نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال نوزدهم، شماره ۵۲، بهار ۹۸

بررسی علل افت آبهای زیرزمینی دشت نورآباد ممسنی با تأکید بر نقش فعالیت‌های تکتونیکی و بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی

دریافت مقاله: ۹۶/۱۲/۲۸ **پذیرش نهایی**: ۹۷/۴/۱۶

صفحات: ۲۵۴-۲۳۵

نجمه شفیعی: دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا ، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.
Email: shafiei.najmeh@yahoo.com
محمد علی زنگنه اسدی: دانشیار ژئومرفولوژی، دانشکده جغرافیا ، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.
Email: ma.zanganehasadi@hsu.ac.ir
جواد جمال آبادی: دکتری ژئومرفولوژی، دانشکده جغرافیا- دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران[۱].
Email: Javdjamalabadi@ yahoo.com
زینب مجرد تیتکانلو: دانشجوی کارشناسی ارشدژئومورفولوژی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.
Email: Zeinab mojarrad@yahoo.com

چکیده

هدف از انجام این مطالعه بررسی علل افت آبهای زیرزمینی بر اثر فعالیت‌های تکتونیکی ، برداشت‌های بی‌رویه و خشکسالی‌های اخیر در چارچوب نظریه ژئودوآلیته می باشد. بدین منظور و با هدف ارزیابی فعالیت‌های تکتونیکی منطقه، از برخی شاخص‌های ژئومورفیک از جمله شاخص‌های((BS)، (AF) ، (T)، (J) ، (Hi)، (VF)، (S) ، (SL) ، (Δa) ، (Iat)) و نقشه‌های هم‌عمق و هم‌افت حوضه استفاده شده است. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که میزان بارش در سال ۸۲ نسبت به سال۸۸، ۳۱۰ میلیمتر کاهش و به تبع آن تعداد چاه‌ها ۲۱۷حلقه افزایش یافته و میزان برداشت از سطح چاه‌ها نیز ۵۸۲۹۸۶۵۹ میلیون متر مکعب بر ساعت کاهش یافته است. همچنین میزان متوسط عمق چاه‌ها ۱۰ متر افزایش یافته به‌طوری که بیشترین میزان افت مربوط به چاه خومه‌زار درحدود ۲۶- متر واقع در بخش جنوبی حوضه است که این شواهد نشان می‌دهد در محدوده آبخوان علاوه بر نقش تکتونیک در بازه طولانی مدت، نقش فعالیت‌های انسانی و خشکسالی‌ها هم می‌توانند جزء عوامل مؤثر در افت آب زیرزمینی و توسعه ژئودوالیتی در سطح دشت به شمار آیند.

کلید واژگان: تکتونیک، آب زیرزمینی، دشت نورآباد، شاخص‌های ژئومورفولوژیکی.

۱. **نویسنده مسئول**: سبزوار، توحید شهر، پردیس دانشگاه حکیم سبزواری، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.12.8]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.235]

مقدمه

دوال را شاید بتوان دوگانه و دوالیتی را دوگانگی معنا کرد. واژه‌ای که ضمن داشتن مفهوم در برداشتن تباین ضمنی تزویج، همراهی دو پدیده را نیز بیان می‌دارد به گونه‌ای که بدون دیگری نمی‌توان مفهوم دوالیتی را مجسم نمود. در طبیعت پدیده‌ای مختلف و به نسبت مجزایی داریم که این پدیده‌ها می‌توانند با یکدیگر در ارتباط باشند ولی از بین آنها بعضی پدیده‌ها روابط خاصی دارند که این روابط را نمی‌توان با توان همبستگی مطرح کرد بلکه با عنوال دوال مطرح می‌شوند. دوالیتی قرینه بودن دو پدیده عکس هم عمل کردن و پاره‌ای از نسبت‌ها را برای ما مشخص می‌کند. به طور کلی حرکات پوسته‌ای دارای الگوها و فرم‌های متعددی هستند که از آن جمله حرکات بالاآمدگی و فرونشست را می‌توان بیان کرد . از آن‌جا که منابع آب سطحی در بسیاری از مناطق کشور محدود می‌باشد، آب زیرزمینی به عنوان مناسب‌ترین منبع در دسترس جهت تأمین آب مورد نیاز به حساب می‌آید. در سال‌های اخیر، برداشت‌های بیش از حد از این منابع سبب افت سطح آب زیرزمینی دشت‌ها شده به طوری که میزان تخلیه از آبخوان‌ها بیشتر از تغذیه آن‌ها می‌باشد. (علیزاده، ۱۳۸۹). به علاوه عوامل زمین‌ساختی و تکتونیکی اثرات قابل توجهی بر وضعیت منابع آب زیرزمینی دارند . در بین این عوامل، نقش گسل‌ها بسیار بارز است. گسل‌ها با توجه به تغییراتی که میتوانند در توالی لایه‌ها ایجاد کنند می‌توانند سبب توسعه و گسترش ژئودوالیتی در سطح زمین شوند.

زوویلی[1] و همکاران، (۲۰۰۴) درتحقیقاتی مشابه بر روی چندین گسل از شاخص‌هایی نظیر گرادیان طول جریان(SL)، سینوسیته جبهه کوهستان(smf) و نسبت عرض دره به ارتفاع(vf) استفاده کردند و آنها را در مطالعه تکتونیک فعال موفق آمیز دانستند. تاندون و سینگ[2](۲۰۰۸) فعالیت‌های نو زمین‌ساخت جبهه‌های کوهستان فعال شمال غرب هیمالیا را با تجزیه و تحلیل گسل‌ها و شاخص‌ها مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که گسل‌های مرتبط با پیشانی کوهستان و ساخت‌های مربوطه فعال هستند، همچنین همدونی[3]و همکاران(۲۰۰۸) با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک و شاخص ارزیابی نسبی فعالیت‌های تکتونیکی (Lat) به طبقه‌بندی تکتونیک فعال جنوب اسپانیا پرداخته و مناطق فعال تکتونیکی را مشخص نمودند. برای مطالعه وضعیت زمین شناختی و نحوه عملکرد گسل‌ها ابتدا باید وضعیت تکتونیکی منطقه از لحاظ فعالیت مشخص شود. شناسایی مناطق فعال به لحاظ تکتونیکی از اهمیت ویژه برخوردار می باشد. تقریباً هیچ ناحیه‌ای در جهان نمی توان یافت که در طول چند هزار سال اخیر تحت تأثیر این حرکات قرار نگرفته باشد. کـاظمی و همکـاران (۱۳۸۵) بـه بررسـی نقـش عوامل ساختاری در فراوانی منابع آب در منطقه کارستی لار با استفاده از سنجش ازدور و GISپرداختند. نتایج تحقیقات ایشان نشان می‌دهد که رابطه نزدیکی بین فراوانی چشمه‌ها و فاصله از عناصر تکتونیکی وجـود دارد. مقصودی و همکاران(۱۳۸۷) به ارزیابی نقش تکتونیک فعال در تنظیم کانال رودخانه تجن با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک پرداختند و به این نتیجه رسیدند که در مصب رودخانه‌ها فعالیت‌های تکتونیکی فعال می‌باشد و شاخص گرادیان رودخانه را بهترین راه

1 - Zovoili
2- Tandon & Sing
3-Hamdouni

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.12.8]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.235]

برای بررسی رفتار رودخانه دانستند. شکیبا و همکاران(۱۳۸۹) به تأثیر خشکسالی بر منابع آب زیرزمینی در شرق استان کرمانشاه با استفاده از شاخصی بارندگی معیار شده SPI پرداختند. نتایج نشان داد که خشکسالی‌ها بر افت سطح آب‌های زیرزمینی منطقه تأثیر بسزایی داشته است. صالحی اسفندارانی و همکاران(۱۳۸۹) به بررسی فرونشست دشت مهیار جنوبی و تأثیر شکاف‌های ناشی از آن بر زمین‌های کشاورزی پرداختند. در این مقاله با بررسی مطالعات زمین‌شناسی و هیدروژئولوژی به رشد روز افزون این پدیده در دشت مهیار جنوبی پرداخته شده است. افت حدود ۴۰ سانتیمتری سطح آب زیرزمینی در سال، زمینه مساعدی را جهت رخداد این پدیده ناگوار در دشت مهیار جنوبی فراهم آورده است. در ادامه به بررسی شکل و وضعیت پراکندگی شکاف‌ها در دشت و تأثیرات ناشی از شکاف‌ها بر مناطق مسکونی، صنعتی و کشاورزی پرداخته شده است. مقصودی و عمادالدین(۱۳۹۰) به تحلیل تأثیر عامل تکتونیک فعال در ژئومورفولوژی حوضه ششطراز و مخروط افکنه‌های پایین دست آن پرداختند. در این تحقیق دریافتند که عامل تکتونیک تأثیر بسزایی در حوضه آبریز مورد مطالعه دارد و حوضه از نظر تکتونیکی فعال می‌باشد. پورخسروانی و همکاران(۱۳۹۱) به بررسی دوالیتی در ژئومورفولوژی پرداختند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که اولا استناد به بهره وری بیش از اندازه از آبهای زیرزمینی دلیل تامّه‌ی پدیده‌ی فرونشست نیست، ثانیاً پدیده‌ی فرونشست در دشت‌های ایران، معلول دوالیتی در تحرّکات پوسته‌ای بین دشت‌ها و کوهستان‌های مجاور آنهاست. اکرامی و همکاران(۱۳۹۲) به بررسی آثار و پیامدهای خشکسالی اقلیمی بر تأخیر زمانی و تغییر رژیم آبدهی قنوات و چشمه‌های دشت اردکان یزد پرداختند. نتایج این تحقیق حاکی از وجود تأخیر زمانی متفاوت بین وقوع خشکسالی اقلیمی و تأثیر آن بر آبدهی قنوات دشتی، کوهپایه‌ای، کوهستانی و چشمه‌ها می‌باشد. رنجبرمنش و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی بحرانِ ناشی از افت سطح آب زیرزمینی در اثر فعالیت تکتونیکی در دشت ماهیدشت پرداختند و به این نتیجه رسیدند که میزان افت منطبق با فعالیت تکتونیکی می‌باشد، بنابراین تکتونیک جنبا می تواند از علل اصلی افت سطح آب زیرزمینی در منطقه باشد. علی آبادی و همکاران(۱۳۹۳) به بررسی نقش زمین ساخت فعال و خطواره‌های تکتونیکی در پیدایش سفره‌های آب زیرزمینی دشت سبزوار با استفاده از GIS و RS پرداختند و به این نتیجه رسیدند که ارتباط تنگاتنگی بین خطواره‌های گسلی و منابع آب زیرزمینی وجود دارد و خطواره‌های تکتونیکی علی‌رغم ایجاد برخی تنگناهای محیطی می‌توانند به عنوان یک پتانسیل در تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی منطقه قلمداد شوند. زنگنه اسدی و شفیعی(۱۳۹۵)، به بررسی همزمانی خشکسالی و افت آب زیرزمینی دشت نورآباد ممسنی با استفاده از GIS پرداختند؛ نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که بیشترین وضعیت خشکسالی مربوط به سال ۱۳۸۸-۱۳۸۷ می‌باشد و نقش عامل انسانی در کاهش میزان افت آب زیرزمینی آشکار است به طوری که میزان حفر چاه ها از سال ۸۳ نسبت به سال ۸۸ به مراتب افزایش یافته است.

