابع کارستی معمولا توسط چشمه ها صورت می گیرد که در مقایسه با سایر چشمه ها دارای دبی زیادی هستند،بطوریکه دبی بعضی از چشمه های کارستی تا ۱۰۰ مترمکعب درثانیه نیز می رسد.

شناسایی و طبقه بندی چشمه های کارستی نیازمند مطالعات زیادی است ، بطور کلی چشمه های کارستی را می توان به سه گروه تقسیم کرد.

گروه یک – تقسیم بندی بر اساس تغییرات آب آنها

گروه دو- تقسیم بندی با توجه به وضع زمین شناسی و شرایط تکتونیکی

گروه سوم –طبقه بندی چشمه ها بر اساس مورفولوژی

گروه یک – تقسیم بندی بر اساس تغییرات آب آنها

- چشمه های دائمی
- چشمه های موقتی و یا فصلی
- چشمه های متناوب : آب این چشمه ها دارای تغییرات متناوب ولی منظم است.
- چشمه های طغیانی : که بطور استثنایی و فقط در نتیجه افزایش آب در توده کارست ایجاد میشود و معمولا بهنگام بارندگی آب آنها افزایش میابد و گل آلود هستند.

چشمه طغیانی

گروه دو- تقسیم بندی با توجه به وضع زمین شناسی و شرایط تکتونیکی

- چشمه های تماسی: این چشمه ها در محل تماس طبقات قابل نفوذ با یک طبقه غیر قابل نفوذ بوجود میآیند.
- چشمه های گسلی: بعضی از گسلها زهکش آبهای زیرزمینی هستند، بدین ترتیب که آبهای زهکشی شده را در نقطه ای تخلیه می نمایند.

گروه سوم –طبقه بندی چشمه ها بر اساس مورفولوژی

- چشمه قابل ورود: به چشمه هایی گفته می شود که در کنترل انسان است ،بطوریکه می توان در آن واردشد
- چشمه های غیر قابل ورود

چشمه های فعال کارست دارای انواع دیگری نیز هستند که مهمترین آنها عبارتند از:

۱- چشمه های دارای جریان آب آزاد

در این چشمه ها آب با جریان آزاد خارج می شود، بطوری که منابعی که این چشمه ها را تغذیه می نمایند شبیه سفره های آزاد میباشند. البته منابع آب کارستی را نمی توان شبیه سفره های آبرفتی دانست. در سفره های آبرفتی خلل وفرج بین ذرات اشباع از آب شده، ولی در منابع آب کارستی درزو شکاف سنگها از آب پر می گردد.

بطور کلی منابع آب آزاد کارستی را می توان به دو گروه تقسیم نمود:

الف- در بعضی نواحی توده آهک بصورت یکپارچه باقی ماده و فقط شکست در آن بوجود آمده که جریان آب این شکستگیها را گسترش داده و بصورت غارهای بزرگی درآورده و آب از محل ورود تا خروج چشمه از داخل این غارها وشکستگیها عبورمی کند. آب در این مجاری بصورت آزاد حرکت میکند، بعنوان مثال می توان ازآب چشمه روانسر در کردستان نام برد.

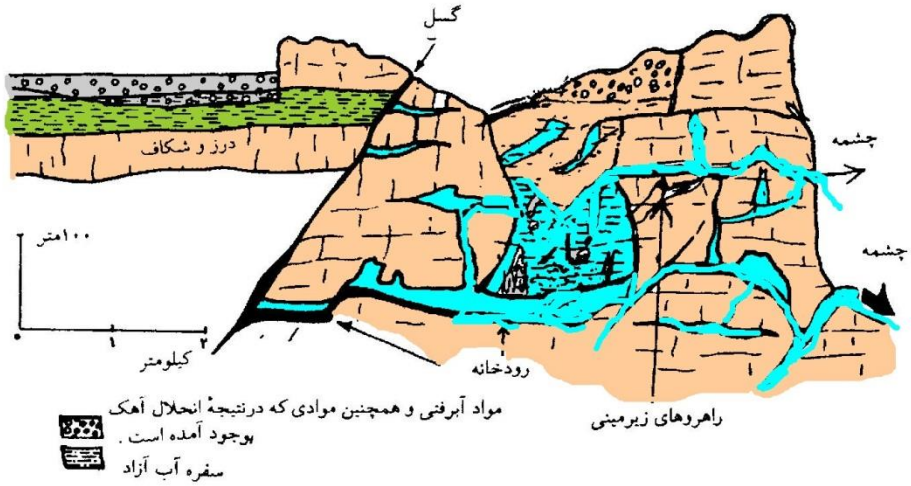
ب- در بعضی از مناطق فشارهای تکتونیکی و زمین ساختی باعث گردیده که سازند آهکی خرد شده ، بطوری که علاوه بر گسلها و شکستگیهای بزرگ ،درزها وشکافهای کوچک وفراوانی درسنگها بوجود آید،در این حالت تغذیه در سطح انجام می گیرد و آبهای نفوذی در شکستگیهایی که عموما بهم متصل بوده در جریان هستند و سیستم کارستی تقریبا یکنواخت توسعه می یابد. البته آین آبها پس ازطی مسیری وارد زهکشهای اصلی که عموما شکستگیهای گسلی می باشند و توسط تعداد معدودی چشمه تخلیه و یا به مناطق دیگر منتقل می شوند. چشمه هایی که از این سیستم تغذیه می کنند دارای رژیم متعادلی بوده ،بطوریکه آبدهی آنها در طی سال تغییرات چندانی ندارد. مانند سراب نیلوفر و سراب سرپل ذهاب.

چشمه های دارای جریان آب آزاد

۲- چشمه ها با جریان آب تحت فشار

این نوع چشمه ها از منابع آب کارستی تحت فشار تغذیه می شوند، این منابع تحت فشار ممکن است یک غار یا مجرای تحت فشار باشد. گاهی ممکن است توده آهکی با درزو شکاف در زیر لایه های از سنگهای غیر قابل نفوذ امتداد داشته باشد که در نتیجه این منبع را مانند سفره های آبرفتی تحت فشار می گذارد. سیستم خروجی چشمه های تحت فشار بر دو نوع است:

- مظهر چشمه بصورت چند سوراخ لوله ای شکل در سنگ بوجود آمده و آبّ با فشار از این سوراخها فوران می نماید .مانند چشمه غربال بیز در شیرکوه یزد.
- در بعضی از مناطق در محل خروج چشمه ، روی آهک توسط آبرفت پوشیده شده و آب وارد آبرفت گردیده و از آبرفت به خارج فوران می نماید.مانند چشمه آتشکده در فیروزآباد فارس.

