نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال نوزدهم، شماره ۵۴، پاییز ۹۸

ارزیابی ارتباط گسل‌ها با چشمه‌های کارستی در توده کوهستانی پراو بیستون-کرمانشاه

دریافت مقاله: ۹۶/۹/۲۰ **پذیرش نهایی:** ۹۷/۲/۱۸

صفحات: ۲۲-۱

رضا خوشرفتار: عضو هیات علمی گروه جغرافیا، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.
Email: khoshraftar@znu.ac.ir
غلام حسن جعفری: عضو هیات علمی گروه جغرافیا، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.
Email: jafarihas@znu.ac.ir
مهدی فیض اله پور: عضو هیات علمی گروه جغرافیا، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران[1].
Email: feyzolahpour@znu.ac.ir
حبیب آرین تبار: دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه رازی کرمانشاه، کرمانشاه ، ایران.
Email: habib.arian@yahoo.Com
پروانه مرادی: کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.
Email: p.moradi@gmail.Com

چکیده

در این تحقیق با توجه به فراوانی ساختارهای تکتونیکی و کارستی در منطقه پراوبیستون به ارزیابی ارتباط ساختمان گسلی با چشمه‌های کارستی پرداخته شد. بدین منظور ابتدا مبادرت به تهیه لایه-های اطلاعاتی شامل موقعیت مکانی چشمه‌ها، موقعیت مکانی چاله‌های بسته، گسل‌ها، شیب و لایه طبقات ارتفاعی شده و سپس نمودار گلسرخی گسل‌ها ترسیم شده و به وسیله روش شواهد وزنی مورد بررسی قرار گرفت. بررسی رابطه بین چشمه و گسل در منطقه پراو بیستون با استفاده از روش وزنی نشان داد که ارتباط نزدیکی بین عناصر تکتونیکی با فراوانی چشمه‌ها، وجود دارد به گونه‌ای که در فواصل کم از گسل‌ها تعداد چشمه‌ها بیشتر و با فاصله گرفتن از گسل تعداد و فراوانی چشمه-ها، کاسته می‌شود. همچنین نتایج حاصل از نمودارهای گلسرخی نشان داد که گسل‌ها تاثیر مستقیمی در پیدایش و جهت گیری چشمه‌ها داشته‌اند. در بررسی رابطه بین شیب و فراوانی چشمه‌ها مشخص شد که بیشتر چشمه‌ها در شیب صفر تا ۵ درصد و سطوح ارتفاعی بین ۱۲۰۰ تا ۱۴۰۰ متر واقع شده‌اند. سطوح ارتفاعی فوق، پایکوه‌ها و سطوح مشرف به دشت را شامل می‌شود.

کلید واژگان: گسل، چشمه، کارست، شواهد وزنی، پراوبیستون.

[1]. **نویسنده مسئول:** استان زنجان، زنجان، جاده میاندوآب ، دانشگاه زنجان؛ دانشکده جغرافیا، گروه جغرافیا. ۰۹۱۴۱۵۳۵۲۶۹

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.54.2.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.54.1]

مقدمه

عوامل زمین‌شناختی اثرات قابل توجهی بر وضعیت منابع آب زیرزمینی دارند و در بین این عوامل، نقش گسل-ها بسیار بارز است. گسل‌ها با توجه به تغییراتی که می‌توانند در توالی لایه‌ها ایجاد کنند و همچنین با توجه به نقش مهمی که صفحات گسلی و شکستگی‌ها در نفوذ آبهای جاری ایجاد می کنند، می‌توانند بر وضعیت فراوانی و کیفیت منابع آب زیر زمینی اثرگذار باشند(هاشمی و همکاران، ۱۳۸۹، ۲۹). اشکال کارستی در مناطق کربناته که از قابلیت انحلال برخوردار هستند تشکیل می شوند (پالمر[1]، ۲۰۰۷: ۸۴). عوامل مختلفی شکل گیری این نوع اشکال را متاثر می سازد. عوامل توپوگرافیکی، لیتولوژی و ویژگی های زمین ساختی بصورت عوامل منفعل عمل کرده و عواملی از قبیل زمین ساخت فعال، فرایندهای هیدرولوژیکی، انحلال ناشی از عوامل زیستی و فرایندهای ژئومورفولوژیک از قبیل هوازدگی، شیب و یخبندان به شکل فعال در توسعه این نوع اشکال دخیل هستند (کالیک[2]، ۲۰۱۱: ۳۷). تحول و شکل گیری اشکال کارستی از عوامل مختلفی تاثیر می پذیرد که در این بین نقش ترکیب سنگی و عواملی همچون گسل ها قابل توجه می باشد (کلانتری، ۱۳۸۸: ۱۳۹). این اشکال در مناطقی شکل می گیرند که توسط عوامل لیتولوژیک و گسل ها تحت کنترل باشند (فورد و ویلیامز[3]، ۲۰۰۷: ۲۷۳). گسلها در گسترش و تکامل کارست نقش اساسی دارند. به علت وجود شکاف ها در جوار عوامل انحلال دهنده امکان نفوذ آب در این سنگ ها امکان پذیر می گردد (میلانویچ[4]، ۱۹۹۸: ۲۱۳). توپوگرافی کارستها به علت پیوند نزدیک آن با فرایندهای ژئومورفولوژیک و هیدرولوژیکی ارتباط تنگاتنگی با زهکشی زیرزمینی دارد (والی[5] و همکاران، ۲۰۰۹: ۶). منابع آبی کارست نیاز آبی ۲۵ درصد از جمعیت جهان را در آسیا، مدیترانه و ایالات متحده تامین می کند (وان براهانا[6]، ۲۰۰۸: ۳۵). لذا شناخت عوامل دخیل در تکامل و پهنه بندی تحول آن از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در این بین ایران و به خصوص نواحی جنوبی و غربی ایران در محدوده رشته کوه زاگرس از نیاز فزاینده ای به منابع کارستی برخوردار است. مهم ترین خصیصه کوه-های زاگرس مرتفع(بین پیشکوه‌های داخلی زاگرس و چین‌های منظم زاگرس چین خورده)، ساختمان رورانده آن است که به شکل دیواره‌های بلند گسلی و یا پرتگاه‌های بلند جبهه رورانده در چهره کوهها انعکاس یافته است. گسل قدیمی (اصلی) زاگرس، مسئول اصلی پیدایش چنین ساخت‌هایی در زاگرس مرتفع است. وجود این شکستگی باعث شده تا در اثنای چین خوردگی و بالا آمدن رسوب‌های حوضه دریایی زاگرس (چین خورده) در اواخر ترشیاری، طبقات چین‌خورده قدیمی‌تر زاگرس مرتفع نیز تحت فشار شدید قرار گیرد و گسل-های طولی زیادی در آن پدید آیند. عملکرد این گسل‌ها موجب گردید تا طبقات آهکی زاگرس مرتفع چه در جهت قائم و چه در جهت افقی جابجا شوند و در نتیجه پرتگاهها و دیواره‌های بلند کوهستانی را بوجود آورده-اند. منطقه مورد تحقیق بخشی از زاگرس رورانده است که در استان کرمانشاه و در شمال شرقی کرمانشاه به طول تقریبی ۴۰کیلومتر و عرض حداکثری در حدود ۱۵ کیلومتر مطابق با روند قرار گیری گسل اصلی زاگرس

1 Palmer
2 Ćalić
3 Ford & Williams
4 Milanovich
5 Waele
6 Van Brahana

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.54.2.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.54.1]

و در جهت شمال‌غربی–جنوب شرقی قرار دارد. این ناحیه دارای رخنمون غالبی از سازند آهکی بیستون است که ضخامت بیش از ۲۰۰۰ متر، ازنظر توپوگرافیکی چشم‌انداز یکدست وتوده مانندی را به نمایش می-گذارد(ملکی و محمودی، ۱۳۸۰، ۹۷).

با توجه به اهمیت مناطق کارستی در تغذیه آب‌های زیر زمینی، تحقیقات نسبتاً جامعی در رابطه با کارست در جهان، ایران و به خصوص زاگرس انجام شده است. پاریزک[1] (۱۹۷۶: ۵۳) روابط بین زون‌های خرد شده و منابع آب زیرزمینی را در کربنات‌ها بررسی کرده و نتیجه گرفت که زون‌های خورد شده مسیرهای مناسبی برای هدایت آب هستند. احمد[2](۱۹۹۶) در مطالعه‌ای از خطواره‌ها به عنوان راهنمای اکتشاف آب‌های زیر زمینی در سازندهای سخت در یک منطقه خشک و نیمه خشک مراکش استفاده نمود و نتیجه گرفت که تکتونیک روی منطقه تاثیر زیادی داشته و الگوی شکستگی نشان دهنده آن است که گسل ها مسیر عمده برای حرکات جانبی و عمودی آبهای زیر زمینی هستند. تراواگلیا[3](۱۹۸۸) در مقاله‌ای برای بررسی منابع آب زیرزمینی از خطواره‌ها و عناصر تکتونیکی به عنوان یک لایه اطلاعاتی مهم استفاده کرده‌اند و به رابطه عناصر تکتونیکی با پتانسیل آب چاهها رسیده‌اند. لی[4] و همکاران(۱۹۹۹) با بررسی تاثیر تکتونیک برلندفرمهای رودخانه‌ای در شمال غرب چین، دریافتند که حرکات زمین ساخت می‌تواند با تغییر سطح اساس رودخانه‌ها موجب تغییر شکل عوارض رودخانه‌ای گردند. سیمونی[5] و همکاران(۲۰۰۳) با مطالعه نقش بالا آمدگی در تفاوت مکانی الگو و تراکم زهکشی آپنین در شمال ایتالیا، دریافتند که ناهنجاریهای زهکشی از تکتونیک تاثیر پذیرفته است. جامیسون[6] و همکاران(۲۰۰۴) تاثیر تکتونیک در نسبت انشعاب، تراکم زهکشی و انتگرال هیپسومتریک شبکه رودخانه‌ای در هیمالیا و شمال هند را مورد مطالعه قرار داده و مشاهده کردند که عوامل تکتونیکی نقش مهمی در تفاوت ویژگی‌های مورفومتری شبکه‌های زهکشی اعمال می‌کنند. کرسینی[7] و همکاران (۲۰۰۹) محل چشمه‌های آب زیر زمینی در آلپ‌های شمال ایتالیا را براساس شواهد وزنی و شبکه بهم پیوسته شعاعی ترسیم نموده و به نقش گسل در ایجاد این چشمه‌ها تاکید کردند. گلن[8] و همکاران(۲۰۱۳) در تحقیقی به بررسی نقش گسل‌ها در کنترل موقعیت مکانی چشمه‌های آب گرم اشاره کرده و دریافتند، مهم‌ترین چشمه-های آب گرم در نزدیک جابجایی‌های ساختاری قرار دارند. رضایی (۱۳۷۷) ارتباط بین پدیده‌های ساختاری مانند چین خوردگی، گسل، درزه، ضخامت و شیب لایه‌ها و سطوح لایه‌بندی را با پدیده‌های کارستی شمال اردکان فارس بررسی و نتیجه گرفتند که عوامل ساختاری نقش مهمی در ایجاد و توسعه کارست دارند و هم چنین درز و شکاف‌های موجود نقش غالب را در نفوذ آب به درون آبخوان دارند. احمدی پور(۱۳۷۷) در بررسی هیدرولوژیکی حوضه الشتر در غرب ایران، اشاره کرده‌اند که جریان آب زیرزمینی در حوضه مورد نظر تحت تاثیر ساختارهای تکتونیکی موجود در منطقه است و مظهر تمام چشمه‌های کارستیک منطقه در محل تقاطع و