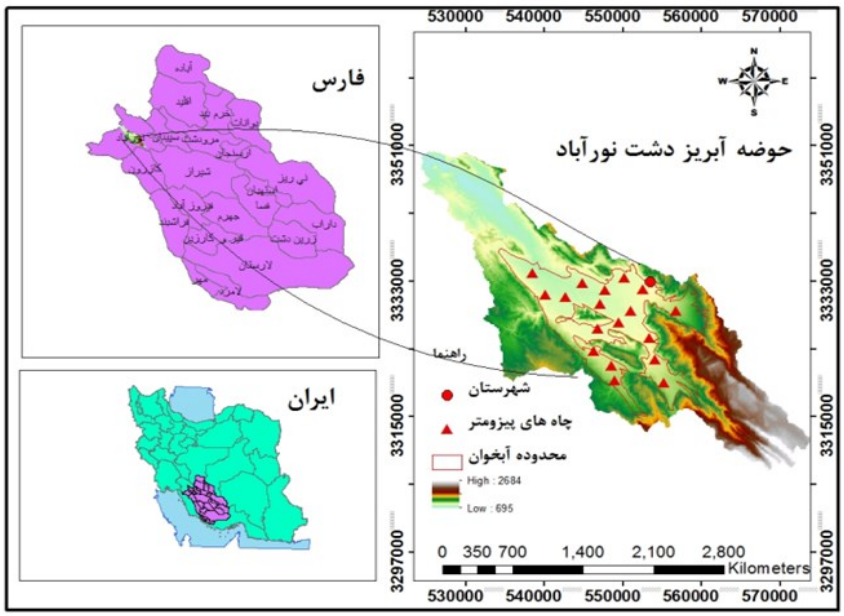
در این تحقیق، بر اساس داده های موجود و در یک مقیاس ناحیه ای به بررسی علل افت آب‌های زیرزمینی دشت نورآباد با توجه به نقش فعالیت‌های تکتونیکی و نیز بهره برداری بیش از حد از منابع آب زیرزمینی و خشکسالی‌های اخیر پرداخته شده است.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.12.8]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.235]

روش تحقیق

موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

منطقه‌ی مورد مطالعه در محدوده‌ی جغرافیایی جنوب کشور در دامنه‌های جنوب‌غربی سلسله جبال زاگرس و در بخش چین‌خورده آن قرار دارد. محدوده‌ی نورآباد از طرف شمال با شهرستان مصیری، از طرف جنوب با دشت قائمیه، از طرف غرب با دشت ماهور میلاتی و از سمت شرق با دشت فهلیان در ارتباط است. دشت نورآباد در محدوده‌ی جغرافیایی ′۱۵ ،°۵۱ تا ′۴۶،°۵۱ طول شرقی و ′۵۵ ،°۲۹ تا ′۱۷، °۳۰ عرض شمالی واقع شده است(باقری‌نژاد، ۱۳۹۰). تنها شهری که در این محدوده وجود دارد، شهر نورآباد می‌باشد که در ارتفاع ۹۳۵ متری از سطح دریا قرار دارد و در ۱۵۰ کیلومتری شمال غربی شیراز مرکز استان فارس واقع شده است. حداکثر ارتفاع ۲۶۸۴متر کوه خانی در جنوب‌شرقی محدوده و حداقل ارتفاع ۶۹۸ متر در مصب رودخانه فهلیان در حوالی روستای باتون شمال غربی دشت می‌باشد. شکل(۱).



شکل(۱). موقعیت دشت نورآبادممسنی

به منظور بررسی وضعیت فعالیت نوزمین‌ساخت منطقه از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰و تصاویر گوگل ارث و تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده است. نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ شامل ۶ شیت نقشه(نورآباد، فهلیان، شیربیم، قائمیه، و بابا میدان) و نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ شامل ۴ شیت نقشه(فهلیان،سپیدان، کازرون و کوه دارا) می‌باشد. جهت استفاده از این نقشه‌ها به صورت یک نقشه کامل، عملیات موزائیک کردن آن‌ها در محیط جی آی اس انجام گرفت و جهت بررسی منابع آب زیرزمینی حوضه با مراجعه به سازمان آب منطقه‌ای استان فارس، از آمار چاه‌های پیزومتر که شامل تراز پایه پیزومترها و لوگ چاه‌های پیزومتر طی ۱۱ سال آماری ۱۳۸۱-تا ۱۳۹۱می‌باشد، استفاده شده است. برای بررسی وضعیت منابع آب

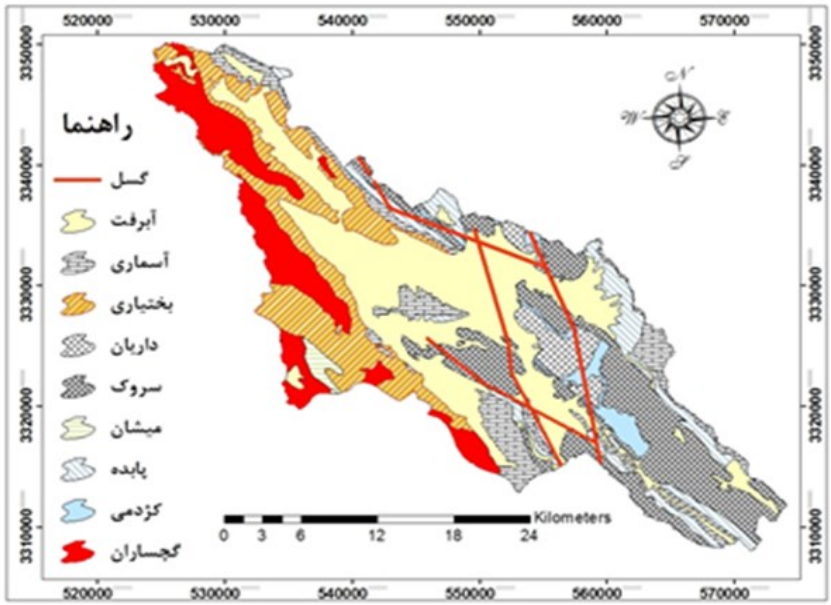
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.12.8]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.235]

زیرزمینی محدوده آبخوان با استفاده از تراز پایه هر پیزومتر و با کم کردن آن از عمق آب تراز، سطح آب به دست می‌آید. همچنین با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی۱:۵۰۰۰۰ و نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰، داده‌های رستری به وکتوری تبدیل و اقدام به ترسیم نقشه محدوده مورد مطالعه گردید. برای اندازه گیری پارامترهای مورد نظر درمحاسبه شاخص ها و ترسیم نیمرخ ها از نقشه‌های توپوگرافی و مدل ارتفاعی (Dem) ۳۰متراستفاده شد، سپس شاخص‌های مورفومتریک نظیر شاخص ,Bs، SL، AF، T،J، VF، S، HC، HI، Lat و پارامترهای تکتونیکی شامل Ha: تعداد ناهنجاری سلسله مراتبی، aΔ: شاخص ناهنجاری سلسله مراتبی ، در وضعیت زمین‌ساختی حوضه مورد نظر ارزیابی گشت. به علاوه از نرم افزار Excel برای ترسیم نمودارها استفاده شده است. جهت بررسی وضعیت نوسانات آب زیرزمینی در محدوده مورد مطالعه از چاه‌های پیزومتر موجود در محدوده و جهت شناخت مسائل زمین‌ساخت حوضه، اقدام به مشاهدات میدانی و بازدید صحرایی، مشاهده گسل‌ها، وضعیت آبراهه‌ها و تهیه عکس از حوضه‌ی آبخیز شد.