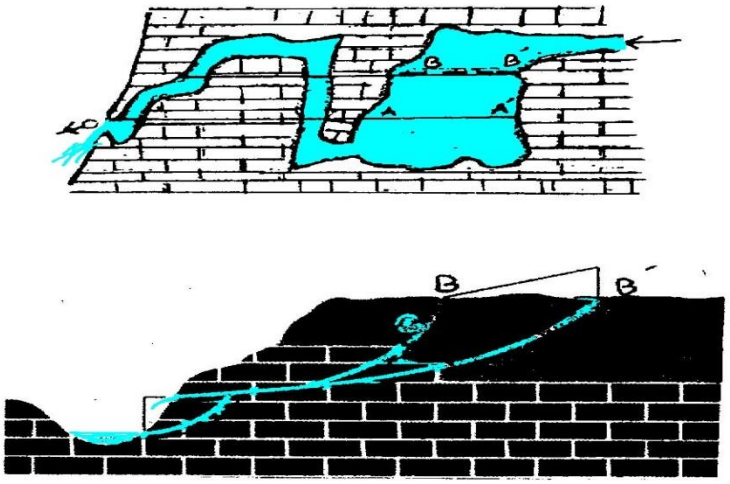


چشمه با جریان آب تحت فشار

۳- چشمه ها با دبی متغییر

آبدهی بعضی از چشمه ها نوسان دارد، بدین صورت که در چند دقیقه آبدهی نسبتا زیادی داشته و پس از مدتی آب چشمه کم شده و یا قطع می شود و دوباره پس از چند دقیقه دوره قبلی شروع می گردد. علت تغییر دبی در این چشمه ها داشتن مسیرهای نامنظم سیفون مانند در توده آهکی می باشد(شکل)

این چشمه ها توسط رودخانه با منابع مختلف دیگر بطور یکنواخت تغذیه میشوند. وقتی سطح آب در درزو شکاف به وضعیت BB میرسد سیفون بکار افتاده و آب از چشمه خارج می شود. پس از مدتی آب به حد AA می رسد که در این حالت سیفون از کار افتاده و آبدهی چشمه تا زمانی که مجددا سطح آن به BB برسد قطع می شود.



چشمه با دبی متغیر

رده بندی کارست

با توجه به چگونگی توسعه و گسترش کارست در مناطق مختلف ، تقسیم بندیهای گوناگونی جهت آنها ارائه شده که عبارتند از:

۱- تقسیم بندی براساس شرایط تکتونیکی

۲- تقسیم بندی براساس شرایط ژئومورفولوژیکی (زمین ریخت شناسی)

۳- تقسیم بندی براساس شرایط هیدروژئولوژیکی (آب زمین شناسی)

۱- تقسیم بندی براساس شرایط تکتونیکی

بر مینای این نوع تقسیم بندی دو نوع کارست معرفی شده اند که از نظر ویژگیهای ژئومورفولوژیکی و هیدروژئولوژیکی با یکدیگر تفاوت دارند.

الف- کارست قبل از کوهزایی

ب- کارست پس از کوهزایی

الف- کارست قبل از کوهزایی

این نوع کارست در سنگهای کربناته و یا سایر سنگهایی که قابلیت کارستی شدن را دارا باشند و در نواحی کم عمق دریا و یا روی فلات قاره ها بوجود آمده وتوسعه می یابد.این نوع کارست در آبهای شیرین هم تشکیل می شود.در چنین مناطقی رسوبات افقی ویا نیمه افقی بوده و چین ها وگسلها در ناحیه گسترش دارند. سازندهای کربناته آسماری –ایلام –سروک در این رده تقسیم بندی کارستی قرار می گیرند که در بعضی از نواحی کشور بخشهایی از این سازندها روی محیط های قاره ای تشکیل شده اند.

ب- کارست پس از کوهزایی

این نوع کارست در سنگهای انحلال پذیری که تکتونیک شدیدی را تحمل کرده اند ، بوجود می آید و ساختارهای تکتونیکی مانند راندگی ها در آنها دیده می شود.

۲- تقسیم بندی براساس شرایط ژئومورفولوژیکی (زمین ریخت شناسی)

بر این مبنا سه نوع کارست معرفی شدهاند.

الف- کارست کامل

ب- کارست ناقص

ج- کارست انتقالی

الف- کارست کامل

این نوع کارست در مناطقی و یا سازندهایی توسعه پیدا می کند که تماما" از سنگهای کربناته باشند و اشکال سطحی مانند دولین و پلژه (پولیه) ، واشکال زیر سطحی مانند غارها در آنها دیده می شود. به عبارت دیگر هم در سطح زمین و هم در قسمت های زیرین کارست گسترش یافته و در سنگ آهک های ضخیم لایه و خالص دیده میشود.

ب- کارست ناقص

این کارست در مناطقی ایجاد می گردد که دارای سنگهای آهکی –مارنی و دولومیتی ناخالص و نازک لایه باشند توسعه میابد. اشکال ناشی از انحلال مانند پولیه و فرو چاله در این نوع کارست دیده نمی شوند و توسعه کارست بیشتر در سطح دیده میشود.

اگر رسوبات آهکی توسط خاک سطحی و پوشش گیاهی پوشیده شده که به آن کارست پوششی هم می گویند،

ج- کارست انتقالی

همانطور که ازنام آن پیداست این نوع کارست بین کارست کامل وناقص قراردارد ، اشکالی مانند پولیه درآن دیده نمی شود ولی اشکال زیر سطحی مانند غارها در آن بوجود می آیند. این نوع کارست در مناطقی از ایران مانند لرستان –البرز مرکزی و همدان دیده می شود.

۳- تقسیم بندی براساس شرایط هیدروژئولوژیکی (آب زمین شناسی)

این نوع تقسیم بندی دارای اهمیت بیشتری می باشد زیرا که خصوصیات سنگ شناسی یا لیتولوژیکی –زمین شناسی و ویژگیهای ساختمانی آن در نظر گرفته شده است و بر این اساس دو نوع کارست معرفی می شود.

الف – کارست سکویی یا مسطح

ب- کارست ناودیسی

الف – کارست سکویی یا مسطح

در این نوع کارست لایه ها کم شیب و یا افقی هستند (شکل) به همین علت گسترش سنگهای حاوی مواد مارنی ، عمل کارستی شدن در آنها توسعه چندانی ندارد و فعالیتهای تکتونیکی نیز در آنها محدود است.

ب- کارست ناودیسی

این نوع کارست در نواحی که دارای چین خوردگی و گسیختگی های زیاد باشند گسترش می یابد .بزرگ ناودیس ها یا ژئوسنکلینال ها که متشکل از سنگهای کربناته باشند با دارا بوده شرایط مساعد آب هوایی ، چین خوردگی و تکتونیک فعال موجب توسعه این نوع کارست می شوند.

با مقایسه دونوع کارست عنوان شده می توان نتیجه گرفت که نوع اول به علت موادی با انحلال پذیری کم و همچنین فعالیتهای تکتونیک محدود ، امکان گردش آب زیرزمینی در و تشکیل یک سیستم هیدروژئولوژی در آنها به حداقل می رسد . اما در نوع ناودیس به علت ایجاد شرایط تکتونیک بهتر و وجود موادی با قابلیت انحلال بالا،

امکان گردش آب وشرایط هیدروژولوژیکی بهتر است . نمونه این کارست در ناودیس تیزکوه در منطقه لار (غـار گل زرد و رودافشان) و در کوههای البرز دیده می شود.
سنگهای سازند لار بشدت تکتونیزه بوده که باعث فرار آب از دریاچه سد لار می شود . عمق کارستی شدن در این مناطق به حدود ۴۰۰ متر می رسد.
فعالیتهای آتشفشانی دماوند با ایجاد اسید سولفوریک ، خورندگی شدید سنگهای کربناته را بدنبال داشته و باعث تشدید شرایط کارستی شده است.

