

نقش زیرحوضه‌های درجه سوم در تمرکز کانی‌های سنگین در بخش شمال غربی حوضه 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. مطالعه کمی این محیط‌ها با نگرش برحوضه زهکشی آن‌ها صورت می‌گیرد (پیتز و فوستر ۱۹۸۵). مطالعه حاضر نیز بر اساس چنین نگرشی و با عنایت خاص به تأثیر زیرحوضه‌ها بر تجمع کانی‌های سنگین صورت گرفته است حوضه مورد نظر بخش شمال غربی حوضه قارچی شکل دز است که بین دو منطقه 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. رتبه حوضه اصلی در محدوده مورد بررسی از درجه ششم است که نسبتاً رتبه بالایی به شمار می‌رود. نیز آنومالی‌های زهکشی حداقل به تعداد ۴ نمونه در این مساحت دیده می‌شود که روی سه نمونه آن‌ها گسل‌ها و روی یک نمونه لیستولوژی منطقه مؤثر است. از سوی دیگر گسل‌ها در توسعه و تکوین زیرحوضه‌های درجه سوم بسیار مؤثرند. بالا بودن رتبه حوضه و فراوانی زیرحوضه‌های درجه کم در بخش‌های مرتفع سبب شده است که حوضه از بلوغ خوبی برخوردار باشد به طوری که تعداد رتبه‌های بالا حدود ۰/۲۵ رتبه‌های پایین است. کانی‌های سنگین عمده در زیرحوضه‌ها آندالوزیت و کینایت است که اغلب به بخش

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

واژه‌های کلیدی: زیرحوضه درجه سوم، 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 رتبه 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 زیرحوضه گلود (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 زیرحوضه گلود ۱:۱۶ حوضه دز است و بین دو منطقه 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 بسیار عمیق (Gorge) و یا بریده شدن ۱:۳ انتهایی دماغه تاقدیس‌ها نمونه‌ای از ناهنجاری‌های زهکشی آن به حساب می‌آیند (Oberlander, 1965) و علی‌رغم وجود سیستم‌های رتبه‌بندی نظیر (Horton, 1945) و (Strahler, 1952) و (Scheidegger, 1965) و (Woldenbergi, 1966) برای تجزیه و تحلیل عددی حوضه آبریز به دلیل کمبود پوشش گیاهی در حوضه 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 درجه ششم، سه زیرحوضه درجه پنجم، یازده زیرحوضه درجه چهارم، چهل و یک زیرحوضه درجه سوم صد و پنجاه زیرحوضه درجه دوم و هشتصد و سی زیرحوضه درجه اول تعیین کرده‌ایم. با توجه به استقرار زیرحوضه‌های درجه سوم بر روی

سازندهایی که حوضه اصلی درجه ششم را پوشش می‌دهند و فراوانی آن‌ها نسبت به زیرحوضه‌های درجه چهارم و با توجه به نسبت تبدیل ۳:۷ از زیرحوضه سه به چهار که بنا به نظر «هورتون (۱۹۴۵)» معرف بلوغ زیرحوضه‌ها است، انواع درجه 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 درجه سوم و مساحت آنها استفاده کرده‌ایم. نمونه‌های رسوبی گرفته شده از زیرحوضه‌های درجه 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.

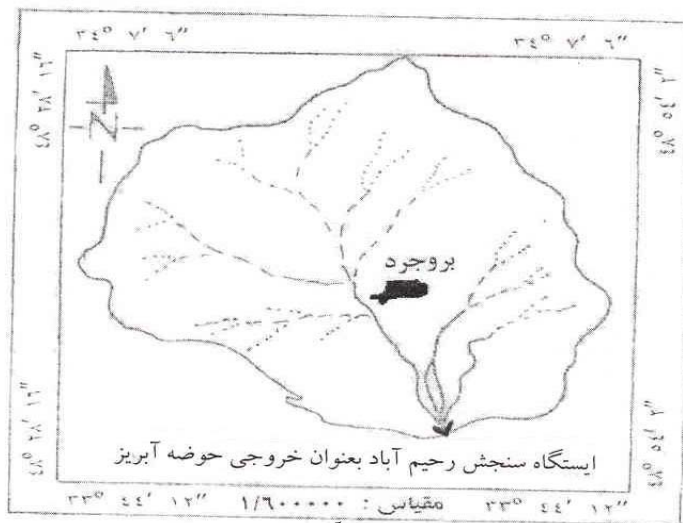
موقعیت جغرافیائی و زمین شناسی حوضه آبریز گلرود

حوضه آبریز تا ایستگاه رحیم‌آباد در ۱۲ کیلومتری جنوب شرق بروجرد دارای مختصات

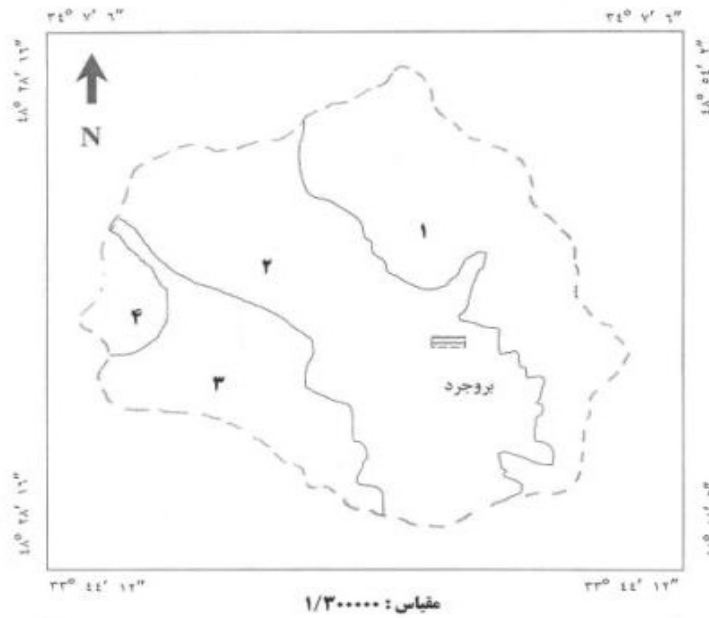
جغرافیایی زیر است:

