جغرافیا و توسعه شماره ۴۸ پاییز ۱۳۹۶
وصول مقاله : ۱۳۹۵/۰۳/۱۲
تأیید نهایی : ۱۳۹۵/۱۱/۰۶
صفحات: ۲۶۴- ۲۴۵

بررسی عوامل مؤثردر شکل‌گیری و گسترش کارست‌های حوضه‌ی آبریز در پرچین درشمال شرق ایران

دکتر غلامرضا مقامی مقیم [۱]

چکیده

مناطقی از زمین که توسط سازندهای آهکی پوشیده و توسط جریان‌های آبی انحلال یافته‌اند، مناطق کارستی نامیده می‌شوند. به دلیل اینکه اشکال کارستی نقش مهمی در منابع آب،گردشگری و فعالیّت‌های عمرانی دارند مطالعه‌ی آنها یک ضرورت محسوب می‌شود. حوضه‌ی آبریز درپرچین، یکی از زیرحوضه‌های رودخانه‌ی بیدواز در شمال‌شرقی ایران است که به دلیل سازندهای آهکی اشکال متنوع کارستی در آن شکل گرفته است. در این مقاله سعی بر این است تا عوامل مؤثر در کارست‌زایی این حوضه مطالعه و شناسایی شوند تا در فعالیّت‌های عمرانی و آمایش حوضه‌ای این عوامل تحت کنترل باشند. جهت رسیدن به این هدف، پس از مرزبندی این حوضه، با استفاده از روش‌های کتابخانه‌ای، مطالعات میدانی، نقشه‌های توپوگرافی، نقشه‌های زمین‌شناسی و تصاویر ماهواره‌ای کارست‌های این حوضه شناسایی و مورد مطالعه قرار گرفت. مطالعات اولیه این فرض را در ذهن تداعی نمود که در شکل‌گیری کارست‌های این حوضه عواملی چون لیتولوژی، هیدرولوژی، فعالیّت‌های تکتونیکی و آب و هوا نقش بیشتری داشته‌اند. پس از بررسی این عوامل مشخص گردید لیتولوژی از طریق انحلال، تخلخل، شکستگی و نوع پوشش سنگ‌ها در شکل‌گیری اشکال این حوضه مؤثر بوده است. از نظر هیدرولوژی، توان بالای انحلال آب این حوضه و عدم انطباق شاخه‌های فرعی آن با ساختمان زمین‌شناسی نقش خود را در این زمینه ایفا نموده است. همچنین رتبه بندی این حوضه مشخص نمود بیشترین و متنوع‌ترین اشکال کارستی این حوضه در رتبه‌های بالای آن شکل گرفته‌اند. از نظر تکتونیکی سه طرف این حوضه توسط گسل‌ها احاطه شده، گسل همه گجی در شمال و گسل اردغان در جنوب این حوضه با فعالیّت خود فرایند شکل‌گیری کارن‌های شیاری و چکشی را در این حوضه تسهیل نموده است. همچنین نیروی وارده ازسوی گسل‌ها، سنگ‌ها را تخریب و با نفوذ آب مقدمات انحلال آنها را فراهم نموده و اشکال کارستی را به‌وجود آورده است. ازنظر تأثیرات آب و هوایی مشخص شد در بین عناصر آب و هوایی دما و بارش نقش مهمتری در این زمینه داشته‌اند. دما از طریق انواع هوازدگی و بارش از طریق تأثیر در شکل‌گیری کارن‌های لانه‌ی زنبوری و کارن‌های بارانی و پوشش گیاهی نقش خود را در این زمینه ایفا نموده است.

کلیدواژه‌ها: اشکال کارستی، حوضه‌ی آبریز درپرچین، لیتولوژی، هیدرولوژی.

۱- استادیار ژئومورفولوژی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه دامغان،دامغان، ایران
Gh.maghami@du.ac.ir

مقدمه

مناطقی از زمین که توسط سازندهای آهکی پوشیده و توسط آب انحلال یافته‌اند، مناطق کارستی نامیده می‌شوند. این مناطق حدود ۱۰ درصد سطح زمین را پوشانده‌اند *(Lamoreaux, 1991: 215)* . همچنین بیش از ۲۵ درصد از مردم جهان در این مناطق ساکن و آب مورد نیاز خود را از این سازندها تأمین می‌نمایند *(Ford & Williams,2007:22)*. در جنوب شرق آسیا به عنوان یکی از متراکم‌ترین جوامع انسانی سفره‌های کارستی مهمترین منبع تأمین‌کننده منابع آب‌شرب محسوب می‌شود*(Christophe,2008:23)*. در ایران نیز کارست‌ها حدود ۱۱ درصد از مساحت کشور را فرا گرفته‌اند *(Raeisi,2002:340)*. علاوه بر این امروزه اجرای پروژه‌های مهندسی و عمرانی مانند احداث شهرها، سدها، تونل‌ها، خطوط آهن وآزاد راه‌ها بدون مطالعه اشکال و پدیده‌های کارستی به بروز خسارات مالی و جانی زیادی منجر می‌شود. کارست فرایندی است پیچیده و زمان‌بر، که تحت تأثیر عوامل مختلفی شکل می‌گیرد. به همین دلیل در زمینه عوامل مؤثر در شکل‌گیری و گسترش اشکال کارستی محققان بزرگی چون رائوچ[1] و وایت[2] (۱۹۷۰)، میلانوویچ[3](۱۹۸۸)و ریتر[4](۱۹۹۵) مطالعات‌گسترده‌ای انجام داده‌اند *(Ford & Williams,2007:22)*. علاوه بر موارد ذکر شده به دلیل اهمیت اشکال کارستی در زندگی انسانی، در چند سال اخیر مطالعات مهمی در جهان در این خصوص انجام شده است از جمله میلانوویچ در سال ۲۰۱۰ کارست‌های صربستان را مطالعه و به این نتیجه رسید که خطر افت سطح آب‌های زیرزمینی در منابع کارستی صربستان جدی است *(Millanovic,2010: 817–827)* . یکی از جدیدترین مطالعات در این زمینه، مطالعاتی است که در سال ۲۰۱۵ امید مصطفی در اقلیم کردستان‌عراق انجام داد و چشمه‌های کارستی این منطقه را بر اساس عناصر شیمیایی طبقه‌بندی نمود *(Mustafa, 2015: 1-24)*. همچنین هان‌جی‌وی‌تانگ[5] در سال ۲۰۱۵ در استان گوی جوی‌چین هیدروژئوشیمی آب‌های زیرزمینی حوضه‌های کارستی این استان را مورد مطالعه و بررسی قرار داد *(Han, Zhiwei, 2015: 67)*. در ایران نیز به دلیل اهمیت سازندهای کارستی در جنبه‌های مختلف زندگی انسانی مطالعات قابل توجهی در این زمینه انجام شده است. مطالعات کارست در ایران در سال ۱۳۵۰ در ارتفاعات زاگرس آغاز و در سال ۱۳۶۹ مرکز مطالعات و پژوهش‌های کارستی در شهر شیراز تأسیس شد *(ولایتی، ۱۳۹۰: ۱۷۳)*. با تأسیس این مرکز محققانی به مطالعه کارست در ایران پرداختند که از مهمترین آنها می‌توان به مطالعات انجام شده توسط ولایتی (۱۳۹۰)، قبادی (۱۳۸۶)، بهنیافر (۱۳۸۸) و رئیسی (۲۰۰۲) اشاره نمود. علاوه بر موارد یاد شده در سال ۱۳۹۱ خانلری کارست‌های منطقه‌ی گرین در ارتفاعات زاگرس را از دیدگاه ژئومورفولوژی و هیدرولوژی با استفاده ازروش‌های تجربی‌وپیمایش‌های میدانی بررسی نمود و این‌منطقه را از نظر کارست‌زایی یکی از مناطق فعال ایران معرفی کرد *(خانلری و همکاران، ۱۳۹۱: ۶۱)*. بررسی مطالعات انجام شده در مورد کارست‌های ایران حکایت از این دارد که به دلایلی چون هزینه‌های بالا، منابع علمی محدود و کمبود مدل‌ها و روش‌های علمی و استقبال محدود و تمایل اندک نشریات علمی کشور به چاپ مطالب و مقالات کارستی استقبال مناسبی از مطالعات کارست در ایران نمی‌شود به همین دلیل پهنه‌های وسیعی از اشکال و پدیده‌های کارستی ایران ناشناخته باقی مانده است. کارست‌های حوضه آبریز درپرچین نیز مانند بسیاری از حوضه‌های کارستی ایران تا به حال از سوی هیچ محققی مورد مطالعه قرار نگرفته است. با توجه به

1-Rauch
2-White
3-Millanovic
4-Ritter

5- Han, Zhiwei; Tang

نقش مهم کارست‌های این حوضه در تأمین آب سد بیدواز به عنوان بزرگترین منبع تأمین آب شرب در شهرستان اسفراین، وجود روستاها و مناطق مسکونی، عبور راههای عشایری و نزدیکی به قله شاهجان به عنوان مرتفع‌ترین قله استان خراسان شمالی مطالعه‌ی کارست‌های این حوضه یک ضرورت محسوب می‌شود. مطالعات اولیه این فرض را تداعی نمود که در شکل‌گیری و گسترش کارست‌های این حوضه عواملی چون لیتولوژی، هیدرولوژی، تکتونیک و شرایط آب و هوایی دخالت بیشتری دارند. در این تحقیق که با هدف مطالعه و شناسایی عوامل مؤثر در شکل‌گیری و گسترش اشکال و پدیده‌های کارستی حوضه‌ی آبریز درپرچین انجام می‌شود سعی براین است تا نقش عوامل یاد شده در شکل‌گیری اشکال کارستی این حوضه با روش‌های کتابخانه‌ای و میدانی مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد و سهم هر عامل در این زمینه مشخص شود تا در برنامه‌ریزی‌های آمایش حوضه‌ای، عمران منطقه‌ای، امنیتی و نظامی و گردشگری عوامل یاد شده در کنترل برنامه‌ریزان قرار گرفته گسترش و محدودیت‌های آنها به درستی مدیریت شود.