1- Parizek
2- Ahmed
3-Traveglia
4-Li
5- Simoni
6- Jamieson
7-Corsini -7
8-Glen

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.54.2.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.54.1]

برخورد خطواره‌های موجود واقع شده‌اند. ملکی و محمودی(۱۳۸۰) در بررسی تحول کارست و نقش آن در منابع آب زیرزمینی در ناهمواری‌های بیستون - پراو در کرمانشاه نشان دادند، در مکان‌هایی که تحول کارست پیشرفته است، پتانسیل قوی در جذب آب و ذخیره آن ایجاد شده که وجود سراب‌های متعدد در حاشیه و هم چنین روش‌های مناسب در بهره‌برداری از مخازن کارستی مورد توجه و تاکید قرار دادند. قاسمی(۱۳۸۲) در بررسی نقش زمین ساخت در ژئومورفولوژی حوضه‌ی آبخیز سرابله با استفاده از نمودار گلسرخی به این نتیجه رسید که جهت گیری اشکال کارست رابطه‌ی تنگاتنگی با گسل‌ها و درز و شکاف‌ها دارد. کاظمی و همکاران(۱۳۸۵) در تحقیقی به بررسی نقش عوامل ساختاری در فراوانی منابع آب در منطقه کارستی لار با استفاده از سنجش از دور و GIS پرداختند و نتایج تحقیق نشان داد که ارتباط نزدیکی بین خطواره‌ها، عناصر تکتونیکی، شبکه هیدروگرافی و شیب توپوگرافی با فراوانی منابع آب کارستیک در منطقه مورد مطالعه وجود دارد. آریامنش و همکاران(۱۳۸۵) در بررسی نقش زمین ساخت فعال در پیدایش سفره‌های آب زیرزمینی منطقه دشت اصفهک طبس، به ارتباط بین موقعیت آبهای زیرزمینی و گسل‌های فعال و زون خرد شده، اشاره داشتند. ملکی و همکاران (۱۳۸۶) با پهنه‌بندی تحول کارست استان کرمانشاه، تراکم سطح، ارزش اطلاعاتی، روش تجربی و روش آماری را به عنوان پارامترهای تاثیر گذار معرفی کردند. سپس متغیرهای ارتفاع، لیتولوژی، ژئومورفولوژی، دما، بارش، تبخیر، شیب و نقشه‌های پهنه بندی دست آمده مناطق مختلف استان را از نظر درجه توسعه یافتگی و همچنین شرایط مساعد تحول کارست در اقلیم حاضر را مشخص نموده و درنهایت مناسب ترین نقشه توسط ارزش اطلاعاتی تهیه شد. ملکی (۱۳۸۶) در بررسی نقش زمین ریخت شناسی کارست در بررسی هیدروژئولوژی ناهمواری‌های بیستون، پراو، نشان داد که عوامل مهم تشکیل و تحول اشکال کارست در منطقه تکتونیک شدید و پیچیده و حاکمیت شرایط اقلیمی مرطوب‌تر در گذشته بوده و هر جا تحول کارست بیشتر است، میزان تحول و تراکم عوارض کارست سطحی بر تغذیه آبهای زیرزمینی زیادتر از سایر مکان ها است. وحدتی و طاهری(۱۳۸۶) با دسته‌بندی ساختاری چشمه های کارستی حوضه الوند در جنوب غرب استان کرمانشاه و تلفیق بررسی‌های هیدروژئولوژی با تکتونیک نشان داد که تکتونیک با انواع ساخت‌های صفحه‌ای و خطی باعث ایجاد سیستم‌های متنوع درز و شکاف در سازندهای مختلف منطقه بویژه سازندهای کربناته(آسماری -ایلام) شده است. کلانتری و همکاران(۱۳۸۸) در تحقیقی با عنوان عوامل موثر در ظهور چشمه‌های حوضه آبریز دشت ایذه به بررسی عوامل موثر در ظهور چشمه ها پرداختند و نتایج تحقیق نشان داد که ارتباط نزدیکی بین رخنمون چشمه‌ها و فاصله از شکستگی‌ها وجود دارد به طوری که محل ظهور چشمه‌ها با فراوانی شکستگی‌ها انطباق خوبی دارد که نشانگر رابطه بین تراکم شکستگی و درجه اشباع است. نتایج بررسی رحیم‌زاده و طالقانی(۱۳۸۸) در بررسی تحول کارست در منطقه زاگرس" نشان داد با تطبیق دو لایه متغیرهای مستقل یعنی سازندهای زمین‌شناسی، فاصله از گسل با نقشه پراکندگی ۱۱۵ غار در زاگرس و نقشه تراکم زهکشی در حدود ۶۹۲۲۸ کیلومترمربع از اراضی زاگرس را کارست تحول یافته در برمی‌گیرد. بهرامی و همکاران(۱۳۸۹) در مطالعه نقش تکتونیک و ژئومورفولوژی در تغذیه و محل برونزد آبهای زیرزمینی حوضه قلعه شاهین نشان دادند اشکال ژئو مورفولوژی متاثر از تکتونیک مانند درزه‌ها که غالبا دارای روند شمالغرب - جنوب شرق هستند باعث تقویت آبهای زیرزمینی شده است. هاشمی و همکاران(۱۳۸۹)در بررسی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.54.2.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.54.1]

نقش گسل‌های اصلی در کنترل فراوانی منابع آب زیرزمینی استان سمنان نشان دادند که بسیاری از چشمه‌ها از نوع گسلی بوده‌اند. قربانی و اونق(۱۳۹۰) با پهنه‌بندی تحول وحساسیت کارست در منطقه کارستی شاهو، نشان داد مدل رگرسیونی چند متغیره، شامل نقشه‌های پهنه‌بندی تحول کارست و حساسیت کارست با واقعیت منطقه کارستی شاهو انطباق زیادی رانشان می‌دهد. محمدزاده و حیدری زاده(۱۳۹۰) در بررسی ژئوشیمی و ژئومورفولوژی کارست در سازند مزدوران دره آل و اندرخ واقع در شمال مشهد نشان دادند که پدیده های کارست سطحی وعمقی و رشد فرایند کارستی شدن در سنگ های کربناته منطقه مورد مطالعه به دلیل وجود شرایط مناسب واحدهای آهکی ستبر و وجود درزه وشکاف‌های فراوان دارای توسعه بالایی است. جعفربیگلو و همکاران(۱۳۹۰) با تحلیل مورفوتکتونیک فروچاله‌های کارستی توده پراو نشان دادند که در توده پراو، اشکال اگزوکارست در فرم‌ها و ابعاد مختلف توسعه یافته و تیپیک ترین این اشکال یعنی فروچاله‌ها در امتداد درزه‌ها و گسل‌های کششی قرار گرفته اند. نتایج بررسی ملکی و اویسی(۱۳۹۱) در مورد ساختار گسلی و تحول چشمه-های کارستی با استفاده از رادار نفوذی در استان کرمانشاه، نشان داد که هر جا تراکم گسل ها بیشتر است، دهلیزهای ایجاد شده و در نهایت فرایند انحلال از وسعت و گستره بیشتری برخوردار است. قبادی و همکاران (۱۳۹۲) با معرفی پدیده‌های ژئومورفولوژی کارست توده آهکی پراو به ساختارهای تکتونیکی فراوان و نیز خلوص بالای توده آهکی و اشکال شاخص کارست اشاره داشتند. اکبری و ارشادی مقدم(۱۳۹۳) بابررسی ارتباط پراکنش چشمه‌ها با گسل‌ها از طریق GIS در ارتفاعات شمالی و جنوبی دشت سبزوار نشان دادند بین گسل‌ها با چشمه‌ها و چشمه‌ها با شیب و ارتباط سطوح ارتفاعی، ارتباط مستقیم وجود دارد و گسل‌ها می‌توانند در پیش بینی ظهور و از بین رفتن چشمه‌ها و همچنین میزان افزایش یا کاهش آب چشمه‌ها برای برنامه ریزی‌های آینده لحاظ شوند. عباسی و همکاران (۱۳۹۳) با استفاده از مدل آنتروپی به پهنه بندی تحول کارست در شمال باختری زاگرس پرداختند. نتایج حاصله حاکی از کارایی مطلوب مدل آنتروپی در پهنه بندی تحول کارست می باشد. قربانی (۱۳۹۴) به بررسی چشم اندازهای کارست و تاثیر آن در شاخص های استقراری منطقه کامیاران پرداخت. نتایج نشان می دهد که در مقایسه با قلمرو های غیرکاستی منطقه که انسان با توجه به قابلیت محیط و دخل و تصرف در آن شرایط را برای زیست فراهم کرده در قلمروهای کارستی به دلیل پیچیدگی شرایط ژئومورفولوژیک و هیدرولوژیک غالبا انسان تابع شرایط موجود بوده است. ابراهیمی و سیف (۱۳۹۴) برای ارزیابی پتانسیل گسترش کارست سنگهای کربناته زاگرس از سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده نمود. نتایج نشان داد که تراکم چشمه ها و غارها با درجه گسترش واحدهای کربناتی منطقه زاگرس تطابق خوبی دارد. بهرامی و همکاران (۱۳۹۵) با استفاده از ویژگی های هیدرودینامیکی و هیدروژئوشیمیایی چشمه های کارستی به ارزیابی توسعه کارست در زاگرس پرداختند. نتایج نشان دهنده ارتباط نزدیک بین لیتولوژی و شکستگی ها با رفتار هیدرولوژی سیستم آب زیرزمینی در زاگرس چین خورده و عدم ارتباط نزدیک بین شکستگی و لیتولوژی در سیستم رورانده است.