راهکارهای شناخت مناطق کارستی

تصویر برداری ماهواره ای ، عکسبرداری هوایی ، سنجش از دور هوایی وزمینی ، ژئوفیزیک، آزمایشات شیمیایی و نرم افزارهای کاربردی ،امروزه نتایج دقیقتری از زمین شناسی ، چینه شناسی و ساختار واحدهای کارستی وغار را در اختیار ما قرار می دهد. مولفه های مهم در این مطالعات وبررسیها شامل تفسیر عکسهای هوایی وماهواره ای ، نقشه برداری صحرایی واحد های ساختاری وچینه ای ، استفاده از اسکنرهای سه بعدی در نقشه برداری غارها، تجزیه وتحلیل گسلها وشکستگیها ، تغییرات هیدرولوژی در فصول مختلف ، تغییرات مکانی آبخوانها وآب بندها ،سرعت وجهت آبهای زیر زمینی در داخل آبخوانها، سطوح فرسایش وشرایط آب و هوایی همگی عواملی هستند که در ایجاد ،توسعه و شناخت غارها ما را یاری میکند.

نقشه های زمین شناسی

با مطالعه نقشه های زمین شناسی و بررسی واحد های ساختاری زمین شناسی درهر منطقه میتوان در وقت و هزینه اکتشاف غارها صرفه جویی یسیاری کرد. غارنوردان وغارشناسان با آگاهی از جنس سنگها ، شرایط تشکیل آنها ، شناخت واحد های کربتاته و بررسی سن سنگها توسط نقشه های زمین شناسی میتوانند با دید و درک بهتر مناطقی را قبل از عزیمت به منطقه مورد شناسایی قرار داده و سپس نسبت به عملیات جستجو و اکتشاف اقدام نمایند. آشنایی و درک نقشه های زمین شناسی میتواند مناطق مستعد جهت اکتشاف را به آنها نشان دهد.

هدف از تهیه یک نقشه زمین شناسی نشان دادن پراکندگی سنگها و گسلها ، تاقدیس‌ها ، ناودیس‌ها و دیگر ساختمانهای زمین شناسی به صورتی است که در زمین ظاهر شده‌اند. در واقع این نقشه‌ها مقیاس کوچکی از پدیده‌های زمین شناسی می‌باشند که برای تفسیر پدیده‌های زمین شناسی ، بیان تاریخ زمین شناسی منطقه و ترتیب رسوبگذاری و اتفاقات گذشته مورد استفاده قرار می‌گیرند.

نقشه های زمین شناسی شبیه دیگر نقشه ها نیست. نقشه هایی که ما بیشتر با آنها آشنا هستیم نشانگر پراکندگی جاده ها و رودخانه ها و مرزبندی شهرستان ، استان و کشورهاست درحالی که نقشه های زمین شناسی نشانگر عوارض زمین شناسی مانند پستی ها وبلندی ها ، انواع سنگ ها، سن آنها و گسلهاست . دراین نقشه ها عوارض زمین شناسی با علائم ، نماد ها و رنگهای خاصی نمایش داده می شود.

راهنمای نقشه

همه نقشه های زمین شناسی دارای راهنما می باشند که در آن تمام رنگها ونمادهای نقشه تعریف می شوند. ایتدا رنگها و نمادهای نوشتاری بر حسب سن ، از جدید به قدیم ، نوشته می شوند و نوع سنگهایی که با رنگ خاصی نشان داده شده اند نیز شرح داده می شود.سپس انواع خطوطی که روی نقشه به کار رفته اند و انواع نمادهای شیب و لایه بندی آورده می شوند.

نواحی رنگی

برجسته ترین عوارض نقشه های زمین شناسی رنگها هستند. هر رنگ نشان دهنده یک واحد زمین شناسی متفاوت و یا جنس سنگها است. (یک واحد زمین شناسی ، توده ای از نوع مشخصی از سنگ مربوط به محدوده زمانی مشخصی است). به خیلی از واحدهای زمین شناسی ، نامهای خاصی داده می شود(مثلا سازند لار lar Formation، سازند شمشک shemshak Formation).این نام در ارتباط با مکانی است که درآنجا بهترین رخنمون از آن واحد زمین شناسی دیده می شود یا اینکه این نام دربردارنده اولین مکانی است که این واحد مطالعه شده است. زمین شناسانی که نقشه زمین شناسی را تهیه کرده اند بر مبنای مشاهداتشان از انواع سنگها و بررسی هایشان درمورد سن سنگها آنها را نامگذاری وتوصیف می کنند.

نمادهای نوشتاری:

به هر واحد زمین شناسی روی نقشه علاوه بر رنگ ، دسته ای از علائم نوشتاری نیز اختصاص داده می شود. این علائم معمولا از یک حرف بزرگ انگلیسی در ابتدا و چند حرف کوچک درسمت راست و در بالا و پایین این حرف ، تشکیل می شود ($P^{l}r$) در این نماد حرف بزرگ ابتدایی نشانگر سن واحد می باشد(P سن پرمین). حرف پایین سمت راست نام واحد سنگی یا زمین شناسی (سازند روته r) و حرف بالا سمت راست معمولا جنس واحد سنگی (L سنگ آهک lime stone) را مشخص میکنند . معمول ترین تقسیم بندی زمانی که در علائم نوشتاری نقشه های زمین شناسی استفاده می شود ، دوره ها(period) و دوران ها (Era) هستند.

دوران های زمین شناسی (صرفا جهت آشنایی کار آموز با مفاهیم سن زمین شناسی است)

عمر زمین را بر دوران ها و بخش های مختلفی تقسیم می کنند که مبنای تقسیم بندی این دوران ها، ظهور یا انقراض و یا سایر اتفاقات مهم دیگر نظیر کوهزایی و ... می باشدکه هر دورانی با وقوع یکی از حالات ذکر شده شروع و یا خاتمه می یابد. برای تقسیم بندی تاریخ زمین از معیارهای مختلفی استفاده می کنند. مثلا می توان تاریخ زمین را بطور کلی به دو بخش قبل از پیدایش حیات و بعد از آن تقسیم کرد. در این تقسیم بندی بخش قبل از پیدایش حیات را زندگی نهان و یا Cryptozoic می نامند که در آن حیات بوجود نیامده و یا لااقل نشانه ای از وجود حیات در آن دیده نمی شود. قسمت بعد از پیدایش حیات را زندگی آشکار یا Phanerozoic می نامند که در آن نشانه های متعددی از وجود موجودات زنده مختلف در دست می باشد هر کدام از این بخش ها خود به بخش های کوچکتری تقسیم می شوند. که در زیر به آنها اشاره خواهد شد.

دوران پرکامبرین (Precambrian) (از زمان پیدایش زمین تا تقریبا ۵۷۰ میلیون سال پیش)

قسمت اعظم تاریخ زمین متعلق به این بخش می باشد. این بخش بیشتر شامل سنگهای دگرگونی در ابتدا و سنگ های رسوبی نظیر ماسه سنگ ، کنلگومرا ، شیست و کوارتزیت که بر روی سنگ های دگرگونی قرار گرفته اند تشکیل شده است.

دوران Paleozoic (از ۵۷۰ تا ۲۲۵ میلیون سال پیش)

اسم این دوران از دو کلمه پالیوس به معنی قدیمی و زئون به معنی جانور گرفته شده است. جنس سنگ های این دوران بیشتر از نوع رسوبی بوده ولی سنگ های آذرین و دگرگونی نیز دیده می شود.

دوران اول خود نیز به پنج دوره زیر تقسیم می شود.

۱) دوره کامبرین (Cambrian) : از کلمه کامبریا، نام لاتین یکی از شهرهای انگلستان گرفته شده است.

۲) دوره اردویسین (ordovisian) : نام آن از قبیله اردوشیا مشتق شده است.

۳) دوره سیلورین (Silurian) : از قبیله ای به نام سیلور گرفته شده است.

۴) دوره دونین (Devonian) : از کلمه Devon به معنی رسوبات دریایی گرفته شده است.