موقعیت زمین شناسی و وضعیت ساختاری منطقه

محدوده مورد مطالعه از لحاظ تقسیمات واحدهای زمین‌شناسی ایران در زون زاگرس چین خورده واقع شده است. چین‌خوردگی‌ها و مورفولوژی کلی زاگرس حاصل کوهزایی‌هایی است که در دو مرحله یکی در اواخر کرتاسه و دیگری در پلیوسن رسوبات موجود بین پوسته‌های قاره‌ای ایران و پلیت عربی را تحت تأثیر قرار دادند. طی کوهزایی دوره پلیوسن حوضه‌های رسوبی این بخش کاملاً چین خوردگی پیدا کردند و شکستگی‌ها و ساختار کلی زاگرس در این مرحله شکل گرفت و از آن زمان تاکنون فقط عوامل فرسایشی و جابه‌جایی محلی گسل‌ها تغییراتی را در مورفولوژی زاگرس به وجود آورده‌اند. منطقه مورد مطالعه از لحاظ تکتونیکی جزء مناطق چین خورده زاگرس بوده و روند کلی امتداد چین خوردگی‌ها شمال‌غرب- جنوب‌شرق می‌باشد. ارتفاعات حاشیه دشت‌های مورد مطالعه معمولاً از طاقدیس‌هایی تشکیل یافته که گاهی توسط گسل و یا شکستگی‌های بزرگ جابجا شده است. طاقدیس کوزه‌کوه در شمال دشت فهلیان و امتداد آن در دشت رستم (کوه گرگی) واقع شده که توسط گسل بزرگ قطر کازرون در شمال دشت فهلیان و در امتداد جاده بابامیدان– یاسوج شکسته شده و در نتیجه جابجائی بزرگی حاصل نموده است. در امتداد این گسل چشمه‌های معدنی محتوی املاح گوگردی نظیر چشمه آب‌گندو و آب باد با درجه حرارت نسبتاً زیاد به وجود آمده است. علاوه بر گسل قطر کازرون گسل‌های کوچک و متعددی در منطقه وجود دارد که اکثراً در امتداد طبقات می باشد (باقری نژاد، ۱۳۹۰: ۳۸). قدیمی‌ترین سنگ‌های این منطقه مربوط به ژوراسیک (سنگ‌های گروه خامی) و جدیدترین آن‌ها کنگلومرای بختیاری و آبرفت‌های سطح دشت بوده که بعد از پلیوسن تشکیل شده است. چین خوردگی‌های موجود در این منطقه دارای امتداد کلی شمال‌غرب – جنوب‌شرق بوده و اکثراً ارتفاعات آن از نوع رسوبات آهکی کرتاسه می‌باشد. گسترش آهک‌های کرتاسه نسبت به سایر رسوبات در این ناحیه بیشتر بوده و این آهک‌ها در بعضی از بخش‌ها گسترش بسیار زیادی دارند (نگارش و همکاران،۱۳۹۳ : ۳۵). شکل(۲) نقشه زمین شناسی حوضه آبریز دشت نورآباد را نشان می دهد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.12.8]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.235]



شکل(۲). نقشه زمین‌شناسی حوضه آبریز دشت نورآباد

نتایج

تحلیل فعالیت‌های نو زمین‌ساختی ازطریق شاخص‌های ژئومورفولوژی

آثار مختلف برجای مانده روی زمین بیانگر فعالیت‌های تکتونیکی در نقاط مختلف جهان است. گسل‌ها، کوه‌ها، دره‌های ساختمانی و ... شواهدی بر تسلّط فرم زایی تکتونیک در دوران‌های گذشته زمین‌شناسی می‌باشد. البتّه، باید گفت که فرم‌زایی تکتونیک بسیار کند است و برای ایجاد یک پدیده تکتونیکی میلیون‌ها سال طول می‌کشد اما بدون شک این پدیده در زمان حال هم فعال است و سبب توسعه بالاآمدگی‌ها و فرونشست‌هایی در سطح زمین می‌شود که در این پژوهش با استفاده از شاخص‌های تکتونیکی و بررسی تغییرات در سطح منابع آب زیرزمینی و وجود شواهد آن‌ها در سطح زمین، به وجود آن‌ها پی می‌بریم.

شاخص های ژئوموفولوژیک

به کمک شاخص‌های ژئوموفولوژیک امکان توصیف کمی و مقایسه اشکال ناهمواری امکان پذیر است و در ساده‌ترین شکل، اشکال سطح زمین از طریق محاسبه اندازه، ارتفاع و شیب قابل سنجش می‌باشند. همچنین استفاده از روش‌های کمی همراه با توضیحات کیفی امکان درک بهتر چگونگی عوارض را میسر می‌سازد (امامی، ۱۳۹۳: ۴۰).

شاخص شکل حوضه: (Bs)

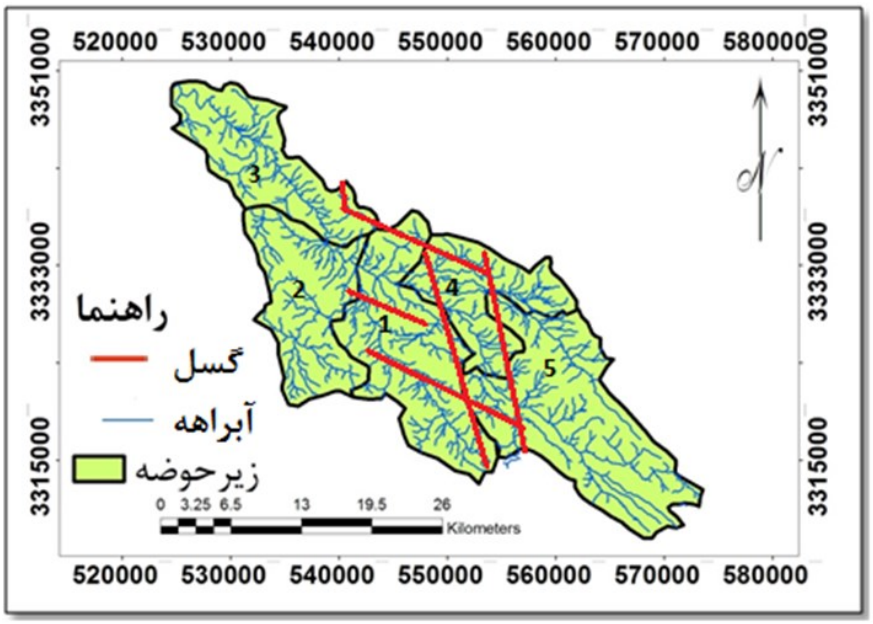
شاخص Bs برای ارزیابی فعالیت‌های زمین ساختی در مناطق کوهستانی به کار می‌رود.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.12.8]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.235]

رابطه (۱) $Bs= Bl / Bw$

شاخص Bs: شاخص فرم حوضه ؛ Bl: طول دورترین نقطه تا خروجی حوضه؛ و Bw : طول پهن‌ترین بخش حوضه می‌باشد. بر اساس این طبقه بندی، مقادیر زیاد شاخص شکل حوضه (Bs>۴) حوضه طولی با زمین ساخت فعال، (۴>Bs> ۳) حوضه‌هایی با فعالیت‌های متوسط زمین‌ساختی و مقادیر پایین(۳>Bs) حوضه های دایره‌ای شکل با فعالیت زمین ساختی کم را نشان می‌دهد (دهبزرگی۱۳۸۹: ۳۳۵).

با توجه به نقشه لیتولوژی حوضه، بیشترین گسل‌ها عمدتاً با روند شمالی جنوبی در سازندهای مقاوم و بسیار مقاوم بخش کوهستان شکل گرفته‌اند و به تبع بالاآیی تحت فعالیت‌های نوزمین ساختی، بخش دشت با تراکم مواد آبرفتی فرونشست دارد و گسلهای موازی حوضه‌ی نورآباد با جبهه کوهستان نیز محصول همین عمل می-باشند. گسلها علاوه بر نقش مستقلی که در شکل‌گیری ساختارهای اولیه زمین دارند، در تحول شکل بسیاری از عوارض فرسایشی نیز مشارکت گسترده دارند. با توجه به جدول(۱) شاخص شکل زیرحوضه‌های نورآباد، زیرحوضه‌ها فعالند و ناشی از عبور گسل قطر کازرون است که با روند شمالی جنوبی از این قسمت عبور نموده و سبب فعالیت این شاخص در حوضه شده است. شکل(۳) زیرحوضه‌های مربوط به منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل(۳). نقشه زیرحوضه نورآباد ممسنی

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.12.8]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.235]

جدول(۱). شاخص شکل زیرحوضه های نورآباد ممسنی

زیرحوضه ها	BL	BW	BS	وضعیت تکتونیکی
۱	۲۶	۱۲	۱/۲۳	غیر فعال
۲	۱۸	۶	۳	نسبتا فعال
۳	۲۳	۵	۴/۶	فعال
۴	۱۶	۴	۴	فعال
۵	۳۱	۹	۳/۴	نسبتا فعال

شاخص گرادیان رودخانه: (SL)

این شاخص ابتدا به وسیله هاک[1](۱۹۷۳) در مطالعه نقش مقاومت سنگها بر جریان آبها در کوه آپالاش واقع در جنوب شرقی آمریکا به صورت مقادیر عددی شاخص گرادیان رودخانه ارائه شد. رابطه(۲). مقدار این شاخص زمانی که سنگ‌های بستر رودخانه مقاوم باشند و یا در مناطقی که حرکات تکتونیکی فعال در تغییر شکل قائم پوسته زمین مؤثر باشد، زیاد می‌باشد. بر این اساس مقادیر بالایSL در سنگ‌های دارای مقاومت کم و یا در سنگ‌های از لحاظ مقاومتی یکسان، می‌تواند بیانگر حرکات تکتونیکی فعال و جوان باشد(Hamdouni, 2008).