مقامی مقیم (۱۳۹۶) به بررسی عوامل موثر در شکل گیری کارست های حوضه آبریز در پرچین پرداخت. نتایج نشان دهنده نقش قابل توجه دما و بارش در شکل گیری کارن های لانه زنبوری داشته است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.54.2.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.54.1]

با توجه به مطالبی که ذکر شد هدف از این تحقیق بررسی تاثیر ساختارهای تکتونیکی در پیدایش چشمه های کارستی می باشد. لذا لازم است برای رسیدن به این منظور رابطه چشمه ها و گسل ها مورد بررسی قرار گیرد. در واقع هدف نشان دادن تاثیر گسل ها در پیدایش و جهت گیری چشمه ها می باشد.

روش تحقیق

به منظور انجام این تحقیق ابتدا با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی، نقشه گسل‌ها تهیه شد. سپس با استفاده از بازدیدهای میدانی و پیمایش زمینی نقشه پراکندگی چشمه‌ها تهیه شد. در مرحله بعد، در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی لایه رقومی گسل‌ها، شیب طبقات، چشمه‌ها، شبکه هیدروگرافی، طبقات ارتفاعی، خطواره-ها، تهیه و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای ارزیابی روابط احتمالی بین تحول چشمه‌ها و گسل‌ها در سطح منطقه نیز، روش شواهد وزنی وآماری(همبستگی پیرسون و رگرسیون) مورد استفاده قرار گرفت. مدل احتمالاتی شواهد وزنی[1] یکی از مدل‌های تئوری بیزین[2] شناخته شده است. مدل بیزین به شکل لگاریتم خطی به عنوان وزن‌های نشانگر شناخته شده و در جاهایی که داده‌ها برای تخمین اهمیت نسبی از طریق روش‌های آماری موجود است، به کار می‌رود. روش شواهد وزنی با رویکرد آماری به منظور شبیه‌سازی شرایط محیطی و تعیین عوامل موثر به کار گرفته شده است. یکی از مزایای شواهد وزنی این است که غیر جانبدارانه وزن عوامل در هر لایه را مشخص می‌سازد. این روش به علت ساده‌سازی در ورود داده‌های دودویی به دور از پیچیدگی‌های ریاضی توسط کاربران زیادی به کار گرفته شده است(احمدی و رضایی مقدم، ۱۳۸۵، ۹۱). دراین روش وزن دهی به صورت اوزان مثبت (W+)و منفی (W-) صورت گرفته است. (W+) وزن دهی به پدیده های درون محدوده و(W-) وزن دهی به پدیده های بیرون از محدوده می‌باشد. انتظار ما این است که در یک منطقه عوارض یا پدیده‌ها به صورت مساوی توزیع شده باشند، اگر پدیده یا نقاط واقع در یک محدوده بیشتر از آنچه انتظار می رود باشد وزن مثبت گرفته و در نتیجه حضور آنها معنی‌دار می‌باشد و برعکس آن هم، اگر نقاط واقع در یک محدوده کمتراز آنچه انتظار می‌رود باشد وزن منفی گرفته و در نتیجه عدم حضور آنها معنی‌دار می-باشد. درنهایت اگر نقاط واقع در یک محدوده به همان میزان که انتظار می رود باشد وزن صفر گرفته، رابطه بی معنی و ناشی از شانس و تصادفی می‌باشد. اگر حاصل تقسیم تعداد رخدادهای درون یک محدوده بر تعداد کل رخدادها، بزرگتر از یک باشد ارتباط مکانی مثبت بوده و اگر حاصل تقسیم تعداد رخدادهای درون یک محدوده بر تعداد کل رخدادها، کوچکتر از یک باشد ارتباط مکانی منفی می‌باشد. همچنین اگر حاصل تقسیم تعداد رخدادهای درون یک محدوده بر تعداد کل رخدادها مساوی یک باشد ارتباط مکانی وجود ندارد(مهرابی و همکاران، ۱۳۸۸، ۱۵۲). اختلاف اوزان مثبت و منفی تباین(C) نام دارد که هر چه بزرگتر باشد ناشی از ارتباط بیشتر پدیده‌ها و شدت معنی دار بودن رابطه‌ها می‌باشد. در مواردی که نقاط یا پدیده‌ها نسبتا کم باشد، نسبت (SC/C) یعنی نسبت تباین به انحراف معیار تباین مبنای کار قرار می گیرد که هر چه مقدار بزرگتر باشد، ارتباط مکانی پدیده ها مطلوب تر خواهد بود.

1 Weight of Evidence

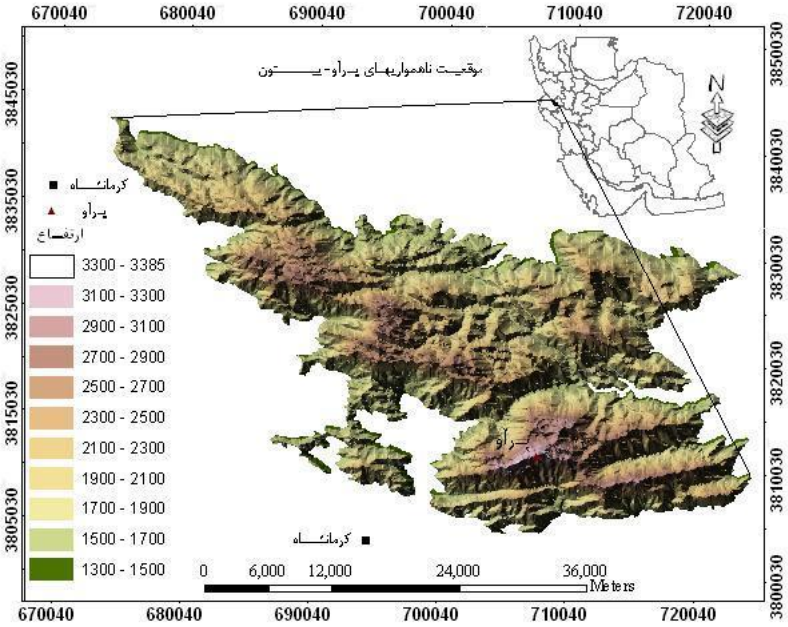
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.54.2.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.54.1]

همچنین، جهت بررسی روابط چشمه‌ها با طبقات شیب و ارتفاع از همبستگی پیرسون استفاده شد. این روش شاخص دقیقی است که با محاسبه آن می‌توان وجود رابطه یک متغیر با متغیر دیگر را نشان داد. این روش به محقق اجازه می‌دهد که میزان و جهت ارتباط احتمالی چند متغیر را دو به دو نیز به صورت گروهی، مورد ارزیابی قرار دهد. برای محاسبه ضریب همبستگی از روش‌های مختلف استفاده می‌شود که رایج‌ترین آن‌ها روش ضریب همبستگی خطی پارامتریک پیرسون است. در تحقیق حاضر از این روش برای تحلیل روابط بین فراوانی چشمه با فاصله از گسل، تعداد چشمه‌ها با طبقات ارتفاعی و شیب استفاده شده است. در این راستا تحلیل رابطه چشمه‌ها با طبقات ارتفاعی و طبقات شیب برآورد گردید. برای ترسیم امتداد چاله‌ها و گسل‌ها نیز از نمودار گلسرخی بهره گرفته شد. نمودار گلسرخی، نموداری می‌باشدکه برای بدست آوردن امتداد و جهت غالب عوارض بکار می‌رود و به کمک آن می‌توان به تفسیر زمین‌شناسی و سپس تفسیر ژئومورفولوژی پرداخت. برای رسم این نمودار یا باید در طبیعت با استفاده از کمپاس اندازه گیری کرد یا از روی نقشه توپوگرافی اندازه گرفت. برای رسم نمودارگلسرخی در این تحقیق با استفاده از نقشه توپوگرافی و گوگل ارث برای بدست آوردن امتداد چاله‌ها و گسل‌ها تعداد ۴۱ نمونه از چاله‌های بسته و تعداد ۵۰ نمونه از گسل‌های منطقه انتخاب شد و با استفاده از نقاله امتداد آنها اندازه‌گیری شد و در مرحله بعد آزیموت مستقیم و معکوس آنها محاسبه گردید و در نهایت نمودار گلسرخی چاله‌های بسته منطقه و گسل‌ها ترسیم گردید.

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه یک توده سنگ آهکی و بخشی از زاگرس رورانده در غرب ایران می‌باشد. این توده کوهستانی با مساحت ۱۰۳۳ کیلومترمربع بین عرضهای جغرافیایی ۲۱َ ۳۴ تا ۴۴′ ۳۴° شمالی و طول های جغرافیایی ۵۳′ ° ۴۶ تا ۲۷′ ۴۷° شرقی قرار گرفته است و با دشت‌های آبرفتی احاطه شده است. این محدوده در استان کرمانشاه و شمال شهر کرمانشاه واقع شده و به ناهمواری بیستون - پراو(پرآب) مشهور است. منطقه مطالعاتی از نظر تقسیمات کشوری در قسمتی از محدوده سه شهرستان کرمانشاه، صحنه و هرسین است که بخش عمده آن به محدوده شهرستان کرمانشاه مربوط می‌شود شکل(۱).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.54.2.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.54.1]



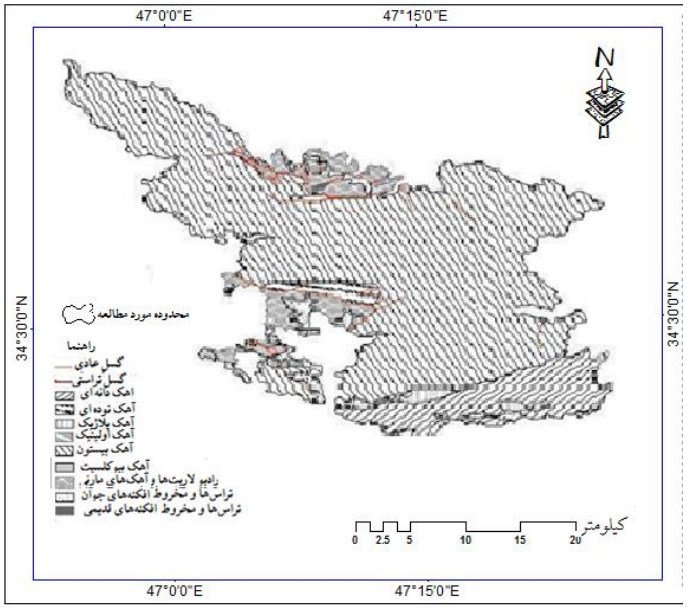
شکل(۱) موقعیت جغرافیایی توده کوهستانی پراو بیستون در استان کرمانشاه. (منبع: مقصودی و همکاران، ۱۳۸۸)