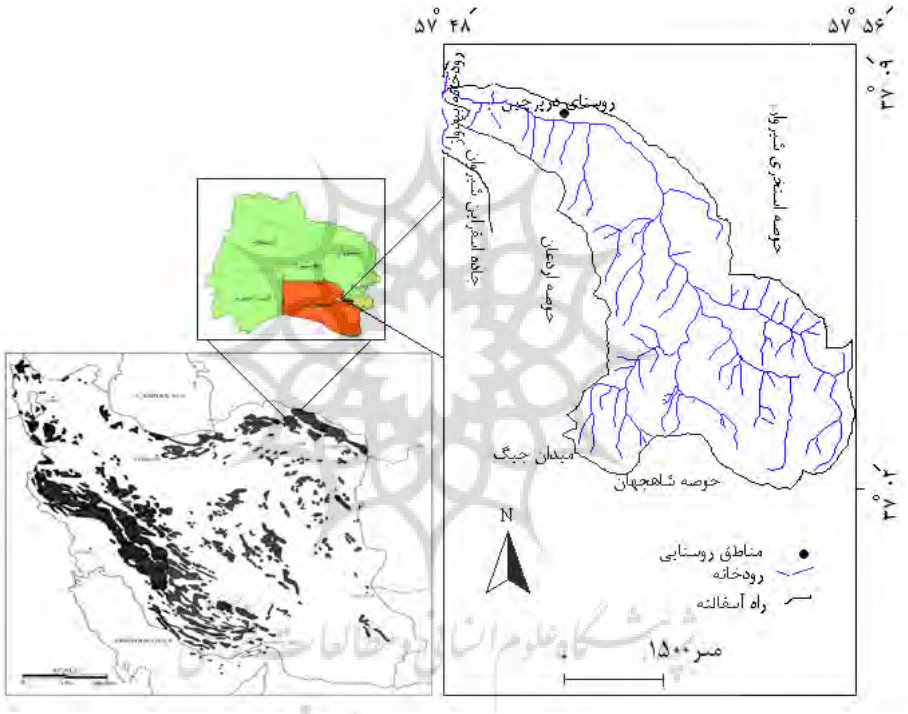
مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه عوامل مؤثر در شکل‌گیری و گسترش اشکال کارستی حوضه در پرچین، ابتدا با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی در مقیاس‌های مختلف، تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ و عکس‌های هوایی منطقه با مقیاس ۱:۴۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح موقعیت حوضه مورد مطالعه مشخص و مرزبندی شد. سپس جهت تهیه آمار و اطلاعات و آشنایی با پژوهش‌های مشابه از مطالعات کتابخانه‌ای استفاده گردید که در این زمینه استفاده از آمار و اطلاعات موجود در اداره آب منطقه‌ای خراسان شمالی و اداره آب شهرستان اسفراین در زمینه دبی رود، سیلاب‌ها، میزان ph و منیزیوم موجود درآب، طول و شیب حوضه درپرچین اهمیت بیشتری داشت. دربین منابع مکتوب نقشه‌ها، مهمترین ابزاری بود که مورد استفاده قرار گرفت. بر همین اساس جنس سازندهای زمین شناسی منطقه، انواع گسل‌ها و جهت گسترش آنها با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ورقه شیروان و بجنورد و صفی‌آباد و توپوگرافی حوضه با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح مورد مطالعه قرار گرفت. جهت مطالعه آب و هوای این حوضه از آمار ایستگاه‌های سینوپتیک اسفراین، تبخیرسنج نوشیروان و باران‌سنج روستای سرچشمه در یک‌دوره‌ی آماری ۴۰ساله (۱۳۵۴-۱۳۹۴) استفاده شد. به دلیل اهمیّت رتبه‌های رود در شکل‌گیری اشکال کارستی، شبکه‌ی هیدرولوژی این حوضه بر اساس روش استرالر رتبه‌بندی شد. شناسایی اولیه اشکال کارستی،عکس‌برداری و اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی اشکال کارستی این حوضه با استفاده از مطالعات میدانی انجام گرفت. نقشه‌برداری و مساحی اشکال کارستی در نواحی صعب‌العبور حوضه با کمک تیم‌های کوهنوردی آشنا به منطقه صورت گرفت. نقشه‌های مورد نیاز این پژوهش با نرم‌افزارهای ArcGIS و Adobe illustrator ترسیم گردید.

موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه

حوضه در پرچین، در شمال شرقی ایران، در استان خراسان شمالی و در شرق شهرستان اسفراین قرار گرفته و از نظر مختصات جغرافیایی بین ´۲-°۳۷ شمالی تا ´۹-°۳۷شمالی و ´۴۸-°۵۷ شرقی‌تا ´۵۶-°۵۷ شرقی از نصف‌النهار گرینویج واقع شده است. در شمال آن حوضه‌ی آبریز اسطخری شیروان، در جنوب آن حوضه‌ی میدان جیک اسفراین، در غرب آن رودخانه‌ی بیدواز و در شرق آن کوه شاهجان قرار دارد. حوضه‌ی مورد مطالعه حدود ۷۲ هزار کیلومتر مربع وسعت دارد و تنها منطقه مسکونی آن روستای درپرچین می‌باشد (شکل ۱). مرتفع‌ترین نقطه‌ی آن قله شاه‌جهان می‌باشد که با ارتفاع ۳۱۵۰ در شرق این

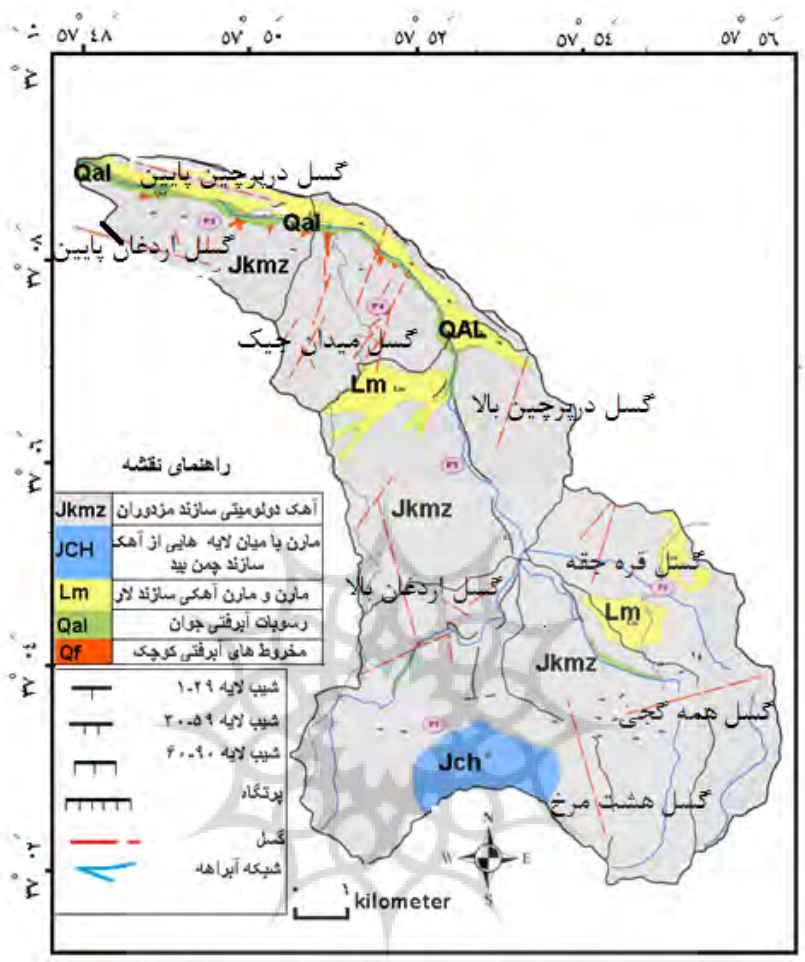
حوضه قرار دارد. آسان‌ترین راه دسترسی به منطقه‌ی مورد مطالعه جاده‌ی اسفراین سرخه‌قله می‌باشد که در ضلع غربی آن واقع شده است. بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی دمارتن، آب و هوای این حوضه نیمه‌خشک است *(مقامی‌مقیم، ۱۳۹۳: ۱۴۷-۱۲۹)*. میانگین درجه حرارت آن در طیّ یک دوره‌ی آماری ۴۰ ساله ۱۲/۷ درجه سانتیگراد، گرم‌ترین ماه آن تیرماه با متوسط ۲۴/۵ درجه و سردترین ماه آن دی‌ماه با دمای ۱/۴ درجه است. بیشتر بارش این حوضه در فصول سرد و اغلب به صورت برف رخ می‌دهد. متوسط بارندگی آن ۳۴۷ میلیمتر، پرباران‌ترین ماه آن فروردین با ۵۵/۴ و خشک‌ترین آن مرداد با ۴/۲۰ میلیمتر است *(سازمان هواشناسی کشور ۱۳۹۴ - ۱۳۵۴)* .



