

چکیده

غارها از مهم‌ترین و برجسته‌ترین اشکال ژئومورفولوژیک درون کارست به شمار می‌روند. در این پژوهش برای دست‌یابی به نقش عوامل و فرایندهای مؤثر در پیدایش، تحول و تکوین روند شکل‌گیری «غار کرفتو» به‌ویژه، لندفرم‌هایی نظیر دهلیزها، دالانها و تالارها و نوع و شکل آن‌ها مورد مطالعه قرار گرفته است.

بررسی نمودارهای گل‌سرخ امتداد درزه‌ها و شکافهای ناشی از زمین‌ساخت و امتداد طولی دهلیزها، دالانها و تالارها و هم‌چنین، بررسی‌های میدانی و مطالعات زمین‌شناسی نشان می‌دهند که عمل انحلال آبهای نفوذی و زیرزمینی در توده‌سنگ آهکی سازند قم در امتداد شکستگیها، باعث شکل‌گیری غار کرفتو با سطح مقطع مثلثی شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهند که تغییرات سطح اساسی آبهای زیرزمینی و رودخانه کرفتو، به علت «بالا آمدن» زمین در دورانی گذشتۀ زمین باعث شده است غار کرفتو در سه اشکوب (طبقه) شکل گیرد.

کلیدواژه‌ها: غار کرفتو، دهلیز، تالار، نمودار گل‌سرخ، زمین‌ساخت.

مقدمه

مطالعه و بررسی پدیده‌های ژئومورفولوژیک و عوامل مؤثر در پیدایش، تحول و تکوین اشکال درون کارست از دیدگاه کاربردی دارای اهمیت فراوانی است. برنامه‌ریزی برای استفاده از این محیط، نیازمند بررسی همه‌جانبه عوامل و فرایندهای مؤثر در شکل‌گیری این قبیل عوارض ژئومورفولوژیک است. غارها از زیباترین و شگفت‌انگیزترین پدیده‌های طبیعی ژئومورفولوژیک درون کارست هستند که هریک با دارا بودن جلوه‌های بسیار بدیع و ناشناخته و پر رمز و راز، نقش مهمی در برنامه‌ریزی‌های محیطی، از جمله به عنوان کانونهای سیاحت و جلب گردشگری دارند.

ژئومورفولوژی یکی از حوزه‌هایی است که این قبیل پدیده‌ها را مورد مطالعه قرار می‌دهد. در بررسی ویژگیهای ژئومورفیک غارها، شناخت لندفرمها و عوامل و فرایندهای حاکم و تأثیرگذار در ایجاد و شکل‌گیری این عوارض و کاربردهایی که غارها می‌توانند در برنامه‌ریزی‌های محیطی داشته باشند، مورد توجه است. با وجود این که غارهای بسیار زیادی در ایران وجود دارند، متأسفانه مطالعات علمی محدودی در ارتباط با عوامل و فرایندهای تأثیرگذار در پیدایش آنها صورت گرفته و بیشتر پژوهشها فقط به توصیف کلی از اشکال داخل غارها و موقعیت آنها محدود شده است. در این پژوهش، علاوه بر عوامل و فرایندهای تأثیرگذار در تشکیل اشکال ژئومورفولوژیک درون کارست غار کرفتو، اصول و روشهای تجزیه و تحلیل نقش عوامل زمین‌ساخت در پیدایش عوارض ژئومورفیک غار کرفتو

بررسی و مطالعه شده است.

داده‌ها و روشها

با توجه به موضوع پژوهش، روش تحقیق در این مقاله ابتدا به صورت کتابخانه‌ای و سپس مطالعات میدانی بوده و از روشهای تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای استفاده شده است. ابتدا اشکال ژئومورفولوژیک درون کارست (تالارها، دهلیزها و دالانها و...) مطالعه شده و سپس با مطالعات صحرایی، نقش عوامل و فرایندهای تأثیرگذار بر پیدایش عوارض ژئومورفولوژیک درون کارست، به‌خصوص در تشکیل و روز شکل‌گیری غار، بررسی شده است.