۵) دوره کربونیفر (Carbonifer) : به معنی طبقات حاوی کربن است و از آنجا که اغلب ذغال های دنیا در این دوره تشکیل شده، این نام به آن اطلاق گردیده است.

۵) دوره پرمین (Permian) : از کلمه Permia که منطقه ای بین ارال و ولگا در شوروی بوده ، گرفته شده است.

مشخصات دوران پالئوزوئیک

جانوران این دوران بیشتر از بی مهرگان بوده و تنها مهره داران این دوران ماهی ها می باشند. البته در اواخر دوران تعداد کمی از دوزیستان و خزندگان نیز بوجود آمده اند. در ابتدای این دوران (کامبرین) خشکی بزرگی در نیمکره شمالی وجود داشته که چند بار به قطعات کوچکتر تقسیم شده و مجددا بهم پیوسته است.

در دوره سیلورین سه خشکی کانادا ، سیبری و خشکی کوچک اسکاندیناوی در شمال و خشکی بزرگ گندوانا (Gondwana) در جنوب وجود داشته است.

در دوره دونین دو خشکی بزرگ شمالی به هم متصل شده و خشکی واحدی به نام اطلس شمالی را تشکیل دادند. در بقیه دوران اول تقریبا وضع خشکی ها به همین ترتیب باقی مانده است. کوهزایی های کالدونین (Caledonian) در دوره سیلورین و هرسینین (Hercinian) در دوره کربونیفر بوقوع پیوسته است.

دوران Mesozoic (از ۲۲۵ میلیون سال تا ۶۵ میلیون سال پیش)

نام این دوران از دو کلمه یونانی مزوس به معنی وسط و زیون به معنی جانور مشتق شده است. دوران دوم دارای سه دوره به شرح زیر می باشد:

۱) دوره تریاس (Triassic): از کلمه یونانی تریاس به معنی «سه تایی» گرفته شده است. زیرا رسوبات این دوره در آلمان از سه قسمت متمایز ، تشکیل شده است.

۲) دوره ژوراسیک (Jurossic): از نام کوههای ژورا واقع در فرانسه گرفته شده است.

۳) دوره کرتاسه (Creataceous): از کلمه Craie به معنی گل سفید گرفته شده است.

مشخصات این دوران :

جانوران و گیاهان این دوره تکامل بیشتری دارند و از انواع دوران اول عالی تر بوده اند. در دوران دوم نرم تنانی مانند آمونیت ها (Ammonite) ظهور کرده اند. همچنین خزندگان در این دوران زیاد و متنوع شدند که این دوران به نام خزندگان معروف شده است.

نخستین پرندگان در این دوران ظاهر شده است و نیز آثاری از پستانداران ابتدایی پیدا شده است. وضع خشکی ها و دریاها در اوایل دوران دوم تقریبا شبیه دوران اول بوده ولی از اواسط این دوران، در اغلب نقاط علائم پیشروی دریا مشاهده می شود. بطوری که در ژوراسیک، خشکی گندوانا به دو قسمت تقسیم گردیده است. اکثر ذغال های ایران و افغانستان در طی دوره ژوراسیک تشکیل گردیده است.

دوران Cenozoic (از ۶۵ میلیون سال پیش تا زمان حال)

نام این دوران از کلمه kainos به معنای جدید گرفته شده است. در طول دوران سنوزوئیک، پالئوژئوگرافی (جغرافیای دیرین) زمین به حالت فعلی خود نزدیک می شود. دوران سنوزوئیک به دو دوره ترشیری (Tertiary) و کواترنری (Guaatemary) تقسیم می شود. هرکدام از این دوره ها خود به تقسیمات ریزتری به نام دور تقسیم شده اند.

تقسیمات ترشیری :از دو دوره تشکیل شده است که عبارتند از :

۱) دوره پالئوژن (Paleogen) : که از کلمه Palaios به معنی قدیمی گرفته شده است.

۲) دوره نئوژن (Neogen) : که به معنی جدید می باشد.

دوره ترشیری (از ۶۵ تا ۲ میلیون سال پیش)

در این دوره چین خوردگی مهم آلپ بوقوع پیوسته است که در اثر آن، زمین به وضع کنونی خود نزدیک شد. در اثر این چین خوردگی، کوههای آند در آمریکا، پیرنه، آلپ، کارپات و ارتفاعات یونان در اروپا و کوههای قفقاز، البرز، زاگرس، هندوکش، هیمالایا و ... در آسیا بوجود آمد. با تشکیل تدریجی، کوههای البرز و زاگرس ایران که تا آن زمان زیر آب بود بتدریج از آب خارج شد.

دوره کواترنری (از ۲ میلیون سال پیش تا کنون)

در این دوره اوضاع بیولوژیکی و جغرافیایی زمین کاملا شبیه به وضع امروزی خود گردیده است. طی این دوران ، پستانداران و پرندگان مخصوصی ظاهر و از بین رفته اند که از جمله آنها می توان فیل ماموت، کرگدن پشم دار و

نظایر آنها را نام برد. از جمله دیگر وقایع مهم این دوره ظهور انسان و تکامل آن است. دوره کواترنری شامل تقسیمات زیر می باشد :

۱) دوره پلیستوسن (Pleistocene) :

قسمت اعظم تاریخ این دوره را تشکیل داده و خود به چهار عصر نخستین یخبندان ، عصر بین یخبندان ، عصر دومین یخبندان و عصر بعد از یخبندان تقسیم می شوند.

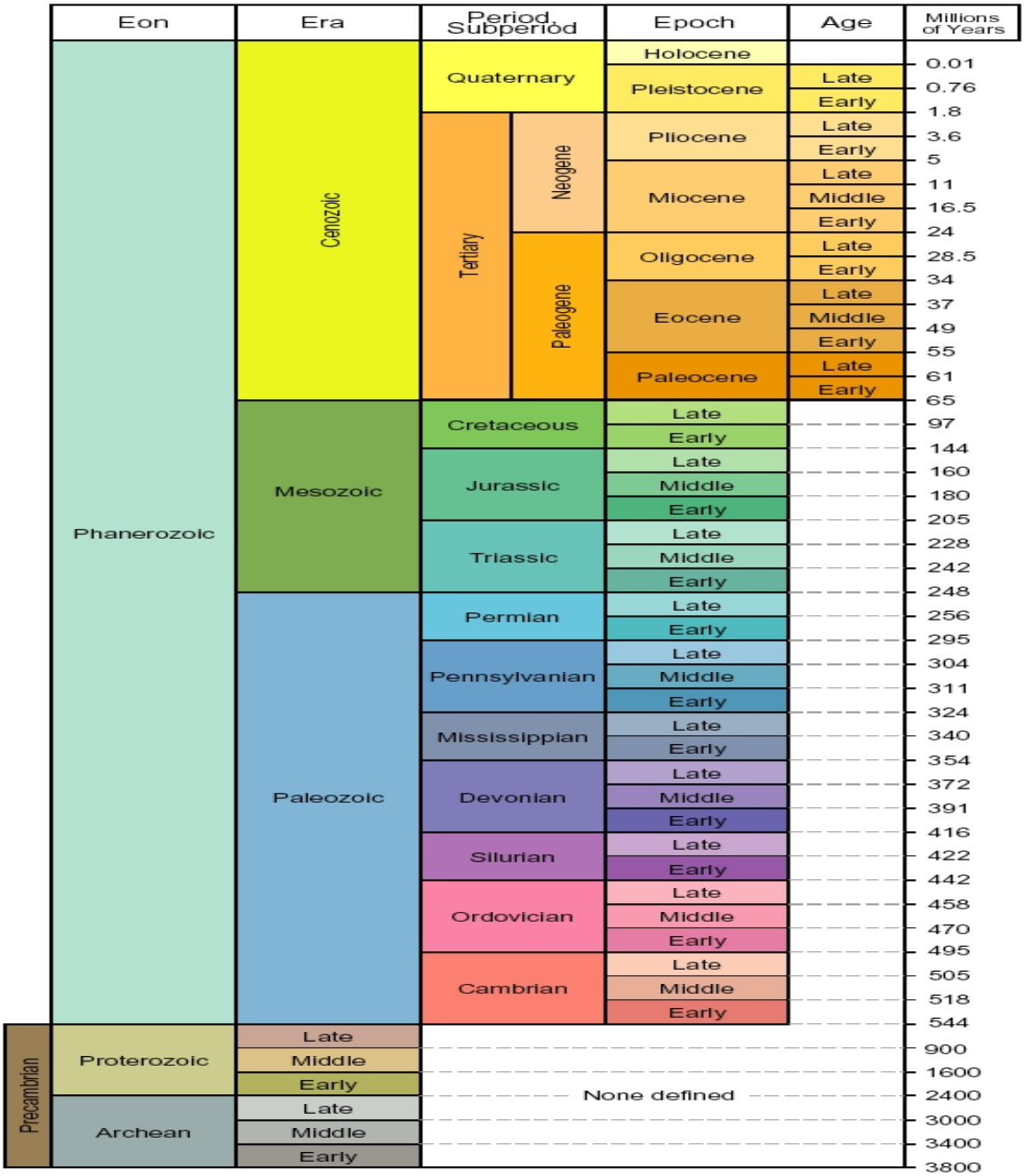
۲) دوره هولوسن (Holocene) :