رابطه(۲) $Sl=(\Delta H/\Delta L)$

Sl :شاخص گرادیان رودخانه، ΔH: ا ختلاف ارتفاع قطعه مورد نظر، ΔL: طول شاخه مورد نظر ،:Lsc طول آبراهه از نقطه‌ای که شاخص محاسبه می‌شود تا مرتفع ترین نقطه آبراهه در بالادست، می‌باشد. این شاخص یک روش مفید برای پی بردن به نحوه‌ی عملکرد و جابجایی ناشی از نیروهای زمین ساخت می باشد *(Chieh Chen, 2003:114)*. در جدول (۲) شاخص گرادیان رودخانه برای هر یک از ۵ زیرحوضه مورد مطالعه ذکر شده است.

جدول(۲). شاخص گرادیان رودخانه (SL)

زیرحوضه	ΔH	ΔL	Lsc	Sl	وضعیت
زیرحوضه ۱	۱۰۰	۱۰۶۸۴	۱۸۰۹۰	۶۲	فعال
زیرحوضه۲	۱۰۰	۶۷۰۳	۱۰۲۷۷	۱۵۳	فعال
زیرحوضه۳	۱۰۰	۱۶۳۲	۱۲۴۶۵	۷۶۳	فعال
زیرحوضه ۴	۱۰۰	۷۳۱۹	۱۸۸۰۷	۲۶۰	فعال
زیرحوضه۵	۱۰۰	۲۴۵۴۳	۵۰۶۴۸	۳۴۰	فعال

شاخص عدم تقارن: (AF)

شاخص عدم تقارن روشی برای ارزیابی وجود کج شدگی‌های ناشی از فعالیت‌های زمین‌ساختی در مقیاس حوضه زهکشی است. این روش برای نواحی نسبتاً وسیع بکار برده می‌شود. رابطه(۳).

رابطه (۳) $AF = 100*\frac{Ar}{At} = 100\frac{336}{417} *=80$

[1] - Hock

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.12.8]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.235]

AF: شاخص عدم تقارن رودخانه، Ar: مساحت حوضه در برگیرنده زهکشی‌های فرعی در ساحل سمت راست حوضه، در سمت راست آبراهه اصلی(به طرف پایین رود) و At مساحت کل زیرحوضه زهکشی می‌باشد(Hamdouni, 2008:135).

اگر مقدار عددی این شاخص در حدود ۵۰ باشد؛ بیانگر وجود تقارن در دو سمت آبراهه اصلی و در نتیجه عدم فعالیت تکتونیکی است. اگر میزان این شاخص بزرگتر از ۵۰ باشد بیانگر فرسایش در سمت راست آبراهه اصلی است و اگر میزان شاخص کوچکتر از ۵۰ باشد بیانگر فرسایش در سمت چپ آبراهه اصلی است. در این محاسبه اعداد به دست آمده از زیرحوضه‌ها نشان داد که مقدار شاخص بزرگتر از ۵۰ می‌باشد. بنابراین، در سمت راست آبراهه اصلی فعالیت تکتونیکی داریم و در سمت چپ با پدیده فرونشست مواجه هستیم. جدول(۳) شاخص عدم تقارن برای ۵ زیرحوضه موردنظر را نشان می‌دهد.

جدول(۳). شاخص عدم تقارن حوضه

زیر حوضه	Ar	At	Af	وضعیت
زیر حوضه۱	۱۱۰	۱۴۵	۷۵	فعال
زیر حوضه۲	۱۸	۳۱	۵۸	فعال
زیر حوضه۳	۶۲	۶۲	۱۰۰	فعال
زیر حوضه۴	۱۶۷	۹۴	۱۷۷	فعال
زیر حوضه۵	۳۸	۲۳	۱۶۵	فعال
کل حوضه	۳۳۶	۴۱۷	۸۰	فعال

شاخص تقارن توپوگرافی معکوس: (T)

وجود عدم تقارن توپوگرافی در شبکه زهکشی حوضه‌هایی با ویژگی‌های سنگ شناسی تقریباً همسان، عملکرد زمین ساخت فعال را نشان می‌دهد(Kellr & Pinter, 2002: 128). رابطه (۴).

$$T= Da/ Dd$$ رابطه(۴)

که در آن Da ، فاصله خط میانی حوضه زهکشی تا کمربند فعال مئاندری حوضه(رود اصلی) و Dd فاصله خط میانی حوضه تا آب پخشان آن می‌باشد. مقدار عددی این شاخص برای حوضه‌های کاملاً متقارن برابر صفر می‌باشد، در حالی که با افزایش عدم تقارن توپوگرافی در یک حوضه، مقدار این شاخص نیز افزایش پیدا می‌کند و به عدد یک نزدیک می‌شود(Randel, 1994: 150) . بنابراین شاخص T برداری است که مقادیر عددی نزدیک به یک بیانگر فرسایش در منطقه و در نتیجه تکتونیسم فعال است. برای محاسبه این شاخص در حوضه نورآباد، در هر زیرحوضه یک مقطع ایجاد شده و مقدار آن محاسبه گردیده که با توجه به جدول(۴) مقدار شاخص در هر پنج زیرحوضه کمتر از ۱ می‌باشد و نشانه عدم تقارن و تکتونیک فعال در کل حوضه است.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.12.8]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.235]

جدول(۴). شاخص تقارن توپوگرافی معکوس

مسیر	Da(km)	Dd(km)	T
۱	۴/۴۸	۴/۹۳	۰/۹۰
۲	۶/۵۸	۷/۶۷	۰/۸۵
۳	۳/۸۱	۴/۸۵	۰/۷۸
۴	۶/۷۳	۷/۹۷	۰/۸۴
۵	۸/۲۹	۶/۶۱	۰/۸۰

منحنی هیپسومتریک و انتگرال هیپسومتریک

منحنی هیپسومتریک توزیع ارتفاعات در راستای عمود بر یک ناحیه از زمین مثلاً حوضه زهکشی را توصیف می‌کند. این منحنی با پیاده نمودن نسبت ارتفاع کل حوضه (ارتفاع نسبی) در مقابل نسبت مساحت کل حوضه (مساحت نسبی) ترسیم می‌گردد. منحنی‌های هیپسومتریک یک حوضه زهکشی به عنوان ابزاری جهت دست یافتن به مراحل توسعه ژئومورفیک ناشی از فرایندهای هم زمان زمین ساخت و برهنه سازی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Shobter & Wilson, 2007: 98).

در انتگرال هیپسومتری نتایج حاصل از مورفولوژی یک حوضه زهکشی به صورت خلاصه و با یک مقدار واحد، براساس شکل و میزان تحدب و تعقر منحنی هیپسومتری، به سه کلاس تقسیم می‌شود. مقادیر عددی بزرگتر(۰/۵ <Hi) بیانگر توپوگرافی جوان، مقادیر عددی متوسط(۰/۴<Hi <۰/۵) بیانگر توپوگرافی بالغ و مقدار عددی کم (۰/۴>Hi) بیانگر توپوگرافی پیر می‌باشد. انتگرال را به راحتی می‌توان از رابطه (۵) به دست آورد (Pike & Wilson, 1993: 1080).

رابطه(۵)

$$H=\frac{Hmean-Hmin}{Hmax-Hmin}$$

$$H\frac{1986-993}{2484-698}=0.5$$

در رابطه (۵) Hmean: ارتفاع متوسط حوضه؛ Hmax: بیشترین ارتفاع حوضه و Hmin: کمترین ارتفاع حوضه است . بر اساس مححنی های هیپسومتریک ترسیم شده درصد بالایی از مساحت حوضه دارای توپوگرافی پیر و بالغ است.

