نقش زیرحوضه‌های درجهٔ سوم در تمرکز کانی‌های سنگین در بخش شمال غربی حوضهٔ دز منطقه بروجرد

دکتر رضا زارعی سهامیه: گروه زمین شناسی دانشگاه لرستان
Zareisah@yahoo.com
مهندس بیژن یوسفی یگانه: گروه زمین شناسی دانشگاه لرستان
Bizhan_Yousefi yeganeh@yahoo.com

تاریخ: دریافت ۸۲/۱/۱۶ پذیرش ۸۲/۱۱/۵

چکیده

در تقسیم‌بندی محیط‌های قاره‌ای محیط‌های رودخانه‌ای از جایگاه ویژه‌ای برخوردار هستند؛ زیرا وظیفه انتقال مواد رسوبی را از سطح قاره‌ها بر عهده دارند. مطالعهٔ کمی این محیط‌ها با نگرش برحوضهٔ زهکشی آن‌ها صورت می‌گیرد (پیتز و فوستر ۱۹۸۵). مطالعهٔ حاضر نیز بر اساس چنین نگرشی و با عنایت خاص به تأثیر زیرحوضه‌ها برتجمع کانی‌های سنگین صورت گرفته است حوضهٔ مورد نظر بخش شمال غربی حوضهٔ قارچی شکل دز است که بین دومنطقهٔ زمین‌شناسی متفاوت یعنی زاگرس خرد شده و سنندج – سیرجان قرار دارد. دشت بروجرد– دورود نیز حد فاصل این دو زون را پوشش داده است. روش رتبه‌بندی «استرالر(۱۹۵۲)» در این بررسی بکار گرفته شده است و بنا به دلایل ذکر شده در متن مقاله زیرحوضه‌های درجه سوم جهت تعیین تمرکز کانی‌های سنگین انتخاب شده‌اند. رتبهٔ حوضهٔ اصلی در محدوده مورد بررسی از درجهٔ ششم است که نسبتاً رتبهٔ بالایی به شمار می‌رود. نیز آنومالی‌های زهکشی حداقل به تعداد ٤ نمونه در این مساحت دیده می‌شود که روی سه نمونه آن‌ها گسل‌ها و روی یک نمونه لیتولوژی منطقه مؤثر است. از سوی دیگر گسل‌ها در توسعه و تکوین زیرحوضه‌های درجهٔ سوم بسیار مؤثرند. بالا بودن رتبهٔ حوضه و فراوانی زیرحوضه‌های درجه کم در بخش‌های مرتفع سبب شده است که حوضه از بلوغ خوبی برخوردار باشد به‌طوری که تعداد رتبه‌های بالا حدود ۰/۲۵ رتبه‌های پایین است. کانی‌های سنگین عمده در زیرحوضه‌ها آندالوزیت و کیانیت است که اغلب به بخش

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22286837.1382.1.2.3.6]

سنندج – سیرجان حوضه و نیز در رابطه با عدد تراکم زیرحوضه‌های درجهٔ سوم هستند . زهکشی اصلی حوضه درجه ششم از نوع زهکش نوع اول(consequent) معرفی شده است.

واژه‌های کلیدی: زیرحوضه درجهٔسوم، کانی سنگین، حوضه دز، زهکشی نوع اول(consequent)

مقدمه

در ایران به دلیل وجود اقلیم خشک و نیمه خشک و حفاظت نامناسب از منابع خاک اغلب با افزایش رتبهٔ زیرحوضه‌ها در مساحتی اندک روبرو هستیم که منجر به فرسایش حوضه‌های آبریز و سیل‌های مخرب فصلی است. حوضه آبریز رودخانه دز از نقطه نظر ژئومورفولوژی، حوضه‌ای قارچی شکل است و در نقشه هیدروگرافی آن دو زیرحوضهٔ گلرود(در بخش شمال غربی) و تیره (در بخش شمال شرقی) دیده می‌شوند. رودخانه‌های منتسب به این زیرحوضه‌ها که به همان نام خوانده می‌شوند در جنوب شهر درود در تنگ سزار به هم می‌رسند و رودخانه سزار را تشکیل می‌دهند. سزار در جنوب ایران دز خوانده می‌شود. مساحت زیرحوضهٔ گلرود ۱:۱٦ حوضهٔ دز است و بین دو منطقهٔ زمین‌شناسی متفاوت یعنی زون سنندج – سیرجان و زاگرس مرتفع یا خرد شده واقع است. بی‌نظیری زهکشی در زاگرس ایران به قدری جالب و پر اهمیت است که بسیاری از تئوری‌های زهکشی را که اغلب از آپالاش منشأ گرفته‌اند با تردید مواجه می‌سازد مثلاً وجود تنگه‌های بسیارعمیق (Gorge) و یا بریده شدن۳ :۱ انتهایی دماغهٔ تاقدیس‌ها نمونه‌ای ازناهنجاری‌های زهکشی آن به‌حساب می‌آیند(Oberlander,1965) علی‌رغم وجود سیستم‌های رتبه‌بندی نظیر(Horton,1945) و(Strahler,1952) و (Scheidegger,1965) و (Woldenbergi,1966) برای تجزیه و تحلیل عددی حوضهٔ آبریز به دلیل کمبود پوشش گیاهی در حوضهٔ و نیز عدم امتداد خطوط زهکشی بزرگ به دلیل گسل خوردگی از روش پیشنهادی «استرالر(۱۹۵۲)» استفاده کرده‌ایم نیز در این زمینه نقشه‌های توپوگرافی به مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ مد نظر قرار گرفته‌اند. بر این اساس در مساحت مطالعه شده از حوضه یک حوضه درجهٔ ششم، سه زیرحوضهٔ درجه پنجم، یازده زیرحوضهٔ درجه چهارم، چهل و یک زیرحوضهٔ درجه سوم صد و پنجاه زیرحوضهٔ درجه دوم و هشتصد و سی زیرحوضهٔ درجه اول تعیین کرده‌ایم. با توجه به استقرار زیرحوضه‌های درجه سوم بر روی

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22286837.1382.1.2.3.6]

سازندهایی که حوضهٔ اصلی درجهٔ ششم را پوشش می‌دهند و فراوانی آن‌ها نسبت به زیرحوضه‌های درجهٔ چهارم و با توجه به نسبت تبدیل ۳ :۷ از زیرحوضهٔ سه به چهار که بنا به نظر «هورتون(۱۹٤٥)» معرف بلوغ زیرحوضه‌ها است، انواع درجهٔ سوم بررسی تمرکز کانی‌های سنگین انتخاب شده‌اند از سوی دیگر در زون زاگرس خردشده یا مرتفع این زیرحوضه‌ها توزیعی ناهنجار نشان می‌دهند که علت اصلی آن وجود گسل خوردگی فراوان است به همین دلیل از آزمون همبستگی رتبه‌ای اسپرمن(spearman rank correlation ratio) که مستقل از تابع توزیع چگالی است برای تعیین رابطه بین طول آبراهه درجهٔ سوم و مساحت آنها استفاده کرده‌ایم. نمونه‌های رسوبی گرفته شده از زیرحوضه‌های درجهٔ سوم برای آزمون کانی سنگین بر حسب گرم در تن استفاده شده‌اند که براساس نتایج آن‌ها عمده‌ترین کانیهای سنگین در زیرحوضه‌ها کیانیت و آندالوزیت هستند.