از کلمه Holos به معنی کامل گرفته شده و از آغاز آن بیش از ۲۵۰۰۰ سال نمی گذرد و عصر فعلی نیز دنباله آن به حساب می آید.

مشخصات دوره کواترنری :

از جمله مشخصات این دوره در ایران خشک شدن دریاچه های مرکزی و تشکیل نمک زارها و کویرهای ایران می باشد. همچنین آخرین فعالیت های آتشفشان های سهند ، دماوند و سبلان نیز در این دوره بوقوع پیوسته است

در تقسیم یندی زمین شناسی اغلب نمادهای نوشتاری که با حروف بزرگ آغاز شده اند یکی از دوره های زمین شناسی را نشان می دهند. در این سیستم طبقات قدیمی تر در پایین و طبقات جوانتر در سمت بالا قرار می‌گیرند. تصویر ذیل اسامی دورانها و دوره های زمین شناسی و طول مدت زمان آنها را از قدیم به جدید (از پایین به بالا) را نشان میدهد.



تقسیم بندی زمانی دوران و دوره های زمین شناسی

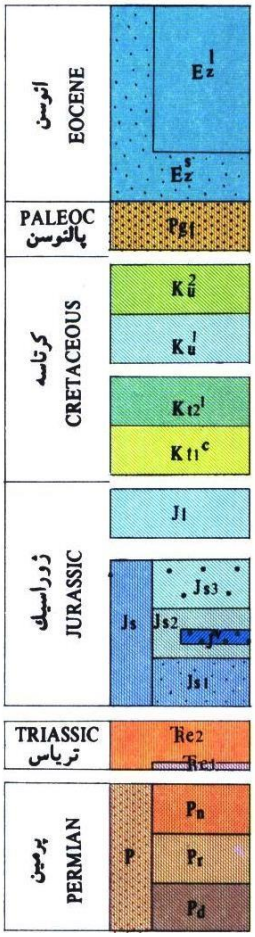
در نقشه‌های زمین شناسی معمولا سن طبقات را با علائم مشخص می‌کنند . مثلا حرف C برای دوره کربونیفر Carboniferous ، حرف P برای دوره پرمین Permian ویا D برای دوره Devonian بکار برده میشود. علامتهای مورد استفاده در سن‌های طبقات در واقع اختصار دوره های زمین شناسی می‌باشد. تمام علائمی که در روی نقشه بکار می‌روند در راهنمای نقشه نیز شرح داده می‌شوند. غالبا علائم قراردادی بر حسب نقشه‌ها فرق می‌کند. همچنین در یک نقشه علامتهای مختلفی برای توضیح عوارض موجود استفاده می‌شود که در زیر به برخی از آنها اشاره شده است :

علائمی که از یک حرف تشکیل شده‌اند

در این نوع علائم معمولا تقسیمات چینه شناسی را بر اساس اختصار برخی از کلمات نشان می‌دهند. برخی ازاین علائم دارای اندیس‌های عددی ... ,۱،۲،۳ می‌باشند. علامتهایی که با ارقام نشان داده می‌شوند در سری چینه شناسی به ترتیب از قدیم به جدید و یا از پایین به بالا به صورت مثلا $C_1C_2C_3$ نمایش داده می‌شوند. البته در برخی نقشه‌ها اندیس‌های عددی به صورت ارقام دومی هم نوشته می‌شوند که بر حسب افزایش حروف ، سری چینه شناسی را از قدیم به جدید نشان می‌دهند .

تقسیمات اضافی

با بکار بردن حروفی مثل a, b, c , در اندیس معرفی می‌شوند. هنگامی که این حروف همزمان با حروف بزرگ بکار روند به ترتیب حروف الفبایی از سری قدیم و جدید نوشته می‌شوند. به عنوان مثال از پایین به بالا داریم : $C_a^1C_b^1C_c^1C_1aC_1bC_1c$ که به صورت C یک a و ... خوانده می‌شود . (تصویر ذیل)



E_z^l: Numulitic limestone — سنگ آهك نومولیت‌دار

E_z^s : Sandy limestone. sandstone. shale — سنگ آهك ماسه‌دار، ماسه‌سنگ، شیل

سازند زیارت ZIARAT F.

P_{gf} : Red conglomerate. sandstone — سنگ جوش قرمز، ماسه سنگ

سازند فجن FAJAN F.

K_u^2 : Limestone, sandy limestone, sandstone — سنگ آهك، سنگ آهك ماسه‌دار، ماسه سنگ

K_u^1 : Inoceramus bering limestone and marly, nodular limestone — سنگ آهك اینوسراموس‌دار، و سنگ آهك مارني قلوه‌ای

K_{t2}^l: Orbitolina limestone, — سنگ آهك اوربیتولین‌دار

K_{t1}^c : Argillite. limestome, sandstone — آرژیلیت، سنگ آهك، ماسه‌سنگ

سازند تیز کوه TIZ KUH F.

J_1 : Limestone, massive dolomite — سنگ آهك، دولومیت توده‌ای

سازند لار LAR F.

J_{s3} : Conglomerate. sandstone — سنگ جوش، ماسه سنگ

J_{s2}: Shale, Coaly argillite, Coal lenses — شیل، آرژیلیت ذغال‌دار، عدسیهای ذغالی سنگ

J^v : Volcanic rocks — سنگهای آتشفشانی

J_{s1} Sandstone, silstone, shale, grey — ماسه‌سنگ، فورش سنگ، شیل، برنگ خاکستری

سازند شمشك SHEMSHAK F.

T_{re2} Thin bedded, vermiculair limestone, massive dolomite — سنگ اهك لایه نازك کرم‌دار، دولومیت توده‌ای،

T_{re1}: Bauxite and ferrogenouse beds at the base. — بوکسیت و لاتریت در قاعده

سازند الیکا ELIKAH F.