منطقه مورد تحقیق در زون زاگرس شکسته (روانده یا مرتفع) واقع شده و از نظر خصوصیات زمین‌ساختی دارای خصوصیات این بخش از زاگرس است؛ بطوریکه زمین‌ساخت شدید و پیچیده در این منطقه، سبب رانده شدن لایه‌های جوانتر بر روی لایه‌های قدیمی‌تر شده است(تنگه کنشت). گسل‌های اصلی در جهت شمالغربی - جنوب‌شرقی در جهت طولی توده آهکی بیستون کشیده شده است؛ به‌طوریکه حاشیه این توده کوهستانی در محل اتصال به دشت‌های اطراف، بصورت دیوارهای تند وخشن قابل مشاهده است. کوهستان بیستون یک توده آهکی است که متعلق به دوران دوم زمین شناسی بوده و در انتهای کرتاسه برروی زاگرس چین‌خورده، رانده شده‌اند. در این مجموعه راندگی‌ها، گسل اصلی و فرعی زیادی وجود دارند که عموما مرز لایه‌های مختلف دوره-ها را نیز تشکیل داده‌اند(ملکی و محمودی، ۱۳۸۰، ۹۷). از آهک‌های حاشیه‌ی دشت شمالی(آهک‌های بیستون) چشمه‌های مختلفی سرچشمه می‌گیرد. چشمه بیستون که از درون سنگ‌های آهکی کرتاسه بیرون می‌آید دارای آبدهی نسبتا زیاد، ۲۰۰ تا ۵۰۰ لیتر در ثانیه می‌باشد. جهت جریان آب در این دشت از حاشیه ارتفاعات شمالی جنوبی و غربی به طرف مرکز دشت و رودخانه قره سو می‌باشد. گرادیان هیدرولیکی درحاشیه ارتفاعات به علت تغذیه آبرفت از تشکیلات آهکی زیاد بوده و درجهت مرکز دشت از میزان آن کاسته می‌شود. از نظر مصرف شرب تیپ آنها از نوع بی‌کربنات کلسیک می‌باشد. چشمه کارستی بیستون بخشی از آبخوان کارستی ارتفاعات آهکی بیستون را تخلیه می‌نماید. تخلیه هیدرولیکی این واحد کارستی توسط چشمه‌های برناج، سراب نجی بران و خود سراب(سراو) بیستون انجام می‌پذیرد. چشمه کارستی تاق بستان نیز بخشی از آبخوان کارستی از ارتفاعات آهکی(آهک بیستون) شمال شهر کرمانشاه را تخلیه می‌نماید. بررسی اشکال اگزوکارستیک در پرآو - بیستون نشان می‌دهد که اشکال کارستی منتج از فرآیند انحلال در سطوح مختلف،

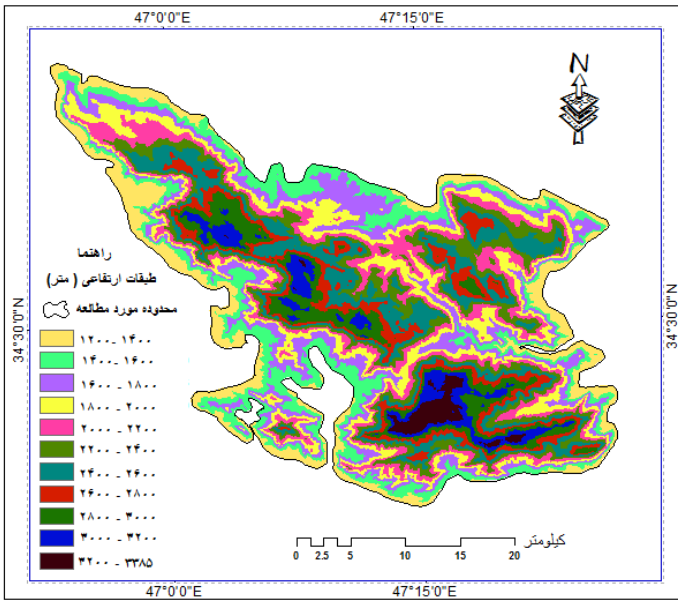
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.54.2.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.54.1]

چشم‌انداز و توپوگرافی خاصی را نشان می‌دهد که دارای تنوع مورفیک نیز هست. از عمده‌ترین اشکال کارستی موجود در نواحی مورد مطالعه سینک‌هول‌ها، کارن‌ها، غارها و اووالاها هستند که در ارتباط با شرایط مستعد کارستی ابعاد و تمرکز مکانی متفاوتی را نشان می‌دهند. کارن‌ها به طور خطی در امتداد درزه‌ها و شکاف‌های ریز توسعه پیدا می‌کنند و به هنگام توسعه بیشتر در عمق دریافت کننده زهکشی بخش‌های سطحی تر هستند. بنابراین توسعه کارن‌ها نشان دهنده‌ی توسعه اپی‌کارست شدید و تغذیه بالای آبهای زیرزمینی هستند. در منطقه دو نوع عمده کارن‌های شیاری و کندوئی (حفره‌ای) شکل گرفته‌اند. باتوجه به شیب توپوگرافی بسیار نوع کارن‌های شیاری دارای توسعه بیشتری هستند. فروچاله‌ها شکل دیگری از مورفولوژی کارست در منطقه می‌باشند. فروچاله‌ها به واسطه ابعاد وسیع و به خاطر ارتباط مستقیم با آبهای زیرزمینی و خطراتی که متوجه انسان و فعالیت‌های انسانی می‌سازند، مورد توجه هستند. فروچاله‌ها بطورکلی، در اثر فعالیت انحلالی آب و فروریزش ناشی از عدم استحکام لایه‌های سطحی که منتج از ایجاد تخلخل‌های ثانویه سطحی و زیر سطحی است، شکل می‌گیرند. اووالاها از دیگر اشکال کارستی منطقه هستند که در نتیجه توسعه شدید کارستی و بهم پیوستگی فروچاله‌های متعدد پدیدآمده‌اند. با توجه به شواهدژئومورفولوژیکی منطقه (وجودغار پرآو با عمق ۷۵۱ متر و سطوح فرسایش محلی همچون میادین پایین دستی کارست) و همچنین ضخامت آهک بیستون با درجه خلوص بسیار که پتانسیل بالایی جهت انحلال را داراست، فروچاله‌های ناحیه پرآو- بیستون در رده فروچاله‌های انحلالی و ریزشی طبقات شش گانه قرار می‌گیرند. در ناهمواری پرآو- بیستون فروچاله‌های متنوعی با ابعاد متفاوت شکل گرفته‌اند، فروچاله‌های عمیق بدون پوشش رسوبات سطحی (جاماهاو سینک‌هول-ها) و فروچاله‌های با ابعاد کوچکتر به همراه پوشش رسوبات سطحی(که بصورت موضعی عمل تغذیه را انجام می‌دهند). از دیگر اشکال کارستی منطقه غارها هستند. غار پرآو باطول ۱۳۶۱ و عمق ۷۵۱ متر در این ناحیه قرار دارد. در کوه پرآو انحلال در سطوح چینه بندی طاقدیس‌ها، غالبا اثرات دالان مانندی بصورت افقی ایجاد کرده است. در سطح همین کوه دولین‌های زیادی پدید آمده است. دیواره‌ها، طاقک‌ها، خط الراس‌های تیز و دالان‌ها از مناظر کارستی عمومی کوه پرآو کرمانشاه می‌باشد. عمق دولین در کوه پراو و کوه‌های مجاور روانسر به حدود ۴۰ متر می‌رسد(ملکی و محمودی، ۱۳۸۰، ۶۸). جهت شیب نیز از دیگر فاکتورهای موثر در پیدایش خرده اقلیم‌ها(میکروکلیما) و هم چنین مشخصات حوضه‌های آبریز به شمار می‌رود. یکی از دلایل وجود شیب-های تند در منطقه، ساختار زمین‌شناسی آن است که عموما متشکل از سنگ‌های آهکی است. شیب‌های ملایم عموما در خط الراس‌ها مشاهده می‌شود. بیشترین سطح منطقه را شیب ۵-۰ و کمترین سطح مربوط به طبقه۶(۵۰<)می‌باشد که باعث تشکیل دیواره‌ها شده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.54.2.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.54.1]

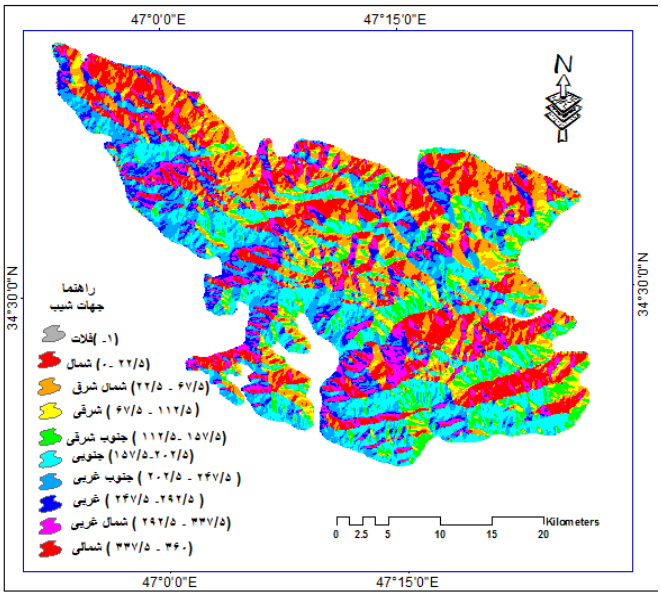


شکل(۲) زمین‌شناسی توده کوهستانی پرآو بیستون (منبع: مقصودی و همکاران، ۱۳۸۸).