شاخص سینوسیته جبهه کوهستان: (Smf)

شاخص سینوسیته جبهه کوهستان تعادل میان فرایندهای فرساینده که از طریق جریانات سطحی به بریدن و نامنظم کردن جبهه کوهستان گرایش دارند و همچنین نو زمین ساخت فعال و قائم که اغلب مطابق با گسلها و چین خوردگی‌هاست و گرایش به ایجاد جبهه کوهستانی مستقیم دارند، را نشان می‌دهد(Bull, 1984: 330). جبهه‌های کوهستانی که با فرسایش فعال همراه‌اند تقریباً شکلی مستقیم را بر روی نقشه‌های توپوگرافی و عکس‌های هوایی به نمایش می‌گذارند و درصورتی که حرکات تکتونیکی کم باشند، فرایندهای فرسایشی باعث ایجاد جبهه کوهستانی نامنظم و سینوسی شکل می‌شوند. عدد این شاخص در جبهه‌های کوهستانی با فعالیت تکتونیکی بالا به۱بسیار نزدیک بوده و کمتر از۱/۴ نشان‌دهنده یک جبهه کوهستانی فعال می‌باشد(Rakul,

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.12.8]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.235]

1986) . شاخص Smf برای ۵ زیرحوضه جبهه کوهستانی محاسبه شده و به۳ کلاس تقسیم بندی شد که مقدار آن در هر ۵ زیرحوضه کمتر از ۱/۴ می‌باشد و نشان دهنده فعالیت تکتونیکی بالا در آن‌هاست.
این شاخص به صورت رابطه(۶) تعریف می شود:

$$Smf=\frac{Lmf}{Ls}$$ رابطه(۶)

S : سینیوسیته جبهه کوهستان یا پیچ و خم سراشیبی تند کوهستان، Lmf: طول سراشیبی تند کوهستان در مرز بین کوهستان و کوهپایه ، Ls: طول خط مماس در امتداد سراشیبی تند کوهستان. شاخص سینوزیته جبهه کوهستان توازن میان نیروی فرسایش که سعی در ایجاد فرسایش سطوح کوهستانی دارد و نیروی تکتونیکی که باعث ایجاد جبهه‌های صاف در طول گسل می‌شود را نشان می‌دهد(ارفع نیا ، ۱۳۸۹). در جدول(۵) شاخص سینوسیته جبهه کوهستان از نظر فعالیت تکتونیکی برای ۵ زیرحوضه ذکر شده است.

جدول(۵). شاخص سینوسیته جبهه کوهستان(Smf)

زیرحوضه	LMF	LS	S	وضعیت تکتونیکی
زیرحوضه۱	۶	۴/۸	۱/۲۵	فعال
زیرحوضه۲	۶/۴۳	۴/۶	۱/۳۹	فعال
زیرحوضه۳	۳/۱۷	۲/۴۹	۱/۲۷	فعال
زیرحوضه۴	۱/۴۶	۱/۶۰	۱/۳۰	فعال
زیرحوضه۵	۳/۴۷	۲/۵	۱/۳	فعال

شاخص سینوسیته رودخانه:(S)

تغییرات سینوسی در یک سامانه رودخانه‌ای، به طور معمول ناشی از بالاآمدگی و فرونشست‌هایی است که در بستر روی می‌دهد. این شاخص به صورت رابطه(۷) تعریف می‌گردد:

$$S = C / V$$ رابطه(۷)

C : طول مسیر رود ؛ S: سینوزیته یا پیچ و خم رودخانه ؛ و V: طول مستقیم دره در رابطه(۷) می‌باشد. مقادیر بالای این شاخص گویای آن است که رودخانه های دارای پیچ و خم زیاد به تعادل رسیده‌اند در حالی که مقادیر کمتر این شاخص نشان دهنده‌ی رودخانه‌های با مسیر مستقیم می‌باشند که برای رسیدن به تعادل عمل حفر بستر را انجام می دهند .طبق محاسبات انجام گرفته میزان شاخص پیچ و خم رودخانه کمتر از ۱ است. جدول (۶) آبراهه‌های اصلی مربوط به هر زیرحوضه ۱ تا ۵ را نشان می‌دهد که نمایانگر فعالیت‌های نوزمین ساخت در منطقه می باشد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.12.8]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.235]

جدول(۶). شاخص سینوسی رودخانه

شماره	c	v	s	وضعیت تکتونیکی
زیرحوضه۱	۲۳/۲۳۴	۲۰/۷۲۵	۰/۸۹	فعال
زیرحوضه ۲	۱۰/۷۷	۵/۳۳	۰/۵۳	فعال
زیرحوضه۳	۸/۹۵	۹/۳۳	۰/۹۵	فعال
زیرحوضه ۴	۱۱/۶۲	۱۴/۹۹	۰/۷۷	فعال
زیرحوضه ۵	۳۳/۹۱	۲۹/۰۶	۰/۸۷	فعال

شاخص پهنای کف دره به ارتفاع آن: (VF)

در بین شاخص‌های مورفوتکتونیکی، شاخص VF بهترین شاخص برای ارزیابی تأثیرات فعالیت‌های تکتونیکی درشکل دره‌ها محسوب می‌شود. این شاخص نخستین بار در سال ۱۹۷۷ توسط بول و مک فادن[1] مورد استفاده قرار گرفت. از شاخص‌های مهم در ارزیابی فعالیت‌های نوزمین ساختی ، شاخص پهنای کف دره یا نسبت ارتفاع دره (VF) است. این شاخص با معادله رابطه(۸) بیان می‌گردد:

رابطه(۸)

$$E_{id}=\frac{2Vfw}{E_{id}-E_{sc}+E_{rd}-E_{sc}}$$

با استفاده از این شاخص می توان فهمید که رود در چه وضعیتی می باشد. ممکن است رود در حال حفر بسترش و یا به فرسایش کناری مشغول باشد و یا اقدام به توسعه بستر خود کند. مقادیر کمتر از ۶ در این شاخص نشان دهنده مناطق در حال بالا آمدن می باشد. در مناطق غیرفعال از نظر بالاآمدگی مقدار متوسط این شاخص معمولاً بالاتر از۷ است(ارفع نیا، ۱۳۸۹). به طور کلّی اگر پهنای کف دره کم و ارتفاع خط الرأس ها زیاد باشد، بیانگر تکتونیک فعال است. در جدول(۷) شاخص پهنای کف دره به ارتفاع آن در ۵ زیرحوضه مورد مطالعه ذکر شده است.

جدول(۷). شاخص پهنای کف دره به ارتفاع آن(VF)

شماره	Esc	Erd	Eld	Vfw	Vf	وضعیت تکتونیکی
زیرحوضه۱	۱۰۷۰	۱۶۶۴	۱۲۰۹	۸۹	۰ /۱۴	فعال
زیرحوضه ۲	۱۱۰۰	۱۲۶۰	۱۳۰۵	۶۵	۰/۱۷	فعال
زیرحوضه۳	۱۰۰۰	۱۲۰۰	۱۱۲۵	۳۷	۰/۲۲	فعال
زیرحوضه ۴	۱۰۰۰	۱۲۲۰	۱۲۸۰	۷۰	۰/۲	فعال
زیرحوضه ۵	۱۳۰۰	۱۴۳۶	۲۴۸۸	۷۲	۰/۰۵	فعال

[1] - Bull & Macfadden

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.12.8]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.235]

شاخص ارزیابی نسبی فعالیت های زمین ساختی: (Iat)

با استفاده از شاخص Iat می‌توان وضعیت نسبی فعالیت‌های زمین ساختی در منطقه را مشخص کرد. شاخص فعالیت نسبی زمین ساخت(Lat) از تقسیم مجموع کلاس‌های ژئومورلوژیک محاسبه شده (s) بر تعداد شاخص های محاسبه شده(N) به دست می‌آید. از ترکیب شاخص‌های مختلف، یک شاخص واحد (Iat) به عنوان معیار برآورد فعالیت تکتونیکی معرفی و نتایج حاصل از آن در زمینه طبقه‌بندی فعالیت‌های تکتونیکی به کار می‌رود. مقادیر به دست آمده این شاخص به ۴ کلاس به شرح زیر تقسیم می‌شود(Hamdouni, 2007).

کلاس (۱) فعالیت نوزمین‌ساختی بسیار بالا: (۱<lat>۱/۵)، کلاس (۲) فعالیت نوزمین‌ساختی بالا: (۱/۵<lat>۲)، کلاس (۳) فعالیت نوزمین‌ساختی متوسط: (۲<lat>۲/۵)، وکلاس (۴) فعالیت نوزمین‌ساختی پایین یا بدون تکتونیک: (lat>۲/۵).

تعداد ناهنجاری سلسله مراتبی: (Ha)

پارامتر Ha شامل حداقل آبراهه درجه ۱ است که به طور فرضی به شبکه زهکشی اضافه می‌شوند تا مسیر نظم سلسله مراتبی داشته باشد (Pirrotta & Guarnieri, 2008: 267).برای محاسبه این شاخص ابتدا تعداد آبراهه ها با درجه‌های مختلف درحوضه تعیین شدند بعد از اینکه تمام سیستم‌های زهکشی در مسیرهایی که ناهنجاری زهکشی دارند تعیین شدند؛ تعداد آبراهه‌ها در مسیر ناهنجاری زهکشی در ستون سمت چپ جدول شماره ۱ ضرب شد و از مجموع حاصلضرب تعداد آبراهه‌ها در مسیرهای ناهنجار (ستون سمت راست جدول ۱) در حداقل آبراهه‌های درجه ۱ برای منظّم کردن شبکه (ستون سمت چپ جدول ۱)، شاخص Ha محاسبه شد(بهرامی و همکاران، ۱۳۹۰: ۵۸).

شاخص ناهنجاری سلسله مراتبی: (Δa)

شاخص ناهنجاری سلسله مراتبی یکی از شاخص‌های مهم تعیین میزان نقش تکتونیک در ناهنجاری شبکه زهکشی است به طوری که هر چه میزان این شاخص در حوضه بیشتر باشد، نشان دهنده ناهنجاری بیشتر شبکه زهکشی یا تأثیر بیشتر تکتونیک بر سیستم آبراهه‌ای حوضه است. شاخص مذکور از تقسیم Ha بر تعداد واقعی آبراهه‌های درجه ۱ موجود در حوضه به دست می آید (Pirrotta & Guarnieri, 2008: 267).