P : Permian in general. — پرمین بطور عموم

P_n : Limestone with Chert, sandstone, and shale at the base — سنگ آهك چرت‌دار، ماسه‌سنگ، شیل در قاعده

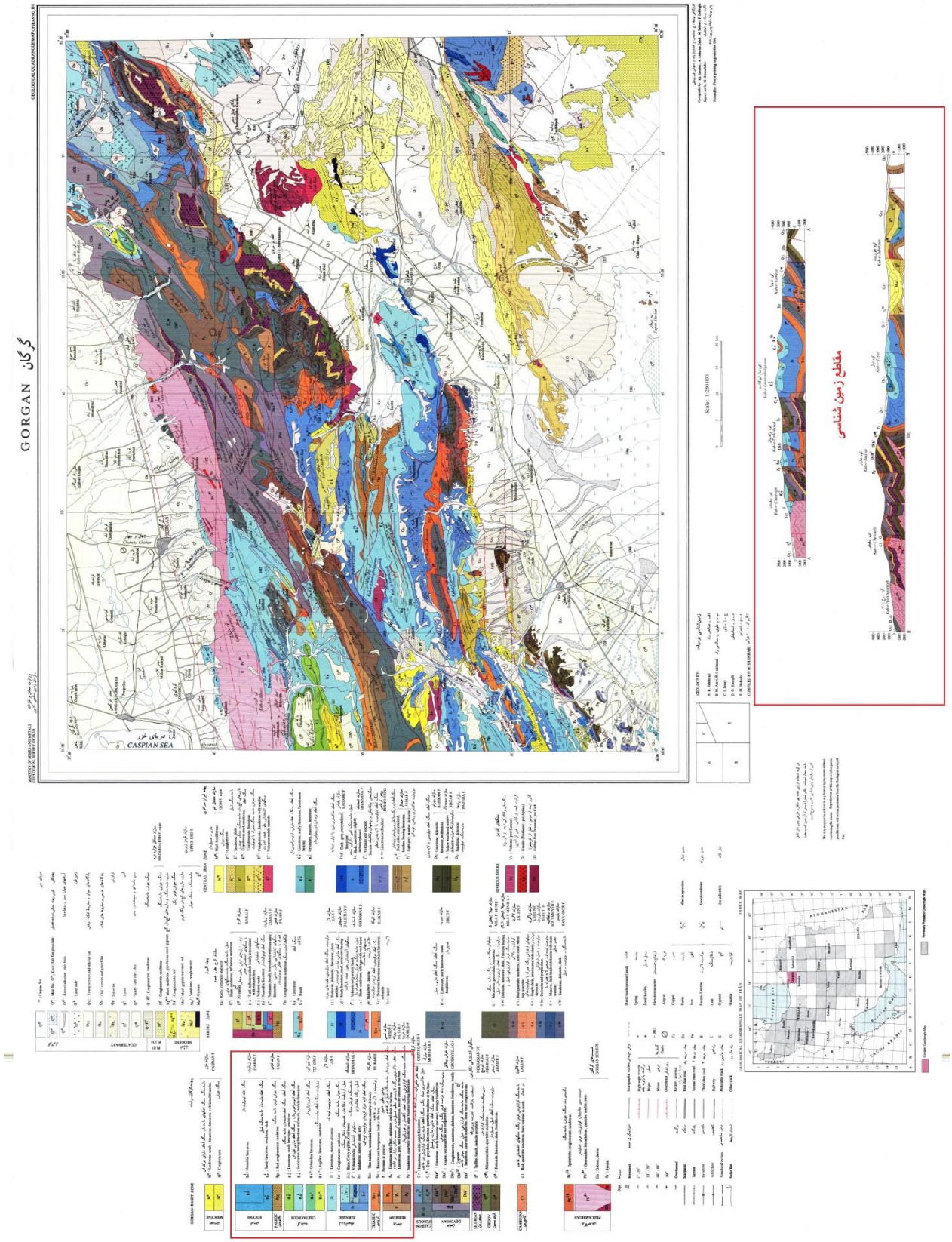
سازند نسن NESEN F.

P_r Limestone, grey, well bedded, fossiliferous, locally diabase at the base — سنگ آهك، خاکستری رنگ، لایه‌بندی منظم، فسیل‌دار، بر حسب مکان دیاباز در قاعده

سازند روته RUTEH F.

P_d : Sandstone, quartzitic sandsotne, algal fusulina bearing limestone. — ماسه‌سنگ، ماسه‌سنگ کوارتزیتي، سنگ آهك آلك‌دار و فوزولین‌دار

سازند درود DORUD F.


GORGAN گرگان
CASPIAN SEA
دریای خزر
مقاطع زمین شناسی

علائم مورد استفاده برای انواع سنگها

برای سنگهای دگرگونی و آذرین علائم گوناگونی در نقشه‌ها وجود دارد که معمولا هر سنگ را با یک علامت نشان می‌دهند. برای سنگهای آذرین از حروف لاتین نام سنگ استفاده میشود. به عنوان مثال برای گرانیت از G، بازالت ازB و آندزیت از A و ... برای سنگهای دگرگونی نیز در برخی موارد از علائم یونانی استفاده می کنند و در پاره‌ای موارد نیز از حروف انگلیسی استفاده می کنند .(تصویر فوق)

خطوط کنتاکت

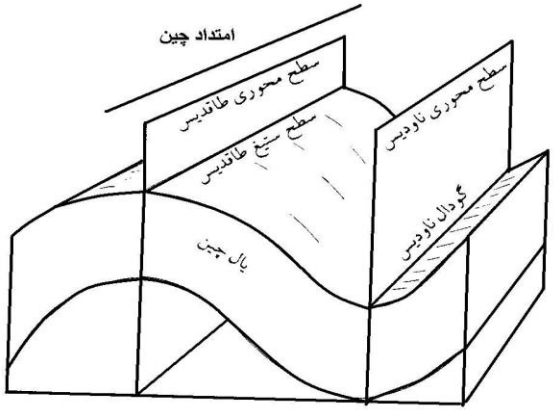
مکانی را که دو واحد زمین شناسی متفاوت کنار هم یافت می شوند را کنتاکت می نامند که بسته به نوع آنها با خطوط متفاوتی روی نقشه ها ی زمین شناسی نمایش داده می شوند. دو نوع اصلی کنتاکت ،کنتاکت های نهشته ای و گسلی است. همه واحدهای زمین شناسی در بالا، پایین یا کناردیگر واحد ها شکل گرفته اند. مثلا وقتی آتشفشانی فوران کرده و گدازه آن روی زمین جریان یافته وبه سنگ سختی تبدیل شده است، به مکانی که لاوای سنگ شده روی سنگهای زیرین تکیه می کند ، کنتاکت نهشته ای میگویند. جایی که کنتاکت نهشته ای اصلی بین دو واحد حفظ شده است را با خطوط باریک نشان می دهند.

گسلها Faults

درنواحی فعال زمین شناسی ، واحدهای زمین شناسی شکسته شده ودرطول گسل حرکت کنند. هنگامی که واحدهای زمین شناسی متفاوت پس از تشکیل شدن نسبت به واحدهای دیگر حرکت کند، کنتاکت گسله نامیده می شود و روی نقشه های زمین شناسی با خطوط ضخیم تر (فرمز رنگ) نمایش داده می شود. گسل ها می توانند یک واحد زمین شناسی را برش بزنند. این گسلها نیز باهمان ضخامت روی نقشه نمایش داده خواهند شد اما دردوطرف آن یک واحد زمین شناسی دیده می شود. نمایش یک گسل روی نقشه زمین شناسی دلیل بر فعال بودن آن نیست. سنگها می توانند پیشینه گسلها را حفظ کنند. نقشه های زمین شناسی ویژه ای نیز برای نشان دادن گسلهای فعال وجود دارند.