شکل ۱: موقعیت منطقه در ایران و استان خراسان شمالی

مأخذ: حوضه‌ی مورد مطالعه (نگارنده، ۱۳۹۳)، نقشه کارست‌های ایران (رئیسی ۲۰۰۲)

از نظر زمین‌شناسی بیشتر سازندهای این حوضه از آهک‌های دولومیتی (سازند مزدوران Jkmz) شکل گرفته است علاوه بر این لایه‌هایی از مارن سبز (سازند چمن‌بید Jch) در مساحت کم درجنوب و جنوب‌غربی و مساحت کمی از رسوبات آبرفتی جدید (QaI) در قسمت میانی حوضه به‌چشم می‌خورد*(شکل۲،جدول۱)*.



شکل۲: نقشه زمین‌شناسی حوضه‌ی مورد مطالعه

مأخذ: نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی شیروان

جدول ۱: سازندهای تشکیل‌دهنده‌ی حوضه‌ی مورد مطالعه

ردیف	نام فارسی سازند	نماد اختصاری	جنس سازند	سن (دوره)	مساحت به کیلومتر مربع	مساحت به درصد
۱	آبرفت	QaI	رسوبات آبرفتی	کواترنر	۴	۵/۵۵
۲	سازند مزدوران	Jkmz	آهک خاکستری روشن تا سفید و آهک دولومیتی	ژوراسیک	۵۹	۸۱/۹۵۴
۳	سازند چمن‌بید	Jch	مارن به رنگ سبز روشن با میان لایه‌هایی از آهک	ژوراسیک	۹	۱۲/۵۰
جمع					۷۲	۱۰۰

مأخذ: نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی شیروان

نتـایـج و یافتـه‌هـا

تأثیـر لیتـولـوژی در شکـل‌گیـری و گستـرش کارست‌های حوضه درپرچین

لیتولوژی از طریق میزان انحلال و زوال‌پذیری، میزان خلوص و یکنواختی، تخلخل، مقاومت مکانیکی، تناوب و تنوع درسنگ‌هاو میزان برونزدگی سنگ‌های شکل‌دهنده‌ی حوضه در پرچین در شکل‌گیری اشکال کارستی آن دخالت داشته است.انحلال‌سنگ‌ها معمولاً در امتداد درزها، گسل‌ها یا سطوح لایه‌بندی با سهولت بیشتری انجام می‌گیرد. مقاومت کم، درزهای فراوان و عریان بودن سنگ‌ها مشخص‌کننده میزان زوال‌پذیری آنها می‌باشد *(صداقت، ۱۳۶۹: ۳۶۹)*. مطالعات نشان می‌دهد سنگ‌های غنی از کربنات کلسیم در مقابل محلول‌های اسیدی زودتر دچار انحلال می‌شوند بطوری‌که با کاهش میزان ph شاخص دوام برای آنها از ۹۷/۳۰ به ۹۴/۲۸ کاهش می‌یابد *(نیکدل‌وهمکاران، ۱۳۹۰: ۱۳۵)*. با توجه به اینکه بیشتر سنگ‌های حوضه درپرچین از آهک‌های دولومیتی سازند مزدوران شکل گرفته (شکل ۲ و جدول ۱) و مقدار ph آب آن ۷/۲ و میزان منیزیوم آن حدود ۳ درصد است *(آب منطقه‌ای خراسان شمالی، ۱۳۹۴)*. بنابراین شرایط برای انحلال و زوال‌پذیری سنگ‌ها از هر جهت فراهم است. به همین دلیل آن قسمت از سنگ‌های این‌حوضه که در اثر هوازدگی عریان شده‌اند و در آنها درز و شکاف ایجاد شده همچنین سطوح لایه‌بندی آنها گسترده‌تر شده است (شکل۳). تحت تأثیر بارش و آب‌های سطحی انحلال‌یافته و سنگ‌های باقی‌مانده پدیده‌های متنوع کارستی را در این حوضه به وجود آورده‌اند.

شکل۳: A درزهای موجود در سنگ، B گسل‌ها، C سطوح لایه‌بندی شده

تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۳

بطوری‌که گسترده‌ترین و تکامل‌یافته‌ترین اشکال کارستی این حوضه، در دره‌های اصلی آن مشاهده می‌شود (شکل ۸). امّا درخارج ازدره‌ها به دلیل مدفون بودن سنگ‌ها در زیر واریزه‌ها، پوشش گیاهی و خاک، شرایط برای انحلال و زوال‌پذیری آنها کاهش یافته شرایط کارست‌زایی به حداقل ممکن کاهش می‌یابد و شکل‌گیری اشکال کارستی به خیابان‌های کارستی، پنجره‌ی کارستی،کارن‌های بارانی و لانه موشی محدود می‌شود *(شکل‌های ۴، ۵، ۶)*.

شکل ۴: خیابان کارستی در ضلع شمالی حوضه‌ی مورد مطالعه

تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۳

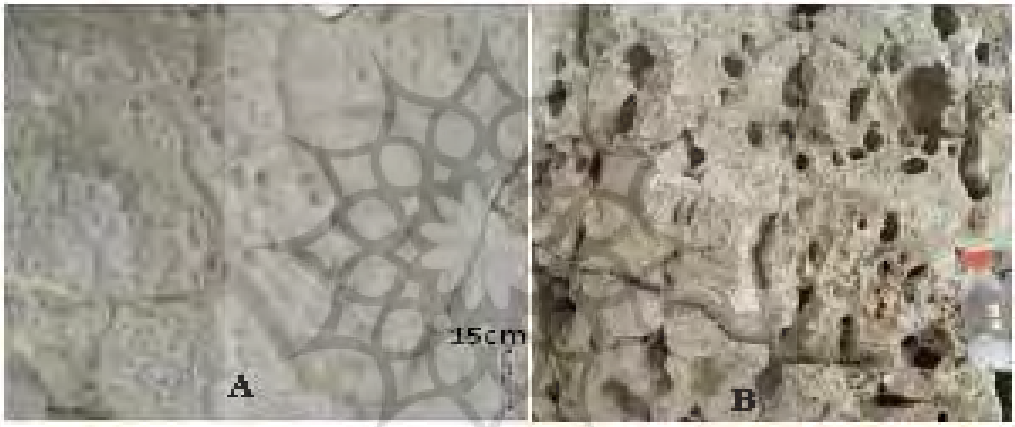
شکل۵: سمت راست نمای پنجره کارستی از بیرون، سمت چپ پنجره کارستی از داخل

تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۳

مطلب قابل توجه در زمینه‌ی تأثیر لیتولوژی در کارست‌های حوضه درپرچین میزان خلوص و یکنواختی سنگ‌های آن است. کامل‌ترین کارست‌ها در سنگ‌های آهکی با خلوص بالای ۷۰ درصد شکل می‌گیرند. در یک مطالعه در سال ۱۹۷۰ در منطقه پنسیلوانیا آمریکا مشخص شد بیشترین انحلال در مناطقی رخ داده که اکسید منیزیوم بین ۱ تا ۳ درصد بوده است *(Ford & Williams, 2007: 28)*. همانطور که در نقشه‌ی زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی حوضه درپرچین (شکل ۷ و ۲) مشاهده می‌شود، نزدیک به ۸۲ درصد از مساحت این حوضه از سازندهای آهکی شکل گرفته که حکایت از یکنواختی سنگ‌های آن دارد. این یکنواختی از سمت شمال به جنوب حوضه به دلیل ظاهر شدن ماسه‌سنگ و توده‌های نفوذی کم‌رنگ می‌شود. به همین دلیل از شمال به جنوب حوضه، تراکم اشکال کارستی کاهش می‌یابد که این

کاهش با خلوص و یکنواختی سازندهای آهکی آن کاملاً مرتبط است. تخلخل سنگ‌ها نیز تأثیر زیادی در فرایند کارست‌زایی حوضه درپرچین داشته است. تخلخل در سنگ‌های کربناته به‌چهار نوع درون‌دانه‌ای، بین بلورین، قالبی و تخلخل به صورت درز و شکاف تقسیم می‌شود *(سحابی، ۱۳۷۵: ۲۱۰-۲۰۹)*.