مراحل کار به شرح زیر بوده است.

۱. جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز از منابع معتبر؛

۲. بررسی و مطالعه عوامل و فرایندهای متفاوت و تأثیرگذار بر پیدایش غار و اشکال درون کارست؛

۳. تجزیه و تحلیل یافته‌ها و نتیجه‌گیری.

ارتباط عوامل زمین‌ساخت و امتداد غار

عوامل زمین‌ساختی از قبیل سیستم شبکه درزه‌ها، شکافها و شکستگیها، غالباً عامل اصلی و مؤثر در ایجاد و روند شکل‌گیری غارها هستند. پاول آ در سال ۱۹۷۷ روی غارهای «ماموت» در کنتاکی و «هرون» در «پندیان» مطالعه کرد و به این نتیجه رسید که بین سیستم درزه‌ها و شکافهای زمین‌ساخت و تشکیل

بررسی عوامل مؤثر

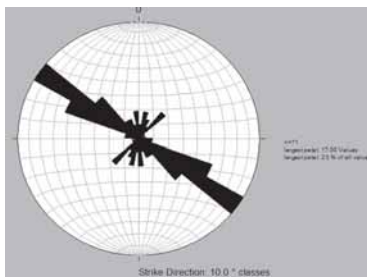
ایران شناسی

اصغر قاسمی، پیمان کریمی سلطانی و شاپور خدایاری
کارشناسان ارشد ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی محیطی

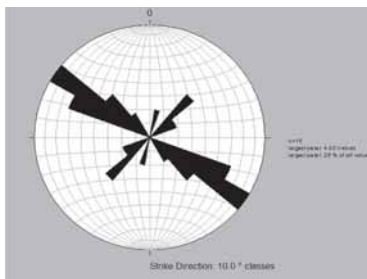
هم‌چنان که غار «یورک شیر»^۴ به وسیلهٔ انحلال سنگ آهک در امتداد درزه‌های بزرگ و عمیق شکل گرفته است.

ارتباط سنگ‌شناسی و درزه‌های موجود در آنها با مورفولوژی غار

اغلب غارها به وسیلهٔ تغییراتی در سنگ‌شناسی تشکیل و توسعه می‌یابند. سنگهای آهکی غالباً دارای چین‌بندی منظم و دارای درزه و شکاف هستند که سطح بین چین‌ها، درزه‌ها و شکافها، محل‌های اولیهٔ نفوذ آب در سنگهاست. محل شروع ایجاد غارها معمولاً در محل همبندی آهکهای خالص و ناخالص، آهکها و شیل‌های واقع در زیر آنها و یا آهکها و سنگهای آذرین و هر نوع سنگ غیرقابل انحلال است.



شکل ۱. نمودار گل سرخی امتداد درزه‌ها در غار کرفتو



شکل ۲. نمودار گل سرخی امتداد طولی دهلیزها، دالانها و تالارها در غار کرفتو

برای مثال، غار «استرانجز»^۵ در غرب استرالیا در محل اتصال آهکهای ترسیری و گرانیت پروتروزوئیک واقع در زیر آنها تشکیل شده است [Lowe, 1992].

روند شکل‌گیری غارهای فوق‌ارتباط مستقیمی وجود دارد.

در این پژوهش به منظور شناسایی ارتباط بین سیستم شبکهٔ درزه و شکافهای ناشی از تکتونیک و روند کلی شکل‌گیری غار کرفتو، از طریق عملیات میدانی، امتداد شکستگیهای ناشی از زمین‌ساخت در داخل غار کرفتو و همچنین امتداد طولی غار کرفتو (تالارها، دالانها و دهلیزها) با استفاده از «کمپاس» برداشت و ثبت شد. سپس با استفاده از نرم‌افزار «استریونت»^۶ نمودار گل سرخی امتدادهای برداشت شده ترسیم شد (شکل‌های ۱ و ۲).