موقعیت جغرافیائی وزمین شناسی حوضه آبریز گلرود

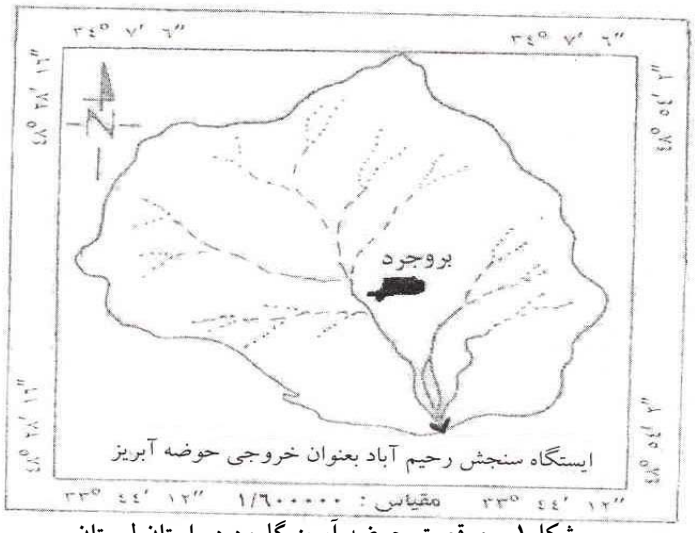
حوضه آبریز تا ایستگاه رحیم‌آباد در ۱۲ کیلومتری جنوب شرق بروجرد دارای مختصات جغرافیایی زیر است:

″۱۲ ′٤٤ °۳۳ تا″٦ ′٥ °۳٤ عرض شمالی و″١٦ ′٢٨ °٤٨ تا ″٢ ′٥٤ °٤٨ طول شرقی.

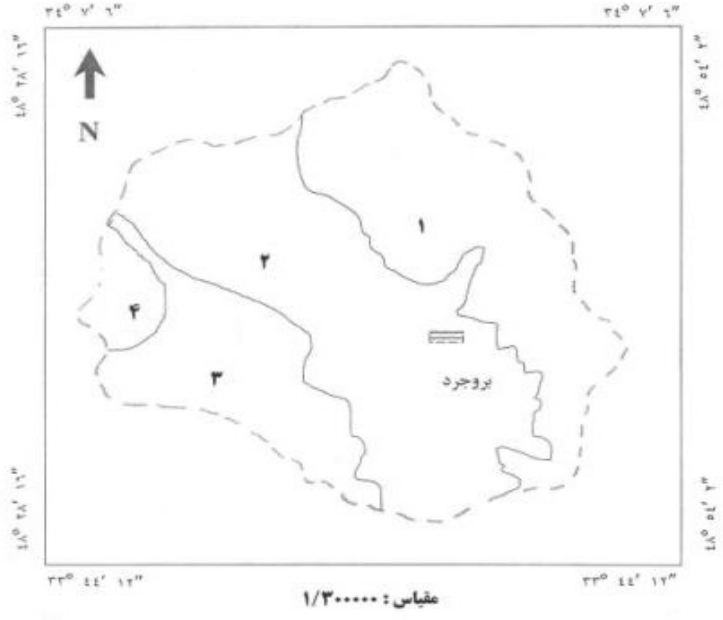
این حوضه حد فاصل دو زون زمین شناسی زاگرس مرتفع (بخش جنوب و جنوب غرب حوضه) وسنندج - سیرجان (بخش شمال و شمال شرقی) حوضه را در بر می‌گیرد و از نظر ژئومورفولوژی سه قسمت ارتفاعات کربناته زاگرس مرتفع، توپوگرافی ملایم حاصل از توده‌های نفوذی و دشت سیلاخور را می توان در آن تعیین کرد(شکل ۱ و۲).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22286837.1382.1.2.3.6]



شکل۱- موقعیت حوضه آبریز گلرود در استان لرستان



راهنما

۱ : زون سنندج – سیرجان **۳ : زون زاگرس خرد شده**

۲ : دشت بروجرد – دورود **٤ : کوه گرین حد حوضه درجه ششم**

شکل۲- موقعیت کلی مناطق سنندج- سیرجان، زاگرس مرتفع ودشت سیلاخور درحوضه آبریز گلرود .

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.22286837.1382.1.2.3.6]

هر چند که زمین‌شناسی حوضهٔ آبریز، هدف این بررسی نبوده است، اما بنا بر عرف بررسی‌های زهکشی وبرای تطبیق موقعیت حوضه وزیرحوضه‌های مربوط به لیتولوژی سازندها خلاصه‌ای به شرح زیر بر اساس نقشه‌های زمین‌شناسی ۱/۱ ۰۰۰۰۰ بروجرد ارائه می‌گردد .

با توجه به شکل۲ در راستای شمال و شمال شرقی حوضه، بخش سنندج – سیرجان حوضه قرار دارد که محدوده آن در حوضهٔ با عدد ۱ مشخص شده است. در این بخش از قدیم به جدید واحدهای زیر قابل ذکر هستند.

الف – واحد آهکی کریستالی پرمین که در نمونهٔ دستی سنگهای آن رنگی خاکستری مایل به زرد را نشان می‌دهند.

ب ـ واحد آهکی کریستالی تریاس که در مجموعه دگرگونی پس از واحد قبلی قرار دارد و نسبت به آن از توسعه بیش‌تری در حوضه بر خوردار است و نیز رنگ روشن تری را به خود اختصاص می‌دهد در برخی از قسمت‌ها لایه هایی از اسلیت تیره رنگ هم دیده می‌شود.

ج- اسلیت‌های سیاه رنگ ژوراسیک، این واحد دگرگونی از نظر ژئومورفولوژی در بخش‌های کم ارتفاع حوضه دیده می‌شود و در امتداد شمال غربی– جنوب شرقی حوضهٔ کاملاً رخنمون دارند شباهت بسیار زیادی به اسلیت‌های همدان داشته و احتمالاً دنباله آن‌ها به حساب میآیند .

د- گرانیت و گرانو دیوریت برو جرد، در بخش‌های مرتفع حوضه و در امتدادی به موازات اسلیت‌های ژوراسیک نفوذی‌هایی از گرانیت و گرانودیوریت دیده می‌شود که اغلب به صورت استوک‌هایی تظاهر می‌کنند در اطراف آنها آثاری از دگرگونی مجاورتی به صورت هورنفلس و شیست‌های حرارت بالا دیده می‌شود. در این گرانیت‌ها آثاری از خرد شدگی و یا تغییر شکل که معرف عملکرد فاز تکتونیکی باشد دیده نمی‌شود. با توجه به نزدیکی گرانیت‌ها ی بروجرد به الوند همدان سن کرتاسه پسین – پالئوسن برای آن‌ها در نظر گرفته شده است(درویش‌زاده، ۱۳۷۱).