شکل(۳) نقشه طبقات ارتفاعی توده کوهستانی پرآو بیستون(منبع: نویسندگان)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.54.2.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.54.1]

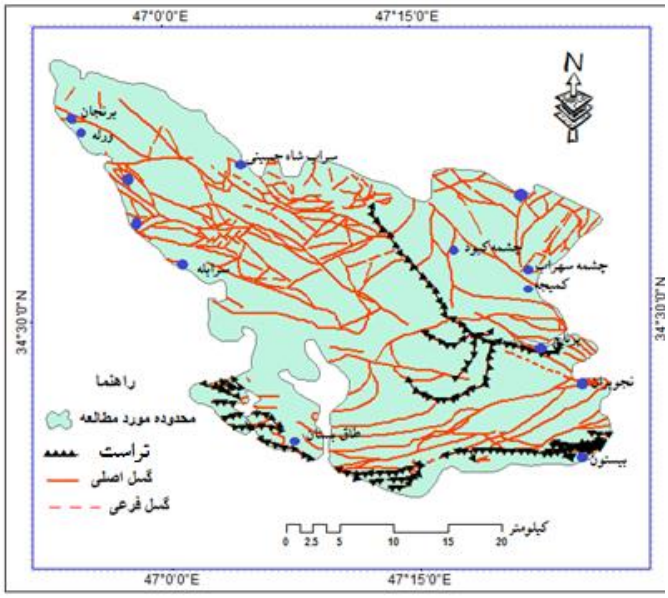


شکل(۴) نقشه جهات شیب توده کوهستانی پراو بیستون. (منبع: نویسندگان)

بحث و نتایج

در شکل(۵) توزیع مکانی چشمه‌های منطقه پراو بیستون به همراه گسل‌های منطقه به تصویر در آمده است. از این نقشه می‌توان چنین دریافت که چشمه‌های منطقه در تمام جهات واقع‌اند. همچنین بیشتر چشمه‌های منطقه در دشت‌های آبرفتی و در حاشیه ارتفاعات و پایکوه‌ها ایجاد شده‌اند. توزیع مکانی گسل‌ها با چشمه‌های منطقه در شکل(۵) تطابق چشمگیری را نشان داد. نقش عوامل زمین شناختی و از جمله گسل‌ها در ایجاد چشمه‌های منطقه نیز بارز است. با توجه به شکل ۵ اکثر چشمه‌ها در دامنه پایکوه‌ها و یا منطبق بر گسل‌ها می‌باشند. بررسی دقیق توزیع مکانی چشمه‌ها و مقایسه این توزیع با روند گسل‌های منطقه گویای این واقعیت است که بسیاری از چشمه‌های منطقه در روندی نسبتا خطی و در راستاهایی بسیار نزدیک به راستای گسل‌ها و سیستم‌های گسلی قرار دارند. پس می‌توان نتیجه گرفت که چشمه‌های منطقه پراو بیستون که در حدفاصل دشت و ارتفاعات بیرون زدگی قرار دارند از نوع گسلی بوده یا در شکل‌گیری آنها گسل‌ها نقش اصلی را ایفا نموده‌اند. راستای گسل‌های مهم و هم چنین اختلاف آبدهی چشمه‌ها به‌ویژه در جنوب شرق منطقه و همچنین بازدیدهای میدانی موید ارتباط پدیده گسلش و رخداد چشمه‌هاست.

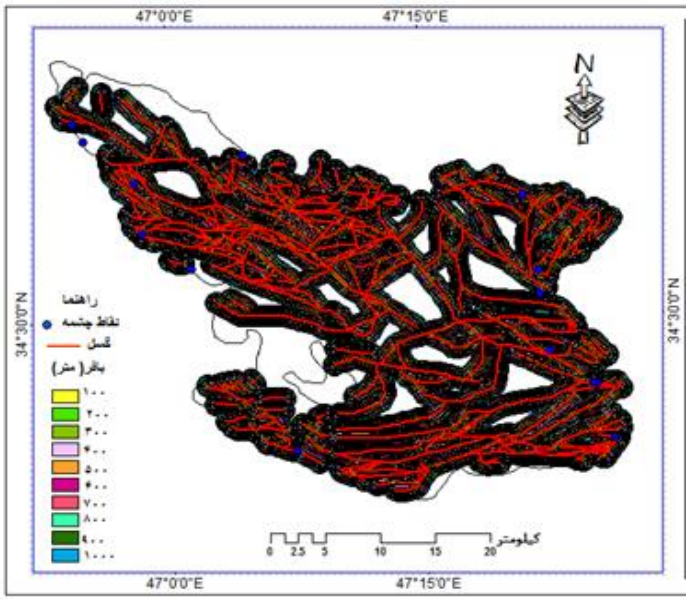
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.54.2.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.54.1]



شکل(۵) نقشه موقعیت گسلها و چشمه های کارستی توده کوهستانی پرآو بیستون. (منبع: نویسندگان)

در بررسی رابطه بین گسل و چشمه از روش احتمالاتی شواهد وزنی استفاده گردید. نتایج حاصل در این بررسی نشان داد که توزیع چشمه‌ها درمنطقه پراو بیستون به صورت یکنواخت نبوده و بیشتر نقاط به صورت پراکنده و در حاشیه ناهمواری ها می‌باشند. نتایج بدست آمده در جدول ۱ نشان داده شده است. در این جدول، وزن مثبت در هر گروه فاصله از گسل در واقع به تعداد چشمه‌هایی تعلق دارد که درون محدوده قرار دارند و وزن منفی در هر گروه به تعداد چشمه‌هایی تعلق دارد که بیرون از محدوده قرار دارند. اختلاف وزن مثبت و منفی در این گروه، تباین نام دارد. بیشترین عدد تباین به گروه‌های ۱۰۰-۰ و ۲۰۰-۱۰۰ اختصاص دارد یعنی چشمه‌ها در فواصل نزدیک به گسل بیشترین همبستگی مکانی را با گسل دارند و رابطه علت معلولی قوی تری از سایر گروه‌ها دارند. بطور کلی گروه فاصله ۱۰۰-۰ متر تباین وزنی نسبتاً بیشتری نسبت به سایر گروه‌ها دارد. بنابراین گروه یاد شده تاثیر بیشتری در شکل گیری چشمه‌ها دارد. به عبارتی براساس نتایج بدست آمده از روش شواهد وزنی با نزدیک شدن به گسل تعداد چشمه‌ها بیشتر و با دور شدن ازآنها تعداد چشمه‌ها کمتر از حد انتظار می‌شود و در واقع گسل‌های منطقه پراو بیستون باعث عدم یکنواختی پراکنش چشمه‌ها شده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.54.2.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.54.1]



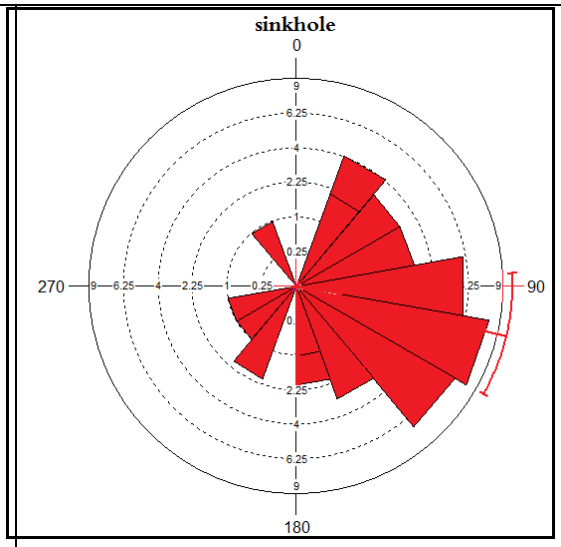
شکل(۶) نقشه حریم طبقات فاصله از گسل در توده کوهستانی پرآو بیستون. (منبع: نویسندگان)

جدول(۱) نتایج شواهد وزنی چشمه و گسل

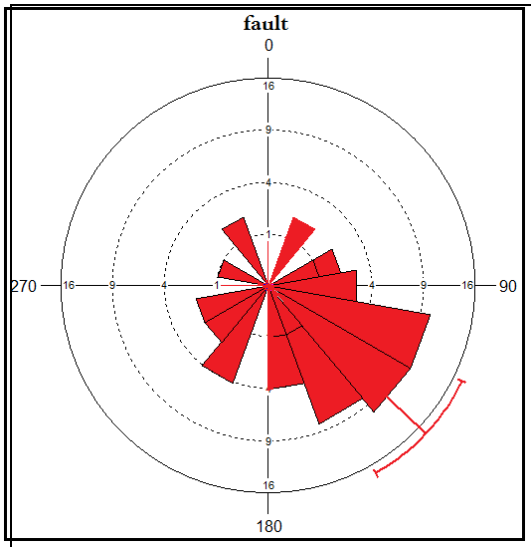
ردیف	فاصله از گسل (متر)	مساحت (کیلومتر)	نقاط چشمه	وزن مثبت	وزن منفی	تباین	انحراف معیار وزن مثبت	انحراف معیار وزن منفی	انحراف معیار تباین	نسبت تباین به انحراف معیار
۱	۰-۱۰۰	۱۷۹	۵	۰/۶۳۷۶	-۰/۲۰۷۰	۰/۳۰۱۶	۰/۴۵۱۲	۰/۳۱۷۸	۰/۴۵۰۱	۰/۶۶۸۴
۲	۱۰۰-۲۰۰	۱۶۲	۳	۰/۲۲۲۳	-۰/۰۵۶۸	۰/۲۸۱۴	۰/۵۸۲۲	۰/۲۹۰۶	۰/۸۱۴۹	۰/۴۸۳۳
۳	۲۰۰-۳۰۰	۱۳۸	۰	۰	-۰/۱۴۸۴	-۰/۱۴۸۴	۱	۰/۲۵۸۸	۱/۰۳۴	۰/۱۴۸۴
۴	۳۰۰-۴۰۰	۱۱۸	۲	۰/۱۲۸۱	-۰/۰۲۹۶	۰/۲۰۴۷	۰/۷۰۰۱	۰/۲۷۹۲	۰/۲۷۷۰	۰/۲۹۲۳
۵	۴۰۰-۵۰۰	۱۰۰	۱	-۰/۴۱۸۵	-۰/۰۲۲۱	-۰/۳۴۵۱	۱	۲۶۸۰	۱	-۰/۴۴۵۱
۶	۵۰۰-۶۰۰	۸۳	۲	-۰/۲۱۹۵	-/۰۶۹۲	-۰/۱۵۳۳	۰/۷۱۵۷	۲۷۹۰	۰/۷۶۸۳	-۰/۲۱۴۱
۷	۶۰۰-۷۰۰	۷۰	۰	۱/۰۶	-۱/۰۶	-۱/۰۶	۱	۰/۰۲۵۸۸	۱/۰۴	-۱/۰۶
۸	۷۰۰-۸۰۰	۵۹	۱	-۰/۱۴۱۷	-/۰۲۱	۰/۰۸۰۶	۰/۴۵۸۲	۱	۰/۵۳۱۴	۰/۱۷۵۹
۹	۸۰۰-۹۰۰	۵۰	۰	۰/۱۴۹	۱/۰۶	-۱/۰۶	۱	۰/۲۵۸۸	۱	-۱/۰۵
۱۰	۹۰۰-۱۰۰۰	۴۴	۱	۰/۳۷۱۵	-۰/۲۲۰۲	-۰/۴۰۱۶	۱	۰/۲۶۹۰	۱	-۰/۴۰۱۶

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.54.2.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.54.1]

به منظور بررسی گسل‌های منطقه، ابتدا با استفاده از نقشه‌های زمین شناسی کرمانشاه و میانراهان گسل‌های منطقه شناسایی شدند و سپس با استفاده از نقاله تعداد ۵۰ مورد از آنها اندازه‌گیری و آزیموت مستقیم و معکوس آنها بدست آمد. هم چنین برای بررسی و اندازه‌گیری چاله‌های بسته با استفاده از نقشه توپوگرافی منطقه تعداد ۴۱ نمونه از چاله‌های بسته منطقه شناسایی شدند. سپس با استفاده از نقاله امتداد چاله‌ها اندازه-گیری شد و آزیموت مستقیم ومعکوس آنها محاسبه گردید. به علت حجم بالای داده‌ها از ذکر آنها در این تحقیق خودداری شد. سپس در دو مرحله به مقایسه، ارتباط و تجزیه و تحلیل بین دو متغیر چاله‌های بسته و گسل‌ها پرداخته شده است. درمرحله اول به منظور تعیین روند کلی چاله‌های بسته و گسل‌های منطقه و مقایسه آنها با همدیگر نمودار گلسرخی داده‌ها ترسیم شده است. شکل(۷) روند چاله‌ها و شکل(۸) روند گسل-های منطقه را نشان می‌دهد. چنانچه در شکل(۷) ملاحظه می‌گردد، امتداد چاله‌ها ۱۱۰ درجه جنوب شرقی و امتداد گسل‌ها نیز ۱۳۰ درجه جنوب شرقی است که با اختلاف ۲۰ درجه تقریباً در یک راستا قرار دارند. این نشان می‌دهد که امتداد چاله‌ها از امتداد گسل‌های منطقه تبعیت می‌کند و این امر بیانگر تاثیر مستقیم عوامل زمین‌ساختی(گسل) در تشکیل و جهت‌گیری چاله‌های بسته کارستی می‌باشد.