هم‌چنان که در شکل ۱ ملاحظه می‌شود، امتداد غالب غار کرفتو (N4.W)، بر امتداد غالب سیستم شبکهٔ درزه‌ها و شکافهای ناشی از زمین‌ساخت در داخل غار (N4.W) منطبق است. مقایسهٔ این دو نمودار نشان می‌دهد که تشکیل و روند جهت‌گیری غار کرفتو به احتمال خیلی زیاد تحت تأثیر مستقیم عوامل زمین‌ساختی (درزه‌ها و شکافها) قرار دارد. به بیان دیگر، روند و جهت‌گیری غار کرفتو ناشی از عمل انحلال آنها در امتداد درزه‌ها و شکافهای موجود در سنگ آهک است.

مهم‌ترین سیستمهای درزه و شکاف در روند شکل‌گیری غار کرفتو، از نوع درزه‌های بزرگ و عمیق هستند. به عبارت دیگر، توسعه و تکامل غار کرفتو در اثر عمل انحلال آبهای نفوذی و زبرزمینی، در امتداد شکستگیهای بزرگ و عمیق موجود در سنگهای آهکی است. تغییر در روند و جهت‌گیری غار کرفتو منطبق است بر روند تغییرات امتداد درزه‌ها و شکافهای ناشی از زمین‌ساخت در منطقه؛

در پیدایش

غار کرفتو

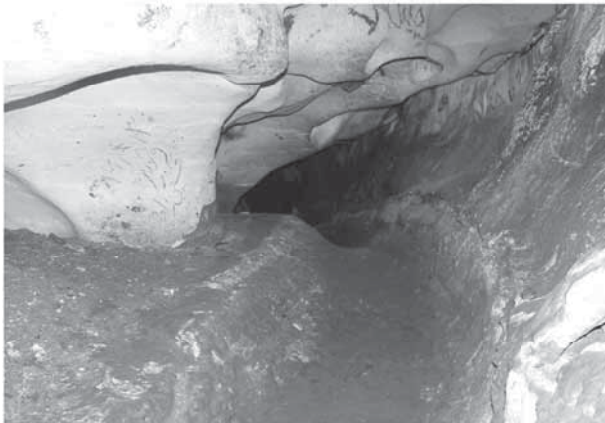
غار کرفتو در محل همبری سنگهای کربناته و ماسه سنگهای ماری و شیلی، هم‌چنین درزه‌ها و شکافهای ناشی از کوه‌زایی ساوین موجود در سنگهای کربناته، شکل گرفته است

دهلیز

دهلیزها، راهروها و مجراهایی هستند که انسان باید به حالت خمیده و یا خزیده از آنها عبور کند. این پدیده معمولاً کمتر از ۷۰ سانتی‌متر ارتفاع و عرض دارد. عوامل تشکیل این عارضه وجود سنگهای غیر قابل انحلال یا با مقاومت زیاد در برابر انحلال و فرسایش، و هم‌چنین نبود درزه‌ها و شکافهای ناشی از زمین‌ساخت در سنگهای آن محل است.

در غار کرفتو دو دهلیز وجود دارد که تالارها و دالانها را به هم متصل می‌کنند. این دو دهلیز به علت ابعاد کمتر از ۷۰ سانتی‌متر، توسط غارنشینان کنده شده‌اند تا عبور از آنها راحت صورت گیرد. از علائم این کار سنگ‌بریهای کف دهلیزها هستند که در عکس ۱ قابل تشخیص‌اند.

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، از عوامل شکل‌گیری و عدم توسعه و تحول این عارضه، وجود سنگهای غیر قابل انحلال یا با حساسیت خیلی کم سازند کم، و هم‌چنین نبود درزه‌ها و شکافها در این بخش از غار کرفتو است (عکس ۱).