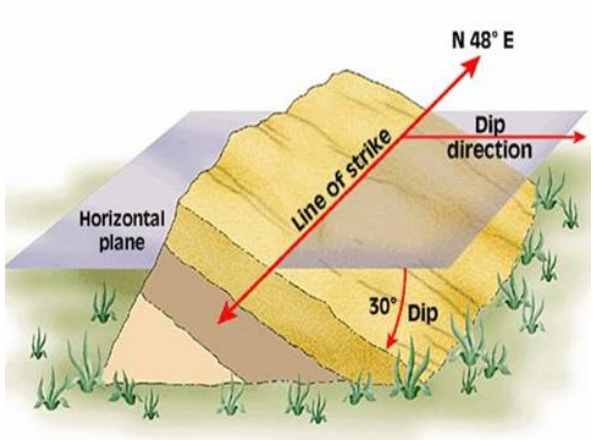
چین ها

یکی دیگر از خطوطی که روی نقشه های زمین شناسی نشان داده می شوند ، محور چین ها است. واحدهای زمین شناسی علاوه بر اینکه با گسلها جابه جا می شوند با همان نیرو نیز خمیده شده و به شکلهای موجی و گرد شده در می آیند که در این حالت به آنها چین می گویند. خطی که قله یا دره چین را دنبال می کند محور چین نامیده می شود. این خطوط روی نقشه زمین شناسی ضخیم تراز خطوط کنتاکت های نهشته ای و باریک تر از خطوط گسل نشان داده می شوند.



اجزاي اصلي چين خوردگي

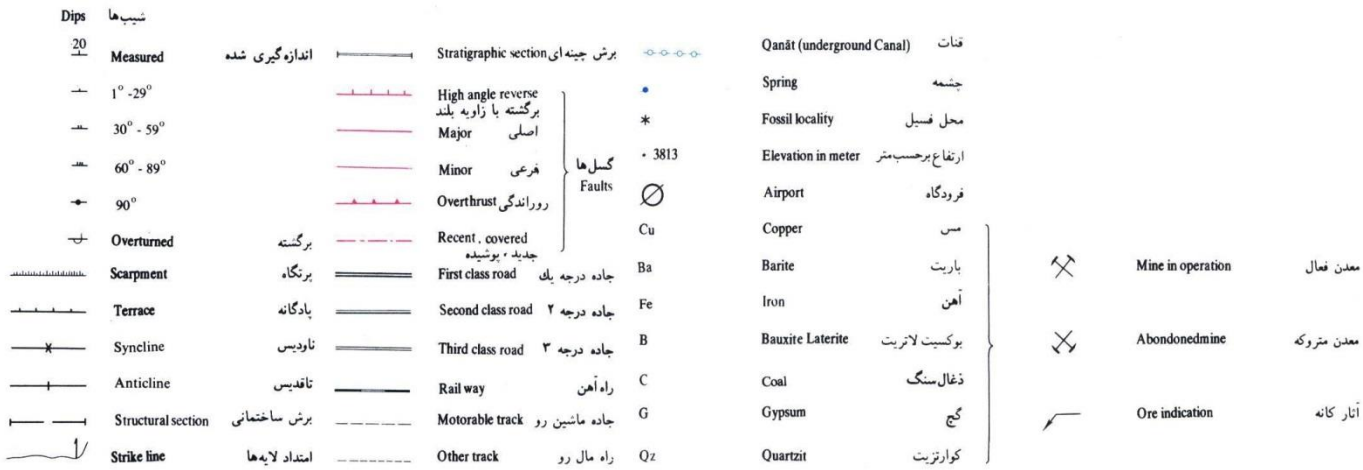
چین خوردگی از معمول ترین پدیده‌های زمین شناسی می‌باشد که به دو صورت تاقدیس Anticline (n شکل)و ناودیس Syncline (U شکل) دیده می‌شوند چین ها تحت تاثیر نیروهای درونی زمین بوجود می آیند. در تاقدیس‌ها طبقات قدیمی در مرکز و در ناودیس‌ها طبقات جوانتر در مرکز قرار می‌گیرند. در تاقدیس‌ها شیب طبقات به طرف خارج و در ناودیس به طرف مرکز می‌باشد.



امتداد و شیب

درمکانهایی که نزدیکی نقاط فعال قرار دارند نیروهایی باعث کج شدن لایه های مسطح می شوند. درنقشه های زمین شناسی لایه های کج شده را با نمادهای امتداد و شیب نشان می دهند.این نمادها ازسه بخش تشکیل شده اند:

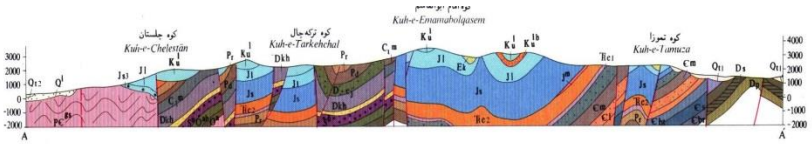
یک خط بلند ، یک خط کوتاه ، ویک عدد. خط بلند خط امتداد نامیده می شود وجهت لایه را تا وقتیکه افقی است نشان می دهد. خط کوتاه ، خط جهت شیب نامیده می شو د و جهتی را که لایه به آن سمت کج شده است را نشان می دهد. عددی که کنار خط نوشته شده میزان کج شدگی لایه از حالت افقی (یا شیب لایه) را برحسب درجه بیان می کند.(تصویر فوق)



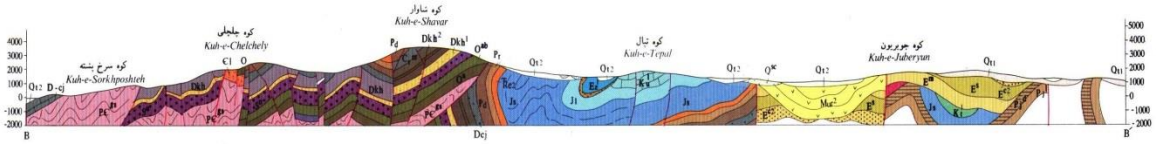
علائم مربوط به گسل ، چین خوردگی ، شیب ، جاده ها و.. در نقشه های زمین شناسی

مقاطع زمین شناسی

مقطع زمین شناسی ، برش زمین را در یک سطح عمودی نشان می‌دهد. در این حالت نیمرخ توپوگرافی تمام نقاط از روی نقشه رسم می شود . مقطع زمین شناسی به پاره‌ای از اطلاعات سطح زمین نیازمند است درحقیقت باید بتوان با استفاده از این اطلاعات عمق زمین را به توجه به شناخت قسمتی از بیرون زدگی های سطحی نشان داد. عمق این مقطع از صفر تا بلندترین ارنفاع سطح زمین(تپه یا کوه) که در مقطع مورد نظر واقع شده است ترسیم میشود(برحسب متر). این مقاطع در زیر نقشه و با امتدا ´AA و یا ´ BB و.. نشان داده میشوند.