از تخلخل‌های نامبرده، نوع اول برای شکل‌گیری میکرو کارست‌ها و نوع چهارم برای سایر کارست‌ها الزامی است. تخلخل نوع اول در برخی از سنگ‌های آهکی این حوضه که دارای فسیل‌های ریولیت و آمونیت هستند بیشتر مشاهده می‌شود. در اثر نابودی فسیل‌های نامبرده فضا برای نفوذ آب ایجاد شده، کارن‌های بارانی و لانه موشی به وجود آمده‌اند که نمونه کامل آنها در صخره‌های آهکی شمال حوضه در دو طرف شاخه اصلی رودخانه درپرچین قابل مشاهده می‌باشد (شکل۶). هرچند این نوع کارست در مساحت اندکی از این حوضه به‌چشم می‌خورد، امّا از پراکندگی قابل توجهی برخوردار است.



شکل ۶ : کارن‌های شکل گرفته در اثر تخلخل نوع اول، A کارن‌های لانه زنبوری B کارن‌های لانه موشی

تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۳

تخلخل نوع چهارم در محل تلاقی گسل‌های این حوضه از جمله گسل‌های همه‌گجی و هشت مرخ، درپرچین و میدان‌جیک، قره‌جقه و اردغان بالا مشاهده می‌شود(شکل۲). در اثر برخورد این گسل‌ها با یکدیگر شکستگی‌های وسیعی شکل‌گرفته که این شکستگی‌ها سبب انحلال نوع‌چهارم و شکل‌گیری کارن‌های‌شیاری، دره‌های کارستی و دولین‌های سینکی در قسمت‌های میانی این حوضه شده است (شکل ۸، ۹، ۱۱). در خصوص نقش تخلخل در شکل‌گیری کارست‌های این حوضه باید گفت تخلخل نوع اول در تنوع و تخلخل نوع چهارم در وسعت اشکال کارستی این حوضه نقش تعیین‌کننده‌ای داشته‌اند. مقاومت مکانیکی سنگ‌ها نیز عامل دیگری است که در کارست‌زایی نقش دارد.

دوام سنگ عبارت است از ارزیابی مقاومت آن در برابر هوازدگی، حفظ شکل، اندازه و وضعیت‌اولیه در زمان طولانی *(Bell, 1993: 187)*.

جدول ۲ میزان مقاومت سنگ‌های حوضه درپرچین را در مقابل هوازدگی بر اساس مدل ژنینگ[1] نشان می‌دهد. از آنجایی که بیشتر سنگ‌های این حوضه آهکی هستند از نظر مقاومت در ردیف سنگ‌های ضعیف قرار گرفته عوامل هوازدگی به سهولت آنها را تحت تأثیر قرار داده شرایط را برای شکل‌گیری انواع کارست فراهم کرده است.

1- Jennings

جدول ۲: مقاومت سنگ‌ها در مقابل نیروی فشار (تاب فشردگی)

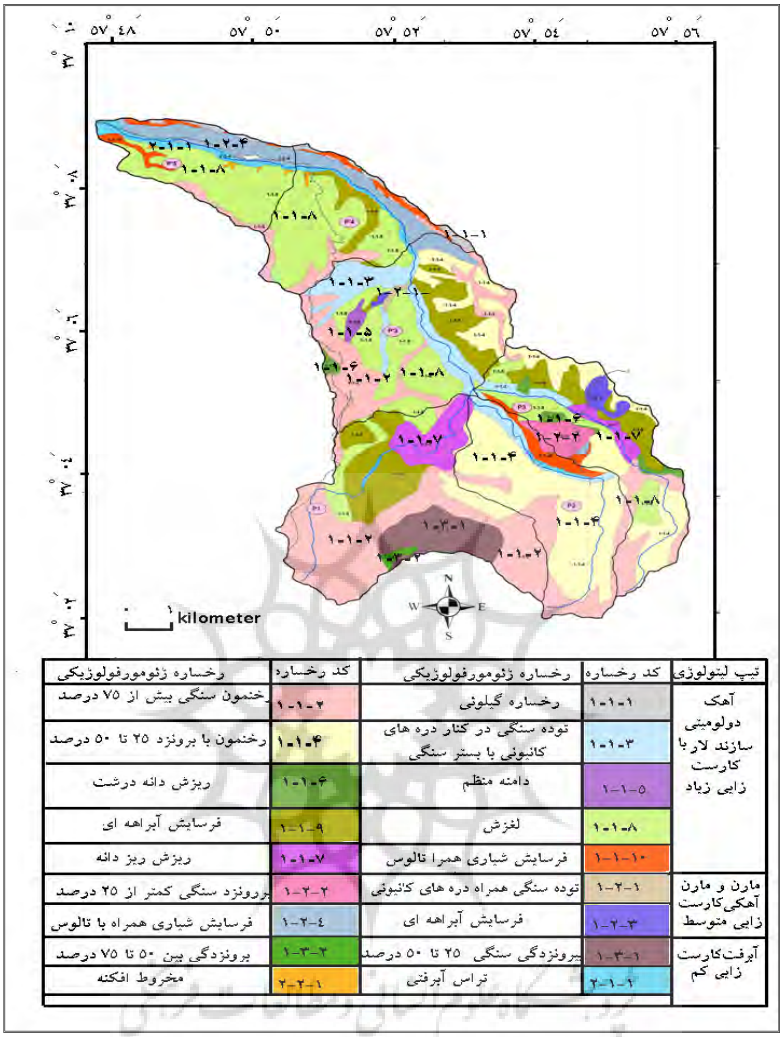
ردیف	نوع سنگ	مقاومت در برابر فشار (بار)
۱	سنگ آهک	۳۴۵۰-۳۴۰
۲	دولومیت	۳۶۰۰-۶۲۰
۳	شیل	۲۳۰۰-۳۰۰
۴	ماسه سنگ	۲۴۰۰-۱۲۰
۵	بازالت	۳۶۰۰-۸۰۰
۶	گرانیت	۳۰۰۰-۱۶۰۰

کمتر از ۳۵۰ خیلی ضعیف-۳۵۰ تا ۷۰۰ ضعیف-۷۰۰ تا ۱۷۵۰ قوی- بیشتر از ۱۷۵۰ خیلی قوی

مأخذ : ژنینگ، ۱۹۸۵

تأثیر دیگر لیتولوژی در کارست‌زایی حوضه درپرچین از طریق اندازه‌گیری میزان برونزدگی سنگ‌های تشکیل‌دهنده آن قابل بررسی می‌باشد. همانطور که در نقشه‌ی ژئومورفولوژی حوضه در پرچین (شکل ۷) مشاهده می‌شود میزان برونزدگی سنگ‌های این حوضه در تمام قسمت‌های آن یکسان نیست.

آهک‌های دولومیتی سازند لار با برونزدگی بیش از ۷۵ درصد بیشترین میزان برونزدگی را در این حوضه دارند و تقریباً در جنوب و غرب آن بیشترین تراکم را به خود اختصاص می‌دهند. امّا به دلیل کمبود منابع آب آنگونه که انتظار می‌رود اشکال کارستی در این قسمت تکامل یافته به نظر نمی‌رسند. امّا در مناطق دیگر از جمله در اطراف شاخه اصلی رودخانه در پرچین و شاخه‌های فرعی آن هر کجا منابع آب غنی بوده و سازندهای تشکیل‌دهنده‌ی آن نیز از برونزدگی کافی برخوردار هستند تکامل‌یافته‌ترین اشکال کارستی شکل گرفته است. همچنین وجود مارن، ماسه‌سنگ و چند توده نفوذی درجنوب حوضه با برونزدگی‌بین ۲۵ تا ۵۰ درصد فرایندهای کارست زایی را در این قسمت حوضه محدود ساخته است. علاوه بر این آبرفت‌های شمال و شمال‌غربی حوضه با برونزدگی کمتر از ۵۰ درصد سبب محدودیت کارست زایی و مدفون شدن برخی از اشکال کارستی در این قسمت شده است. در برخی منابع تناوب و تنوع در سنگ‌های شکل‌دهنده یک‌حوضه را در کارست‌زایی آن مؤثر می‌دانند با توجه به اینکه لیتولوژی حوضه درپرچین تقریباً یکنواخت است این عامل تأثیر چندانی در تنوع اشکال کارستی آن ندارد تنها بخش محدودی از تنوع اشکال کارستی این حوضه به لیتولوژی آن مربوط می‌شود که در این زمینه می‌توان به شکل‌گیری تافونی در ضلع جنوبی حوضه در معدود لایه‌های‌نفوذی و پنجره‌های کارستی در برخی از دره‌های فرعی میانی این حوضه اشاره نمود (شکل ۵).