عکس ۱. نمایی از دهلیزهای دستکاری شده توسط انسان

دالانها^۲

دالان، راهرویی است که پهنای آن به اندازه دستهای باز شده یک انسان و ارتفاع آن به حدی است که می‌توان ایستاده از آن عبور کرد. این راهروها بر اثر عمل انحلال آبها روی سنگهای آهکی به وجود می‌آیند. عمل انحلال ممکن است در امتداد سطوح لایه‌بندی سنگها و یا در امتداد شکستگیهای ناشی از زمین‌ساخت، باعث پیدایش دالانهای با مورفولوژی خاص شود. علاوه بر آن، یخ‌بندان و ذوب یخ (فرایند کریو کلاستی) نقش اساسی در توسعه و تحول راهروها دارد. آبهای جاری ناشی از ذوب یخها بر شدت تکامل و توسعه دالانها می‌افزاید و تا حدود خیلی زیادی، تغییر در مورفولوژی راهروها منطبق است بر مسیر این آبها. در داخل غار کرفتو چندین دالان وجود دارد که باعث ارتباط تالارها به یکدیگر شده‌اند. بزرگ‌ترین دالان ۱۲۰ متر طول، ۴ متر عرض و ۲/۵ متر ارتفاع دارد. در ایجاد جهت‌گیری و تحول دالانها، عوامل و فرایندهای متفاوتی از قبیل عمل انحلالی آب در امتداد درزه‌ها و شکافهای موجود در سنگهای آهکی و بین سطوح لایه‌بندی این سنگها، و هم‌چنین در محل همبر سنگهای انحلال‌پذیر و غیر قابل انحلال سازند کم، نقش عمده‌ای داشته‌اند.

مورفولوژی سطح مقطع دالانهای غار کرفتو به شکل مثلث است (عکس ۲).

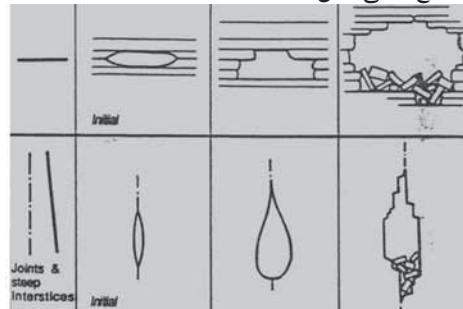
در سال (۱۹۸۰)، بوگلی^۶ با توجه به سیستم درزه‌ها و شکافها در توده سنگ آهک، دو نوع غار را از هم قابل تفکیک دانست:

۱. اگر غار بین لایه‌ها و توده سنگ آهک درزه و شکاف محدود باشد، در نتیجه عمل انحلال و ریزش لایه‌ها، مقطع دوزنقهای و یا مستطیلی خواهد داشت (شکل ۳- الف).

۲. اگر شکستگیها یا درزه‌ها و شکافها تا حد طبقات آهک ادامه داشته باشند، معمولاً غارهایی با سطح مقطع مثلث شکل ایجاد می‌شوند که قاعده آن به طرف پایین است و به تدریج به سمت بالا عرض آن کاهش می‌یابد (شکل ۳- ب).

سنگهای تشکیل‌دهنده ساختمان طاق‌دیسی کوه کرفتو، شامل سنگهای آهکی سفید تاروشن، با میان لایه‌های ماسه سنگ ماری سازند قم و در پایه سنگهای کربناته ماسه سنگهای ماری و شیل است. این نهشته‌ها مربوط به «لیگوس-هیوسن» هستند و در اثر «فاز کوه‌زایی ساوین» چین‌خوردگی پیدا کرده‌اند. در نتیجه این کوه‌زایی، سنگهای کربناته سازند قم دارای درزه‌ها و شکافها و چین‌بندی منظم هستند. سطحهای بین چینه‌ها، درزه‌ها و شکافهای ناشی از زمین‌ساخت، محل‌های اولیه نفوذ آب در سنگهای آهکی قابل انحلال با ماسه سنگهای ماری و شیلی غیر قابل انحلال سازند قم بوده‌اند.