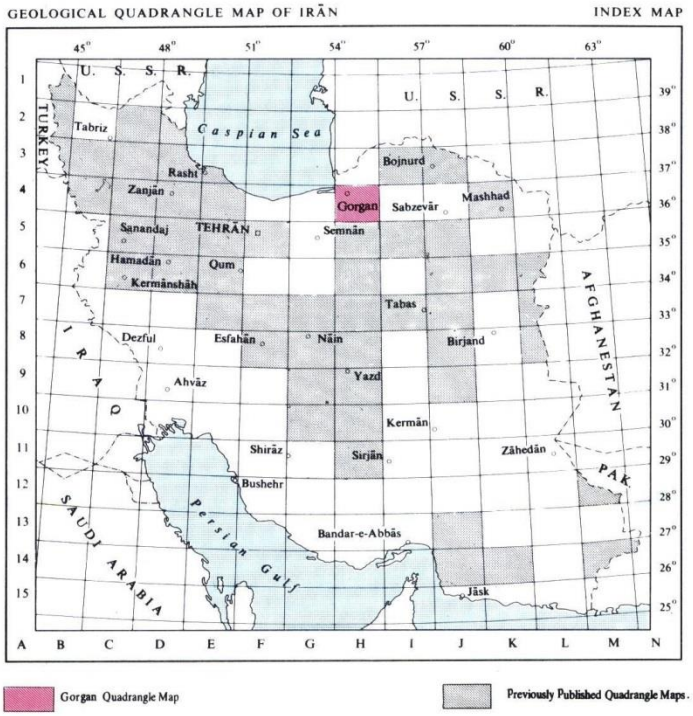


مقاطع زمین شناسی



اندکس نقشه

هر نقشه زمین شناسی دارای یک اندکس است که نشان دهنده موقعیت و محل نقشه در کشور، استان و یا منطقه می باشد . بعنوان مثال مستطیل قرمز رنگ در تصویر ذیل نشاندهنده محل و موقعیت نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰گرگان در کشور است.



عوامل مخرب اکوسیستم های کارستی و منابع آلودگی در غارها [1]

- فعالیتهای توریستی وگردشگری
- توسعه مناطق شهری ، روستایی و صنعتی
- احداث سدها
- تخریب جنگلها و مراتع
- برداشت بی رویه آبهای زیرزمینی
- توسعه کشاورزی

راههای جلوگیری از تخریب وسیع سازندهای کارستیک و و حفظ اکوسیستم های وابسته

- نظارت مستمر و دقیق بر غارها.
- مشخص شدن سازمانها ویا ارگانهای مسئول و تعیین شرح وظایف آنها.

[1] مقاله " عوامل مخرب اکوسیستمهای کارستی " مجله کوه شماره ۶۳ تابستان ۱۳۹۰ . عباس توسلی
"عوامل مخرب اکوسیستمهای کارستی،" سی و دومین گردهمایی علوم زمین واولین کنگره بین المللی غارشناسی –دانشگاه بوعلی سینا – همدان – بهمن ۱۳۹۲

- استفاده ازاستاندارهای و تجارب بین المللی.
- بالا برد سطح آگاهی عمومی از طریق آموزش نسبت به اهمیت و جایگاه اشکال کارستیک بعنوان ذخیره گاه های زیستی و آب شیرین.
- جلوگیری از ساخت و سازهای بی رویه در داخل و و خارج غارها و در مجاورت مناطقی که غارهای قرار دارند.
- ایجاد سیستم زهکشی مناسب در سطح خارجی و در داخل غارها در هنگام ساخت وساز.
- استفاده از راهنمای مجرب و کارشناسان خبره در غارهای توریستی.
- کنترل مصرف سموم وکودهای شیمیایی و حیوانی در زمینهای کشاورزی مجاورت غار .
- برداشت متعادل آبهای زیرزمینی از ذخایر کارستی.
- انجام مطالعات جامع تر سدسازی در مناطق کارستی و بررسی اثرات زیست محیطی آن.
- تعیین ظرفیت گردشگران در ایام مختلف سال از غارها و برآورد سالیانه میزان خسارات وارد توسط گردشگران.
- خروج تاسیسات آلوده کننده محیط از غارها وایجاد دستشویی هایی با مخازن غیر قابل نفوذ وخروج آنها از محیط های کارستی .
- حفاظت و نگهداری و کاشت گونه های گیاهی بومی در سطوح خارجی غار جهت جلوگیری از روند فرسایش خاکها و سطوح بیرونی.
- ایجاد سیستمهای جمع آوری فاضلاب و تصفیه آن در شهرها ، روستاها و مناطق صنعتی در نواحی کارستی.
- کنترل منابع انرژی وارده به محیط.
- محدود کردن ورود به غارهایی که دارای اکوسیستم و جانوران در معرض خطر هستند.
- نوردهی مناسب و استفاده از لامپهای با نورسرد.
- استفاده از حفاظ های شیشه ای، کربنی ، تورهای پلاستیکی و ... در محدوده هایی از غارها که حساسیت بالای برخورداند.
- تمیزکردن و شستشوی دیوارها و سقف غارها با استفاده از آب و مواد شیمیایی سازگار با محیط .
- محدود کردن عملیات معدن کاری در نزدیکی و حاشیه غارها.

طبقه بندی و ارزش گذاری غارها

- ۱- خصوصیات زمین شناسی که در ارتباط با زمین شناسی ساختمانی ، فسیل شناسی، چینه نگاری ویا کانی شناسی
- ۲- مشخصات هیدروژلوژی که نشاندهنده وضعیت جریانهای آبی زیرزمینی و شبکه های ارتباطی و مجاری آن با جریانهای سطحی است .
- ۳- خصوصیات باستانی و فرهنگی غارها
- ۴- خصوصیات بیولوژیکی
- ۵- مشخصات ژئومورفولوژیکی
- ۶- موقعیت جغرافیایی

منابع:

۱- آقا نباتی ، علی، (۱۳۸۳): زمین شناسی ایران ، سازمان زمین شناسی واکتشافات معدنی کشور.

۲- احمدی ،حسن (۱۳۷۴): ژئومورفولوژی کاربردی (جلد اول)،انتشارات دانشگاه تهران.

۳- گیلسون دیوید، غارشناسی : ترجمه ولایتی ، سعداله. بهینافر، ابوالفضل، (۱۳۸۶)، انتشارات سخن گستر

۴- قبادی ، محمد حسین (۱۳۸۶): زمین شناسی مهندسی کارست ، دانشگاه بوعلی سینا همدان.

۵- مطیعی ، همایون،(۱۳۷۲): چینه شناسی زاگرس ، طرح تدوین کتاب زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی کشور.

۶- ولایتی، سعداله.(۱۳۹۴) : کارست ژئومورفولوژی ، موسسه آموزش عالی بینالود

۷- توسلی ، عباس (۱۳۹۲): عوامل مخرب اکوسیستمهای کارستی، سی و دومین گردهمایی علوم زمین واولین کنگره بین المللی غارشناسی –دانشگاه بوعلی سینا –همدان –بهمن ۱۳۹۲

۸- توسلی ، عباس (۱۳۹۳): مدیریت ، نگهداری و بهره برداری از غارها، سی و سومین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور- تهران –اسفند ۱۳۹۳

۹- مجموعه مقالات دومین همایش جهانی آب در سازندهای کارستی –تهران –تیر ماه ۱۳۷۷

۱۰-سایت پایگاه داده های علوم زمین کشور www.ngdir.com

۱۱-سایت سازمان زمین شناسی واکتشافات معدنی کشورwww.gsi.ir

۱۲-http://www.goodearthgraphics.com/virtcave/virtcave.html