تیپ لیتولوژی	کد رخساره	رخساره ژئومورفولوژیکی	کد رخساره	رخساره ژئومورفولوژیکی
آهک دولومیتی سازند لار با کارست زایی زیاد	۱-۱-۱	رخساره گیلونی	۱-۱-۲	رخنمون سنگی بیش از ۷۵ درصد
	۱-۱-۳	توده سنگی در کنار دره های کانیونی با بستر سنگی	۱-۱-۴	رخنمون با برونزد ۲۵ تا ۵۰ درصد
	۱-۱-۵	دامنه منظم	۱-۱-۶	ریزش دانه درشت
	۱-۱-۸	لغزش	۱-۱-۹	فرسایش آبراهه ای
	۱-۱-۱۰	فرسایش شیاری همراه تالوس	۱-۱-۷	ریزش ریز دانه
مارن و مارن آهکی کارست زایی متوسط	۱-۲-۱	توده سنگی همراه دره های کانیونی	۱-۲-۲	برونزد سنگی کمتر از ۲۵ درصد
	۱-۲-۳	فرسایش آبراهه ای	۱-۲-۴	فرسایش شیاری همراه با تالوس
آبرفت کارست زایی کم	۱-۳-۱	برونزدگی سنگی ۲۵ تا ۵۰ درصد	۱-۳-۲	برونزدگی بین ۵۰ تا ۷۵ درصد
	۲-۱-۱	تراس آبرفتی	۲-۲-۱	مخروط افکنه

شکل ۷: نقشه ژئومورفولوژی حوضه درپرچین

تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۳

نقش هیدرولوژی در شکل‌گیری کارست‌های درپرچین

تأثیرات هیدرولوژی در شکل‌گیری اشکال کارستی از طریق حوضه‌های آبریز قابل بررسی است. حوضه‌ی درپرچین یکی از زیرحوضه‌های رودخانه بیدواز است که حدود ۷۲ هزار کیلومتر وسعت و در حدود ۲۱ کیلومتر طول دارد. شیب متوسط آن ۱۵ درصد و حداکثر ارتفاع آن ۳۱۵۰ متر می‌باشد. هر چند به دلیل انطباق دره اصلی این حوضه با ساختار تکتونیکی می‌توان آن را یک دره ساختمانی تعریف نمود ولی وجود چند تندآب در قسمت‌های میانی نشان از عدم انطباق در بخش‌های کوتاهی از مسیرآن دارد. در مقابل دره‌های فرعی این حوضه اکثراً با ساختمان زمین‌شناسی منطبق نبوده و جهت رسیدن به شاخه‌ی اصلی مسیر خود را بریده‌اند.

مطالعات میدانی در منطقه‌ی مورد مطالعه نشان داد، عمده‌ترین اشکال کارستی این حوضه از جمله کارن‌های‌شیاری، دولین‌های‌سینکی و کارن‌های‌مسطح در قسمت‌هایی از این حوضه شکل گرفته که دره‌ها با ساختمان زمین منطبق نیست (شکل ۸) .

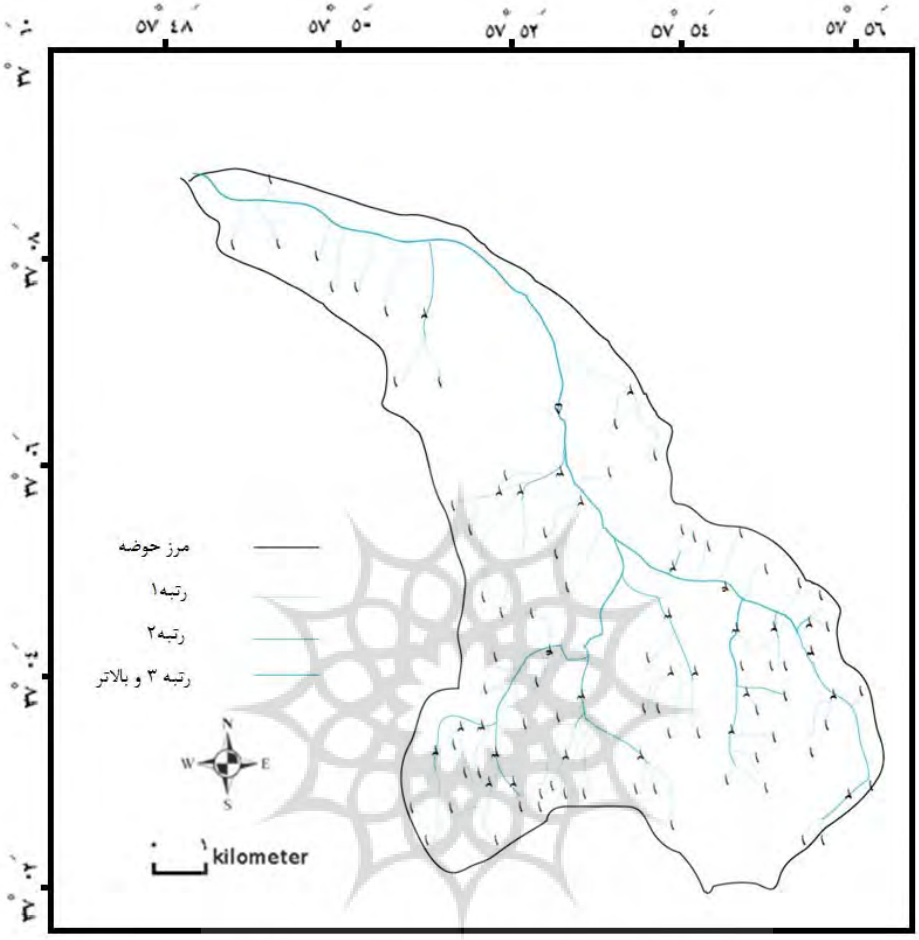
شکل ۸ : A عدم انطباق و برش رود خانه‌ای، B شکل‌گیری اشکال کارستی (کارن شیاری و پله‌ای) در همان نقطه

تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۳

همچنین به دلیل عدم انطباق، شاخه‌های فرعی این حوضه با ساختمان‌زمین‌شناسی جریانات هیدرولوژیکی لایه‌های‌آهکی مسیر خود را بریده گسترده‌ترین اشکال کارستی یعنی دره‌های کارستی این حوضه را بوجود آورده‌اند(شکل۹).دره‌های کارستی به‌عنوان‌متراکم‌ترین و گسترده‌ترین اشکال کارستی حوضه درپرچین در محل اتصال شاخه‌های فرعی این‌حوضه به دره‌ی اصلی آن شکل گرفته‌اند. وجود دولین‌های سینکی در کف دره‌ی اصلی و اتصال آنها به یکدیگر توسط کارن‌های شیاری سبب شکل‌گیری دره‌های سینکی در برخی از قسمت‌ها دره‌ی اصلی این حوضه شده است.برخلاف دره‌های کارستی، دره‌های سینکی منطبق بر اشکال ساختمانی این حوضه می‌باشند. علاوه بر دره‌های سینکی گرایک‌ها و کارست‌های برجی نیز در مناطقی شکل گرفته‌اند که دره‌ها با ساختار زمین‌شناسی منطبق است (شکل ۱۳).

شکل ۹ : سه نمونه از دره‌های کارستی شکل گرفته در حوضه‌ی درپرچین

تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۳



شکل ۱۰: نقشه رتبه‌بندی رودخانه‌ای حوضه درپرچین

تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۳

رتبه‌بندی جریانات یک حوضه‌ی آبریز نیز می‌تواند تأثیر جریانات هیدرولوژیکی را در شکل‌گیری اشکال کارستی منعکس نماید *(Gunay, 1985: 333)*.

رتبه‌بندی حوضه درپرچین نشان از شرایط اقلیمی و سنگ‌شناسی تقریباً یکسان آن دارد (شکل۱۰). زیرا نسبت شاخه‌های هر رتبه به رتبه‌های بعدی تا حدودی ثابت است *(فریفته،۱۳۷۰: ۱۵)*. جدول۳ ارتباط رتبه‌های این حوضه را با اشکال کارستی آن مشخص می‌کند همانطور که مشاهده می‌شود، هر چه از رتبه‌های پایین به رتبه‌های بالاتر می‌رویم، بر تراکم و تنوع اشکال کارستی این‌حوضه افزوده می‌شود (جدول ۳).