بنابراین غار کرفتو در محل همبری سنگهای کربناته و ماسه سنگهای ماری و شیلی، هم‌چنین درزه‌ها و شکافهای ناشی از کوه‌زایی ساوین موجود در سنگهای کربناته، شکل گرفته است. این دو عامل، یعنی وجود سنگهای آهکی قابل انحلال و سیستم درزه‌ها و شکافهای عمیق و توسعه یافته تا حد طبقات سازند قم، همراه با اثر آبهای نفوذی و زیرزمینی، باعث به وجود آمدن مورفولوژی ویژه غار کرفتو با سطح مقطع مثلثی شکل شده است.



شکل ۳. تأثیر درزه و شکاف در توده سنگ آهک بر مورفولوژی غار



عکس ۳. نمایی از تالارها با سطح مقطع مثلثی

مراحل تشکیل غار کرفتو و ارتباط آن

معمولاً دهانه دالانها و معابر ورودی غارها روی دامنه‌ها و در نزدیکی سطح آب رودخانه‌ها قرار دارد. بدین ترتیب، رابطه تنگاتنگی بین وضع قرار گرفتن دالانها و سطح اساس رودخانه‌ها وجود دارد. گاهی دالانهای کارستی (غارها) در چندین طبقه روی هم قرار گرفته‌اند.

قسمت طبیعی غار کرفتو، تا آنجا که توسط غار نوردان مورد کاوش قرار گرفته، در سه طبقه تشکیل شده است (نقشه ۱). دهانه ورودی غار کرفتو روی پرتگاه مشرف به دره رودخانه فصلی کرفتو، در حد فاصل منطقه آبهای نفوذی، یعنی سطح ساختمانی کوه کرفتو و بستر رودخانه قرار دارد که اختلاف ارتفاع این دو منطقه بیش از ۲۰۰ متر است. این اختلاف سطح در نتیجه حفر تدریجی رسوبات الیگومیوس سازند قم توسط رودخانه کرفتو، از اواخر دوران سوم زمین شناسی تا به حال، به وجود آمده است.

به تدریج که سطح اساس رودخانه کرفتو پایین رفته و با رسوبات بالا آمده‌اند، رودخانه کرفتو برای رسیدن به سطح اساس خود مجبور شده است که بستر خود را حفر کند. بدین ترتیب، با پایین رفتن سطح اساس رودخانه، سطح ایستایی آبهای زیرزمینی و نفوذی هم پایین رفته است تا تعادلی بین سطح ایستایی آبهای زیرزمینی و رودخانه کرفتو برقرار شود. در این حالت، طبقه بالایی که دارای آب بوده، از آب خارج شده و قسمت خشک یا طبقه قدیمی را تشکیل داده است.

کم کم و در طول زمان، به موازات بالا آمدن رسوبات دریایی و یا پایین رفتن بستر رودخانه دائمی «ساروق» که سطح اساس رودخانه فصلی کرفتو است، رودخانه کرفتو برای رسیدن به سطح اساس خود، بسترش را حفر کرده است. در نتیجه این امر، سطح ایستایی آبهای زیرزمینی نیز پایین رفته است تا تعادل جدیدی بین آن دو برقرار شود. از نتایج پایین رفتن سطح اساس رودخانه‌ها، وجود حداقل سه تراس رودخانه‌ای در اطراف اکثر رودخانه‌های شمال کردستان، از جمله ساروق و کرفتو است، «عیوضی، ۱۳۷۴ به نقل از: علایی طالقانی، ۱۳۸۰». در نتیجه، احتمالاً طبقات مطبق (حداقل سه طبقه) غار کرفتو در این سیر تکاملی حاکم بر سطح اساس رودخانه و سطح ایستایی آبهای زیرزمینی منطقه شکل گرفته‌اند.

معمولاً دهانه دالانها و معابر ورودی غارها روی دامنه‌ها و در نزدیکی سطح آب رودخانه‌ها قرار دارد. بدین ترتیب، رابطه تنگاتنگی بین وضع قرار گرفتن دالانها و سطح اساس رودخانه‌ها وجود دارد.