شکل(۷)نمودار گلسرخی امتداد چاله‌های بسته در کوه پرآو بیستون



شکل(۸) نمودار گلسرخی امتداد گسل‌ها در کوه پرآو بیستون.

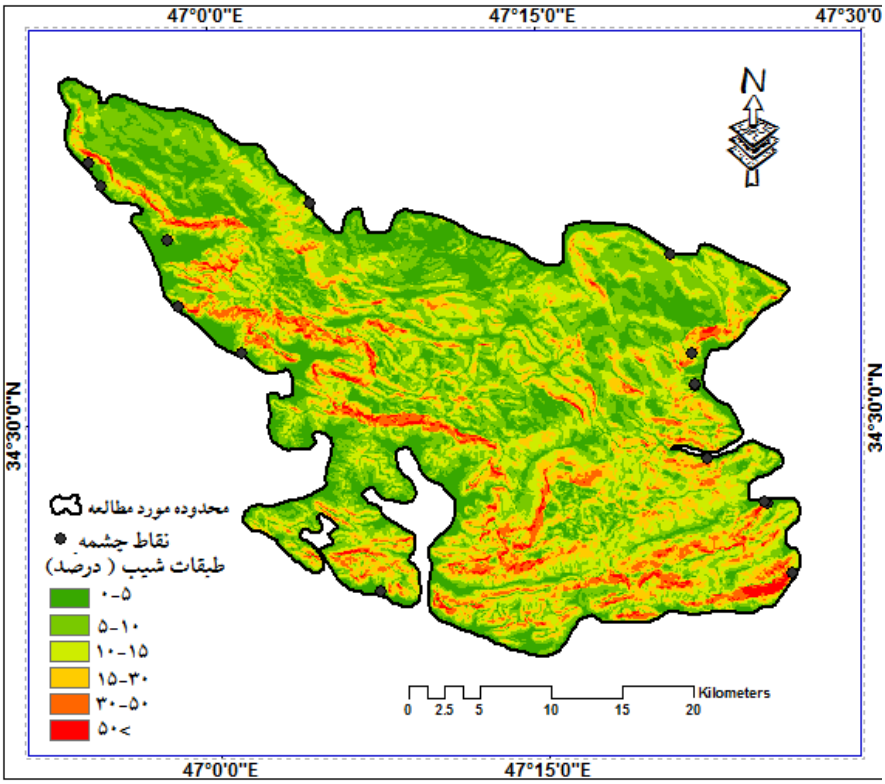
در مرحله بعدی برای بررسی رابطه بین شیب و طبقات ارتفاعی با فراوانی چشمه‌ها در منطقه پراو بیستون از روش‌های آماری برای بررسی چگونگی رابطه بین پدیده‌ها استفاده شده است. برای بررسی رابطه بین شیب توپوگرافی و فراوانی چشمه‌ها، تعداد چشمه‌های موجود در هریک از کلاسهای شیب محاسبه شده و در نهایت در نرم افزار SPSS تجزیه و تحلیل‌های آماری بر روی آنها انجام شد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.54.2.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.54.1]

جدول(۲) شیب توپوگرافی و فراوانی چشمه‌ها در توده کوهستانی پرآو بیستون

فراوانی چشمه‌ها	شیب توپوگرافی(درصد)
۱۲	۰-۵
۱	۵-۱۰
۱	۱۰-۱۵
۱	۱۵-۳۰
۱	۳۰-۵۰
۰	۵۰<

در جدول(۲) چشمه‌ها در کلاس‌های پایین، تمرکز بیشتری دارند و با افزایش شیب از تعداد چشمه‌ها کاسته می‌شود. نتیجه حاصله حاکی از آن است که فراوانی چشمه‌های موجود در کلاس ۵-۰ درجه بالاترین میزان می‌باشد(۰/۸۰درصد). بنابراین ظهور چشمه‌ها با افزایش شیب کاهش می‌یابد.



شکل(۹) موقعیت چشمه‌ها نسبت به شیب در توده کوهستانی پرآو بیستون. (منبع: نویسندگان)

به منظور بررسی‌های دقیق‌تر، بین تعداد چشمه‌های موجود و گروه‌های طبقه‌بندی شده شیب توپوگرافی، از همبستگی پیرسون استفاده شده و معناداری این مقدار همبستگی در سطح ۰/۰۵ بررسی شد. همبستگی بین طبقات شیب و فراوانی چشمه‌ها دراین سطح معنادار نیست اما رابطه همبستگی وجود دارد. همبستگی حاصل

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.54.2.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.54.1]

شده معادل ۰/۵۶- بوده که بیانگر همبستگی ناقص و معکوس بین گروه‌های طبقه‌بندی شیب توپوگرافی و فراوانی چشمه‌هاست و در واقع این معنا را دارد که به‌طور متوسط با افزایش شیب از فراوانی چشمه‌ها کاسته می‌شود به گونه‌ای که حداکثر فراوانی چشمه‌ها در شیب ۵-۰ درجه قرار دارد و از این شیب به بالا از فراوانی چشمه‌ها کاسته می‌شود. برای بررسی رابطه بین طبقات ارتفاعی و فراوانی چشمه‌ها در محیط GIS طبقات ارتفاعی منطقه در ۱۱ طبقه تهیه شد و در نهایت در نرم افزار SPSS تجزیه و تحلیل‌های آماری مورد نیاز روی آنها انجام شد. رفتار سنگ آهک در مقابل عوامل فرساینده و عوامل موثر در انحلال آن در ارتفاعات مختلف متفاوت است. از این لایه جهت بررسی روابط بین منابع آب موجود و طبقات ارتفاعی استفاده شده است، بدین منظور اقدام به تهیه نقشه کلاس‌های ارتفاعی منطقه از روی مدل ارتفاعی رقومی گردید. بیشترین درصد ظهور چشمه‌ها در ارتفاع ۱۴۰۰-۱۲۰۰ متر مشاهده شد(۸۰ درصد). بنابراین با افزایش ارتفاع، ظهور چشمه‌ها کاهش می‌یابد شکل(۹).

جدول(۳) طبقات ارتفاعی وفراوانی چشمه‌هادر توده کوهستانی پرآو بیستون.

ردیف	طبقات ارتفاعی(متر)	تعداد چشمه‌ها
۱	۱۲۰۰-۱۴۰۰	۱۲
۲	۱۴۰۰-۱۶۰۰	۲
۳	۱۶۰۰-۱۸۰۰	۰
۴	۱۸۰۰-۲۰۰۰	۰
۵	۲۰۰۰-۲۲۰۰	۱
۶	۲۲۰۰-۲۴۰۰	۰
۷	۲۴۰۰-۲۶۰۰	۰
۸	۲۶۰۰-۲۸۰۰	۰
۹	۲۸۰۰-۳۰۰۰	۰
۱۰	۳۰۰۰-۳۲۰۰	۰
۱۱	۳۲۰۰-۳۳۷۵	۰

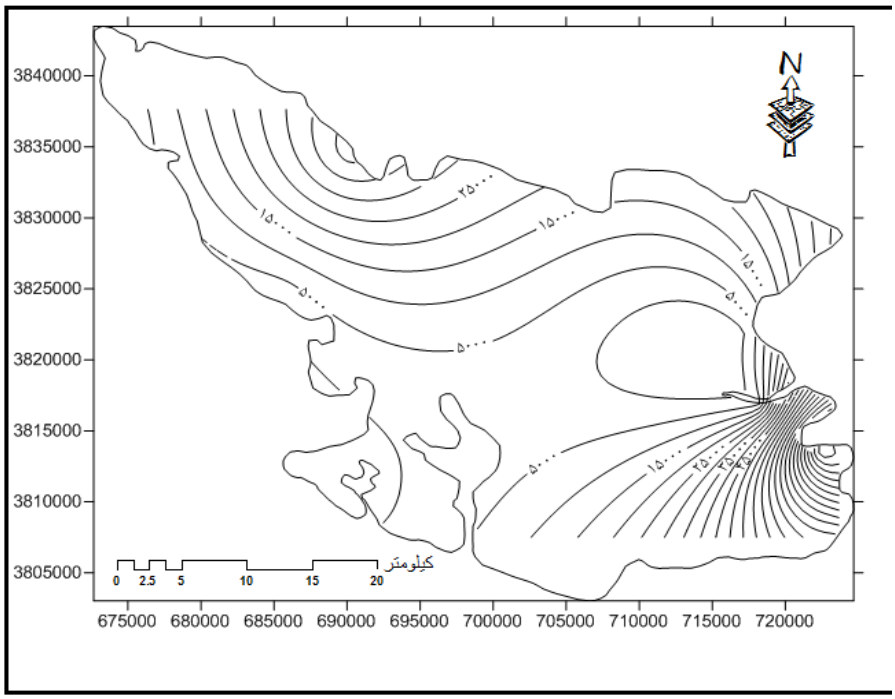
برای منطقه پراو بیستون منطقه به کلاسهای ارتفاعی در فواصل ۲۰۰ متری دسته‌بندی و برای هر کلاس فراوانی وقوع چشمه‌ها مشخص گردید. سپس در نرم افزار SPSS تجزیه و تحلیل‌های آماری، انجام شد. سپس با توجه به تعداد چشمه‌های موجود در هریک از طبقات ارتفاعی بین آنها همبستگی پیرسون محاسبه و معنی-داری آن در سطح ۰/۰۵ بررسی شد. همبستگی ۰/۵۸۰- بیانگر همبستگی ناقص و معکوس بین گروه‌های طبقه‌بندی ارتفاعی و فراوانی چشمه‌هاست.

جدول(۴) همبستگی طبقات ارتفاعی و شیب در توده کوهستانی پرآو بیستون.

	همبستگی پیرسون	Sig(2-Tailed)	N
همبستگی طبقات ارتفاعی و چشمه	۰/۵۸-	۰/۰۶۱	۱۱
همبستگی طبقات شیب و چشمه	۰/۵۶-	۰/۲۴۷	۶

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.54.2.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.54.1]

به سمت جنوب شرق و در امتداد گسل‌ها از شمال‌غرب به جنوب شرق، دبی چشمه‌ها، افزایش یافته است. همانطور که در شکل ۱۰ مشخص است بیشتر دبی چشمه‌ها در سمت شرق و جنوب شرق بیشتر می‌باشد و چشمه‌های که دبی آنها بیشتر بوده با جهت غالب گسل‌ها رابطه مستقیم دارد. بنابراین می‌توان چنین عنوان کرد که دبی چشمه‌ها از روند جهت‌گیری گسل‌ها تبعیت می‌کند.

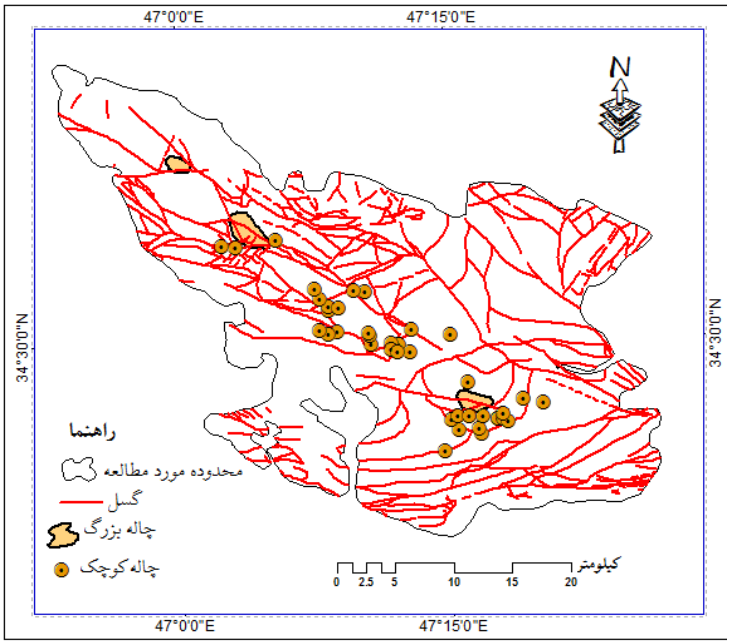


شکل(۱۰) نقشه خطوط هم‌دبی(لیتر برثانیه)چشمه‌های توده کوهستانی پراو بیستون. (منبع: نویسندگان)

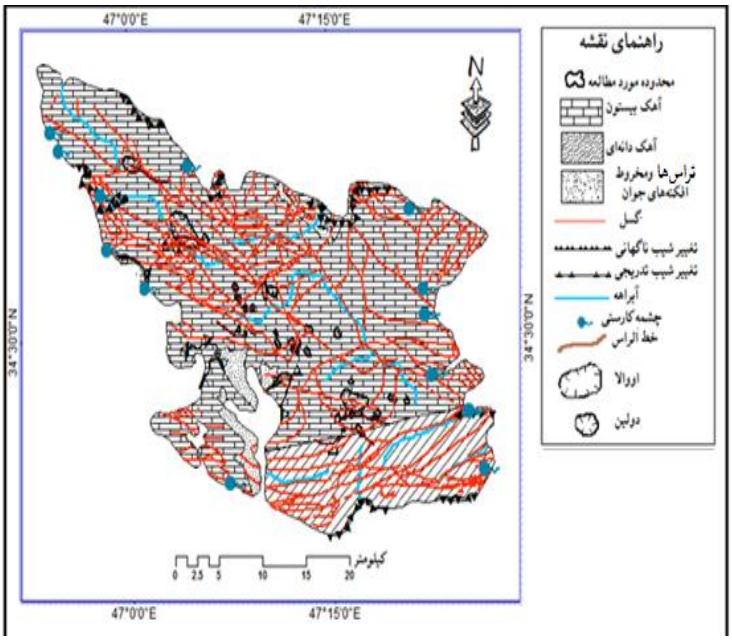
برای تبیین ارتباط بین پدیده کارستی با گسل ها ابتدا با استفاده از نقشه توپوگرافی منطقه، تصاویر ماهواره‌ای و گوگل ارث تعداد ۴۱ نمونه از چاله‌های بسته منطقه شناسایی و با استفاده از نرم افزار Arc GIS10 استخراج و خروجی مورد نظر تهیه گردید. مساحت هرکدام از چاله‌ها نیز در محیط Arc GIS محاسبه شد و ارتباط آنها با گسل‌های منطقه مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا نقشه گسل‌ها با نقشه چاله‌ها انطباق داده شد و مشخص گردید که تعداد ۱۸چاله برگسل‌ها منطبق و تعداد ۲۳ چاله بر گسل‌ها منطبق نبودند. در نهایت درصد مساحت چاله‌هایی که برگسل‌ها منطبق بودند محاسبه شد که مساحت آنها ۰/۷۵ درصد کل مساحت چاله‌ها بود. این ویژگی نشان می‌دهد که اکثر چاله‌های بزرگ منطقه بر گسل‌ها منطبق هستند. هم چنین برای بررسی ارتباط بین امتداد چاله‌ها و گسل‌های منطقه، ابتدا امتداد چاله‌های منطقه با نقاله اندازه‌گیری شد و با توجه به اینکه جهت گسل‌های منطقه به تبعیت از تراست زاگرس، شمال غربی- جنوب شرقی می‌باشد. ازمجموع ۴۱ چاله تعداد ۳۵ چاله در جهت گسل‌های منطقه شمال غربی جنوب شرقی و ۶ چاله نیز دارای جهت شمالی جنوبی بودند. به عبارت دیگر جهت ۸۵ درصد چاله‌های منطقه باجهت گسل‌های منطقه، منطبق می‌باشد. با توجه به فروچاله‌های منطقه جهت‌گیری این عوارض از گسل‌ها و درزه‌های منطقه تبعیت می‌کند. همانطورکه

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.54.2.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.54.1]

در شکل(۱۱) مشاهده می‌شود تمرکز فروچاله‌ها با امتداد گسلها ارتباط معنی داری دارد به طوری که چاله‌های بزرگ بیشتر در امتداد گسل‌ها به وجود آمده‌اند.



شکل(۱۱) موقعیت چاله‌ها با ابعاد بزرگ و کوچک در توده کوهستانی پرآو بیستون. (منبع: نویسندگان)



شکل(۱۲) نقشه خلاصه شده ژئومورفولوژی توده کوهستانی پراو بیستون. (منبع: نویسندگان)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.54.2.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.54.1]

نتیجه گیری

یکی از اهداف تحقیق حاضر بررسی نقش عوامل زمین ساختی از جمله گسل‌ها و درزه‌ها در تشکیل چشمه - های کارستی و اشکال کارستی منطقه می‌باشد. با توجه به نتایج بررسی رابطه بین گسل و چشمه‌های کارستی در منطقه پراوبیستون (کرمانشاه) که با استفاده از روش احتمالاتی شواهد وزنی صورت پذیرفت مشاهده می شود که بیشتر چشمه‌های منطقه در فواصل ۱۰۰ و ۲۰۰ متر از گسل قرار دارند و کمترین تعداد چشمه‌ها در فواصل بیشتر از ۵۰۰ متر قرار دارند. به عبارت دیگر علت توزیع نابرابر چشمه‌ها در این منطقه به دلیل حضور ساختمان گسلی است، چون در فواصل نزدیک به گسل‌ها تعداد چشمه‌ها بیشتر از حدانتظار و در فواصل دور تر از گسل‌ها ازتعداد چشمه‌ها کاسته می‌شود.

بررسی و مقایسه نمودارهای گلسرخی تهیه شده از امتداد گسل‌ها و چاله‌های بسته کارستی منطقه بیانگر این مطلب است که راستای غالب آنها با اختلاف تقریباً ۲۰ درجه بر همدیگر منطبق هستند. همچنین نقشه پراکندگی چاله‌ها با گسل‌ها واندازه‌گیری امتداد آن‌ها، بیانگر این است که جهت ۸۵ درصد چاله‌ها منطبق باجهت گسل‌ها و ۷۵ درصد مساحت چاله‌ها منطبق بر گسل‌ها می باشد. این مطالب گویای این است که گسل‌های منطقه نقش مهمی در ایجاد و شکل‌گیری چاله‌های بسته کارستی دارند. نتایج حاصله نشان می‌دهد که چشمه‌های کارستی به صورت یکنواخت در یک مکان مشخص توزیع نشده‌اند. در نزدیک گسل‌ها تعداد چشمه‌ها بیشتر و با فاصله گرفتن از گسل از تعداد آن‌ها کاسته می‌شود و بنابراین، گسل‌ها به‌طور مستقیم در موقعیت مکانی چشمه و غیر مستقیم در موقعیت مناطق مسکونی، تاثیرگذار است. همچنین در بررسی رابطه شیب و فراوانی چشمه‌ها مشخص شد که بیشتر چشمه‌ها در شیب ۵-۰ درصد قرار دارد که عمدتا شامل حاشیه ناهمواری و پایکوه‌های منطقه می‌شود، جایی که روی خط شکست و مماس با قطعه فرو افتاده قرار دارد و مسلط به دشت‌ها و پایکوه‌های منطقه می‌باشد. در این مورد هم بیشترین فراوانی چشمه در ارتفاع ۱۴۰۰-۱۲۰۰ متر قرار دارد که همان پایکوه و سطوح مشرف به دشت را شامل می‌شود.

منابع

آریامنش، محمد، زارع؛ مهدی، افراسیابیان احمد. (۱۳۸۵). **بررسی نقش زمین‌ساخت فعال در پیدایش سفره آب زیرزمینی با استفاده از داده‌های سنجش از دور و داده‌های صحرایی منطقه (مطالعه دشت اصفهک در منطقه طبس)** ،بیست و پنجمین گردهمایی علوم زمین.

ابراهیمی، بابک؛ سیف، عبداله. (۱۳۹۴). **به کارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی برای ارزیابی پتانسیل گسترش کارست سنگ های کربناتی زاگرس بر پایه عامل های آب زمین شناختی و اقلیمی**، نشریه علوم زمین، ۲۵(۹۸): ۳۳۳- ۳۴۸.

احمدی، محمد؛ رضایی مقدم، محمد حسین. (۱۳۸۵). **ارزیابی ناپایداری دامنه‌ها براساس شواهد وزنی و با استفاده از فناوری GIS ، مثال موردی : دامنه‌های حوضه مرگ کرمانشاه** ، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۹۵: ۱۰۸-۸۵.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.54.2.2]

[DOI: 10.29252/jgs.19.54.1]

احمدی پور، محمد رضا. (۱۳۷۷). **بررسی هیدروژئولوژیکی حوضه الشتر غرب ایران**، مجموعه مقالات دومین همایش جهانی آب در سازندهای کارستی، تهران – کرمانشاه.

اکبری، الهه؛ ارشادی مقدم، علیرضا. (۱۳۹۳). **بررسی ارتباط پراکنش چشمه‌ها با گسل‌ها از طریق GIS در ارتفاعات شمالی و جنوبی دشت سبزوار** ،اولین همایش ملی آب، انسان، زمین، اصفهان.

بهرامی، شهرام؛ امیر احمدی، ابوالقاسم؛ بهرامی، کاظم. (۱۳۸۹). **نقش تکتونیک وژئومورفولوژی در تغذیه و محل برونزد آبهای زیرزمینی حوضه قلعه شاهین** ، پنجمین همایش ملی زمین‌شناسی و محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلام شهر.

بهرامی، شهرام؛ زنگنه اسدی، محمد علی؛ جهانفر، علی. (۱۳۹۵). **ارزیابی توسعه کارست با استفاده از ویژگی های هیدرودینامیکی و هیدروژئوشیمیایی چشمه های کارستی در زاگرس**، جغرافیا و توسعه، ۴۴: ۱۰۷-۱۴۴.

جعفربیگلو، منصور؛ مقیمی، ابراهیم؛ صفری، فرشاد. (۱۳۹۰). **استفاده از DEM ، در تحلیل مورفوتکتونیک فروچاله‌های کارستی توده پراو – بیستون**، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی،۴: ۱۸-۱.

رحیم زاده،زهرا؛ علائی طالقانی،محمود. (۱۳۸۸). **بررسی تحول کارست در منطقه زاگرس** ،مجموعه مقالات نخستین کنفرانس ملی پژوهشهای کاربردی منابع آب ایران.

رضایی، زمانی. (۱۳۷۷). **ارتباط سیستم ساختمانی و کارست شدگی در اردکان فارس ،جنوب غرب ایران**، مجموعه مقالات دومین همایش جهانی آب در سازندهای کارستی، کرمانشاه.

عباسی، محمد؛ باقری سید شاکری، سجاد؛ جعفری اقدم، مریم. (۱۳۹۳). **پهنه بندی تحول کارست با استفاده از مدل انتروپی نمونه موردی: تاقدیس نوا، زاگرس شمال باختری**، نشریه علوم زمین، ۲۴(۹۴): ۱۶۱- ۱۶۸.

علیزاده، حسین؛ اسدی، ناصر؛ ترک قشقایی نژاد، سعید؛ اعتباری، بهروز. (۱۳۸۹). **بررسی نقش عوامل ساختاری، لیتولوژی و توپوگرافی در برونزد چشمه‌های کارستی کوه شتری استفاده از GIS و RS**، همایش ملی ژئوماتیک.

قاسمی، اصغر. (۱۳۸۲). **بررسی نقش زمین ساخت در ژئومورفولوژی حوضه آبخیز سرابله با تاکید بر اشکال کارستی**، (پایان نامه کارشناسی ارشد) ،گروه جغرافیا، دانشگاه رازی.

قبادی، محمد حسین؛ ساعدی، بهمن؛ مهدی آبادی، ناصر؛ احمد زاده، جواد. (۱۳۹۲). **معرفی پدیده‌های ژئومورفولوژی کارست توده آهکی بیستون پراو**، هشتمین همایش زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، دانشگاه فردوسی مشهد.

قربانی، محمد صدیق؛ اونق، محمد. (۱۳۹۰). **پهنه‌بندی تحول و حساسیت کارست با استفاده از مدل رگرسیون خطی چند متغیره در منطقه کارستی شاهو**، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، ۱: ۳۲-۱۹ .

قربانی، محمد صدیق. (۱۳۹۴). **چشم انداز کارست به مثابه شاخص استقرار در منطقه کامیاران**، پژوهش های جغرافیای طبیعی، ۴۷(۴): ۵۱۷- ۵۳۱.

کاظمی، رحیم؛ غیومیان، جعفر؛ جلالی، نادر. (۱۳۸۵). **بررسی نقش عوامل ساختاری در فراوانی منابع آب در منطقه کارستی لار با استفاده از سنجش از دور وGIS**، پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۷۳: ۱۸-۲۷.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.54.2.2]

[DOI: 10.29252/jgs.19.54.1]

کلانتری، نصر الله؛ کشاورزی، محمد رضا؛ چرچی، عباس. (۱۳۸۸). **عوامل موثر در ظهور چشمه‌های حوضه ی آبریز دشت ایذه**، فصل نامه زمین شناسی کاربردی،۲: ۱۴۷-۱۳۵.

محمدزاده، حسین؛ حیدری زاد، مجتبی. (۱۳۹۰). **بررسی ژئوشیمی و ژئومورفولوژی کارست در سازند مزدوران (مطالعه موردی: دره آل و اندرخ در شمال مشهد)**، مجموعه مقالات سی‌امین گرد همایی علوم زمین.

ملکی، امجد؛ اویسی، محسن؛ غلامی‌راد، زهرا. (۱۳۸۶). **بررسی تاثیر تکتونیک بر تحول چشمه‌های کارستی استان کرمانشاه با استفاده از روش رادار GPR** ، کنفرانس بررسی منابع آب استان کرمانشاه، چالش‌ها، تهدیدها و فرصت‌ها، شرکت آب منطقه‌ای کرمانشاه.

ملکی، امجد؛ محمودی، فرج الله. (۱۳۸۰). **تحول کارست و نقش آن در منابع آب زیرزمینی در ناهمواری‌های بیستون – پراو (کرمانشاه)**، پژوهش های جغرافیایی، ۴: ۱۰۵-۹۳.

ملکی ، امجد. (۱۳۸۶). **نقش زمین ریخت شناسی کارست در بررسی هیدروژئولوژی ناهمواری‌های بیستون پراو**، کنفرانس بررسی منابع آب استان کرمانشاه چالشها، تهدیدها و فرصت‌ها، شرکت آب منطقه ای کرمانشاه.

ملکی، امجد، اویسی، محسن. (۱۳۹۱). **شناسایی ساختار گسلی و تحول چشمه‌های کارستی با استفاده از رادار نفوذی(مطالعه موردی:استان کرمانشاه)**، جغرافیا و پایداری محیط، تابستان، ۳: ۱۰-۱ .

مقامی مقیم، غلامرضا. (۱۳۹۶). **بررسی عوامل موثر در شکل گیری و گسترش کارست های حوضه آبریز در پرچین در شمال شرق ایران**، جغرافیا و توسعه، ۴۸: ۲۴۵- ۲۶۴.

مقصودی، مهران؛ کریمی، حاجی؛ صفری، فرشاد؛ چهارراهی، ذبیح الله. (۱۳۸۸). **بررسی توسعه کارست در توده پراو بیستون با استفاده از ضرایب فرود، زمان مرگ چشمه ها و تحلیل نتایج ایزوتوپی و شیمیایی**، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۶۹: ۵۱- ۶۵.

مهرابی، علی؛ درخشانی، رضا؛ راهنما راد، جعفر. (۱۳۸۸). **ارتباط شکستگی‌ها و کانه‌زایی در محدوده معدن مس پورفیری میدوک** ، فصلنامه زمین‌شناسی کاربردی، ۲: ۱۵۵-۱۴۸.

وحدتی، سید مهران؛ طاهری، کمال. (۱۳۸۶). **دسته بندی ساختاری چشمه‌های کارستی حوضه الوند جنوب غرب استان کرمانشاه**، کنفرانس بررسی منابع آب استان کرمانشاه چالشها، تهدیدها، فرصت‌ها، شرکت آب منطقه‌ای کرمانشاه.

هاشمی، سید ناصر؛ تقی پور، نادر؛ قومشه‌ای، مهدی؛ زارع رئیس آبادی، حجت. (۱۳۸۹). **بررسی نقش گسل‌های اصلی در کنترل فراوانی منابع آب زیرزمینی استان سمنان**، مجموعه مقالات نخستین کنفرانس ملی پژوهش های کاربردی منابع آب ایران.

Ahmed M. 1996. **Lineament as groundwater exploration guides in hard-rock terrenes of arid regions**. Canadian Journal of Remote Sensing, 22: 199-211.

Ćalić J. 2011. **Karstic uvala revisited: Toward a redefinition of the term**, Geomorphology, 134(1): 32-42.

Corsini A, Cervi F, Ranchetti F. 2009. **Weight of evidence and artificial neural network for potential groundwater spring mapping; an application to the Mt . Modino area northern Appendices.**

Ford D. C, Williams P. 2007. "**Karst Hydrogeologyand Geomorphology**", John Wiley & Sons, 576 pp.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.54.2.2]
[DOI: 10.29252/jgs.19.54.1]

Glen J.M.G, Egger A.E, lppolito C, Athens N. 2013**. Correlation of Geothermal springs sub-surface fult terminations Revealed by High Resolution UAV- Acquired Magnetic data.** Thirty- Eighth work shop on Geothermal Reservoir Engineering Stanford university, Stanford, California, February.

Jamieson S.S.R, Sinclair H.D, Kirstein L.A. 2004.**Tectonic Forcing of Longitudinal valleys in the Himalaya ; morphological Analysis of the Ladakh Batholiths** ; North India ; Geomorphology, 58: 299-308.

Li Y, Yang J, Tan L, Duan F.1999. **Impact of Tectonic on alluvial landforms in the Hexi corridor ; northwest China** ; Geomorphology, 28: 299-308 .

Milanovich P. 1998. **Karst Hydrology, Translation by Abdolvahid Aghasi**, Water Engineering Standard Project Publication.

Palmer A. N. 2007. **Cave Geology**: Dayton.

Parizek R.R. 1976. **On the nature and significance of fracture trace and lineaments in carbonates and other terrains: In karst Hydrology a water resources**, Proceedings of the U.S. Yugoslavian Symposium.

Simoni A. Elmi C, Picotti a. 2003;**Late Quaternary Uplift and Valley Evolution in the Northern Apennies** ; lamone Catchment ; quaternary International, 24(3) 101-105.

Travaglia a 1988**. Ground water exploration by satellite remote sensing on the Syrian Arab republic,** RSC Services 76 FAO 198.

Van Brahana J. 2008. **Karst aquifers. encyclopedia of water science (2nd ed.). http:// www.informaworld.com/10.1081/E-EWS2-120010039**.

Waele J, Plan L, Audra, Ph. 2009. **Recent developments in surface and subsurface karst geomorphology: An introduction Geomorphology** 106 : 1–8

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.54.2.2]

[DOI: 10.29252/jgs.19.54.1]