۱۲° ۴۴' ۳۳" تا ۶° ۷' ۳۴" عرض شمالی و ۱۶° ۲۸' ۴۸" تا ۲° ۵۴' ۴۸" طول شرقی.

این حوضه حد فاصل دو زون زمین شناسی زاگرس مرتفع (بخش جنوب و جنوب غرب حوضه) و سنندج - 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 می‌توان در آن تعیین کرد (شکل ۱ و ۲).



شکل ۱- موقعیت حوضه آبریز گلرود در استان لرستان



راهنما

- ۱ : زون سنندج - سیرجان
 - ۲ : دشت بروجرد - دورود
 - ۳ : زون زاگرس خرد شده
 - ۴ : کوه گرین حد حوضه درجه ششم
- شکل ۲- موقعیت کلی مناطق سنندج- سیرجان، زاگرس مرتفع ودشت سیلاخور در حوضه آبریز گلرود .

هر چند که زمین شناسی حوضه آبریز، هدف این بررسی نبوده است، اما بنا بر عرف بررسی های زهکشی و برای تطبیق موقعیت حوضه و زیرحوضه های مربوط به لیتولوژی سازندها خلاصه ای به شرح زیر بر اساس نقشه های زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ بروجرد ارائه می گردد .
با توجه به شکل ۲ در راستای شمال و شمال شرقی حوضه، بخش سنندج - سیرجان حوضه قرار دارد که محدوده آن در حوضه 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 نمونه دستی سنگهای آن رنگی خاکستری مایل به زرد را نشان می دهند.

ب - واحد آهکی کریستالی تریاس که در مجموعه دگرگونی پس از واحد قبلی قرار دارد و نسبت به آن از توسعه بیش تری در حوضه برخوردار است و نیز رنگ روشن تری را به خود اختصاص می دهد در برخی از قسمت ها لایه هایی از اسلیت تیره رنگ هم دیده می شود.
ج - اسلیت های سیاه رنگ ژوراسیک، این واحد دگرگونی از نظر ژئومورفولوژی در بخش های کم ارتفاع حوضه دیده می شود و در امتداد شمال غربی - جنوب شرقی حوضه کاملاً رخنمون دارند شباهت بسیار زیادی به اسلیت های همدان داشته و احتمالاً دنباله آنها به حساب می آیند .

د - گرانیت و گرانو دیوریت بروجرد، در بخش های مرتفع حوضه و در امتدادی به موازات اسلیت های ژوراسیک نفوذی هایی از گرانیت و گرانودیوریت دیده می شود که اغلب به صورت استوک هایی تظاهر می کنند در اطراف آنها آثاری از دگرگونی مجاورتی به صورت هورنفلس و شیسست های حرارت بالا دیده می شود. در این گرانیت ها آثاری از خرد شدگی و یا تغییر شکل که معرف عملکرد فاز تکتونیکی باشد دیده نمی شود. با توجه به نزدیکی گرانیت های بروجرد به الوند همدان سن کرتاسه پسین - پالئوسن برای آنها در نظر گرفته شده است (درویش زاده، ۱۳۷۱).

بعد از واحدهای دگرگونی که بخش شمال و شمال شرقی حوضه را پوشش داده اند نهشته های کواترنری دیده می شود که در شکل ۲ محدوده گسترش آنها را با عدد ۲ نشان

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 شکل ۲ 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 نظیر گاسترو پود، براکیو پود، کورال و آلگ 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 پروئید و مونتیس 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 کاملاً تکتونیزه شده‌اند تفکیک این دو تنها از طریق میکروفسیل امکان‌پذیر است.

ه - سازند کشکان: سن این سازند ائوسن میانی است و رخساره آن کنگلومرای چرت دار با میان لایه‌هایی از ماسه سنگ و سیلتستون است. ابعاد گراول‌های 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- فلش‌های 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 سازنده وضوح بر پوشش گیاهی درحوضه نیز اضافه می‌شود.

ح- واحدهای کنگلومرای: در حوضه آبریز دو واحد کنگلومرای 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 حوضه 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 سندج-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 به‌سزایی 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 (چالانکو و براد، ۱۹۷۴). آنچه که مسلم است نه تنها شکل قارچی حوضه دز بلکه کشیدگی کلی حوضه آبریز گلرود متأثر از عملکرد این گسل است. با بهره‌گیری از ۳۵ اندازه‌گیری جهت امتداد گسل‌های عمده و

فرعی در بخش سنندج - سیرجان و زاگرس مرتفع در حوضه و با رسم دیاگرام گل سرخی عدد ۱۲۷^۰ N برای روند گستردگی گسل‌های حوضه به دست آورده‌ایم.

رتبه‌بندی زیر حوضه‌ها

همان‌گونه که گفته شد روش رتبه‌بندی استرال 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 جدول ۱ نتایج ارائه شده است .