همان طور که در شکل قابل مشاهده است، وجود شکستگی در سقف دالان یکی از عوامل مثلثی شکل بودن این عارضه است.



عکس ۲. نمایی از دالانها با سطح مقطع مثلثی

تالارها

از نظر ژئومورفولوژیست‌ها، تالار راهرویی است با ابعاد بزرگ‌تر از دالانها و در نقطه‌ای که چندین تقاطع مجرا به هم می‌رسند، قرار دارد. به عبارت دیگر، تالار فضایی وسیع با سقفهای بلند است. در شکل گیری تحول و توسعه تالارها، عمل انحلال در سنگ آهک در امتداد سطوح چین‌بندی سنگها، و نیز در امتداد درزه‌ها و شکافها، و عمل فرسایشی آبهای نفوذی و زیرزمینی در امتداد شکستگیها، نقش اساسی به عهده دارند.

بر همین اساس بزرگ‌ترین تالار زیرزمینی شناخته شده جهان، در اثر همکاری و ترکیب چین خوردگی، گسل خوردگی و عمل انحلال آبهای نفوذی و زیرزمینی تشکیل و توسعه یافته است.

در داخل غار کرفتو، تالارهایی با ابعاد متفاوت وجود دارند که بزرگ‌ترین آنها ۲۵ متر عرض، ۸۰ متر طول و ۱۵ متر ارتفاع دارد. عمل انحلالی و فرسایشی آبهای نفوذی و زیرزمینی در امتداد سطوح لایه‌بندی سنگها و در امتداد درزه‌ها و شکافهای متقاطع ناشی از عوامل زمین‌ساختی و هم‌چنین در محل همبری سنگهای انحلال پذیر و غیر قابل انحلال یا با حلالیت کمتر که داخل تالارها با فرو ریزش قطعات سنگ همراه بوده، باعث به وجود آمدن تالارهایی با سطح مقطع مثلثی شکل شده است. در رأس تالارها، شکستگیهای ناشی از زمین‌ساخت و در قاعده آنها بلوکهای واریزه‌ای ناشی از فرسایش آبها قابل مشاهده است (عکس ۳).

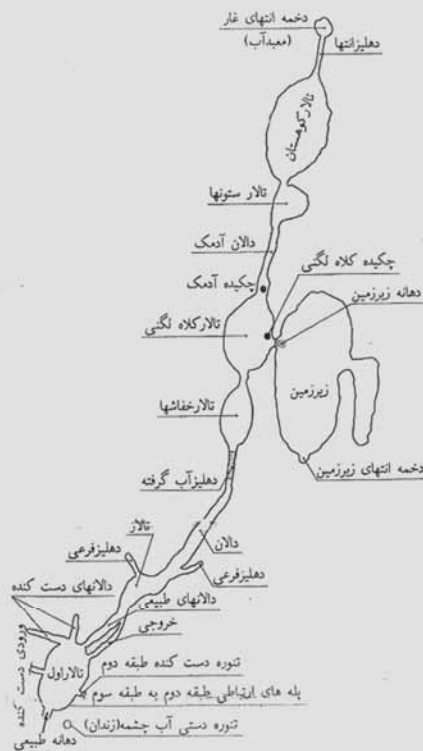
مطالعه و بررسی عوارض ژئومورفولوژی و عوامل مؤثر در پیدایش و تحول اشکال درون کارست (غارها) از دیدگاه کاربردی دارای اهمیت فراوانی است

بی نوشت

1. uplift
2. Powel
3. sterunet
4. yorkshire
5. strongs
6. Bogli
7. Galeries
8. Salles