همچنان که جدول (۸) نشان می‌دهد مقدار شاخص Ha در زیرحوضه‌های ۲ و ۳ بیشتر از سایر زیرحوضه‌ها می‌باشد. نتایج این شاخص نشان می‌دهد بالاترین ناهنجاری زهکشی مربوط به حوضه‌های شماره ۲و ۳ به دلیل حرکت تکتونیکی گسل کازرون می‌باشد که بر این دو حوضه اعمال شده است.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.12.8]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.235]

جدول(۸). شاخص ناهنجاری سلسله مراتبی (Δa)

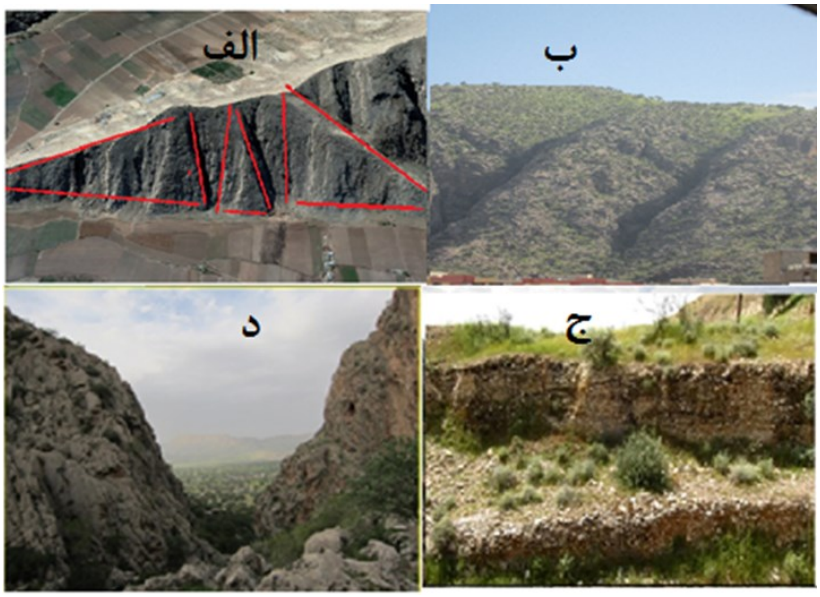
حوضه	زیرحوضه ۱ (Hai→j× Nsi→ j)	زیرحوضه۲ (Hai→j× Nsi→ j)	زیرحوضه۳ (Hai→j× Nsi→ j)	زیرحوضه۴ (Hai→j× Nsi→ j)	زیرحوضه۵ (Hai→j× Nsi→ j)
۳-۱	۱۵(۱)	۱۲(۱)	۳(۱)	۶(۱)	۲۱(۱)
۴-۱	۱۹(۳)	۰(۳)	۰(۳)	۴(۳)	۵(۱۲)
۵-۱	۱(۷)	۰(۷)	۰(۷)	۲(۷)	۰(۷)
۶-۱	۰(۱۵)	۲(۱۵)	۳(۱۵)	۰(۱۵)	۱۲(۱۵)
۴-۲	۱۱(۲)	۰(۲)	۰(۲)	۰(۲)	۰(۲)
۵-۲	۳(۶)	۰(۶)	۰(۶)	۰(۶)	۰(۶)
۶-۲	۰(۱۴)	۶(۱۴)	۱۲(۱۴)	۰(۱۴)	۰(۱۴)
۵-۳	۱(۴)	۰(۴)	۰(۴)	۰(۴)	۰(۴)
۶-۳	۰(۱۲)	۱(۱۲)	۲(۱۲)	۰(۱۲)	۰(۱۲)
۶-۴	۰(۸)	۰(۸)	۰(۸)	۰(۸)	۰(۸)
Ha	۱۲۳	۱۳۸	۲۴۰	۳۲	۲۶۱
Δa	۱۲۳/۲۲۱ =۰/۵۵	۱۳۸/ ۵۰ =۲/۷	۲۴۰/۵۰ =۴/۷	۳۲/ ۲۱ =۱/۵	۲۶۱/۱۳۰ = ۲

شواهد ژئومورفولوژیکی حاصل از تکتونیک فعال

با مطالعه و بررسی لندفرم‌ها و سیستم شبکه‌های زهکشی و با مدنظر قراردادن زمین‌ساخت و لیتولوژی می‌توان عملکرد نو زمین‌ساخت فعال را در هر منطقه مورد ارزیابی قراردارد. لندفرمهایی همچون سطوح مثلثی شکل، که به صورت مثلث‌های پشت سرهم و به عنوان قدیمی‌تر و جوان‌تر شناخته می‌شوند و شکل‌های مثلثی جوان‌تر به جبهه کوهستان نزدیکتر هستند. این شاخص یکی از شاخص‌های تعیین‌کننده فعالیت تکتونیکی نسبی جبه کوهستان می‌باشد. در محل تلاقی کوهپایه با دشت، رسوبات در محل خط گسل بریده می‌شوند که به صورت اشکال مثلثی مشاهده می‌شود. به نظر ولز[1] و همکاران(۹۰۱ : ۱۲۸۸)، سطوح مثلثی در جبهه کوهستان‌های گسلی بین دو آبراهه شکل می‌گیرند که دارای شکل مثلثی و در مواردی چند ضلعی می‌باشند. جبهه‌های کوهستانی با تکتونیک شدیدتر، دارای سطوح مثلثی بزرگ‌تر و پر شیب‌تر و دارای قاعده طولانی‌تری هستند، در حالی که جبهه‌های کوهستانی با تکتونیک ضعیف‌تر، به علت تأثیر فرسایش بیشتر آبراهه‌ها، دارای سطوح مثلثی کمتر و با قاعده‌های کوچک‌تر هستند شکل (۴، الف). دره‌های V شکل که دلیل ایجاد آنها فعالیت‌های تکتونیکی و یا فرسایش آبی می‌باشد. فراخاست تکتونیکی موجب می‌شود قسمتی از پوسته بالا بیاید که در نتیجه آن فلات‌ها و کوهستان‌ها ایجاد می‌شوند و نشان دهنده دخالت حرکات زمین‌ساخت و تغییرات استاتیک است که باعث افزایش اختلاف بین سرچشمه و سطح پایه و افزایش میانگین شیب بستر می‌گردد؛ در نتیجه قدرت اولیه آب افزایش یافته و دوره جدیدی آغاز می‌شود شکل (۴، ب و د). پادگانه‌های مطبق و شکل‌گیری پادگانه جدید در دشت سیلابی و دیواره‌های قائم مسلط بر بستر رودخانه نشان‌دهنده فعال بودن حرکات نو زمین‌ساختی و تأثیرپذیری سیستم زهکشی منطقه از این حرکات می‌باشد شکل(۴، ج).

1 - Wolz

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.12.8]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.235]



شکل(۴). شواهد ژئومورفولوژیکی حاصل از تکتونیک فعال

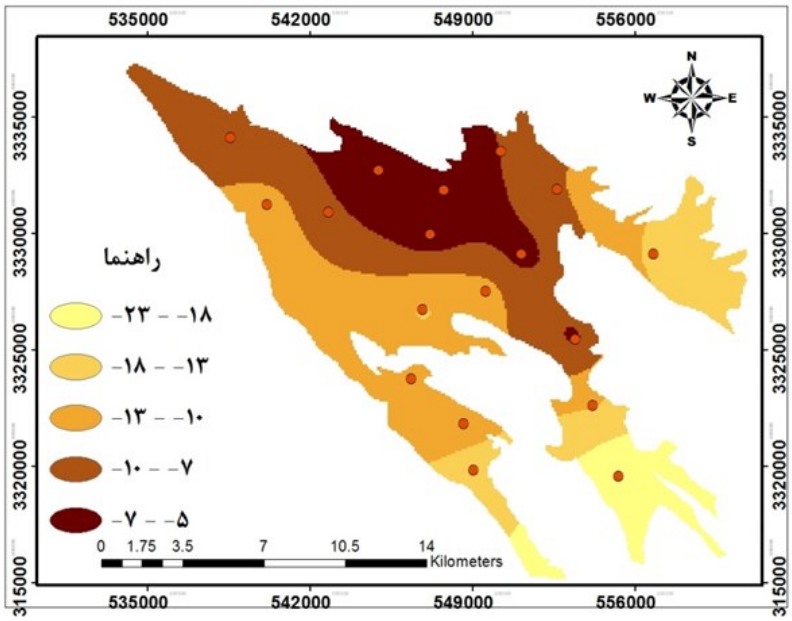
تکتونیک و منابع آب زیرزمینی

دشت نورآباد از جمله وسیعترین دشت‌های استان فارس می‌باشد. این منطقه با داشتن خاک حاصلخیز و مرغوب و به علّت وجود منابع آبی همچون رودها، چشمه‌ها و منابع آب زیرزمینی غنی یکی از مهمترین مناطق کشاورزی در جنوب غرب کشور محسوب می‌شود(فعالیت کشاورزی شامل زراعت و باغداری است)؛ و از این نظر دارای موقعیت ممتازی در منطقه است. فعالیت‌های زراعی در منطقه به دو صورت آبی و دیم انجام می‌گیرد و بیشتر غلات است. وجود منابع آب در منطقه از دیرباز مورد توجه بوده و باعث ایجاد زمینه استقرار گروه‌های انسانی در مجاورت رودها و چشمه‌ها شده است. از طرفی تنوع پوشش گیاهی و فراهم آمدن زمینه مناسب برای فعالیت کشاورزی و صنعتی و... که تأثیر مهمی بر اشتغال در منطقه داشته است، نیز از تأثیرات مثبت منابع آب در این دشت می‌باشد. رودخانه آب مروارید مهم‌ترین جریان سطحی منطقه است که یک رودخانه فصلی می‌باشد. این رودخانه بیشتر در محدوده دشتی بوده و از نظرکشاورزی حایز اهمیت خاصی است. اما، در زمینه بهره برداری مطلوب از آب این رودخانه محدودیت‌ها و موانعی وجود دارد و برداشت از منابع آب زیرزمینی به مراتب افزایش یافته است که این برداشت‌ها عوارض بسیار زیادی را در حوضه آبریز به وجود آورده است.