جدول ۳: تعداد و نسبت شاخه‌های حوضه درپرچین و ارتباط آن با اشکال کارستی

ردیف	تعدادشاخه‌ها Nυ	نسبت‌شاخه‌ها Rь	اشکال کارستی
۱	۷۰		کارن‌های شیاری، کارن‌های لانه زنبوری، پیت کارن، ریلن کارن، دولین‌های ریزشی
۲	۲۱	۳/۳۳	کارن‌های شیاری، کارن‌های لانه زنبوری، پیت‌کارن، ریلن کارن، دولین‌های ریزشی، غارهای کم‌عمق، پنجره‌های کارستی
۳	۷	۳	کارن‌های شیاری، کارن‌های لانه زنبوری، پیت‌کارن، ریلن‌کارن، دولین‌های ریزشی، دولین‌های انحلالی، پنجره‌های کارستی، تاق طبیعی، گرایک، رنل‌کارن، دولین مدفون
۴	۲	۳/۵	کارن‌های شیاری، لانه زنبوری، پیت‌کارن، ریلن کارن، تافونی، مدفون و انحلالی، پنجره‌های کارستی، تاق طبیعی، گرایک، اووالا، غارهای کم‌عمق، دولین‌های ریزشی، مدفون و دره خشک، تنگ، دره‌های سینکی، راین پیت
۵	۱	۲	کارن‌های شیاری، لانه زنبوری، پیت‌کارن، ریلن‌کارن، تافونی دولین‌های ریزشی، مدفون و انحلالی، پنجره‌های کارستی، تاق طبیعی، گرایک، اووالا، غار، دره خشک، تنگ، دره‌های سینکی، راین پیت، دیگ‌جن، پونور و رود گسسته

مأخذ: مطالعات میدانی نگارنده، ۱۳۹۳

تأثیر آب و هوا در شکل‌گیری و گسترش اشکال کارستی حوضه درپرچین

در شکل‌گیری پدیده‌های ژئومورفولوژیکی نقش تکتونیک و آب و هوا تعیین‌کننده‌تر به نظر می‌رسد. مطالعه تأثیرات آب و هوایی در شکل‌گیری پدیده‌های ژئومورفولوژی زمانی نتایج بهتری خواهد داشت که آمار هواشناسی قابل اعتمادی وجود داشته باشد. استاندارد باران‌سنج‌ها برای نواحی کوهستانی هر ۲۵۰ کیلومترمربع یک‌باران‌سنج است *(محمودی،۱۳۸۳: ۵۰)*. بنابراین با توجه به اینکه باران سنج‌های مورد استفاده در این پژوهش در شعاع ۱۵ کیلومتری از یکدیگر قرار دارند بنابراین آمار آنها با اطمینان بیشتری مورد استفاده قرار گرفت. در بین عناصر آب و هوایی دما و بارش نقش مهمتری در شکل‌گیری اشکال کارستی حوضه آبریز درپرچین ایفا نموده‌اند. دما، از طریق انواع هوازدگی در این زمینه مؤثر بوده است. یکی از انواع هوازدگی‌ها، متلاشی شدن سنگ، در اثر نوسان دما می‌باشد. نوسانات سالانه دمای منطقه دریک دوره ۳۵ ساله ۲۴/۵۸ درجه، نوسانات ماهانه آن ۲۷ و نوسانات حداقل و حداکثر دمای آن رقم ۶۱ درجه سانتیگراد است *(مقامی‌مقیم، ۱۳۹۳: ۱۴۶)*. این مقدار نوسانات در کوتاه‌مدت تأثیرات زیادی در این زمینه نداشته است. مطالعات تجربی نشان می‌دهد در بهترین حالت، تغییرات روزانه درجه حرارت ۱۱۰ درجه سانتیگراد بدون حضور آب به مدت ۲۴۴ سال تغییر چشمگیری در سنگ‌ها حاصل نشده است *(معتمد، ۱۳۷۹ : ۴۲)*. امّا در بلندمدت می‌توان از آن به عنوان یکی از مهمترین عامل مؤثر در این زمینه یاد کرد. پدیده قابل توجه در این زمینه متلاشی شدن سنگ در اثر انجماد و ذوب آب است. با عمل انجماد، ۹ درصد به حجم آب افزوده شده نیروی هیدرواستاتیک آن افزایش می‌یابد و سنگ تخریب می‌شود *(Ritter,1995:95)*. با تخریب سنگ‌راه جهت ورود آب و فرایند انحلال فراهم می‌شود. فعالیّت این پدیده، در این حوضه از آبان‌ماه شروع و در دی‌ماه به حداکثر می‌رسد *(سازمان هواشناسی، ۱۳۹۴-۱۳۵۴)*. فرایندهای مطرح شده سنگ‌های آهکی این حوضه را شکسته، فرایند انحلال را تسهیل نموده و به تدریج یون‌های کلسیم، بی‌کربنات و منیزیم به صورت محلول از محل دور و یون‌های مقاوم به انحلال، اشکال کارستی را به وجود آورده‌اند که در، دره‌ی اصلی این

اشکال از تنوع بیشتری برخوردار می‌باشند. یکی دیگر از عناصر آب و هوایی مؤثر در شکل‌گیری اشکال کارستی، بارش است. متوسط بارش سالانه در این حوضه ۳۴۷ میلیمتر می‌باشد. که بیش از ۹۰ درصد آن در دو فصل زمستان و بهار می‌بارد *(سازمان هواشناسی ۱۳۹۴-۱۳۵۴)*. در مناطقی که متوسط بارش کمتر از ۲۵۰ تا ۳۰۰ میلیمتر است ناهمواری کارستی دیده نمی‌شود. در نواحی که دارای دوره‌ی متناوب مرطوب و خشک هستند فعالیّت کارستی به حداکثر می‌رسد *(احمدی، ۱۳۹۱: ۹۲)* . با توجه به اینکه بارش منطقه بالای ۳۰۰ میلیمتر بوده و از نظر بارش دارای دوره تناوب مرطوب و خشک می‌باشد بنابراین می‌توان بارش را به عنوان یکی از عناصر مهم آب و هوایی مؤثر در شکل‌گیری اشکال کارستی این حوضه در نظر گرفت. نقش بارش در شکل‌گیری اشکال کارستی این حوضه به دو صورت مستقیم و غیرمستقیم قابل بررسی می‌باشد. به صورت مستقیم، سبب شکل‌گیری برخی از اشکال کارستی مانند کارن‌های لانه زنبوری، کارن‌های بارانی و دولین‌های فرونشتی در دامنه‌های غربی این حوضه شده است. از سوی دیگر شرایط این حوضه به گونه‌ای است‌که بیشتربارندگی‌های آن منجر به وقوع سیلاب می‌شود و این سیلاب‌ها با عبور از سنگ‌های‌آهکی‌کارن‌های شیاری، دولین‌های سینکی و دره‌های کارستی این حوضه را به وجود آورده است (شکل۱۱).

شکل ۱۱: اشکال کارستی جریانات سیلابی، A دره سینکی، B کارن شیاری

تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۳

همچنین حمل آبرفت توسط سیلاب‌ها و برخورد آنها به صخره‌های آهکی، کارست‌های چکشی را در دره‌ی اصلی این حوضه به وجود آورده است. تأثیر غیر مستقیم بارش از طریق تأثیر بر پوشش گیاهی قابل بررسی می‌باشد. با توجه به این‌که متوسط بارش این حوضه نیاز آبی گیاهان آن را تأمین می‌نماید بنابراین پوشش گیاهی افزایش می‌یابد و به تبع آن گاز دی‌اکسیدکربن و خاصیت انحلال آب افزایش یافته فرایندهای کارست‌زایی را افزایش می‌دهد. هر چند تأثیر بارش در شکل‌گیری کارست‌های این حوضه اهمیّت زیادی دارد امّا بارش‌های حال حاضر آن برای شکل‌گیری برخی از اشکال کارستی کافی به نظر نمی‌رسد، عدم شکل‌گیری پولیه‌ها، عمق کم غارها و سرعت کند شکل‌گیری دولین‌ها ارتباط زیادی با کمبود بارش در این حوضه دارد. در کل می‌توان گفت بارش حال‌حاضر این‌حوضه برای شکل‌گیری کارن‌های بارانی و کارست‌های چکشی کافی به نظر می‌رسد. امّا برای شکل‌گیری دولین‌ها، کرایک‌ها و غارها کافی نیست بنابراین زمان شکل‌گیری برخی از کارست‌های این حوضه را می‌توان به بارش‌های کوارترنر نسبت داد.

نقش تکتونیک در شکل‌گیری اشکال کارستی حوضه‌ی آبریز درپرچین

پدیده‌های ساختاری مانند گسل‌ها، چین‌خوردگی‌ها و سطوح لایه‌بندی هر کدام به نوعی در فرایند ایجاد کارست‌ها مؤثرند تخریب توده‌های سنگی در اثر نیروهای تکتونیکی عامل مهمی در شکل‌گیری اشکال کارستی به حساب می‌آیند *(Millanovic, 1988: 27)*. احتمال شکل‌گیری دولین‌ها در امتداد گسل‌ها بیشتر است *(قبادی، ۱۳۸۶: ۲۱۳)*. حوضه درپرچین یکی از حوضه‌های فعال کشور از نظر تکتونیک می‌باشد *(مقامی‌مقیم، ۱۳۸۸: ۱۵۶ - ۱۳۷)*.