منبع

۱. آغاسی، عبدالوحد و افراسیابیان، احمد (۱۳۷۸). هیدرولوژی کارست. مرکز تحقیقات کارست کشور.
۲. احمدی، حسن (۱۳۷۴). ژئومورفولوژی کاربردی (ج ۱). انتشارات دانشگاه تهران.
۳. رضایی، محمدتقی و زمانی، احمد (۱۳۷۴). ارتباط سیستم ساختاری و کارست شدگی در ناحیه اردکان فارس (مجموعه مقالات علوم زمین). سازمان تحقیقات منابع آب (تماب).
۴. سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح (۱۳۸۲). نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ قوجه.
۵. سازمان زمین شناسی (۱۳۸۲). نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ چاپ یازدهم.
۶. سلامی، مصطفی (۱۳۷۸). غارهای ایران. انتشارات تهران. چاپ یازدهم.
۷. صداقت، محمود (۱۳۵۸). فرایندهای بیرونی و تغییر دهنده زمین. انتشارات دانشگاه آزاد ایران.
۸. علائی طالقانی، محمود (۱۳۸۰). ژئومورفولوژی ایران. نشر قوس. تهران.
۹. قاسمی، اصغر (۱۳۸۲). بررسی نقش زمین ساخت در مورفولوژی اشکال کارست حوضه سرآب کرمانشاه (پایان نامه کارشناسی ارشد). دانشگاه رازی کرمانشاه.
۱۰. قریب، عبدالکریم (۱۳۶۸). «غارشناسی و اهمیت کاربردی آن». مجله رشد آموزش جغرافیا. شماره ۱۹.
۱۱. _____ (۱۳۷۱). «تأثیر آب در ایجاد مناظر گوناگون در سنگها». مجله رشد آموزش جغرافیا. شماره ۲۸.
۱۲. مدنی، حسن (۱۳۶۸). زمین شناسی ساختمانی و تکتونیک. انتشارات جهاد دانشگاهی.
۱۳. معتمد، احمد (۱۳۷۷). ژئومورفولوژی (ج ۲: زمین شناسی). انتشارات سمت.
۱۴. موسوی، محمود (۱۳۷۰). «رابطه غارها و رودخانهها». مجله رشد آموزش جغرافیا. شماره ۲۵.
15. David, Gillieson (1996). Caves: Processes, Development and Management.
16. Low, D. J. (1992). A historical review of concepts of spelogenesis. Cave science 19, 63-90.
17. Curl, R.L. (1986). Fractal dimensions and geometries of cave. Moth Geol 18(8), 705.
18. Ford, D.C. and Williams, P.W. (1989). Karst Geomorphology and Hydrology. London: unwin Hym



نتیجه گیری

مطالعه و بررسی عوارض ژئومورفولوژی و عوامل مؤثر در پیدایش و تحول اشکال درون کارست (غارها) از دیدگاه کاربردی دارای اهمیت فراوانی است. برنامه ریزی برای استفاده از این محیط نیازمند یک بررسی همه جانبه روی عوامل و فرایندهای مؤثر در ایجاد عوارض ژئومورفولوژیک در منطقه است. پارامترهای متفاوتی در شکل گیری و تحول فرم غار کرفتو، نظیر درزه ها و شکافهای ناشی از عوامل زمین ساخت، جنس زمین شناسی (سنگ شناسی و چینه شناسی)، و عمل آبهای نفوذی و زیرزمینی (انحلال) نقش داشته اند و می توانند به عنوان معیارهایی برای ارزیابی روند شکل گیری تحول و نوع غارها در هر محل، مطرح شوند. بررسی نمودارهای گل سرخی امتداد درزه ها و شکافهای ناشی از زمین ساخت و امتداد طولی دهلیزها و دالانها و تالارها و هم چنین، بررسیهای میدانی و مطالعات زمین شناسی نشان می دهند که عمل انحلال آبهای نفوذی و زیرزمینی در توده سنگ آهکی سازند قم در امتداد شکستگیهای عمیق، باعث شکل گیری غار کرفتو با سطح مقطع مثلثی شده است. هم چنین، تغییرات سطح اساس آبهای زیرزمینی و رودخانه کرفتو، باعث بالا آمدن زمین، باعث شده اند که غار کرفتو در سه اشکوب شکل بگیرد.