جدول ۱- رتبه‌بندی زیر حوضه‌ها نشان داده شده است.

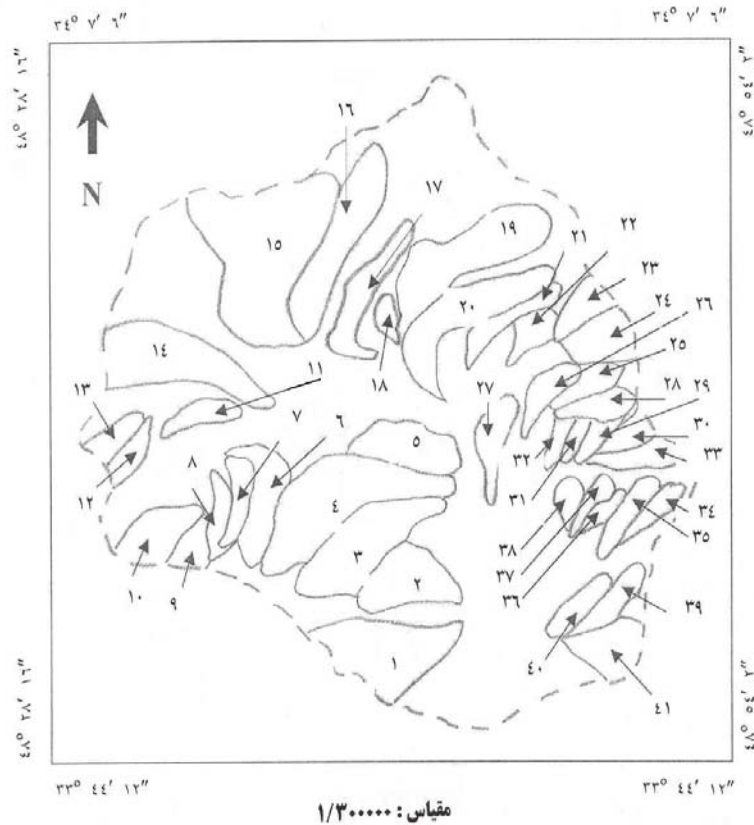
رتبه	تعداد شاخه‌ها	مساحت Km ²	طول Km	نسبت شاخه‌ها	متوسط طول شاخه‌ها	متوسط تجمعی طول	نسبت طولها	متوسط مساحت
۱	۸۳۰	۲۰۸	۹۴۳	۵/۵۳	۱/۱	۱/۱	۱/۵	۰/۲۵
۲	۱۵۰	۳۰۳	۲۶۲/۵	۳/۷	۱/۷	۲/۸	۲	۲/۰۲
۳	۴۱	۴۶۳/۱۵	۱۴۵/۹	۳/۷	۳/۵	۶/۳	۲/۸	۱۱/۳
۴	۱۱	۵۳۶	۱۰۸/۵	۳/۶	۹/۸	۱۶/۱	۱/۹	۴۸/۷
۵	۳	۷۹۴	۵۵	۳	۱۸/۳	۴۳/۳	-	۲۶۴/۶
۶	۱	۹۸۰	۲/۵	-	-	-	-	-

پارامترهای مورفومتری حوضه آبریز

نتیجه سنجش پارامترهای مورفومتری حوضه را در جدول ۲ می‌توان دید .
جدول شماره (۲) : نتایج سنجش پارامترهای مورفومتری حوضه

میزان	متغیر و علامت اختصاری
۹۸۰ Km ²	مساحت حوضه (Au)
۱۴۰ Km	محیط حوضه (P)
۴۰ Km	طول حوضه (Lb)
۳۵ Km	عرض حوضه (Br)
۳/۵	کشیدگی حوضه (Re)
۰/۶۳	گردی میلر (Rc)
۱/۳	گردی گراولپوس (Cc)

توسعه زیرحوضه های درجه سوم را در شکل ۳ می توان دید.



شکل ۳ - توسعه زیرحوضه های درجه سوم درحوضه آبریز رودخانه گلرود

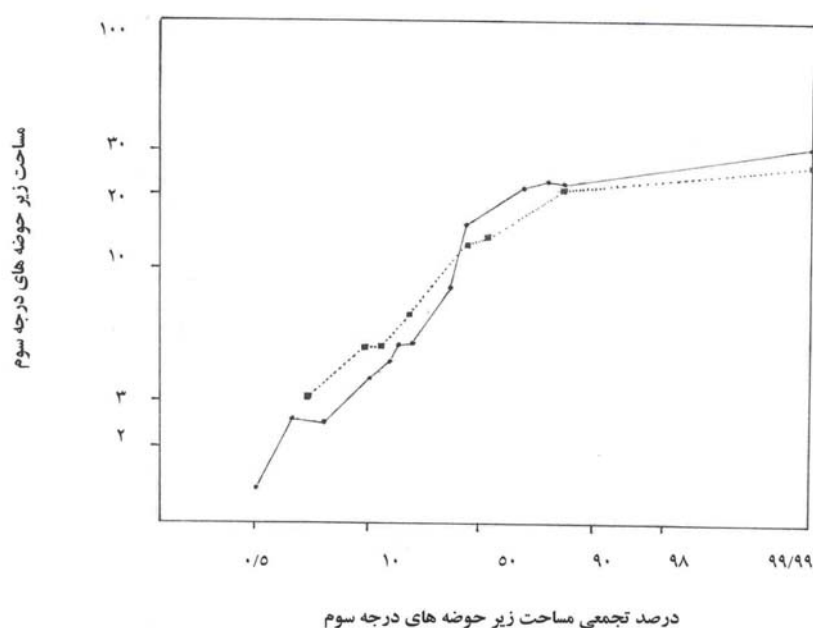
طبقه بندی ژنتیکی حوضه آبریز

بعد از رتبه بندی، شاخاب های حوضه از نظر تقسیم بندی ژنتیکی هم مطالعه شده و به انواع زهکش نوع اول^۱، رزی کونت^۲، آبسکونت^۳ و زهکش نوع دوم^۴ طبقه بندی شده اند. زهکشی اصلی حوضه از نوع اول مشخص شده است.

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

اثبات لاگ نرمال بودن توزیع درصد تجمعی مساحت زیرحوضه‌های درجه 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 آبراهه درجه سوم و مساحت آنها با توجه به نقاط شکست در شکل ۴ توزیع غیر نرمال بودن آنها را ثابت کرده‌ایم. بعد از تشکیل جداول رتبه‌ای اسپیرمن حاصل را به صورت ترسیمی در شکل ۴ ارائه نموده‌ایم.



—: زون زاگرس مرتفع

.....: زون سنندج - سیرجان

شکل ۴ - اثبات لاگ نرمال بودن توزیع درصد تجمعی مساحت‌ها برای زیرحوضه‌های درجه سوم در منطقه زاگرس مرتفع و منطقه سنندج - سیرجان.

عدد ضریب همبستگی برای زیرحوضه‌های درجه سوم منطقه زاگرس مرتفع ۰/۹۴ و برای سنندج - سیرجان ۰/۹۹ به دست آمده است که بسیار معنی دار است.

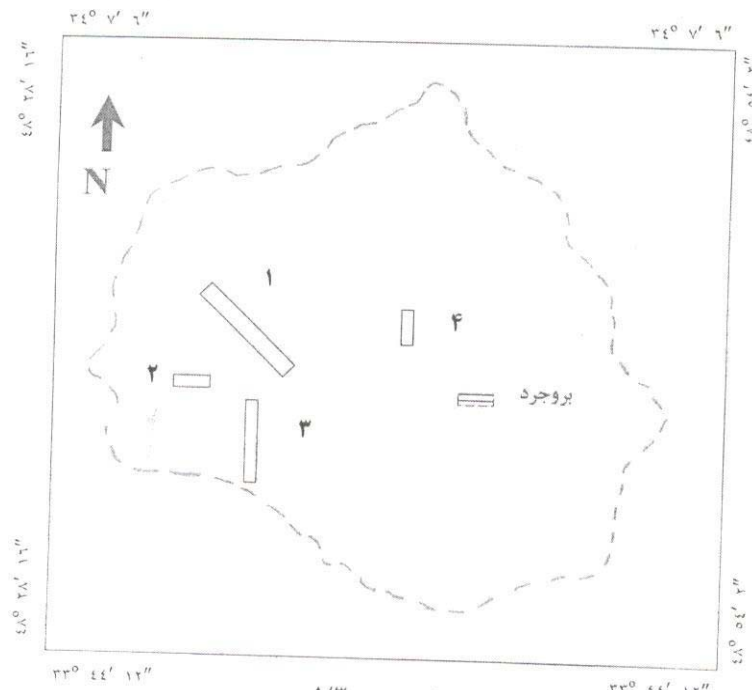
لازم به ذکر است که از آزمون غیر پارامتریک اسپیرمن که مستقل از تابع توزیع چگالی است استفاده شده است.

آنومالی‌های زهکشی حوضه آبریز

با توجه به وضعیت عناصر ساختمانی و لیتولوژی، ۴ نمونه آنومالی عمده حوضه عبارتند از: آنومالی شماره ۱- مجموعه‌ای از زیرحوضه‌های درجه اول در ارتفاع کم بین دوگسل معکوس. آنومالی شماره ۲- زهکشی راست گوشه بین زیرحوضه‌های درجه سوم با شماره ۱۱، ۱۲ و ۱۴ آنومالی شماره ۳- با افزایش طول آبراهه درجه سوم تغییر آنچنانی در مساحت زیرحوضه درجه سوم شماره ۶ ایجاد نمی‌شود که این خود با وضع عمومی زیرحوضه‌های درجه سوم مطابقت ندارد.

آنومالی شماره ۴- زهکشی حلقوی در محل زیرحوضه شماره ۱۷.

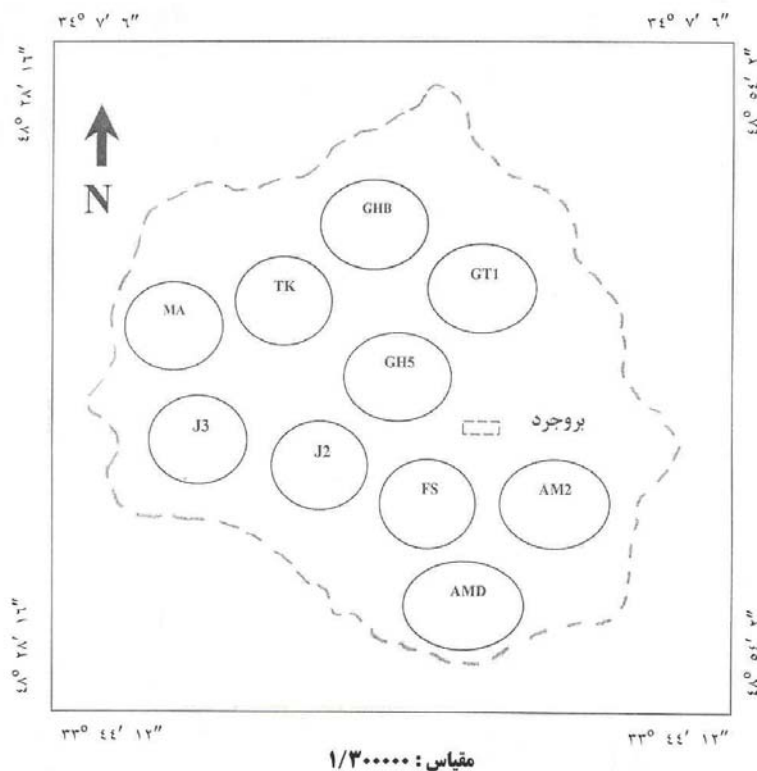
در شکل ۵ محل آنومالی‌ها مشخص شده است.



ک ۵۵- آنومالی‌های زهکشی موجود در حوضه آبریز رودخانه گلرود

کانی‌های سنگین موجود در حوضه‌های درجه سوم

تعداد ۱۰ نمونه رسوب (هر نمونه به وزن ۵۰۰ گرم) برای بررسی کانی سنگین زیرحوضه‌های درجه سوم برداشت شده است. محل برداشت در شکل ۶ مشخص است و نتایج این بررسی در جدول ۳ ارائه شده است. با توجه به نتایج این آزمایش در جدول ۴ مقدار نمونه کانی سنگین را بر حسب گرم در تن 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 بارتبه بالا سبب تمرکز کانی‌های سنگین در طول زیرحوضه‌های درجه سوم شده است.



شکل ۶ - محل کانی‌های سنگین در حوضه آبریز با توجه به خروجی زیرحوضه‌های درجه سوم.

جدول ۳ :- نتایج آزمایش کانی سنگین نمونه‌ها

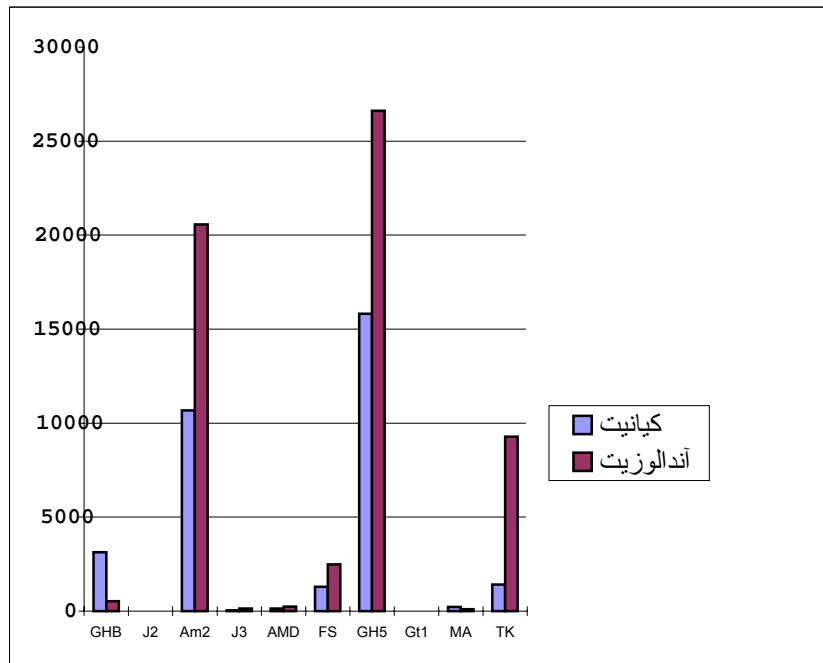
شماره نمونه	GHB	J ₂	Am ₂	J ₃	AMD
حجم کل CC,A	۳۱۰	۳۴۰	۲۸۵	۳۲۵	۳۰۵
حجم انتخاب شده CC,B	۱۰۰	۲۰۰	۱۷۵	۲۵۰	۱۰۰
حجم مورد مطالعه CC,C	۱۶/۵	۱۵/۵	۱۱/۵	۱۴	۱۳/۲
حجم کانی سنگین CC,Y	۰/۵	۰/۲	۱	۰/۱	۰/۰۵
خاصه مغناطیسی کانی سنگین	AA AV NM X	AA AV NM X	AA AV NM X	AA AV NM X	AA AV NM X
نسبت	۲ ۵ ۳	۲ ۷	۰/۵ ۴/۵ ۵	۴/۵ ۵ ۰/۵	۳ ۲ ۴

FS	GH ₅	Gt ₁	MA	TK
۳۴۵	۳۱۵	۳۰۰	۳۸	۳۳۰
۳۸	۲۱۵	۱۸۵	۳۵	۱۴۵
۱۷	۱۴/۵	۹/۵	۱۶/۵	۱۷/۵
۱	۰/۹	۰/۴	۰/۰۵	۰/۶
AA AV NM X	AA AV NM X	AA AV NM X	AA AV NM X	AA AV NM X
۴/۵ ۵/۵	۲ ۷	۲ ۱	۲ ۴ ۲	۱ ۲

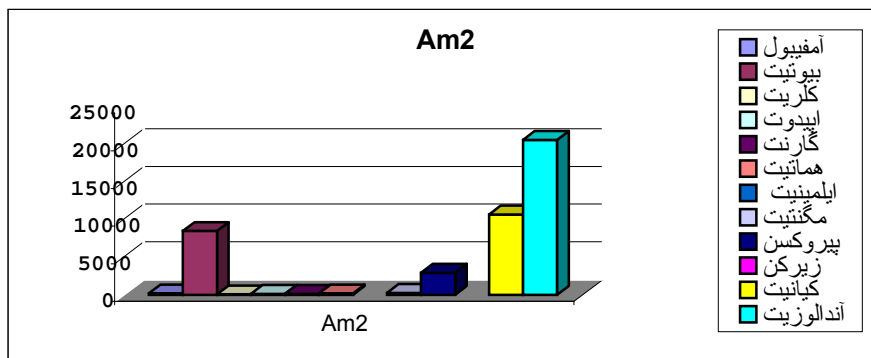
AA: کانی سنگین با خاصیت قوی مغناطیسی
 AV: کانی سنگین با خاصیت ضعیف مغناطیسی
 NM: کانی سنگین بدون خاصیت مغناطیسی
 X: حاصلضرب مقدار هر کانی در عدد نسبت (Ratio)

جدول ۴- 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	نام نمونه	آمفیبول	بیوتیت	کلریت	اپیدوت	گارت	همایت	ایلمینیت	مگنیت	پیروکسن	زیرکن	کیانیت	آندالوزیت
TK	۲۹۴۶				۷۶		۱۱۶			۱۴۷	۳۶	۱۴۰۶	۹۳/۸۴
MA	۲۷۳	۶۰					۱۰/۸			۲۷۳		۲۲۳	۹۹
Gt ₁									۵۰		/۸۸		۰/۶۱
GH ₅	۳۱۰۶					۸۰	۱۲۲	۱۱۰	۱/۶	۳۱/۶		۱۵۸۱	۳۶/۱۱
FS	۱۰۲۹				۱۸۰		۲۵		۱۲/۵	۷/۳		۱۲۹۶	۲۴/۸۴
AMD	۹۲				۴۷		۳۶		۳۶	۹۱	۸۵	۱۳۲/۴	۲۳۶
J ₃	۱۳/۴				۶۹۲		۵۲۹		۲/	۳۳۶	۴۷	۳۶/۶	۱۳۰/۵
Am ₂	۱۹۶	۸۴۸	۳	۳	۱۳۴	۱۳۵	۲۰۷		۲۵۷	۲۹۳		۱۰۶۷	۲۰۵۶
J ₂	۶۵۰	۲۴/۵	۷	۱۲	۳۳۴		۵		۳	۶۵۰			۰/۱۷۹
GHB	۱۷۹۲	۲۶۲	۵	۱۳۵	۶۱۵	۳۰۷	۹۴	۸۵/۱	۱/۸۸	۱۷۶۲	۸۳	۳۱۲۸	۵۲۱

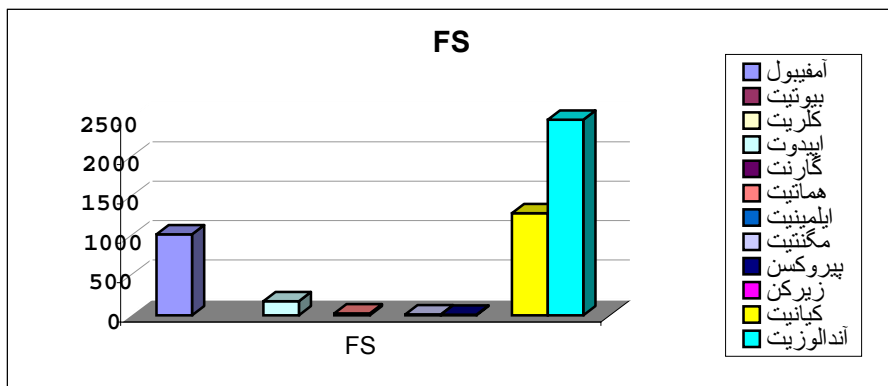
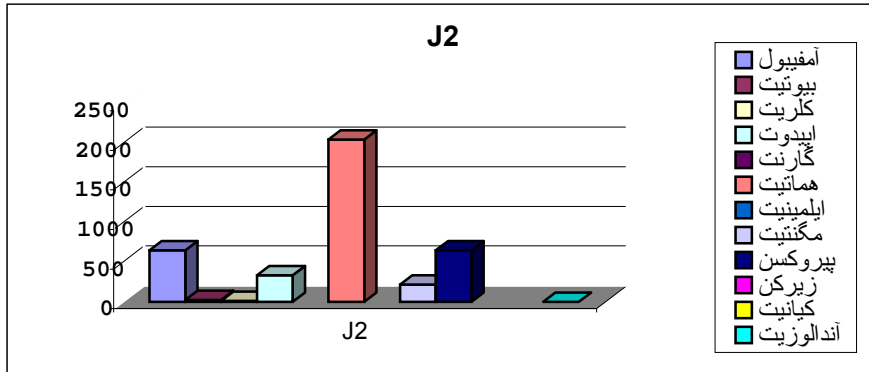


شکل ۷ - مقایسه فراوانی کیانیت و آندالوزیت در نمونه‌های برداشت شده بر حسب گرم در تن

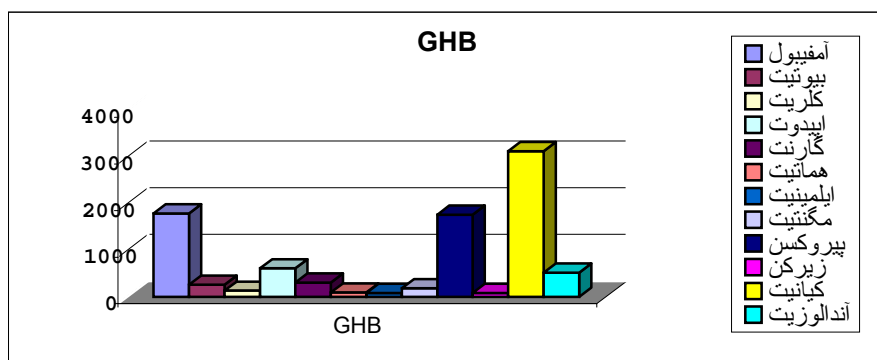
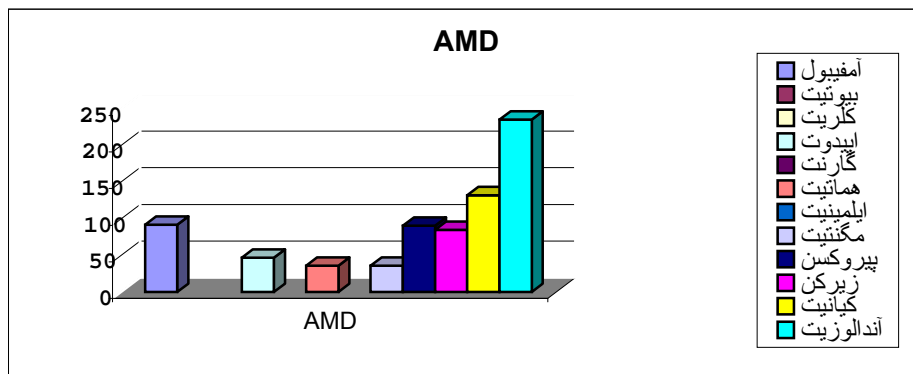


شکل ۸ - مقایسه فراوانی کانی‌ها در هر نمونه بر حسب گرم در تن

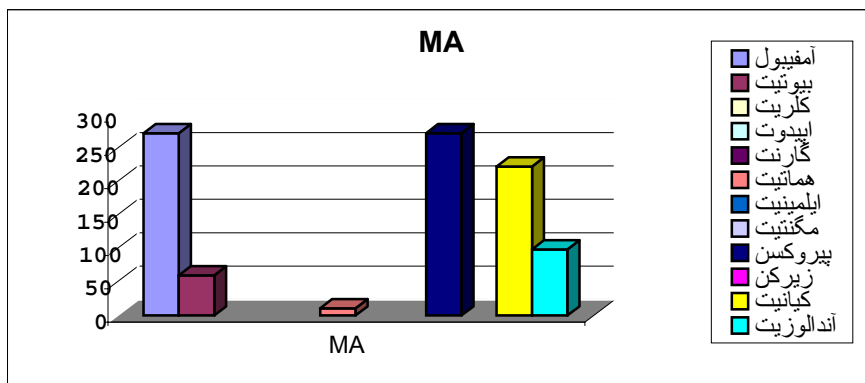
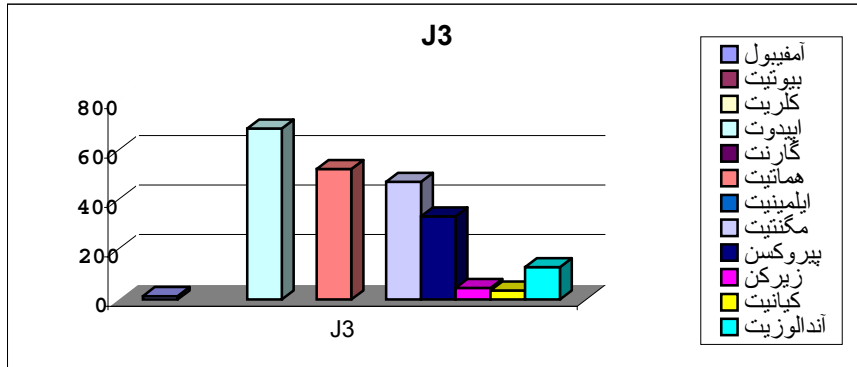
(ادامه شکل ۸)



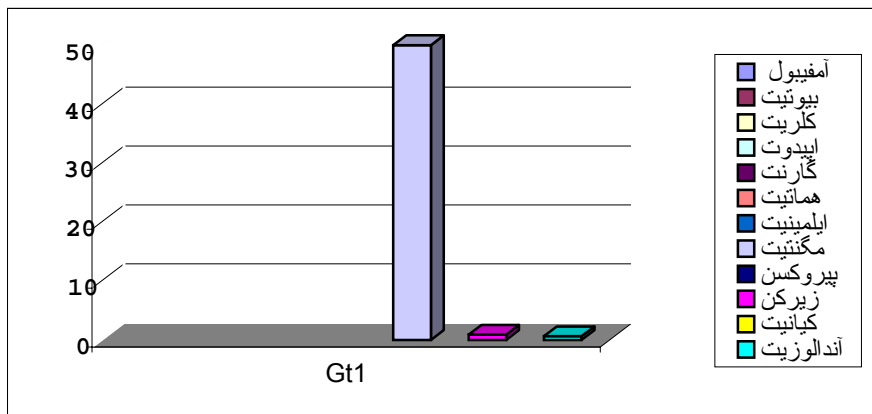
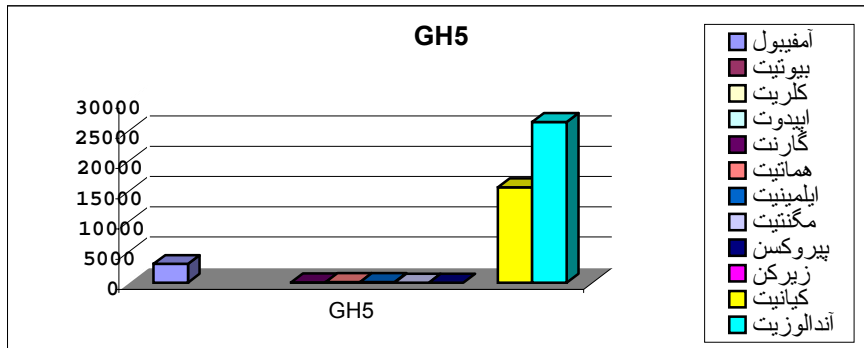
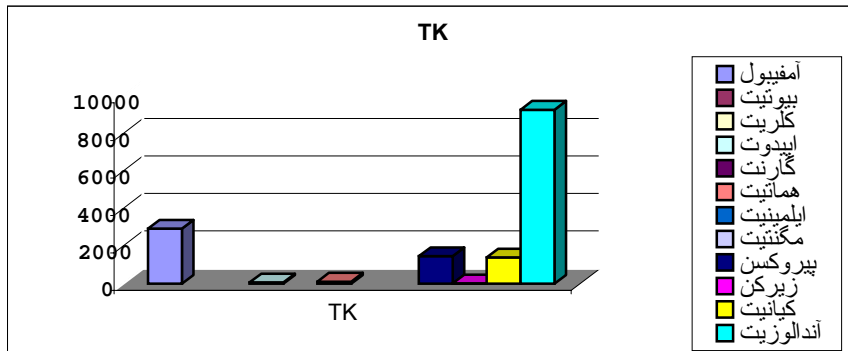
(ادامه شکل ۸)



(ادامه شکل ۸)



(ادامه شکل ۸)



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 ۳۴ تا ۳۸ در شکل ۳ مربوط است کانی سنگین عمده آندالوزیت و کیانیت است و متوسط تراکم زیرحوضه‌های این قسمت $3/5 \text{ km}^{-1}$ است. در نمونه J2 که به محل استقرار سه زیرحوضه درجه سوم با شماره ۳ تا ۵ در شکل ۳ مربوط است کاهش شدید در مقدار کیانیت و آندالوزیت دیده می‌شود و متوسط تراکم زیرحوضه‌های این قسمت $1/9 \text{ km}^{-1}$ است. در نمونه GHB کیانیت و آمفیبول چشم‌گیر هستند مورد توجه می‌باشند و این نمونه به محل استقرار زیرحوضه‌های ۱۵ و ۱۶ در شکل ۳ مربوط است متوسط تراکم زیرحوضه‌ها در این محل $1/4 \text{ km}^{-1}$ 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 $1/9 \text{ km}^{-1}$ است و سازندهای اصلی در این قسمت کربناته هستند. در نمونه AMD که به محل استقرار زیرحوضه‌های ۳۹ تا ۴۱ در شکل ۳ مربوط است به دلیل ابرفت فراوان کانی سنگین از فراوانی کمی برخوردار است. در نمونه Fs که به محل زیرحوضه‌های ۱ و ۲ 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 شکل ۳ مربوط است کانی سنگین فراوان کیانیت و آندالوزیت است و عدد تراکم زیرحوضه‌ها $2/3 \text{ km}^{-1}$ 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 ۱۴ در شکل ۳ مربوط است فراوانی کم کیانیت و آندالوزیت به دلیل وجود سازندهای کربناته است.

نتیجه گیری

- به طور کلی نتایج زیر از این بررسی قابل استنتاج است :
- روند عمومی کشیدگی حوضه آبریز کنترل گسلی را به خوبی نمایان می کند.
 - مهمترین زیر حوضه های حوضه اصلی نمونه های درجه سوم بر اساس معیار رتبه بندی استرالر هستند که بر روی سازندهای اصلی واقع هستند و همبستگی کاملی بین طول آبراهه آنها و مساحتشان دیده می شود.
 - اکثر آنومالی های زهکشی به زون زاگرس بامنشاء گسلی مربوط اند .
 - رتبه بالای حوضه در مساحتی کم دلالت بر فرسایش پذیری شدید سازندهای موجود در حوضه دارد.
 - حوضه از بلوغ خوبی بهره مند است زیرا آبراهه های رتبه پائین از سه برابر آبراهه های رتبه بالا بیشتر هستند .
 - تراکم زیر حوضه ها در بخش زاگرس مرتفع کمتر از بخش سنندج - سیرجان هستند .
 - عمده ترین کانی های سنگین آندالوزیت و کیانیت است که به زیر حوضه های درجه سومی مربوط اند که اولاً به زون سنندج - سیرجان مربوط باشند و نیز عدد تراکم در آنها بیشتر از ۲ باشد منشاء این کانی ها به توده های نفوذی شمال بروجرد مربوط است.

منابع

- ۱- نقشه توپو گرافی ۱ / ۵۰۰۰۰ ورقه بروجرد شماره ۰۵۷۵۱
- ۲- نقشه توپو گرافی ۱ / ۵۰۰۰۰ ورقه قلعه حاتم شماره ۰۵۷۵۷
- ۳- نقشه ۱/۰۰۰۰۰ زمین شناسی بروجرد . سازمان زمین شناسی کشور
- ۴- 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.

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 33° and 35° 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