به منظور بررسی نوسانات سطح آب زیرزمینی دشت نورآباد طی سال‌های آماری ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۸ مشخص گردید که سطح آب زیرزمینی در کل دشت افت داشته؛ ولی این افت در جنوب دشت با ۲۶ متر تفاوت کاملا محسوسی را نشان داده است. با توجه به وضعیت زمین‌شناسی و اطلاعات حاصل از لوگ چاه‌های اکتشافی، بافت رسوبات در حاشیه‌های شمالی و مرکزی مخلوطی از سیلت، رس و ماسه می‌باشد. به علت ضخامت

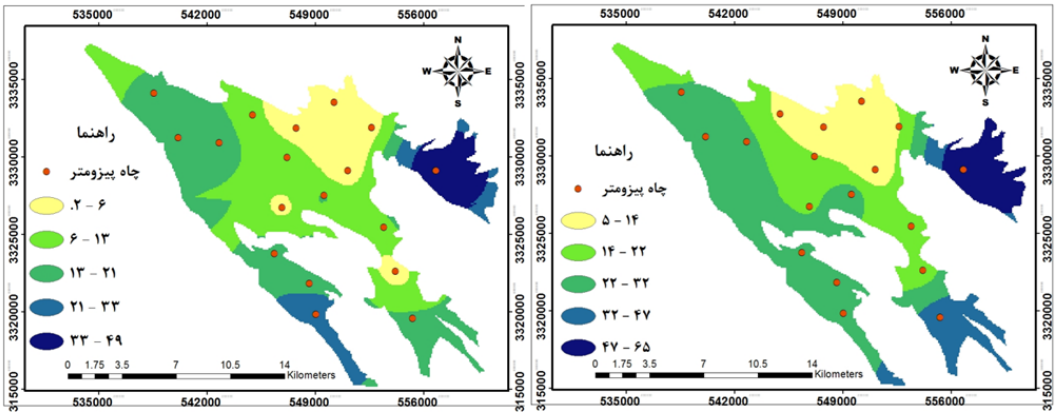
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.12.8]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.235]

متفاوت رسوبات در دشت، میزان آبدهی چاه‌ها نیز با هم متفاوت می‌باشد. شکل (۵) نقشه هم‌افت آب زیرزمینی آبخوان دشت نورآباد را در سال ۱۳۸۲تا سال ۱۳۸۸ نشان می‌دهد.



شکل(۵). نقشه هم افت آب زیرزمینی در سال۸۸-۸۲

در شکل (۶ الف، ب) کمترین عمق آب مربوط به سال ۸۲ و بیشترین عمق آب مربوط به سال ۸۸ می‌باشد. با بررسی نقشه‌های سطح آب زیرزمینی ملاحظه می‌شود کمترین عمق برخورد سطح آب زیرزمینی مربوط به بخش شرقی محدوده مورد مطالعه می‌باشد که میزان آن کمتر از ۰/۲ متر است و بیشترین عمق برخورد سطح آب زیرزمینی مربوط به بخش جنوبی آبخوان نورآباد می‌باشد که میزان آن به ۶۵ متر می‌رسد. در واقع در جنوب دشت که گسل سراسری کازرون از آن عبور می‌کند میزان افت به مراتب از مناطق دیگر بیشتر قابل رویت است.



شکل(۶) . الف: نقشه هم عمق آب زیرزمینی در سال ۱۳۸۸ ب: نقشه هم عمق آب زیرزمینی درسال ۱۳۸۲

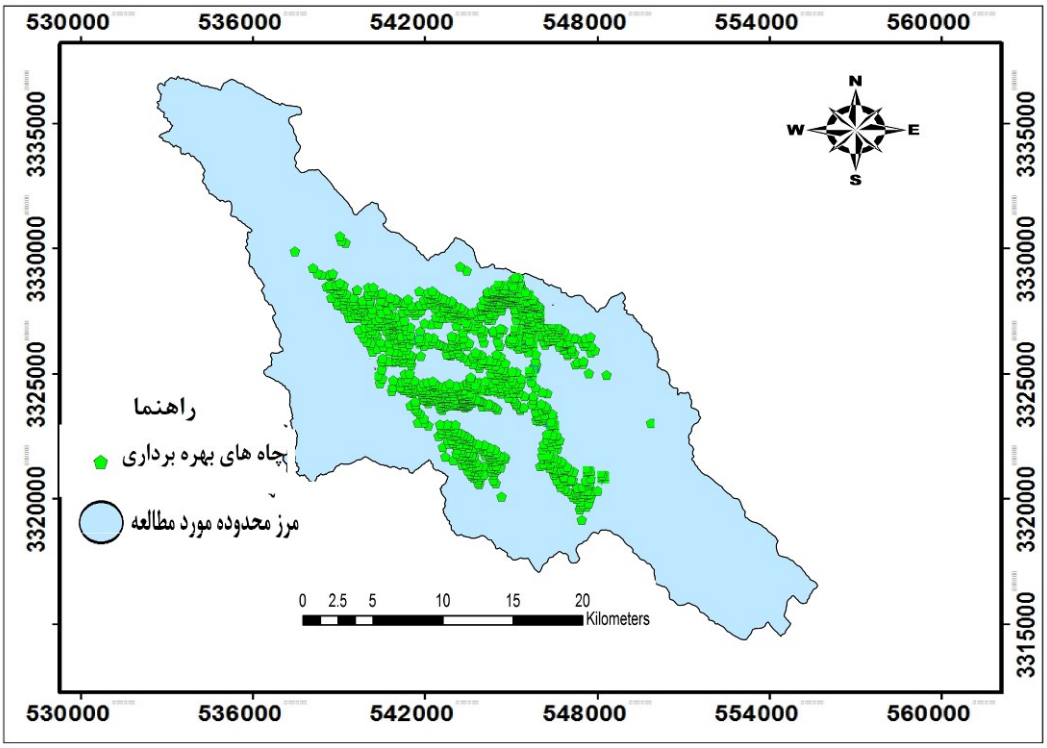
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.12.8]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.235]

با توجه به جدول(۱۰) بررسی‌های انجام شده در بازه زمانی ۹۱-۸۱ نشان می‌دهد که میزان بارش در سال ۸۲ نسبت به سال ۸۸ از ۶۸۰ میلیمتر به ۳۷۰ میلیمتر کاهش یافته است و به تبع آن تعداد چاه‌ها از ۹۰۶ به ۱۱۲۳ حلقه افزایش یافته است. همچنین میزان برداشت از سطح چاه‌ها از۵۹۳۰۳۰۵۹ به ۱۰۰۴۴۰۰ میلیون متر مکعب بر ساعت کاهش و میزان متوسط عمق چاه‌ها از ۲۵ به ۳۵ متر افزایش یافته است که این شواهد نشان می‌دهد در محدوده آبخوان علاوه بر نقش تکتونیک در بازه طولانی مدت، نقش فعالیت‌های انسانی و خشکسالی‌ها هم می‌توانند جزء عوامل موثر در افت آب زیرزمینی و توسعه ژئودوالیتی در سطح دشت به شمار آیند. شکل (۷) موقعیت چاه‌های بهره‌برداری در سطح حوضه موردمطالعه را نشان می‌دهد.

جدول(۱۰). بررسی وضعیت منابع آبی در سال‌های ۸۲ و ۸۹

ردیف	سال آبی	تعداد چاه ها	میزان برداشت (میلیون متر مکعب)	میانگین عمق آب زیرزمینیm	بارندگی mm
۱	۸۳-۸۲	۹۰۶	۵۹۳۰۳۰۵۹	۲۵	۶۸۰
۲	۸۸- ۸۹	۱۱۲۳	۱۰۰۴۴۰۰	۳۵	۳۷۰

منبع: سازمان آب منطقه ای استان فارس



شکل(۷). موقعیت چاه‌های بهره برداری محدوده مورد مطالعه

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.12.8]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.235]