بعد از واحدهای دگرگونی که بخش شمال و شمال شرقی حوضه را پوشش داده‌اند نهشته‌های کواترنری دیده می‌شود که در شکل۲ محدودهٔ گسترش آن‌ها را با عدد۲ نشان

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22286837.1382.1.2.3.6]

داده‌ایم. این نهشته‌ها بخشی از دشت بروجرد – درود یا دشت سیلاخور را در حوضه تشکیل داده‌اند و در پایین دست حوضه با کاهش تدریجی شیب حوضه بر وسعت نهشته‌های آبرفتی اضافه می‌شود. این رسوبات اغلب منشأ واریزه‌ای و رودخانه‌ای دارند و بیش‌تر درحد ماسه درشت و گراول هستند. سازندهای بخش سوم از شکل۲ در زون زاگرس مرتفع یا خرد شده قرار گرفته‌اند و از قدیم به جدید به قرار زیر هستند:

الف – سازند دالان: این سازند از نظر لیتولوژی آهکی دولومیتی و سن آن پرمین است. رنگ آن خاکستری و در سطح لایه‌های آن ماکرو فسیل‌هایی نظیرگاسترو پود، براکیو پود، کورال وآلگ دیده می‌شود. در اکثر قسمتها به شدت خرد شده و آثار انحلالی در آن دیده می‌شود. در بخش جنوب غربی حوضه در ارتفاع کم قابل رویت است.

ب- سازند خانه کت: سن این سازند کربناته تریاس است و با مرز گسلی روی سازند دالان قرار گرفته است. از طریق تغییر رنگ و رخساره نسبت به دالان قابل تفکیک است و دارای عضوهای دولومیتی است. با توجه به وجود دو کفه‌ای پزوئید ومونتیس اوواتا سن تریاس برای آن تعیین شده است.

ج-سازند سورمه: سن این سازند ژوراسیک و با مرز گسلی روی خانه کت قرار می‌گیرد در ارتفاع بیشتری نسبت به سازندهای قبلی قرار دارد و در قاعده با آهک دولومیتی شروع شده که به دنبال آن آهک‌های دولومیتی خاکستری با لایه بندی منظم دیده می‌شود و به سمت بالای سازند لایه‌بندی از ضخامت بیش‌تری برخوردار می‌شود.

د- کرتاسه: در کوه‌های میش پرور در غرب بروجرد کرتاسه از دو بخش زیرین و بالایی تشکیل شده است رخساره بخش زیرین آهک خاکستری با میان لایه‌هایی از آهک ماسه‌ای است که به صورت هم شیب روی سورمه قرار می‌گیرد و در نزدیکی روستای کولیدر و نایی دیده می‌شود. کرتاسه بالایی نسبت به واحد قبلی رنگ روشن‌تر دارد و از انتظام بیشتری در لایه‌بندی برخوردار است. در بخش‌هایی که کاملًا تکتونیزه شده‌اند تفکیک این دو تنها از طریق میکروفسیل امکان‌پذیر است.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22286837.1382.1.2.3.6]

ه – سازند کشکان: سن این سازند ائو سن میانی است و رخساره آن کنگلومرا ی چرت دار با میان لایه‌هایی از ماسه سنگ و سیلتستون است. ابعادگراول‌های آن حداکثر به ۱۲ سانتی‌متر می‌رسد. به دلیل رنگ قرمز مشخص تفکیک آن براحتی در منطقه امکان پذیر است.

و– سازند شهبازان: سن این سازند ائوسن بالایی است و از شیل آهک‌دار و دولومیت به رنگ قهوه‌ای تشکیل شده است و دارای لایه‌بندی منظمی است و به طور هم شیب روی کشکان قرار می‌گیرد.

ز– فلیش‌های میوسن: در تنگ کپرگه بالاتر از روستای کپرگه در غرب بروجرد رخساره ماسه‌سنگی– مارنی و آهکی به رنگ خاکستری روشن با لایه‌بندی منظم و ضخیم دیده می‌شود که واحدی صخره‌ساز است و با افزایش مقدار مارن در بخش فوقانی سازندبه وضوح بر پوشش گیاهی درحوضه نیز اضافه می‌شود.

ح– واحدهای کنگلومرایی: در حوضهٔ آبریز دو واحد کنگلومرایی یکی به سن پلیوسن (سازند بختیاری) و دیگری به سن پلیستوسن دیده می‌شود. واحد اخیر نسبت به بختیاری از سختی کمتر و رنگ روشن‌تری برخوردار است.

روند گستردگی گسلهای حوضهٔ آبریز

از نظر ساختمانی مهم‌ترین گسل‌های منطقه گسل دورود، قلعه حاتم، نهاوند، و نایی و میش‌پرور هستند که علاوه بر آن‌ها گسل‌های فرعی‌تر نیز دیده می‌شوند در بخش سنندج– سیرجان حوضه نسبت به بخش زاگرس خرد شده گسل‌ها دارای طول و تراکم کم‌تری هستند. گسل دورود مهم‌ترین گسلی است که درحوضه دیده می‌شود هر چند که طول آن در بخش جنوب غربی حوضه به ۱/۵ کیلومتر می‌رسد ولی تأثیر به سزایی در تشکیل دشت بروجرد – دورود یا دشت سیلاخور داشته است. امتداد عمومی این گسل شمال غربی– جنوب شرقی است و عملکرد راستگرد برای این گسل در نظر گرفته شده است(چالنکو و براد ،۱۹۷٤). آن‌چه که مسلم است نه تنها شکل قارچی حوضهٔ دز بلکه کشیدگی کلی حوضهٔ آبریزگلرود متأثر از عملکرد این گسل است. با بهره‌گیری از ۳۵ اندازه‌گیری جهت امتداد گسل‌های عمده و

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22286837.1382.1.2.3.6]

فرعی در بخش سنندج – سیرجان و زاگرس مرتفع در حوضه و با رسم دیاگرام گل سرخی عدد $N\ ۱۲۷^{o}$ برای روند گستردگی گسل‌های حوضه به دست آورده‌ایم.

رتبه‌بندی زیر حوضه‌ها

همان‌گونه که گفته شد روش رتبه‌بندی استرالر را برای رتبه‌بندی انتخاب کرده‌ایم و دلایل عمده آن نیز تراکم کم پوشش گیاهی در حوضه و امتداد نداشتن خطوط زهکشی بزرگ به علت گسل خوردگی است در جدول۱ نتایج ارائه شده است .

جدول ۱- رتبه‌بندی زیرحوضه‌ها نشان داده شده است.

متوسط مساحت	نسبت طولها	متوسط تجمعی طول	متوسط طول شاخه ها	نسبت شاخه ها	طول Km	مساحت Km^2	تعداد شاخه ها	رتبه
۰/۲۵	۱/۵	۱/۱	۱/۱	۵/۵۳	۹٤۳	۲۰۸	۸۳۰	۱
۲/۰۲	۲	۲/۸	۱/۷	۳/۷	۲٦۲/۵	۳۰۳	۱۵۰	۲
۱۱/۳	۲/۸	٦/۳	۳/۵	۳/۷	۱٤۵/۹	٤٦۳/۱۵	٤۱	۳
٤۸/۷	۱/۹	۱٦/۱	۹/۸	۳/٦	۱۰۸/۵	۵۳٦	۱۱	٤
۲٦٤/٦	–	٤۳/۳	۱۸/۳	۳	۵۵	۷۹٤	۳	۵
–	–	–	–	–	۲/۵	۹۸۰	۱	٦

پارامترهای مورفومتری حوضهٔ آبریز

نتیجه سنجش پارامترهای مورفومتری حوضه را در جدول۲ می‌توان دید .