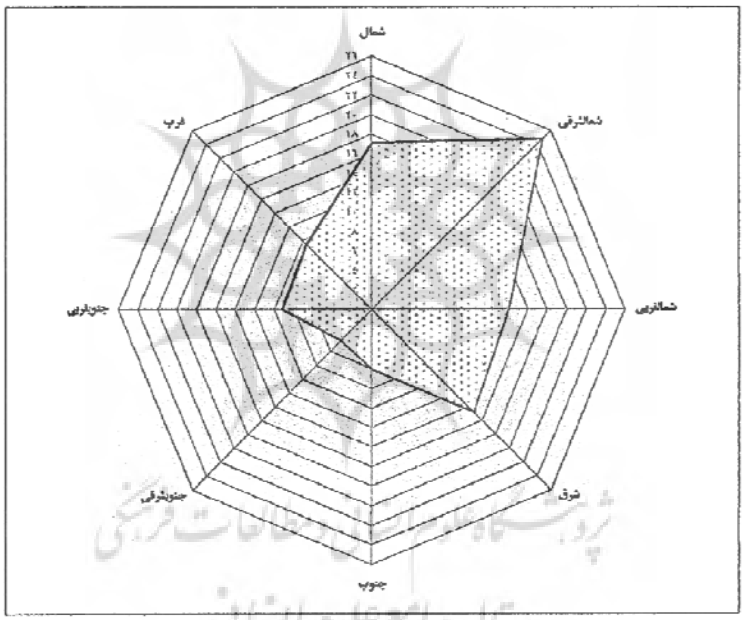
بررسی نقشه‌ی زمین‌شناسی (شکل ۲) این حوضه نشان می‌دهد گسل‌ها از سه جهت این حوضه را در برگرفته و ساختار این گسل‌ها سبب شکستگی گسترده در سنگ‌های آن شده راه را برای نفوذ آب و شکل‌گیری اشکال کارستی فراهم نموده است. در بین این گسل‌ها، گسل همه‌گجی در شمال حوضه نقش مهمی در این زمینه داشته است. ساختار این گسل کارست‌های مرتفع و خیابان‌های کارستی را در شمال این حوضه به وجود آورده است (شکل ۴).

در جنوب حوضه نیز گسل اردغان با فعالیّت خود فرایند شکل‌گیری کارن‌های شیاری، کارن‌های چکشی و کرایک‌ها را تسهیل نموده است (شکل ۱۳). در مقابل، گسترش دولین‌ها در مناطق آرام و به دور از فعالیّت‌های تکتونیکی حوضه صورت گرفته است. به همین دلیل در قسمت‌های پرشیب حوضه که تحت تأثیر فعالیّت‌های تکتونیکی قرار دارند، به ندرت دولین‌ها مشاهده می‌شوند. مطالعات میدانی نشان داد در مناطق فعال تکتونیکی، اشکال کارستی تکامل یافته‌تر به نظر می‌رسند. به همین دلیل کارست‌های دره‌ی اصلی به صورت یکنواختی گسترش ندارند و از ابتدای دره هر چه به انتهای آن نزدیک می‌شویم اشکال کارستی تنوع بیشتری دارند. همچنین در قسمت میانی حوضه عبور گسل درپرچین در جهت عمود بر مسیر رودخانه‌ی اصلی سبب ایجاد تنگه کارستی با همین نام شده است. علاوه بر موارد یاد شده فعالیّت‌های تکتونیکی در حوضه‌ی مورد مطالعه سبب جابجایی و ارتفاع گرفتن اشکال کارستی و شکل‌گیری کارست‌های برجی شده است. بهترین مورد در این زمینه می‌توان به جابجایی کریک‌های صیقل‌نیافته در پرتگاه‌های گسلی، گسل سرخ قلعه در شمال حوضه اشاره نمود که در اثر فعالیّت این گسل کرایک‌ها ارتفاع گرفته و سبب شکل‌گیری کارست‌های برجی در ضلع شمالی این حوضه شده‌اند (شکل ۱۳). مطلب قابل توجه در خصوص تأثیر فعالیّت‌های تکتونیکی در شکل‌گیری و گسترش اشکال کارستی حوضه درپرچین این است که این فعالیّت‌ها با تأثیر در میزان شیب حوضه نقش تعیین‌کننده‌ای در زمینه‌ی کارست‌زایی ایفا نموده است. شیب حوضه در پرچین با بهره‌گیری از مدل رقومی ارتفاعی در ۹ جهت جغرافیایی محاسبه و در جدول شماره ۴ درج گردید. همانطور که در جدول ۵ و شکل ۱۲ مشخص است شمال‌شرقی حوضه یعنی محدوده فعالیّت گسل‌های سرخ‌قلعه و درپرچین بالا با مساحت ۱۶/۹۶ کیلومتر مربع بیشترین و جنوب حوضه با ۶/۱مساحت کمترین میزان شیب را به خود اختصاص می‌دهد. به همین دلیل متنوع‌ترین،متراکم‌ترین و تکامل‌یافته‌ترین اشکال کارستی این حوضه در این قسمت مشاهده می‌شود. در مقابل شیب کم در جنوب حوضه از تنوع اشکال کارستی در این قسمت کاسته فقط شرایط را برای شکل‌گیری دولین‌ها و به خصوص دولین‌های تشتی، سینکی و انحلالی فراهم کرده است. هر چند فعالیّت‌های تکتونیکی نقش تعیین‌کننده‌ای در شکل‌گیری و گسترش اشکال کارستی این حوضه داشته است، امّا به دلیل افزایش شیب شکل‌گیری برخی از اشکال کارستی از جمله پولیه‌ها را در این حوضه غیر ممکن ساخته است.

جدول۴: کلاس‌بندی شیب در حوضه‌ی آبریز در پرچین

کلاس جهت شیب	مساحت (کیلومتر مربع)	درصد مساحت
شمال	۱۱/۷۲	۱۷/۱۳
شمال شرقی	۱۶/۹۶	۲۴/۷۸
شمال غربی	۹/۶	۱۴
شرقی	۱۰	۱۴/۷۴
جنوب	۴/۱۶	۶/۱
جنوب شرقی	۳	۴/۴۹

مأخذ: نگارنده، ۱۳۹۳



شکل ۱۲: نمودار کلاس‌بندی شیب در حوضه در پرچین

تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۳

شکل ۱۳: یک نمونه از کرایک‌های صیقل نیافته

تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۳

نتیجه

حوضه‌ی آبریز درپرچین یکی از زیرحوضه‌های رودخانه‌ی بیدواز است، که در شمال‌شرقی ایران واقع شده که از نظر زمین‌شناسی بیشتر سازندهای آن از سازندهای آهکی شکل گرفته است. آب و هوای آن سرد کوهستانی و متوسط بارش آن در یک دوره‌ی ۴۰ ساله ۳۴۷ میلیمتر می‌باشد. حوضه درپرچین را می‌توان یک حوضه کارستی در نظر گرفت که تحت تأثیر عوامل مختلف اشکال گوناگون و متنوع کارستی در آن مشاهده می‌شود. لیتولوژی این‌حوضه را می‌توان به عنوان مؤثرترین عامل در این زمینه در نظر گرفت. زیرا بیش از ۸۰درصد مساحت این‌حوضه از سازندهای آهکی تشکیل شده که از هر جهت برای شکل‌گیری اشکال کارستی مناسب می‌باشند. به دلیل ضعف سایر عوامل، لیتولوژی به تنهایی نتوانسته است اشکال کارستی این‌حوضه را به‌تکامل برساند.پس از لیتولوژی، می‌توان تکتونیک را به عنوان دوّمین عامل مؤثر در شکل‌گیری و گسترش اشکال کارستی این حوضه در نظر گرفت. این عامل از طریق ایجاد گسل، افزایش شیب، ایجاد درز و شکاف و تخریب سنگ‌های آهکی مقدمات نفوذ آب در آنها را فراهم و در شکل‌گیری اشکال کارستی این حوضه سهیم شده است. احاطه شدن سه طرف این حوضه توسط گسل‌ها و ساختار متفاوت آنها شرایط را جهت فرایندهای کارستی فراهم نموده است. همچنین در برخی از قسمت‌ها عبور گسل‌ها در جهت عمود بر جریان رودخانه سبب شکل‌گیری تنگ‌های کارستی شده که شکل‌گیری تنگ درپرچین در قسمت میانی حوضه در این زمینه قابل توجه می‌باشد. علاوه بر این فعالیّت گسل‌ها در ضلع شمالی این حوضه سبب ارتفاع گرفتن کارست‌ها و در نتیجه تشکیل کارست‌های برجی و نمایان شدن کارست‌های فسیلی در این قسمت حوضه شده است. هرچند در شکل‌گیری اشکال‌کارستی حوضه درپرچین تکتونیک نقش تعیین‌کننده‌ای داشته امّا با افزایش شیب مانع شکل‌گیری مهمترین پدیده کارستی یعنی پولیه‌ها در این حوضه شده است.