نتیجه گیری

با بررسی و محاسبه شاخص‌های تکتونیک و منابع آب زیرزمینی در محدوده به این نتیجه رسیدیم که تکتونیک فعال و برداشت‌های بی حد و حصر انسان برای فعالیت‌های کشاورزی، کشت محصولات آب‌بر بخصوص برنج و صیفی جات، فعالیت‌های صنعتی و همچنین خشکسالی‌های اخیر به دلیل کاهش میزان بارندگی و نیاز روزافزون به آب شرب از عوامل مؤثر در افت سطح آب زیرزمینی در محدوده مورد مطالعه می‌باشد و تمام این عوامل تأییدی بر توسعه نظریه ژئودوالیتی است که سبب گسترش بالاآمدگی ها و فرونشست در سطح حوضه می‌شود. با تلفیق نتایج مربوط به تکتونیک منطقه و میزان افت سطح آب زیرزمینی مشاهده می‌شود در بخش‌های جنوبی حوضه که میزان افت بیشتر است میزان فعالیت شاخص‌های تکتونیکی نیز بیشتر است به طوری که سبب شده میزان آب زیرزمینی طی ۱۲ سال حدود ۲۶ متر کاهش یابد، همچنین در بخش‌هایی از منطقه که تکتونیک فعال است(بخش شرقی و جنوب حوضه)، افت سطح ایستابی نیز بیشتر است. از آن‌جایی که فعالیت‌های تکتونیکی سبب بروز عوارضی چون گسل می‌شوند و گسل‌های موجود در مناطق کارستیک باعث انتقال آب زیرزمینی و کاهش زمان ماندگاری آب در منطقه می‌شوند؛ روند افت سطح آب و کاهش حجم سفره را به همراه دارد. اگر نیاز روزافزون جمعیت منطقه به آب‌های زیرزمینی در نظر گرفته شود، ارقام مربوط به میزان افت سطح آب نشان‌دهنده بحرانی بودن حوضه از نظر استفاده از این آبهاست. با توجه به نقش عامل انسانی در کاهش میزان افت آب زیرزمینی آشکار است که از سال ۸۳ نسبت به ۸۸، میزان حفر چاه‌ها به مراتب افزایش یافته است که این امر بیانگر روند مخاطره‌آمیز از بین رفتن این منبع با ارزش در حوضه و محدودیت در توسعه‌ی بهره برداری از آب‌های زیرزمینی در منطقه می‌باشد؛ که در شرایط کنونی لزوم مدیریت صحیح بر این منابع ارزشمند احساس می‌شود. لذا، کنترل و اصلاح میزان پمپاژ آب و استفاده بهینه از منابع آبی ضروری است. همچنین به منظور تقویت آبخوان می‌توان از طرح‌های تغذیه مصنوعی در مناطق اولویت‌دار استفاده نمود و یا اقدامات عملی به منظور جلوگیری از تشدید پدیده فرو نشست زمین به اجرا گذاشت.

منابع

ارفع نیا، رامین .(۱۳۸۹). **تکتونیک فعال در منطقه اقلید، کاربرد مدل رقومی سرزمینی. (DTM) در مورفوتکتونیک**، فصلنامه زمین شناسی کاربردی، **۶ (۴)**: ۲۴۵-۲۶۵.

اکرامی، محمد؛ احتصاصی، محمدرضا؛ ملکی نژاد، حسین.(۱۳۹۲). **آثار و پیامدهای خشکسالی اقلیمی بر تأخیر زمانی و تغییر رژیم آبدهی قنوات و چشمه‌ها(مطالعه موردی: دشت یزد- اردکان)**، تحقیقات منابع آب ایران، **۹(۲)**: ۴۰-۲۷.

امامی، فهیمه.(۱۳۹۳). **بررسی نقش تکتونیک در شکل گیری و تحول مخروطه افکنه‌های کوه پرآو در استان کرمانشاه**، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

باقری‌نژاد، اسماعیل.(۱۳۹۰). **شبیه‌سازی جریان آب زیرزمینی با استفاده از مدل عددی در محیطGIS. پایان‌نامه کارشناسی ارشد سنجش ازدور**، دانشگاه شهید بهشتی.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.12.8]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.235]

بهرامی، شهرام؛ مقصودی، مهران؛ بهرامی، کاظم.(۱۳۹۰). **بررسی نقش تکتونیک در ناهنجاری مورفومتری شبکه‌ی زهکشی در چهار حوضه‌ی آبخیز در زاگرس**، پژوهش های جغرافیای طبیعی،**۴۳ (۷۶)**: ۷۰-۵۱.

پورخسروانی محسن؛ رامشت، محمدحسین؛ المدرسی، سیدعلی.(۱۳۹۱). **دوالیتی در ژئومورفولوژی**، پایان نامه دکترای تخصصی، دانشگاه اصفهان. دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه ریزی.

رنجبرمنش، نسرین؛ انتظاری، مژگان؛ رامشت، محمدحسین.(۱۳۹۲). **بحرانِ ناشی از افت سطح آب زیرزمینی در اثر فعالیت تکتونیکی در دشت ماهیدشت**، دو فصلنامه علمی پژوهشی ژئومورفولوژی کاربردی ایران، **۱ (۲)**: ۱-۱۸.

زنگنه اسدی، محمدعلی؛ شفیعی، نجمه.(۱۳۹۶). **بررسی همزمانی خشکسالی و افت آب زیرزمینی دشت نورآباد ممسنی با استفاده ازGIS**. دومین همایش هیدرولوژی ایران، ۱۵-۱.

شکیبا، علیرضا؛ میرباقری، بابک؛ خیری، افسانه.(۱۳۸۹). **خشکسالی و تأثیر آن بر منابع آب زیرزمینی در شرق استان کرمانشاه با استفاده از شاخص SPI**، انجمن جغرافیای ایران، **۸ (۲۵)**: ۱۲۴-۱۰۵.

صالحی اسفندارانی، رضا؛ غفوری، محمد؛ لشکری پور، غلامرضا؛ دهقانی، مریم.(۱۳۸۹). **بررسی فرونشست دشت مهیار جنوبی و تأثیر شکاف های ناشی از آن بر زمین های کشاورزی**، هفتمین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران ،دانشگاه صنعتی شاهرود.

علی آبادی، کاظم؛ زنگنه اسدی، محمدعلی؛ شایان یگانه، علی اکبر؛ جمال آبادی، جواد؛ حمیدیان، علیرضا.(۱۳۹۳). **بررسی نقش زمین ساخت فعال و خطواره‌های تکتونیکی در پیدایش سفره‌های آب زیرزمینی دشت سبزوار با استفاده از GIS و RS**، دو فصلنامه ژئومورفولوژی کاربردی ایران، **۲ (۴)**: ۳۰-۱۶.

علیزاده، امین. (۱۳۸۹).**اصول هیدولوژی کاربردی**، انتشارات آستان قدس رضوی.

مقصودی، مهران؛ عمادالدین، سمیه.(۱۳۹۰). **تحلیل شواهد مورفوتکتونیکی گسل درونه در محدوده‌ی حوضه‌ی آبریز ششطراز و مخروط افکنه‌ی پایین دست آن**، جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، ۹ (۱۶): ۱۲۴- ۱۰۷.

مقصودی، مهران؛ کامرانی دلیر، حمید.(۱۳۸۷). **ارزیابی نقش تکتونیک فعال در تنظیم کانال رودخانه‌ها (مطالعه موردی: رودخانه تجن)**، پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی، **۴۰ (۶۶)**: ۵۵-۳۷.

نگارش، حسین؛ شفیعی، نجمه؛ درانی نژاد، محمدصادق.(۱۳۹۳). **بررسی هیدروژئومورفولوژی حوضه آبریز دشت نورآباد ممسنی و تاثیر آن بر منابع آب منطقه**، فصلنامه هیدروژئومورفولوژی، **۲ (۶)**: ۸۰-۶۵.

Bull W. B, L.D. MacFadden L.D. 1977. **Tectonic geomorphology north and south of the Garlock Fault, California**. In: Doehring, D. O. (Ed.). Geomorphology in Arid Regions, Proceedings of Eighth Annual Geomorphology Symposium, State University of New York, Binghamton: 115–138.

Bull W.B. 1984. **Tectonic Geomorphology**. Journal of Geological Education, **32**, 310-342.

Guarnieri P, Pirrotta C. 2008. **The Response of Drainage Basins to the Late Quaternary Tectonics in the Sicilian Side of the Messina Strait (NE Sicily)**. Geomorphology, **95**, 260–273.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.12.8]
[DOI: 10.29252/jgs.19.52.235]

Hamdouni R.El, Iriggaray C, Fernandez T, Chacon J, Keller E.A. 2008. **Assessment of relative active tectonics, southwest border of the Sierra Nevada (Southern Spain).** Geomorphology. **96**, 150-173.

Keller E. A, Pinter N. 2002**. Active Tectonics–Earthquakes, Uplift, and Landscape (2nd edition)**. Prentice Hall. London. 362 pp.

Pike R.J, Wilson S.E. 1971. **Elevation-relief ratio, hypsometric integral and geomorphic area- altitude analysis**. Geological Society of America Bulletin, **82**, 1079-1084.

Randel T. 1994. **Analysis of drainage- basin symmetry as arpin techniques to areas of possible Qaternery tilt-block tectonice: An examble from the Mississippi Embayment.** Geological society. **106**, 571-581.

Rockwell T.K, Keller E, Johnson D.L. 1985. **Tectonic geomorphology of alluvial fans and mountion fronts near Ventura**. California. In: Morisawa, M. (Ed)Shtober Zisu N, Greenbaum N, Inbar M, Flexer A. 2007. **Morphometricandgeomorphicapproaches for assessment of tectonic activity** DeadSeaRift (Israel). Geomorphology, **102**, 93-104.

Zovoili E, Konstantinidi E, Koukouvelas I.K. 2004**. Tectonic Geomorphology of escarpments: the case of Komotades and anchialos faults**. Bulletin of the Geological society of Greece vol. XXXVI. Proceedings of the 10th International congress. Thessaloniki. April 2004.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.12.8]

[DOI: 10.29252/jgs.19.52.235]