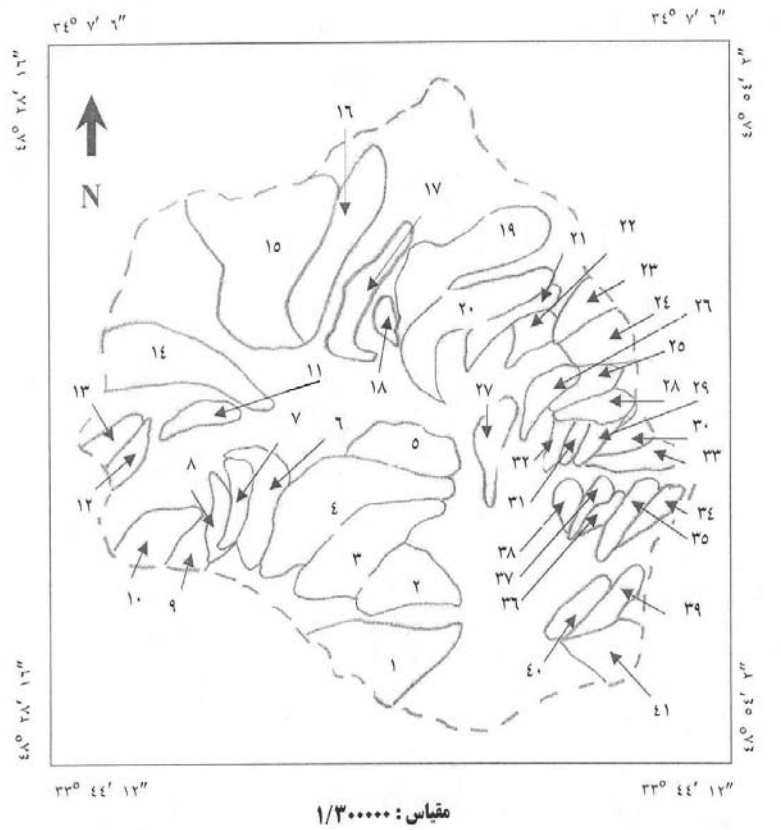
جدول شمارهٔ(۲) : نتایج سنجش پارامترهای مورفومتری حوضه

متغییرو علامت اختصاری	میزان
مساحت حوضه (Au)	۹۸۰Km^2
محیط حوضه(P)	۱٤۰Km
طول حوضه(Lb)	٤۰Km
عرض حوضه(Br)	۳۵Km
کشیدگی حوضه(Re)	۳/۵
گردی میلر (Rc)	۰ /٦۳
گردی گراولیوس(Cc)	۱/۳

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22286837.1382.1.2.3.6]

توسعه زیرحوضه‌های درجه سوم را در شکل ۳ می‌توان دید.



شکل ۳ -: توسعه زیرحوضه‌های درجه سوم درحوضهٔ آبریز رودخانه گلرود

طبقه بندی ژنتیکی حوضه آبریز

بعد از رتبه‌بندی، شاخاب‌های حوضه از نظر تقسیم‌بندی ژنتیکی هم مطالعه شده و به انواع زهکش نوع اول[1]، رزی کونت[2]، آبسکونت[3] و زهکش نوع دوم[4] طبقه‌بندی شده‌اند. زهکشی اصلی حوضه از نوع اول مشخص شده است.

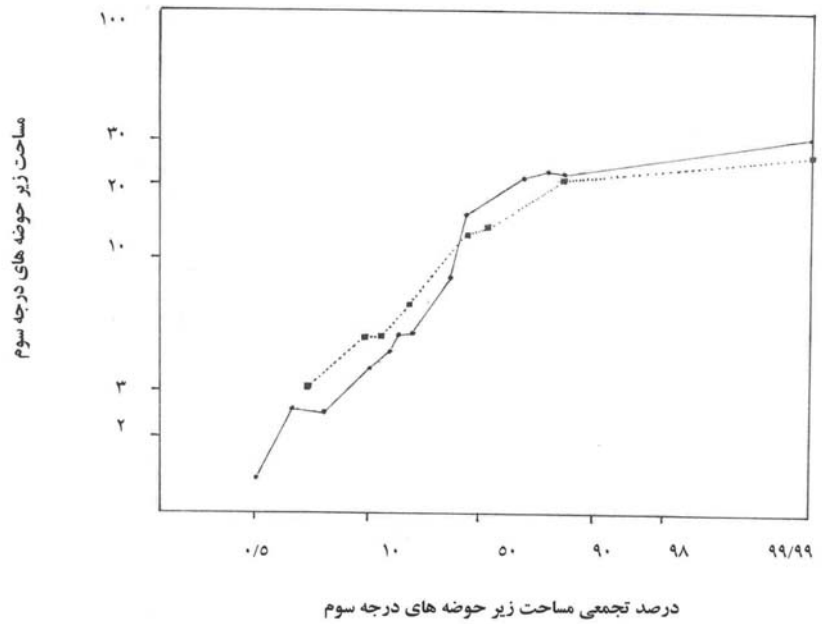
1. Consequent 2. Resequent 3.Obsequent 4. Subsequent

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22286837.1382.1.2.3.6]

اثبات لاگ نرمال بودن توزیع درصد تجمعی مساحت زیرحوضه‌های درجهٔ سوم

امروزه استفاده از آزمون‌های غیر پارامتریک که به تابع توزیع چگالی مربوط نیستند بسیار معمول شده است تنها فرض مورد نیاز برای این آزمون‌ها پیوسته بودن توزیع احتمال است، نیز سهولت کاربرد از مزایای آنها به شمار می‌آید (محلوجی،۱۳۷۹). قبل از تعیین ضریب همبستگی بین طول آبراههٔ درجهٔ سوم ومساحت آن‌ها با توجه به نقاط شکست در شکل٤ توزیع غیر نرمال بودن آن‌ها را ثابت کرده‌ایم. بعد از تشکیل جداول رتبه‌ای اسپیرمن حاصل را به صورت ترسیمی در شکل٤ ارائه نموده‌ایم .



شکل ٤ - اثبات لاگ نرمال بودن توزیع درصد تجمعی مساحت‌ها برای زیرحوضه‌های درجهٔ سوم در منطقه زاگرس مرتفع ومنطقه سنندج - سیرجان .

عدد ضریب همبستگی برای زیرحوضه‌های درجهٔ سوم منطقهٔ زاگرس مرتفع ۰/۹٤ و برای سنندج - سیرجان ۰/۹۹ به دست آمده است که بسیار معنی دار است.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.22286837.1382.1.2.3.6]

لازم به ذکر است که از آزمون غیر پارامتریک اسپیرمن که مستقل از تابع توزیع چگالی است استفاده شده است .

آنومالی‌های زهکشی حوضه آبریز

با توجه به وضعیت عناصرساختمانی ولیتولوژی ،٤ نمونه آنومالی عمدهٔ حوضه عبارتند از:

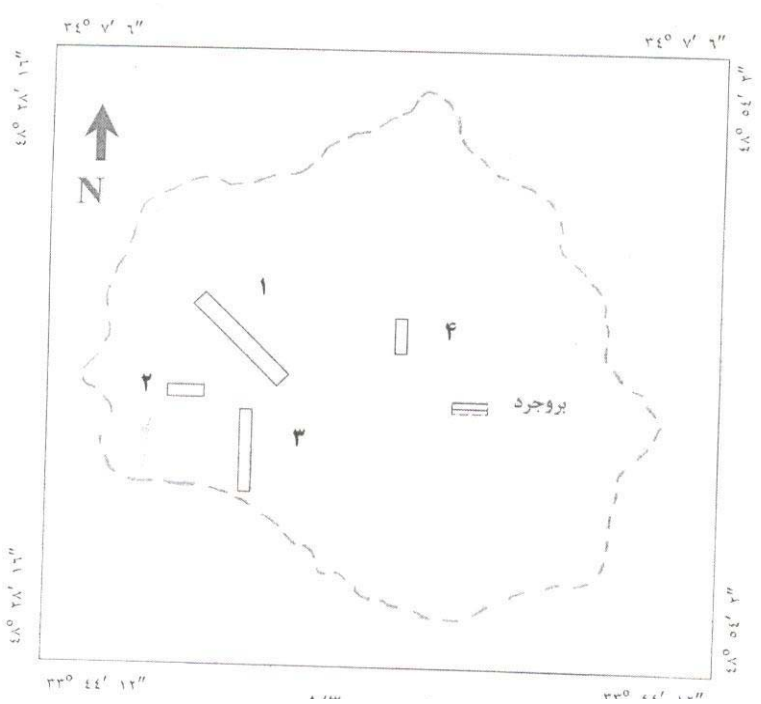
آنومالی شماره۱–مجموعه‌ای از زیرحوضه‌های درجهٔ اول در ارتفاع کم بین دوگسل معکوس.

آنومالی شماره۲– زهکشی راست گوشه بین زیرحوضه‌های درجهٔ سوم با شماره ۱۱،۱۲ و۱٤

آنومالی شماره۳ – با افزایش طول آبراهه درجهٔ سوم تغییر آنچنانی در مساحت زیرحوضه درجهٔ سوم شماره ٦ ایجاد نمی‌شود که این خود با وضع عمومی زیرحوضه‌های درجه سوم مطابقت ندارد.

آنومالی شماره٤– زهکشی حلقوی در محل زیرحوضهٔ شمارهٔ ۱۷.

در شکل ۵ محل آنومالی‌ها مشخص شده است.



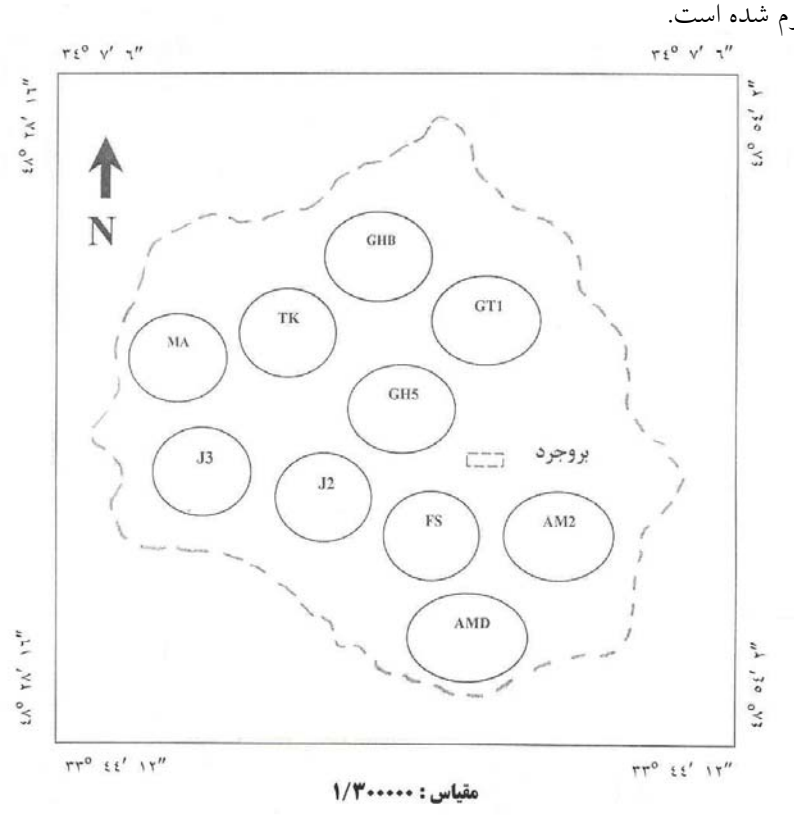
شکل ۵۵- آنومالی‌های زهکشی موجود درحوضهٔ آبریز رودخانه گلرود

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22286837.1382.1.2.3.6]

کانی‌های سنگین موجود در حوضه‌های درجهٔ سوم

تعداد۱۰ نمونه رسوب(هرنمونه به وزن۵۰۰گرم) برای بررسی کانی سنگین زیرحوضه‌های درجهٔ سوم برداشت شده است. محل برداشت در شکل ٦ مشخص است و نتایج این بررسی در جدول۳ ارائه شده است. با توجه به نتایج این آزمایش در جدول٤ مقدار نمونه کانی سنگین را بر حسب گرم درتن در هریک از برداشت‌ها مشخص کرده‌ایم و سپس دو نمونه کانی فراوان زیرحوضه‌ها یعنی کیانیت و آندالوزیت را با هم به صورت ستونی مقایسه کرده‌ایم (شکل ۷). علاوه بر این در شکل‌های ۸ تا ۱۰ عمده‌ترین کانی‌های سنگین در برداشت‌ها با هم در هر نمونه مقایسه شده‌اند. روشن است که تراکم زهکشی بالا در بخش سنندج – سیرجان حوضه و نیز ایجاد مسیرهایی بارتبهٔ بالا سبب تمرکز کانی‌های سنگین در طول زیرحوضه‌های درجهٔ سوم شده است.



شکل ٦ – محل کانی‌های سنگین در حوضه آبریز با توجه به خروجی زیرحوضه‌های درجه سوم.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.22286837.1382.1.2.3.6]

جدول ۳ -: نتایج آزمایش کانی سنگین نمونه‌ها

شماره نمونه	حجم کل CC,A	حجم انتخاب شده CC,B	حجم مورد مطالعه CC,C	حجم کانی سنگین CC,Y	خاصه مغناطیسی کانی سنگین	نسبت
AMD	۳۰۵	۱۰۰	۱۳/۲	۰/۰۵	AA	۳
					AV	۳
					NM	٤
					X	
J_3	۳۲۵	۲۵۰	١٤	۰/۱	AA	٤/٥
					AV	٥
					NM	۰/٥
					X	
Am_2	۲۸۵	۱۷۵	۱۱/۵	۱	AA	۰/٥
					AV	٤/٥
					NM	٥
					X	
J_2	۳٤۰	۲۰۰	۱۵/۵	۰/۲	AA	۳
					AV	۷
					NM	
					X	
GHB	۳۱۰	۱۰۰	١٦/٥	۰/۵	AA	۲
					AV	٥
					NM	۳
					X	

TK	MA	Gt_1	GH_5	FS
۳۳۰	۳۸	۳۰۰	۳۱۵	۳٤٥
١٤٥	۳۵	۱۸۵	۲۱۵	۳۸
۱۷/۵	١٦/٥	۹/۵	١٤/٥	۱۷
۰/٦	۰/۰۵	۰/٤	۰/۹	۱
AA	AA	AA	AA	AA
AV ۸	AV ٤	AV ۸	AV ۳	AV ٤/٥
NM ۲	NM ۳	NM	NM ۷	NM ٥/٥
X	X	X	X	X

AA: کانی سنگین با خاصیت قوی مغناطیسی
AV: کانی سنگین با خاصیت ضعیف مغناطیسی
NM: کانی سنگین بدون خاصیت مغناطیسی
X : حاصلضرب مقدار هر کانی در عدد نسبت (Ratio)

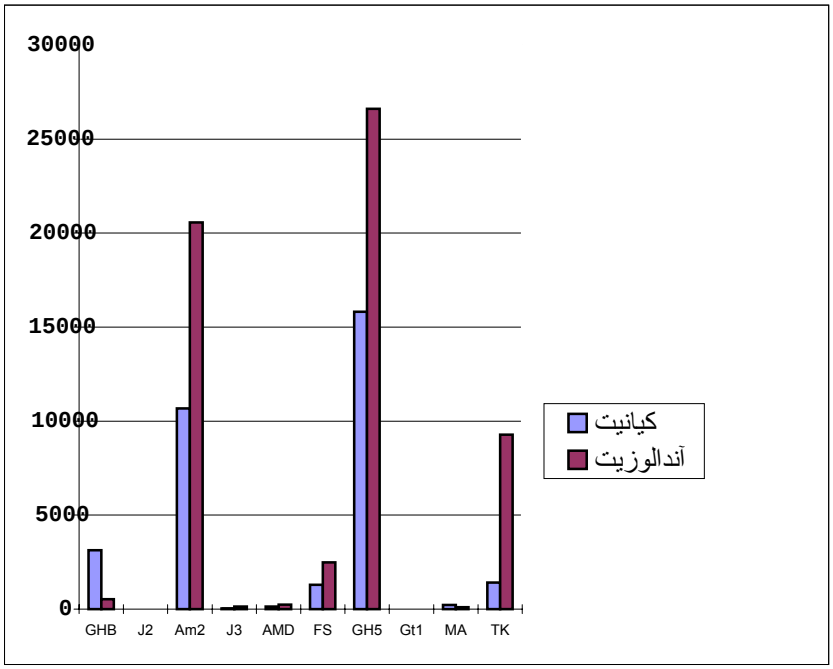
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.22286837.1382.1.2.3.6]

جدول ٤- نتایج آزمایش کانی سنگین در نمونه‌ها برحسب گرم در تن با استفاده از فرمول $X.Y.B.10^4/A.C(2.7)$(وزن مخصوص کانی)

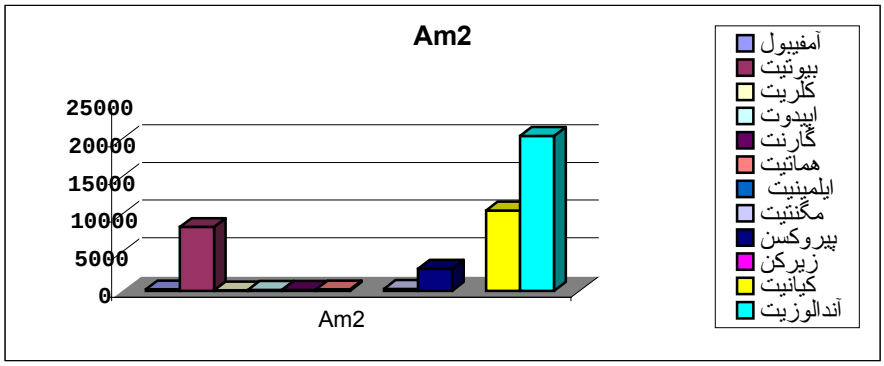
کانی سنگین / نام نمونه	آمفیبول	بیوتیت	کلریت	اپیدوت	گارنت	هماتیت	ایلمنیت	مگنتیت	پیروکسن	زیرکن	کیانیت	آندالوزیت
TK	۲۹٤٦			۷٦		۱۱٦			۱٤۷	۲٦	۱٤۰٦	۹۲۸٤
MA	۲۷۳	٦۰				۱۰/۸			۲۷۳		۲۲۳	۹۹
Gt_1								۵۰		/۸۸		۰/٦۱
GH_5	۳۱۰٦				۸۰	۱۲۲	۱۱۰	۱/٦	۳۱/٦		۱۵۸۱	۲٦٦۱
FS	۱۰۲۹			۱۸۰		۲۵		۱۲/۵	۷/۳		۱۲۹٦	۲٤۸٤
AMD	۹۲			٤۷		۳٦		۳٦	۹۱	۸۵	۱۳۲/٤	۲۳٦
J_3	۱۳/٤			٦۹۲		۵۲۹		/۲ ٤۷٦	۳۳٦	٤۷	۳٦/٦	۱۳۰/۵
Am_2	۱۹٦	/۸٤۸ ۳	/۳ ۵۹	۱۳٤	۱۳۵	۲۰۷		۲۵۷	۲۹۳ ۷		۱۰٦۷ ۸	۲۰۵٦ ۷
J_2	٦۵۰	۲٤/۵	/۷ ۱۲	۳۳٤		/۵ ۲۰٤٦		/۳ ۲۱۹	٦۵۰			۰/۱۷۹
GHB	/۱۱ ۱۷۹۲	/۰۵ ۲٦۲	/۸ ۱۳۵	/٤۸ ٦۱۵	/۷ ۳۰۷	/۱۳ ۹٤	/۸۵/۱	/۲٦ ۱۷۷	/۱ ۱۷٦۲	/۳ ۸۳	/۰۰۵ ۳۱۲۸	/۳٤ ۵۲۱

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22286837.1382.1.2.3.6]



شکل ۷ – مقایسه فراوانی کیانیت و آندالوزیت در نمونه‌های برداشت شده برحسب گرم در تن

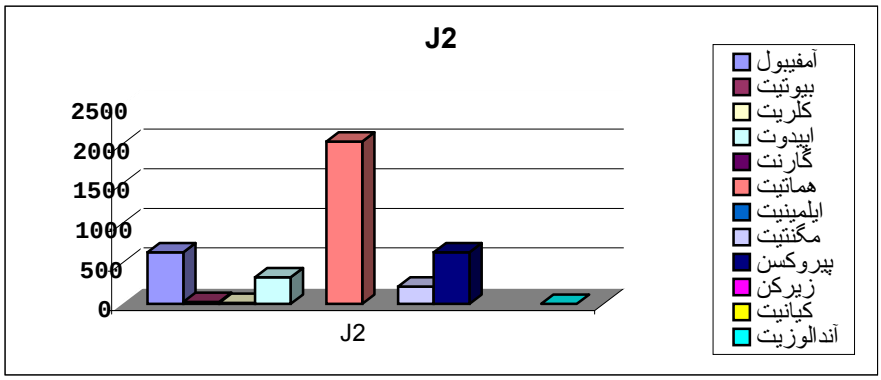


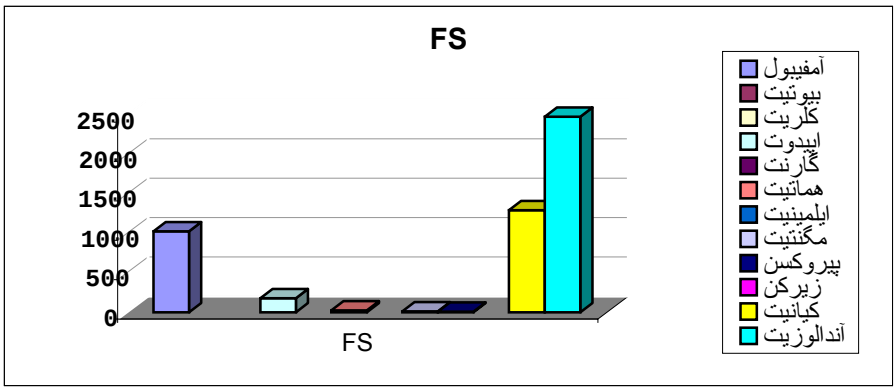
شکل ۸ – مقایسه فراوانی کانی‌ها در هر نمونه بر حسب گرم در تن

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22286837.1382.1.2.3.6]

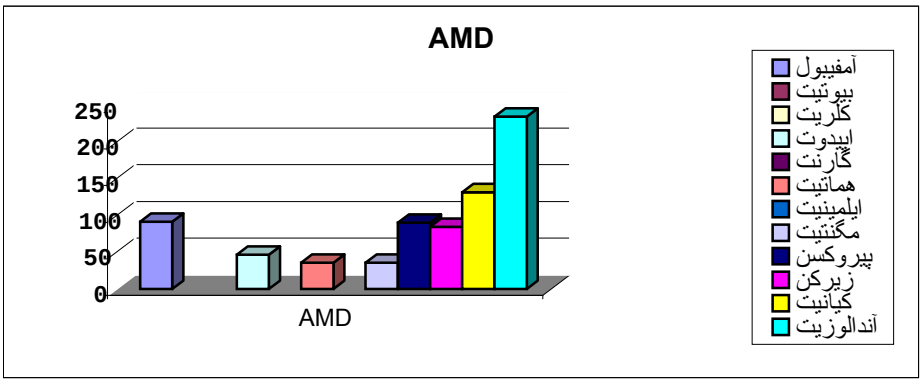
(ادامه شکل ۸)

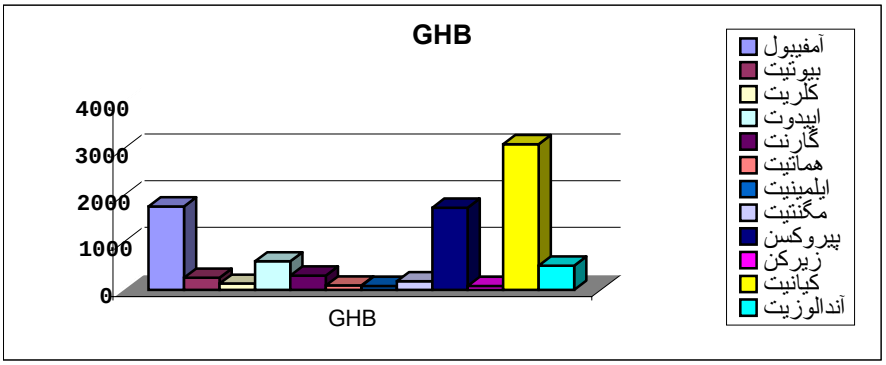




[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.22286837.1382.1.2.3.6]

(ادامه شکل ۸)

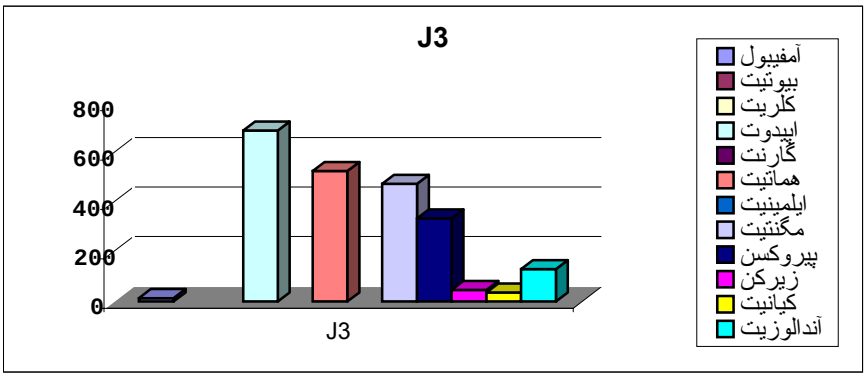


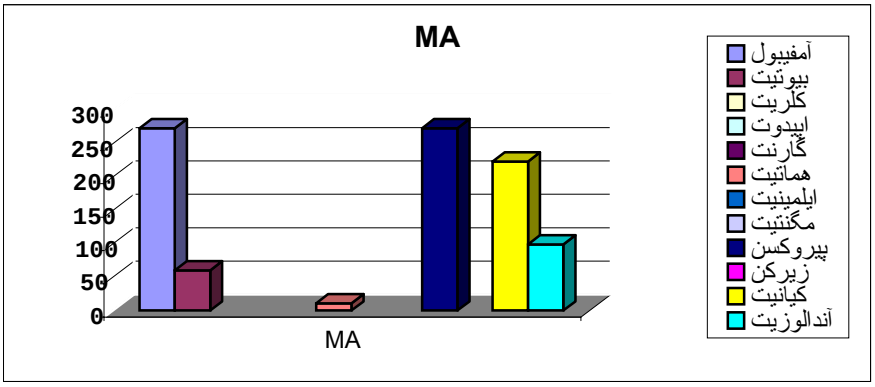


[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22286837.1382.1.2.3.6]

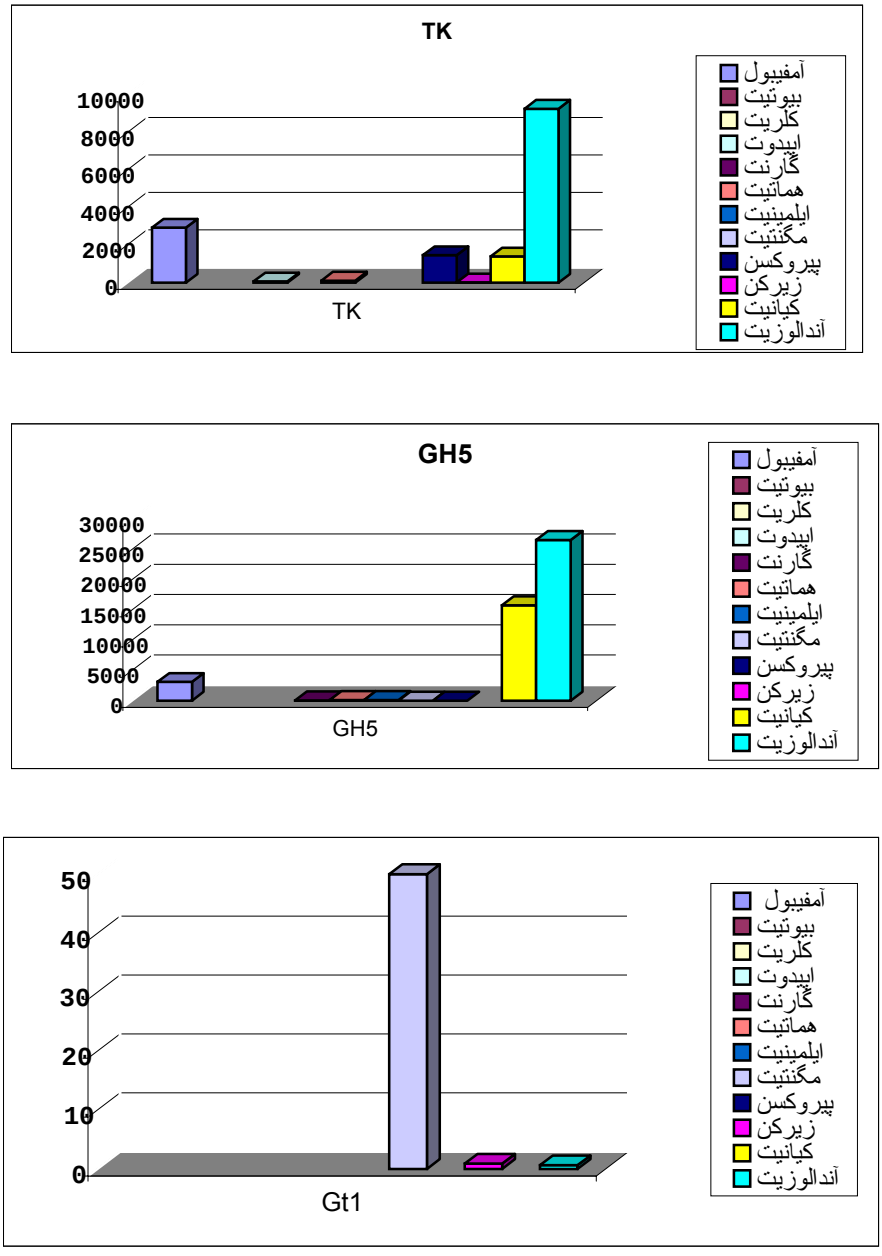
(ادامه شکل ۸)





[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.22286837.1382.1.2.3.6]

(ادامه شکل ۸)



[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22286837.1382.1.2.3.6]

تعبیر و تفسیرهای فراوانی کانی‌های سنگین در نمونه‌ها با توجه به موقعیت زیرحوضه‌های درجه سوم :

در نمونه AM2 که به محل استقرار پنج زیر حوضه درجه سوم از شماره ۳٤ تا ۳۸ در شکل ۳ مربوط است کانی سنگین عمده آندالوزیت و کیانیت است و متوسط تراکم زیرحوضه‌های این قسمت km^{-1} ۳/۵ است. در نمونه J2 که به محل استقرار سه زیرحوضهٔ درجه سوم با شماره ۳ تا ۵ در شکل۳ مربوط است کاهش شدید در مقدار کیانیت و آندالوزیت دیده می‌شود و متوسط تراکم زیرحوضه‌های این قسمت km^{-1} ۱/۹ است. در نمونه GHB کیانیت و آمفیبول چشم‌گیر هستند مورد توجه می‌باشند و این نمونه به محل استقرار زیرحوضه‌های ۱۵ و ۱٦ در شکل ۳ مربوط است متوسط تراکم زیرحوضه‌ها در این محل km^{-1} ۱/٤ است.

در نمونه j3 آندالوزیت و کیانیت فراوانی کمی دارند و این نمونه به محل استقرار زیرحوضه‌های شماره ۷ تا ۱۰ در شکل ۳ مربوط است. متوسط تراکم زیرحوضه‌ها در این محل km^{-1} ۱/۹ است و سازندهای اصلی در این قسمت کربناته هستند. در نمونه AMD که به محل استقرار زیرحوضه‌های ۳۹ تا ٤۱ در شکل ۳ مربوط است به دلیل ابرفت فراوان کانی سنگین از فراوانی کمی برخوردار است. در نمونه Fs که به محل زیرحوضه‌های ۱ و۲ در شکل ۳ مربوط است به دلیل کربناته بودن سازندها کانی سنگین از فراوانی کمی برخوردار است. در نمونه GH5 که به محل استقرار زیرحوضه‌های ۱۷ تا ۲۰ در شکل۳ مربوط است کانی سنگین فراوان کیانیت و آندالوزیت است و عدد تراکم زیرحوضه‌ها km^{-1} ۲/۳ است. در نمونه GT1 که به بخش‌های ابتدایی زیرحوضه‌های شماره ۱۹ و ۲۰ در شکل ۳ مربوط است کانی سنگین از فراوانی کمی برخوردار است. در نمونه MA که به محل زیرحوضه‌های درجه سوم ۱۱ و ۱٤ در شکل ۳ مربوط است فراوانی کم کیانیت و آندالوزیت به دلیل وجود سازندهای کربناته است.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22286837.1382.1.2.3.6]

نتیجه گیری

به طور کلی نتایج زیر از این بررسی قابل استنتاج است :

– روند عمومی کشیدگی حوضه آبریز کنترل گسلی را به خوبی نمایان می‌کند.

– مهمترین زیر حوضه‌های حوضه اصلی نمونه‌های درجه سوم بر اساس معیار رتبه‌بندی استرالر هستند که برروی سازندهای اصلی واقع هستند وهمبستگی کاملی بین طول آبراهه آن‌ها و مساحتشان دیده می‌شود.

– اکثر آنومالی‌های زهکشی به زون زاگرس بامنشاء گسلی مربوط‌اند .

– رتبهٔ بالای حوضه در مساحتی کم دلالت بر فرسایش پذیری شدید سازندهای موجود در حوضه دارد.

– حوضه از بلوغ خوبی بهره‌مند است زیرا آبراهه‌های رتبه پائین از سه برابر آبراهه‌های رتبه بالا بیشتر هستند .

– تراکم زیر حوضه‌ها در بخش زاگرس مرتفع کمتر از بخش سنندج – سیرجان هستند .

– عمده‌ترین کانی‌های سنگین آندالوزیت وکیانیت است که به زیر حوضه‌های درجه سومی مربوط‌اند که اولا به زون سنندج – سیرجان مربوط باشند و نیز عدد تراکم در آنها بیشتر از ۲ باشد منشاء این کانی‌ها به توده‌های نفوذی شمال بروجرد مربوط است.

منابع

۱– نقشه توپو گرافی ۰۰۰۰ ۵ / ۱ ورقه بروجرد شماره ۰۵۷۵۱

۲– نقشه توپو گرافی ۰۰۰۰ ۵ / ۱ ورقه قلعه حاتم شماره ۰۵۷۵۷

۳– نقشه ۱/۰۰۰۰۰۰ زمین شناسی بروجرد . سازمان زمین شناسی کشور

٤– درویش زاده – علی، زمین شناسی ایران انتشارات امیر کبیر (۱۳۷۱)

۵– محلوجی – هاشم ، آمار مهندسی (ترجمه) مرکز نشر دانشگاه تهران (۱۳۷۹)

6. R.E Horton, Erosional development Of stream and their drainage basin, hydro physical approach to quantitative morphology, bull geol. SOC. AM (1945) 56.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22286837.1382.1.2.3.6]

7. T. Oberlander, The- Zagros – Streams, a new interpretation of transverse drainage in an orogenic zone.Syracuse geographical series. NO 1 (1965) .
8. G. Petts, and Fosterl, River and landscape, Edward Arnold (L.T.D) (1985).
9. A.E. Scheidegger The Algebra of stream– order numbers, U.S. Geol. suru prof.paper 525- B, 187-9 (1965).
10. A.N Strahler, Dynamic basis of geomorphology.Geological Society of America . Bull.V. 63 (1952).
11. j.S. Tchalenco, and J. Braud Seismicity and structure of the Zagros(Iran). The main recent fault between 33º and 35º N(1974).
12. M.j. Woldenberg, Horton,s laws justified in terms of allometric growth and steady state in open systems, Geol. Soc. Am . Bull, (1966) 77

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22286837.1382.1.2.3.6]