در قسمت‌هایی که سازندهای آهکی و ساختارهای زمین‌ساختی هماهنگ عمل‌نموده‌اند حضور فرایندهای هیدرولوژیکی به عنوان سومین عامل شرایط مناسبی را برای شکل‌گیری اشکال کارستی این حوضه فراهم به‌وجود آورده است. به همین دلیل، فراوان‌ترین و تکامل‌یافته‌ترین اشکال کارستی در اطراف دره اصلی

این حوضه مشاهده می‌شوند. نقش فرایندهای هیدرولوژیکی در شکل‌گیری اشکال کارستی در دره‌ی اصلی و محل اتصال دره‌های فرعی به دره‌ی اصلی پررنگ‌تر جلوه می‌نماید. مطلب قابل توجه از نظر نقش هیدرولوژی در کارست‌های درپرچین این است که بین رتبه شبکه هیدروگرافی این حوضه و شکل‌گیری اشکال کارستی آن یک رابطه مستقیم وجود دارد. بطوری که هر چه از رتبه پایین‌تر این حوضه به رتبه‌های بالاتر می‌رویم بر تراکم، تنوع و تکامل اشکال کارستی حوضه افزوده می‌شود. به همین دلیل بیشترین، متنوع‌ترین و متراکم‌ترین اشکال کارستی این حوضه به ترتیب در محدوده‌ی رتبه‌های ۵، ۴ و۳ این حوضه مشاهده می‌شوند. نقش آب و هوای حال حاضر این حوضه در شکل‌گیری و گسترش اشکال کارستی نسبت به سه عامل دیگر کم‌رنگ‌تر جلوه می‌نماید. از نظر آب و هوایی، عنصر دما از طریق تأثیر در انواع هوازدگی فرایند انحلال را تسهیل و شرایط را جهت شکل‌گیری اشکال کارستی در این حوضه آماده نموده است از نظر بارش نیز به دلیل اینکه میزان بارش این حوضه بیشتر از ۳۰۰ میلیمتر است بنابراین بارش نقش مهمی در شکل‌گیری اشکال کارستی این حوضه داشته است بارش به صورت مستقیم سبب شکل‌گیری برخی از اشکال کارستی از جمله کارن‌های بارانی، کارن‌های لانه‌ی زنبوری، کارن‌های چکشی و کارن‌های شیاری شده و به صورت غیر مستقیم با تأثیر بر پوشش گیاهی نقش خود را در این زمینه ایفا نموده است. هر چند در شکل‌گیری کارست‌های این حوضه، بارش نقش مهمی داشته، امّا میزان بارش‌حال‌حاضر آن برای شکل‌گیری برخی از کارست‌ها کافی نیست بنابراین می‌توان شکل‌گیری برخی از اشکال کارستی این حوضه را به شرایط آب و هوایی دوره کواترنر نسبت داد.

پیشنهادها

با توجه به وسعت و اهمیت کارست‌های این حوضه و نقش آن در منابع آب کارستی توصیه می‌گردد مطالعات تکمیلی در غالب طرح‌های پژوهشی در این زمینه انجام شود تا تمامی جوانب اشکال کارستی این حوضه مشخص و معین گردد.

منابع

- احمدی، حسن (۱۳۹۱). ژئومورفولوژی کاربردی، جلد اول. انتشارات دانشگاه تهران.
- بهنیافر، ابوالفضل؛ هادی قنبرزاده؛ عباسعلی فرزانه (۱۳۸۸). ویژگی‌های ژئومورفولوژیک توده کارستی اخلمد در دامنه‌های شمالی ارتفاعات بینالود، نشریه جغرافیای و توسعه. (۱۴). صفحات ۱۴۰- ۱۲۱.
- خانلری،غلامرضا؛ علی‌اکبر مؤمنی (۱۳۹۱). ژئومورفولوژی، هیدرولوژی و مطالعه فاکتورهای مؤثر بر توسعه کارست در منطقه‌ی گرین، نشریه جغرافیا و آمایش شهری- منطقه‌ای. شماره ۳. صفحات ۷۶- ۶۱.
- سازمان هواشناسی کشور(۱۳۹۴-۱۳۵۴) آمار ایستگاه سینوپتیک بجنورد و اسفراین.
- سازمان آب منطقه‌ای خراسان شمالی (۱۳۹۴). آمار دبی سنج رودخانه بیدواز.
- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه توپوگرافی منطقه با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ ((برگ‌های، ۷۶۶۲، ۷۶۶۴)) .
- سحابی، فریدون (۱۳۷۵). سنگ‌شناسی رسوبی، چاپ دوم. انتشارات دانشگاه تهران.
- صداقت، محمود (۱۳۶۹). زمین‌شناسی فیزیکی، جلد اول فرایندهای بیرونی. انتشارات دانشگاه پیام نور. تهران.
- فریفته،جمشید(۱۳۷۰).تحلیل‌های کمّی در ژئومورفولوژی، ترجمه. انتشارات دانشگاه تهران.
- قبادی، محمدحسین (۱۳۸۶). زمین‌شناسی مهندسی کارست، انتشارات دانشگاه بوعلی سینای همدان.

- محمودی، فرج‌الله؛ ابراهیم مقیمی (۱۳۸۳). روش تحقیق در جغرافیای طبیعی، تهران. نشر قومس .
- معتمد، احمد (۱۳۷۹). ژئومورفولوژی، جلد سوم. انتشارات سمت. تهران.
- مقامی‌مقیم، غلامرضا (۱۳۹۳). تأثیر آب و هوای عصر حاضر در مخروط‌افکنه‌های دامنه‌های جنوبی‌آلادغ، نشریه آمایش جغرافیایی فضا.دوره‌ی ۴. شماره ۱۳.
- مقامی‌مقیم، غلامرضا (۱۳۸۸). نقش فعالیّت‌های تکتونیکی در شکل‌گیری و گسترش مخروط‌افکنه‌های دامنه‌های جنوبی آلاداغ، نشریه جغرافیا و توسعه. شماره ۱۳. صفحات ۱۵۶- ۱۳۷.
- نیکدل، محمدرضا؛ امین جمشیدی؛ مقدس حافظی (۱۳۹۰).بررسی انحلال و زوال‌پذیری سنگ‌های‌ساختمانی در محلول‌های اسید سولفوریک و اسید نیتریک، نشریه علوم زمین. شماره ۸۰. صفحات ۱۴۲- ۱۳۵.
- ولایتی، سعدالله؛ فریده خان‌علیزاده (۱۳۹۰). بررسی رابطه ساختارهای تکتونیکی و اشکال کارستی(حوضه آبریز کارده) فصلنامه علمی- پژوهشی انجمن جغرافیایی ایران، دور جدید. سال نهم. شماره ۳۱. صفحه ۱۷۳.
- Bell, F.G (1993). Durability of carbonate rock as building stone with comments its preservation, Environmental Geology, PP:21,187-200.
- Christophe, J. G. Darnault (2008). Krast aquifer: hydrogeology and exploitation, overexploitation and contamination of shared groundwater resource. NATO Science for peace and security series.
- Ford, d.c & William, pw (2007). Karsts Hydrogeology and Geomorphology, john Wiley andsons, Ltd, the atrium, southern, chichester, England. PP: 22.
- Gunay, G. Karst groundwater studies in manavat river basin,turkey (1985), PP: 333.
- Han, Zhiwei; Tang, Changyuan; Wu, Pan; Zhang, Ruixue; Zhang, Chipeng; Sun, Jing (2015). Hydrogeochemical characteristics and associated mechanism based on groundwater dating in a karstic basin, Guizhou Province,China. Environmental Earth Sciences; Vol. 73 Issue 1, P: 67 .
- Jennings, J. N (1985). Karst Geomorphology, Basil Blackwell,oxford, 293PP.
- Raeisi, E (2002). Carbonate Karst Caves in Iran, Evolution of karst: from prekarst to Cessation,339-344,Ljubljana- Postojna. PP:340
- Ritter, D.F., Kochel, R. C, Miller, J. R (1995). "Process Geomorphology",WCB Pub. PP:544.
- Lamoreaux, P. E (1991). History of karst hydrogeological studies Proceedings of the International Conference on Environmental Changes in Karst Areas -I.G.U.- U.I.S- Italy 15-27;Quaderni del Dipartimento di Geografia n.18,1991-Università di Padova, PP: 215-229
- Millanovic (1988). Karst hydrology wrp, colorodo, usa, PP: 27
- Milanovic, Sasa; Stevanovic, Zoran; Jemcov, Igor (2010). Water losses risk assessment: an example from Carpathian karst, Environmental Earth Sciences,2010, Vol. 60 Issue 4, P:817.
- Mustafa, O. Merkel, B (2015). Classification of karst springs based on discharge and water chemistry in Makook karst system, Kurdistan Region,Iraq,FOG-Freiberg Online Geoscience 39,1-24.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی