

بررسی ویژگی‌های زمین‌ریختی و تنوع سامانه‌های رودخانه‌ای دشت جلغا - هادی شهر، شمال باختری ایران: تلفیقی از آثار تغییرات جنبایی زمین‌ساختی، سطح اساس و محیطی در کواترنری

داود مختاری^{۱*}

^۱ دانشیار، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۳/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۴/۱۰

چکیده

سامانه‌های رودخانه‌ای و سیمای زمین‌ریختی محیط‌های نیمه‌خشک شمال باختری ایران نشانگر آثار متعددی از فعالیت‌های زمین‌ساختی و تغییرات محیطی کواترنری هستند. چاله زمین‌ساختی جلغا-هادی شهر یکی از دشت‌های شکل گرفته این بخش از ایران در راستای رودخانه ارس است که در پژوهش حاضر داده‌های سامانه‌های رودخانه‌ای آن برای ارزیابی نقش تغییرات زمین‌ساختی، سطح اساس و محیطی در چشم‌انداز دشت مورد بررسی قرار گرفته است. تعیین محدوده حوضه‌های آبریز و مخروط‌افکنه‌های مورد مطالعه و همچنین بررسی ویژگی‌های ریخت‌سنجی آنها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، تحلیل ساختارهای زمین‌شناسی (ستبرای لایه‌ها، سوی لایه‌ها، اثر گسل‌ها بر لایه‌ها و وجود یا نبود چینه‌شناسی) به وسیله تحلیل برش‌های زمین‌شناسی و برش‌های ژئوالکترونیک و بازدیدهای میدانی انجام شده است. بررسی‌ها نشان داد که ویژگی‌های ریخت‌سنجی و ریخت‌شناختی سامانه‌های رودخانه‌ای به‌ویژه در بخش مخروط‌افکنه‌ها، به شدت از فعالیت‌های زمین‌ساختی، تغییرات سطح اساس و دیگر تغییرات محیطی دوره کواترنری تأثیر پذیرفته‌اند. با توجه به این که در حال حاضر، فعالیت‌های عمرانی سطح دشت جلغا-هادی شهر را در بر گرفته‌اند، این پژوهش، ضرورت در اختیار داشتن و لحاظ کردن داده‌های ریخت‌شناختی پیش از ایجاد هرگونه تغییر در چشم‌انداز منطقه را گوشزد می‌نماید و می‌تواند با تشریح پدیده‌های مورفودینامیکی اصلی، چگونگی اثرگذاری انسان بر دشت را در حال حاضر و در آینده توجیه نماید.

کلیدواژه‌ها: سامانه‌های رودخانه‌ای، تغییرات جنبایی زمین‌ساختی، تغییرات سطح اساس، تغییرات محیطی، کواترنری، دشت جلغا-هادی شهر، شمال باختری ایران

E-mail: d_mokhtari@tabrizu.ac.ir

*نویسنده مسئول: داود مختاری

۱- پیش‌گفتار

در بررسی تکامل زمین‌ریخت‌شناختی یک ناحیه، سامانه‌های رودخانه‌ای از جایگاه ویژه‌ای برخوردارند (Chamy et al., 2003). حساسیت بسیار زیاد این سامانه‌ها به تغییرات جنبایی زمین‌ساختی و محیطی موجب شده‌است تا در نظر گرفتن نقش آنها در شناسایی روابط متقابل بین عوامل یاد شده، اجتناب‌ناپذیر باشد. مطالعات مختاری (۱۳۸۱، ۱۳۸۲، ۱۳۸۴، ۱۳۸۶ الف و ب) نشان می‌دهد سامانه‌های رودخانه‌ای و چشم‌انداز محیط‌های نیمه‌خشک شمال باختری ایران، گویای کنترل عوامل ساختمانی ناشی از نوزمین‌ساخت و تغییرات محیطی بر این گونه سامانه‌ها است.

چاله زمین‌ساختی جلغا-هادی شهر (سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۷۵؛ عابدینی، ۱۳۸۴) یکی از دشت‌های شمال باختری ایران در راستای رودخانه ارس است که در حد فاصل کرانه جنوبی رودخانه ارس و بخشی از رشته‌کوه قره‌داغ (کوه‌های دیوان‌داغی و قره‌گوز) واقع شده است. بررسی‌های مقدماتی (مختاری، ۱۳۸۹) در این منطقه نشان می‌دهد که بخش اعظم این دشت در اواسط کواترنری از یک وضعیت انباشتی به وضعیتی فرسایشی تغییر یافته است به طوری که رسوبات مربوط به اوایل کواترنری بریده شده و آثار آن به صورت پادگانه‌های آبرفتی مرتفع به‌ویژه در قسمت میانی دشت دیده می‌شوند (شکل ۱). پس از این رویداد که احتمالاً با کوهزایی‌های پاسادنین (۴) همزمان بوده‌است، رسوبات آبرفتی در بخش‌های پست دشت و در امتداد بستر رودخانه‌ها به‌جا گذاشته شده‌اند و امروزه این فضای رسوب‌گذاری به مخروط‌افکنه‌های پایکوهی و بستر رودخانه‌های مهم منطقه مثل دره دیزچای و لیوارجان‌چای محدود شده است. با تغییر وضعیت منطقه از یک حوضه انباشتی به حوضه‌ای فرسایشی، ناهمواری‌هایی به‌صورت تپه‌هایی طولی در سطح دشت ظاهر شده‌اند که به‌رغم ارتفاع کم، با توجه به برخورداری از ترکیب سنگ‌شناسی نامقاوم (رسوبات نئوژن و کواترنری) از پویایی بسیار بالایی برخوردارند و فرایندهای فرسایشی که به‌نظر بیشتر نتیجه عمل آب‌های جاری است، بر روی آنها اثر می‌گذارد. در این مقاله سعی شده است تا با تکیه بر داده‌های قابل دسترس در مورد تغییرات محیطی و زمین‌ساختی کواترنری، اثرات آنها بر سامانه‌های رودخانه‌ای و چشم‌انداز

۲- معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شامل زمین‌های پست و نسبتاً هموار واقع در حد فاصل دو عارضه طبیعی شامل بخشی از رشته‌کوه قره‌داغ (کوه‌های قره‌گوز و دیوان‌داغی) در جنوب و رودخانه ارس در شمال است (شکل ۱). رودخانه دره‌دیز به عنوان مهم‌ترین سامانه زهکشی دشت جلغا-هادی شهر است که در جهت جنوب به شمال جاری است و به رودخانه ارس می‌پیوندد. این سامانه به همراه پدیده‌های زمین‌ریخت‌شناختی خود مانند مخروط‌افکنه دره‌دیز، دامنه‌های تند مشرف به دره اصلی رودخانه، مخروط‌های واریزه‌ای (Debris cones) و رودسنگ‌های (Block streams) روی دامنه‌ها و پادگانه‌های آبرفتی، از جمله ویژگی‌های قابل توجه منطقه مورد مطالعه هستند. همچنین، موقعیت جلگه‌ای شهر جلغا در کنار رود ارس و وجود عوارض برهم زنده یکنواختی چشم‌انداز دشت همچون ارتفاعات اوج‌تپه در خاور شهر جلغا و عوارض کم‌ارتفاع بایر و قره‌بورون که به‌صورت مرزی دشت جلغا-هادی شهر را به دو قسمت شمالی (دشت جلغا) و جنوبی (دشت هادی شهر) تقسیم نموده‌اند، از مهم‌ترین پدیده‌های توپوگرافیکی هستند که توجه هر بیننده‌ای را به خود جلب می‌کنند (شکل ۱).

زهکشی آب‌های سطحی دشت به‌ویژه در کناره‌های آن از طریق شبکه‌ای موازی صورت می‌گیرد که در نهایت پس از پیوستن به رودخانه دره‌دیز (زهکش اصلی دشت) به رودخانه ارس می‌پیوندند. در واقع می‌توان گفت همه رودخانه‌های محدوده مورد مطالعه رودخانه‌هایی فصلی هستند که با توجه به اقلیم نیمه‌خشک منطقه فقط هنگام رخداد بارش‌های سیل‌آسا جریان می‌یابند.

مقایسه ساختمان و چینه‌بندی رسوبات در حوضه‌های مجاور منطقه مورد مطالعه، به‌ویژه حوضه آبریز آسیاب خرابه واقع در خاورآن، تحلیل ساختار رخساره‌ای منطقه را ساده‌تر نمود.

تحلیل ساختارهای زمین‌شناختی (ستبرای لایه‌ها، جهت لایه‌ها، اثر گسل‌ها بر لایه‌ها و وجود یا نبود چینه‌شناسی) تا دوره پلیستوسن از طریق تحلیل مقاطع زمین‌شناسی و بازدیدهای میدانی انجام شده‌است ولی با توجه به اطلاعات اندک این نقشه‌ها در مورد رسوبات کواترنری، نگارنده از برش‌های ژئوالکترونیک منطقه نیز بهره گرفته است (شکل ۴ و ۵).

تاریخچه تحولات زمین‌ساختی یک ناحیه کوهستانی را می‌توان با زمین‌سنجی (Geometry) رسوبات مخروط‌افکنه‌ای در دوره‌های بلندمدت بازسازی نمود. (Bull (1972) با استفاده از برش‌های تهیه شده در امتداد نیم‌رخ طولی مخروط‌افکنه‌ها سه نوع اصلی رسوبات و ارتباط آنها با فعالیت‌های زمین‌ساختی را شناسایی نمود: ۱- رسوبات گوه‌مانند که بخش ستبر آنها در جبهه کوهستانی و بخش نازک‌تر آنها در فاصله‌ای دورتر از جبهه کوهستانی قرار گرفته‌اند. از نظر زمین‌ساختی این مناطق پیش از رسوب‌گذاری در مخروط‌افکنه یک بالآمدگی شدید را تجربه کرده‌اند. ۲- شکل‌های عدسی‌مانند که در نزدیکی جبهه کوهستانی و در پایین دست مخروط‌افکنه نازک‌تر بوده ولی در بخش میانی ستبرتر هستند وجود چنین وضعی نشانگر آن است که در طول رسوب‌گذاری مخروط‌افکنه، بالآمدگی ادامه داشته است. ۳- اشکال گوه‌مانند که قسمت نازک آنها در نزدیکی جبهه کوهستانی و بخش ستبر آنها در فواصل دورتر قرار دارد. وجود چنین وضعی نشان از توقف فعالیت‌های زمین‌ساختی و فرسایش مواد سطح مخروط‌افکنه و انباشت آنها در پایین دست مخروط‌افکنه دارد که به احتمال در نهایت به تشکیل دشت فرسایشی (Pediment) می‌انجامد. برای ارزیابی میزان جنبایی زمین‌ساختی با استفاده از ستبرای رسوبات مخروط‌افکنه‌ای در بخش‌های مختلف این مخروط‌افکنه‌ها، ۸ مخروط‌افکنه از کل مخروط‌افکنه‌های منطقه که امکان اندازه‌گیری ستبرای رسوبات در بالادست، بخش میانی و پایین دست آنها وجود داشت، انتخاب و اندازه‌گیری شدند که نتایج فراهم آمده در جدول ۳ آمده است.

۴- ریخت‌سنجی سامانه‌های رودخانه‌ای

سامانه‌های رودخانه‌ای ۳۱ گانه منطقه مورد مطالعه (شکل ۳) با ویژگی‌های ریخت‌سنجی شناخته شده خود (جدول ۲)، یکی از بخش‌های اصلی سامانه‌های ریخت‌زایی فعال در چشم‌انداز دشت جلفا- هادی‌شهر هستند به گونه‌ای که بیشتر شکل‌های ریخت‌شناختی آن نتیجه عملکرد سامانه‌های رودخانه‌ای یاد شده می‌باشند. اختلاف ارتفاع زیاد بین بالاترین نقاط حوضه‌ها و خروجی آنها، چیرگی اقلیم نیمه‌خشک و ویژگی‌های سنگ‌شناختی حوضه، زمینه را برای فعالیت شدید این سامانه‌ها فراهم آورده‌اند.

بر طبق مشاهدات میدانی وجود بقایایی از رسوبات کنگلومرایی نیمه‌مترام (با سن کواترنری) در سطوح بالاتر (۱۰ تا ۳۰ متر) از سطح متوسط کنونی دشت نشانگر وجود فضای رسوب‌گذاری (Accommodation Space) در دوره‌هایی نه چندان دور در موقعیتی مرتفع در منطقه است. این فضای رسوب‌گذاری در حال حاضر به بخش‌های پست‌تر حوضه منتقل شده و فقط آثاری از آن امروزه در سطح مخروط‌افکنه دره‌دیز به صورت کنگلومرایی نیمه‌مترام دیده می‌شود (شکل ۶).

وجود آثاری از رسوبات پلیوسن به صورت محدود در بخش کوچکی از دشت (کوه‌های بابر) و نبود اثری از رسوبات اوایل پلیستوسن و آغاز رسوب‌گذاری در اواسط پلیستوسن، نشانگر تغییرات شدید محیطی منطقه در پلیستوسن زیرین است به گونه‌ای که، رسوبات قاره‌ای اواسط پلیستوسن مستقیماً و به صورت دگرشیب بر روی رسوبات مارنی میوسن قرار گرفته‌اند.

با توجه به برآوردهای انجام شده، نوع اقلیم منطقه جلفا بر اساس روش دمارتن از نوع خشک، بر اساس روش گورزینسکی از نوع بری شدید، و بر اساس روش پیشنهادی دکتر کریمی از نوع نیمه‌خشک با تابستان‌های گرم و زمستان‌های سرد است (مؤتمن، ۱۳۸۵). البته در گزارشی دیگر (قره باغی، ۱۳۷۹) نوع اقلیم ایستگاه جلفا به روش دکتر کریمی، از نوع نیمه مرطوب معتدل با زمستان‌های سرد تا خیلی سرد ذکر شده است.

از ویژگی‌های شاخص زمین‌شناختی دشت جلفا- هادی‌شهر که به نوعی دلالت بر پویایی ریخت‌شناختی دشت نیز دارد، بروزند سازندهای زمین‌شناسی کهن در تمامی سطح دشت و ستبرای اندک رسوبات کواترنری در بخش‌های مختلف آن است به عبارت دیگر، در بخش‌هایی از دشت با سطوح فرسایش‌یافته و در بخش‌هایی دیگر با سطوح پرشده روبه‌رو هستیم. از سوی دیگر، پراکندگی رسوبات کواترنری در قالب پادگانه‌های (تراس) مرتفع و قدیمی نشانگر چیرگی دوره‌های انباشتی و کاوشی مختلف در طول کواترنری است.

بخش گسترده‌ای از دشت جلفا- هادی‌شهر به وسیله رسوبات کواترنری پوشیده شده‌است ولی، بخش زیادی از این نهشته‌ها به صورت پادگانه‌های آبرفتی مرتفع هستند که نشانگر توقف رسوب‌گذاری بر روی آنها و تبدیلیشان به سطوحی فرسایشی است. این پادگانه‌ها و در مجموع کلیه رسوبات کواترنری سطح دشت به صورت ورقه‌ای کم‌ستبر بر روی رسوبات کهن‌تر قرار گرفته‌اند و به ندرت ستبرای آنها به ۱۰۰ متر می‌رسد. از آنجا که این رسوبات در بخش گسترده‌ای از سطح دشت به طور مستقیم بر روی رسوبات میوسن قرار گرفته‌اند از این رو، به سبب نفوذپذیری اندک رسوبات یاد شده از یک سو و ستبرای کم نهشته‌های کواترنری از سوی دیگر، تشکیل سفره‌های آب زیر زمینی عمده در منطقه امکان‌پذیر نیست و همین عامل در کنار بارندگی کم، این دشت را به عنوان یکی از دشت‌های خشک شمال باختری کشور تبدیل نموده است.

زمین‌ساختی بودن دشت، تمایل سازندهای زمین‌شناختی زیرین در شمال و جنوب دشت به سمت بخش‌های میانی دشت جلفا و ریخت‌شناسی کاسه‌مانند دشت جلفا- هادی‌شهر (شکل ۲)، گویای تداوم حرکات کششی زمین‌ساختی و فرونشینی قسمت میانی آن است. به نظر می‌رسد توده نفوذی موجود در ارتفاعات اوج‌تپه نیز بی‌ارتباط با این حرکات زمین‌ساختی نیست (مختاری، ۱۳۸۹). سن این توده نفوذی در نقشه زمین‌شناسی منطقه (سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۷۵) به الیگوسن نسبت داده شده است و همان گونه که در برش (شکل ۲) نیز مشخص است، توده یاد شده از میان رسوبات اتوسن سر برآورده و موجب گسیختگی رسوبات مورد نظر شده است. اثر نفوذ این توده در داخل واحدهای اتوسن به صورت تورم این واحدها در برش زمین‌شناسی آشکار است.

۴- روش تحقیق

سامانه‌های رودخانه‌ای مهم‌ترین واحدهای زمین‌ریخت‌شناختی هستند که مخروط‌افکنه‌های آنها بخش گسترده‌ای از دشت جلفا- هادی‌شهر را به خود اختصاص داده‌اند (شکل ۳). محدوده حوضه‌های آبریز و مخروط‌افکنه‌های مورد مطالعه و همچنین ویژگی‌های ریخت‌سنجی (Morphometric) آنها (جدول ۱) با استفاده از نسخه زمین مرجع شده تصاویر ماهواره‌ای Google Earth تعیین شده است. بر این اساس، سامانه‌های رودخانه‌ای منطقه مورد مطالعه در چهار گروه جای می‌گیرند (جدول ۲).

در بررسی چگونگی تحول و شکل‌گیری دشت جلفا- هادی‌شهر و ساختمان آن، در نظر گرفتن و مطالعه شواهد زمین‌شناسی (نقشه زمین‌شناختی ۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰) و آب‌شناختی (هیدرولوژیکی) (از روی نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰) و تحلیل سامانه‌های رودخانه‌ای از اهمیت خاصی برخوردار بوده است.

آن چه مسلم است، این است که تاکنون این مسأله، که کدام عامل بیش از سایر عوامل در تعیین مقدار n و c مؤثر است، حل نشده باقی مانده است (Oguchi and Ohmori, 1994).

شکل ۷ رابطه بین مساحت مخروطافکنه‌ها (A_p) و مساحت حوضه‌های آبریز (A_r) بخش‌های مختلف دشت جلفا- هادی شهر را نشان می‌دهد. در این شکل نمودار لگاریتمی رابطه A_p (Y) با A_r (X) برای کل حوضه‌ها و مخروطافکنه‌ها و حوضه‌ها و مخروطافکنه‌های گروه ۱ تا ۴ به طور جداگانه نشان داده شده است که مقدار ضریب n (b) برای کل حوضه‌ها و مخروطافکنه‌ها ۰/۷۷۵، برای گروه اول ۰/۸۱۶، برای گروه دوم ۱/۷۴۵، برای گروه سوم ۰/۸۸، و برای گروه چهارم ۱/۱۸۳ است. بدیهی است که نقاط به دست آمده برای هر یک از گروه‌های مخروطافکنه‌ای که در اطراف خط رگرسیون قرار گرفته‌اند، هر کدام به یک بخش از سامانه منطقه مورد مطالعه با ویژگی‌های ریخت‌شناختی خاص آن بخش تعلق دارند. در این میان توان ۱/۷۴۵ و ۱/۱۸۳ برای A_p (X) در گروه ۲ و ۴ قدری قابل تأمل است و نشانگر زیادی غیرمتعارف اندازه مخروطافکنه‌ها در رابطه با حوضه‌های آبریز تغذیه‌کننده آنهاست. به عبارت دیگر آلومتری مثبت در گروه دوم و چهارم و آلومتری منفی در دیگر گروه‌ها نشانگر آن است که در گروه دوم و چهارم افزایش اندازه مساحت مخروطافکنه سریع‌تر از حد معمول بوده و در سایر گروه‌ها کندتر از آن است. لازم به یادآوری است واژه آلومتری برای نشان دادن اثرات تغییر در مقادیر یک ضریب در نسبت متغیرها در یک سامانه به کار برده می‌شود. به عقیده Kostaschuk et al. (1986) شاخص b ، در رابطه $y = ax^b$ (شکل کلی معادله‌های مربوط به روابط حوضه‌های آبریز و ویژگی‌های ریخت‌سنجی مخروطافکنه‌ها) ضریب ثابت نسبت $\frac{y}{x}$ است. اگر $b=1$ باشد نسبت ثابت است و هیچ تغییری در مقادیر نسبی اتفاق نمی‌افتد. در این حال گفته می‌شود رابطه از نوع غیرآلومتریکی یا ایزومتریکی است. اگر $b > 1$ باشد مقدار y نسبت به x افزایش یافته و بر روی y آلومتری مثبت روی می‌دهد. در صورتی که $b < 1$ باشد مقدار x نسبت به y فزونی یافته و آلومتری منفی را بر روی y خواهیم داشت (مختاری، ۱۳۸۲). (Harvey (1990) در نتیجه مطالعاتی که در مورد مخروطافکنه‌های مختلف انجام داده است، بر این باور است که توان A_p در تابع رگرسیونی بین ۰/۷ تا ۱/۱ متغیر است. در مقایسه مقادیر ضریب n (b) در گروه‌های مختلف مخروطافکنه‌ای، می‌توان تفاوت آنها را به ویژگی‌های سنگ‌شناختی و میزان جنبایی زمین‌ساختی حوضه‌های تغذیه‌کننده نسبت داد.

۶- رابطه بین مساحت و شیب مخروطافکنه‌ها

رابطه بین مساحت و شیب برای کل مخروطافکنه‌های اطراف دشت جلفا- هادی شهر با وجود ضریب همبستگی پایین ($r = ۰/۲۳$)، می‌تواند به وسیله یک تابع توانی، نشان داده شود (شکل ۸) ولی زمانی که این رابطه همانند رابطه مساحت مخروطافکنه‌ها و مساحت حوضه‌های آبریز، برای هر گروه مخروطافکنه‌ای به صورت جداگانه محاسبه می‌شود، ضریب همبستگی نسبت به کل مخروطافکنه‌ها افزایش یا کاهش نشان می‌دهد. نکته قابل توجه، زیاد بودن ضریب همبستگی در مخروطافکنه‌های دامنه ارتفاعات قره‌گوز (گروه اول) نسبت به مخروطافکنه‌های دیگر بخش‌های دشت است که به نظر می‌رسد ناشی از اثر عامل اقلیم در دامنه‌های پشت به آفتاب ارتفاعات قره‌گوز باشد. توان Da برای کل مخروطافکنه‌ها و گروه‌های مخروطافکنه‌ای قره‌گوز، علی‌باشی و اوچ‌تپه به ترتیب ۰/۲۱۲، ۰/۲۴۱، ۰/۱۱۶، ۰/۲۱۷- و ۰/۳۲۹- است که در محدوده مقادیر تعیین شده از طرف پژوهشگران مختلف و برای نقاط گوناگون روی زمین (بین ۰/۳۵- تا ۰/۱۵-) (Bull, 1962; Hooke, 1967; Harvey, 1988; Silva et al., 1992) قرار دارند در حالی که این مقدار برای گروه دوم (دیوان‌داغ)، ۰/۱۱۶- است که در خارج از محدوده فوق قرار می‌گیرد. این مقدار نشانگر شیب زیاد سطح مخروطافکنه‌ها نسبت به مساحت مخروطافکنه است.

انتقال فضای رسوب‌گذاری رودخانه‌ها به دو سوی مخروطافکنه‌های فعلی و بخش‌های پایین دست آنها و متروکه شدن (Abandonce) و بریده شدن (Incision) سطح فضای گذشته نیز خود نشانگر تغییرات قابل توجه محیطی در پلئستوسن بالایی و هولوسن است. به طوری که این تغییرات پیوستگی لازم در فضای رسوب‌گذاری را از بین برده‌اند. بررسی سیر تکاملی چشم‌انداز ریخت‌شناختی منطقه مورد مطالعه نشان داده‌است که نبود تمایل یا شکستگی در رسوبات کواترنری و رسوبات نئوژن منطقه، گویای آرامش زمین‌ساختی منطقه در دوره‌های مورد اشاره است. بنابراین، سیمای ریخت‌شناختی دشت جلفا- هادی شهر، دست‌کم در کواترنری، از عوامل دیگری مثل تغییرات اقلیمی و تغییرات سطح اساس بر آمده از آن تأثیر پذیرفته است. بر این اساس، رفتار سامانه‌های رودخانه‌ای با توجه به تغییرات اقلیمی و ویژگی‌های سنگ‌شناختی حوضه به وسیله بررسی روابط ویژگی‌های حوضه‌های آبریز و عملکرد سامانه مخروطافکنه‌ای، بررسی می‌شود.

۵- رابطه بین مساحت مخروطافکنه‌ها و حوضه‌های آبریز

مقایسه نسبت مساحت مخروطافکنه‌ها و حوضه‌های آبریز شکل‌دهنده آنها یکی از روابط شناخته شده در مطالعات میزان جنبایی زمین‌ساختی جبهه‌های کوهستانی است. با نشان دادن این رابطه (معادله (۱)) در یک نمودار دو لگاریتمی (شکل ۷)، درمی‌یابیم که گرچه می‌توان یک تابع توانی را برای کل مخروطافکنه‌های مورد مطالعه تعریف کرد ولی با توجه به این که در صورت تعریف توابع جداگانه برای هر گروه میزان ضریب همبستگی افزایش یا کاهش می‌یابد بنابراین برای هر گروه نموداری جداگانه نیز رسم شده است (شکل ۷).

$$\text{معادله (۱)} \quad A_r = c A_p^n$$

که در آن A_p مساحت مخروطافکنه، A_r مساحت حوضه آبریز، c ضریب ثابتی که بیانگر مساحت مخروطافکنه به ازای هر کیلومتر مربع از مساحت حوضه آبریز است و توان n شیب خط رگرسیون است (Cook et al., 1993).

مطالعات پژوهشگران در مناطق مختلف کره زمین نشان می‌دهد که مقادیر ضریب c با توجه به عوامل محلی همچون قابلیت فرسایش سنگ‌شناختی، حرکات زمین‌ساختی، نسبت مساحت ناحیه انباشتی به مساحت ناحیه فرسایشی در یک حوضه آبریز، مقدار ذخیره رسوب در بالادست رأس مخروطافکنه (Bull, 1964; Hooke and Rohrer, 1977; Oguchi and Ohmori, 1994) می‌تواند متفاوت باشد. فضای قابل دسترس در محل برای رسوب‌گذاری (Cook et al., 1993) تغییر می‌کند. براساس همین مطالعات مقدار ضریب n برای مخروطافکنه‌های مناطق خشک در حدود ۰/۹ است. (Kostaschuk et al. (1986) با محاسبه حدود اطمینان برای مخروطافکنه‌های مورد مطالعه در ۱۳ مورد، به این نتیجه رسیدند که تنها در موارد نادری مقدار توان n (b) به طور معنی‌داری کمتر از ۱ است. مقادیر کمتر از ۱ برای ضریب n از نظر ریاضی توجیه‌کننده این مسأله است که با افزایش مساحت حوضه آبریز، نسبت مساحت مخروطافکنه به مساحت حوضه آبریز کاهش می‌یابد. (Oguchi and Ohmori (1994) دلایل این امر را در پنج بند خلاصه کرده‌اند که عبارتند از: ۱- به ندرت اتفاق می‌افتد که یک رگبار تمام سطح حوضه آبریز مخروطافکنه‌های بزرگ را پوشش دهد، بنابراین می‌توان گفت که در چنین حالتی مقدار زیادی از عناصر پیش از رسیدن به سطح مخروطافکنه در بین راه ذخیره و انباشت می‌شوند. ۲- شیب دامنه‌های مشرف به آبراه، با افزایش مساحت حوضه آبریز کاهش یافته و موجب کاهش بار رسوبی می‌شود. ۳- سامانه‌های مخروطافکنه- حوضه آبریز کوچک بسیار سریع‌تر از نمونه‌های بزرگ‌تر به تعادل می‌رسند. ۴- رودخانه‌های حوضه‌های بزرگ‌تر نیروی کافی برای حمل بار بستر در روی مخروطافکنه را دارند. ۵- عرض حوضه‌های بین کوهی در محل ایجاد و گسترش مخروطافکنه باریک‌تر است.

Riba et al., 1983; Hirst and Nichols, 1986; Munoz et al., 1986; Villena et al., 1996 a, b; Millañ Garrido et al., 2000; Luzoñ, 2001; Puigdefàbregas et al., 1986, 1992; Munoz et al., 2002 تنها در میزان تدارک رسوب می‌تواند باشد (Luzoñ et al., 2002). بررسی‌ها نشان می‌دهد که تکامل محیط‌های رسوبی، ستبرا و روند عمودی آنها در دشت جلفا- هادی شهر به شدت به فعالیت زمین‌ساختی از نوع کششی وابسته است (مختاری، ۱۳۸۹). با توجه به این که دشت جلفا- هادی شهر از اوایل سنوزویک یک از حوضه‌های رسوب‌گذاری شمال باختری ایران بوده است از این رو، امکان بررسی و مطالعه تکامل محیط رسوبی منطقه وجود دارد.

شکل ۱۱ وضعیت ریخت‌شناختی سطح دشت را نشان می‌دهد. بر اساس این شکل ریخت‌شناسی فعلی دشت تحت کنترل سامانه‌های رودخانه‌ای است و آب‌های سطحی و اشکال انباشتی حاصل از آنها (پادگانه‌ها و مخروط‌افکنه‌ها) سطح بزرگی از دشت را پوشانده‌اند.

پراکندگی پادگانه‌های رودخانه‌ای به‌ویژه پادگانه‌های دوره کواترنری (شکل ۱۱) نشان می‌دهد که در گذشته گستره دشت‌های سیلابی رودخانه‌هایی که دامنه‌های کوهستان‌های واقع در جنوب دشت را زهکشی می‌کردند، بیش از دو برابر دشت‌های سیلابی فعلی بوده است. بعد از بریدگی رودخانه‌ها، آثار دشت‌های سیلابی به صورت پادگانه‌های رودخانه‌ای در امتداد دره‌های بریده شده باقی مانده است.

از میان سه عامل اصلی مؤثر در ایجاد بریدگی‌ها (Scott et al., 2003) یعنی تغییرات اقلیمی، فعالیت‌های زمین‌ساختی و اسارت رودخانه، نقش دو عامل اول در منطقه کاملاً آشکار است. بسترهای نسبتاً مسطح و عریض رودخانه‌ها در سطح دشت نشان می‌دهد که منطقه مورد مطالعه در اواخر دوره کواترنری وضعیت نسبتاً پایداری داشته است و تظاهر سنگ مادر در بخش‌های مختلف بستر رودخانه‌ها در سطح دشت حاکی از این است که فروکاوای بستر رودخانه‌ها در هیچ دوره‌ای بیشتر از امروز نبوده است.

تردید نیست که ایجاد دشت جلفا- هادی شهر و به‌دنبال آن ایجاد فضای رسوب‌گذاری برای عوامل مورفودینامیکی نتیجه عملکرد فعالیت‌های زمین‌ساختی است ولی، عملکرد این عوامل تنها به ایجاد چاله زمین‌ساختی محدود نشده و در طول تشریری و کواترنری نیز همواره بر تکامل ساختمانی منطقه تأثیرگذار بوده است. در طول این مدت بخش‌های مختلف دشت تحت تأثیر عوامل مختلف مورفودینامیک به‌ویژه عمل کاوشی و انباشتی آب‌های جاری نیز بوده است. رودخانه ارس نیز به نوبه خود، هم به عنوان سطح اساس رودخانه‌های دشت و همچنین به عنوان محیط رودخانه‌ای پویا (دینامیک) (Hooke, 2008) نقش مهمی در تحول ریخت‌شناختی دشت داشته است به طوری که در کتاب‌های تاریخی، جلفای قدیم به یک آمفی تئاتر تشبیه شده است (جلالی عزیزیان، ۱۳۷۸ به نقل از سفرنامه شاردن) که نشان از فعالیت کاوشی شدید این رودخانه در زمان‌های اخیر می‌باشد.

در حال حاضر کل سطح دشت جلفا- هادی شهر مرحله‌ای کاوشی را می‌گذراند که نتیجه آن بریدگی رسوبات کواترنری در قسمت‌های مختلف دشت و حتی بریدگی رسوبات زیرین آنها می‌باشد. به طور کلی معماری دشت جلفا- هادی شهر تحت تأثیر عوامل زیر بوده است: ۱) عملکرد سامانه‌های رودخانه‌ای در تدارک رسوب؛ ۲) فضای رسوب‌گذاری متأثر از فعالیت‌های زمین‌ساختی؛ ۳- تغییرات سطح اساس رودخانه ارس و ۴) عمل انسان

چهار گروه مخروط‌افکنه‌ای مورد مطالعه در این طرح دارای وجوه مشترکی مثل سن (پلنیستوسن - هولوسن)، اقلیم حاکم بر منطقه (نیمه خشک) هستند. از نظر سنگ‌شناسی حوضه‌های آبریز، گرچه مشابهت‌هایی بین مخروط‌افکنه‌های دامنه شمالی قره‌گوز و دیوان‌داغ وجود دارد، ولی در مجموع هر کدام از گروه‌های حوضه‌های تغذیه‌کننده مخروط‌افکنه‌ها ویژگی‌های سنگ‌شناختی خاص خود را

جدول ۴ خلاصه وضعیت ویژگی‌های ریخت‌سنجی سامانه‌های رودخانه‌ای منطقه مورد مطالعه را به صورت تطبیقی نشان می‌دهد.

۷- بریدگی‌های سطح مخروط‌افکنه‌ای و تشکیل زبانه‌های انباشتی

وجود آبراهه بریده شده توسط آب‌های سطحی در بخش بالادست مخروط‌افکنه‌ها پدیده‌ای شایع در اکثر مخروط‌افکنه‌های منطقه است (جدول ۲). طبیعتاً وجود چنین آبراهه‌هایی خود خبر از تشکیل زبانه‌های انباشتی می‌دهند که در محل تلاقی بستر آبراهه بریده شده (نقطه عطف) و سطح مخروط‌افکنه تشکیل می‌شوند. چنین وضعیتی نشأت گرفته از دینامیک انباشتی (Aggradational) و کاوشی (Deggradational) چیره و ریخت‌شناسی مخروط‌افکنه است (Calvache and et al., 1997).

در میان مخروط‌افکنه‌های گروه ۱ به‌جز مخروط‌افکنه‌های ردیف ۱، ۲ و ۳ بقیه مخروط‌افکنه‌ها به همراه کلیه مخروط‌افکنه‌های گروه ۲ کمترین بریدگی را در میان چهار گروه مخروط‌افکنه‌ای دارند. از این نظر، کمترین مقدار بریدگی در مخروط‌افکنه‌های گروه ۲ دیده می‌شود.

نکته مهم دیگر قرارگیری مخروط‌افکنه‌های با بریدگی و بدون بریدگی در کنار همدیگر است که نشانگر تأثیر عوامل اوتوسیکلیک از جمله زمین‌ساخت و سنگ‌شناسی است که در بخش‌های مختلف توده کوهستانی عملکردی متفاوت داشته و واکنش ناهمسان سامانه‌های مخروط‌افکنه‌ای مجاور را به دنبال داشته است.

افزون بر این، وجود بریدگی در سطح تمامی مخروط‌افکنه‌های منطقه نشانگر تغییری عمده در روند فرایندهای زمین‌ریخت‌شناختی در اواخر پلنیستوسن و به‌ویژه هولوسن می‌تواند باشد. نکته قابل توجه در این مخروط‌افکنه‌ها این است که بریدگی‌های سطح مخروط‌افکنه‌ها تمام شعاع آنها را پیموده و از رأس مخروط‌افکنه تا انتهای آنها کشیده شده‌اند. به عبارت دیگر الگوی بریدگی مخروط‌افکنه‌های منطقه از میان انواع مختلف نیم‌رخ‌های مخروط‌افکنه‌ای (شکل ۹) از ترکیب الگوهای F و G پیروی می‌کند ولی از نظر الگوی چندبخشی‌شدگی با هیچ کدام از الگوهای شناخته شده چندبخشی‌شدگی (شکل ۱۰) همخوانی ندارد. این بدان معنی است که رودخانه‌های منطقه، بار رسوبی خود را به فضایی خارج از محدوده مخروط‌افکنه مربوطه منتقل می‌کنند. این فضا برای بیشتر سامانه‌های رودخانه‌ای، مخروط‌افکنه بزرگ دره‌دیز و برای خود مخروط‌افکنه دره‌دیز و مخروط‌افکنه شماره ۲۷ رودخانه ارس است. این وضعیت را می‌توان شاهد دیگری بر پایین رفتن سطح اساس در دشت مورد مطالعه دانست که در کنار شواهد دیگری مثل ریخت‌شناسی فضای رسوب‌گذاری چاله زمین‌ساختی جلفا- هادی شهر، ساختمان مخروط‌افکنه‌ها و ریخت‌شناسی آمفی تئاتر مانند دشت سیلابی جلفا این مسئله را تأیید می‌نماید.

تمایل جریان در سطح مخروط‌افکنه‌ها به طرف شمال و طول زیاد شعاع مخروط‌افکنه‌ها در منتهی‌الیه شمالی مخروط‌افکنه‌ها (به‌ویژه در نزدیک به رودخانه ارس مثل مخروط‌افکنه‌های شماره ۲۲، ۲۷، ۲۸، ۲۹ و ۳۱) نشانه دیگری بر تداوم پایین رفتن سطح اساس در بخش میانی دشت جلفا- هادی شهر است. رودخانه ارس در حال حاضر از همین قسمت عبور می‌کند.

۸- بحث

الگوهای رشد اشکال انباشتی- منطقه مورد مطالعه، همانند دیگر حوضه‌های رسوبی عرض‌های میانی، می‌تواند ناشی از اثر متقابل و پیچیده زمین‌ساخت، فرونشست (Subsidence)، تدارک رسوب و ایزوستازی باشد (Viseras & Maldnado, 1999). فعالیت‌های زمین‌ساختی شرایط را برای گسترش و ایجاد نواحی منبع رسوبی، موقعیت جغرافیایی و جهت‌گیری ناهمواری‌های همجوار حوضه و کانون‌های رسوب‌گذاری، و مقادیر فرونشست و رسوب‌گذاری در قالب زمان و مکان فراهم می‌کنند

عدم وجود حرکات زمین‌ساختی عمودی در کنار دیگر عوامل مؤثر در تدارک رسوب، فروروی دشت در قسمت میانی و پایین رفتن سطح اساس می‌باشد. به طور کلی دشت جلفا- هادی‌شهر ویژگی‌های کامل یک دشت فرسایشی را داراست که سطح آن را لایه‌ای کم‌ستبر از رسوبات کواترنری پوشانده است و آب‌های جاری همین سطح را مورد فرسایش قرار داده‌اند به گونه‌ای که در بخش‌هایی از دشت، سنگ‌های مادر برونزد پیدا کرده و شکل‌های ریخت‌شناختی مثل هزار دره را ایجاد نموده است (شکل ۱۱).

۹- نتیجه‌گیری

بر پایه پژوهش حاضر، سامانه‌های رودخانه‌ای تحت تأثیر ویژگی‌های جغرافیایی منطقه فعالیت شدیدی را در دوره‌های مختلف زمین‌شناسی داشته‌اند. مهم‌ترین نتایج مطالعه این سامانه‌ها در منطقه مورد مطالعه عبارتند از:

- تفاوت در ویژگی‌های ریخت‌سنجی حوضه‌های آبریز و مخروط‌افکنه‌های منطقه حاکی از تأثیر عوامل اوتوسیکلیک مثل شرایط زمین‌ساختی، سنگ‌شناختی و موقعیت آنها نسبت به عوامل بیرونی مثل اقلیم است.

- این سامانه‌ها با فعالیت شدیدی خود یکی از بخش‌های اصلی سامانه‌های ریخت‌زایی فعال در چشم‌انداز دشت جلفا- هادی‌شهر هستند.

- شواهد موجود از جمله نبود آثاری از رسوبات اوایل پلئستوسن و استقرار رسوبات واسط این دوره به صورت دگرشیب بر روی رسوبات میوسن نشانگر رخداد تغییرات شدید محیطی در پلئستوسن زیرین است.

- انتقال فضای رسوب‌گذاری بر روی سطح مخروط‌افکنه‌ها نشانگر تغییرات قابل توجه محیطی در پلئستوسن بالایی و هولوسن است.

- رودخانه ارس نیز به نوبه خود نقش مهمی در تحول ریخت‌شناختی منطقه داشته است. پایین رفتن سطح اساس این رودخانه ارس در اثر دو عامل (۱) احداث سد ارس در بالادست منطقه مورد مطالعه و به پیروی از آن، افزایش نیروی خالص رودخانه و (۲) پایین رفتن سطح اساس کلی دریای خزر (Renssen et al., 2007) و به دنبال آن افت سطح اساس در دشت جلفا- هادی‌شهر زمینه تشدید فرسایش در سطح دشت را فراهم کرده است.

- شواهد ریخت‌شناختی مثل نتایج حاصل از ریخت‌سنجی مخروط‌افکنه‌ها و ساختمان آنها، ریخت‌شناسی فضای رسوب‌گذاری چاله زمین‌ساختی جلفا و ریخت آمفی‌تئاتر مانند دشت سیلابی جلفا، تداوم افت سطح اساس در قسمت میانی دشت جلفا- هادی‌شهر را تأیید می‌کند. تمایل جریان در سطح مخروط‌افکنه‌ها به طرف شمال و طول زیاد شعاع مخروط‌افکنه‌ها در منتهی‌الیه شمالی مخروط‌افکنه‌ها، از نشانه‌های دیگر این روند می‌تواند باشد.

- ساختار مخروط‌افکنه‌های کواترنری منطقه به غیر از مخروط‌افکنه دره‌دیز و یک مخروط‌افکنه دیگر در مجاورت آن، نشان می‌دهد که فعالیت‌های زمین‌ساخت از نوع فرایش در این دوره در حوضه‌های آبریز تغذیه‌کننده به‌وقوع نپیوسته است. ولی ساختار دو مخروط‌افکنه یاد شده نشانگر تجربه فرایش شدیدی پیش از رسوب‌گذاری این مخروط‌افکنه‌ها بوده است.

- به‌رغم آرامش زمین‌ساختی در حوضه‌های آبریز، ادامه فروروی در قسمت میانی دشت، حفظ فضای رسوب‌گذاری در دوره کواترنری را نیز تداوم بخشیده است. با توجه به آرامش زمین‌ساختی دشت مورد مطالعه در کواترنری، نقش تغییرات محیطی و سطح اساس در این دوره در شکل‌گیری سیمای ریخت‌شناختی دشت پر رنگ‌تر می‌شود.

سامانه‌های مخروط‌افکنه‌ای دره‌دیز و لیوارجان با ویژگی‌های ریخت‌سنجی خاص خود (جدول ۲)، یکی از بخش‌های اصلی سامانه‌های ریخت‌زایی فعال در چشم‌انداز جلفا- هادی‌شهر می‌باشند.

دارند که اثر آنها بر ساختار رسوبی مخروط‌افکنه‌ها به‌خوبی آشکار است. با این حال، آنچه که در مورد این مخروط‌افکنه‌ها جالب توجه است تفاوت در عملکرد عوامل ایجاد فضای مناسب برای رسوب‌گذاری در قسمت‌های مختلف منطقه مورد مطالعه است که تفاوت‌های ریخت‌سنجی موجود بیانگر این مسئله است (جدول ۲).

در میان مخروط‌افکنه‌های مختلف دشت جلفا- هادی‌شهر، مخروط‌افکنه دره‌دیز جایگاه ویژه‌ای را داراست. این مخروط‌افکنه که بیش از یک سوم سطح دشت را اشغال کرده‌است تنها مخروط‌افکنه دشت است که بخش بزرگی از حوضه آبریز آن در خارج از ناهمواری‌های مشرف به دشت جلفا- هادی‌شهر و در جنوب تنگه دره‌دیز در دشتی به نام «دشت الاکو» قرار دارد. همین عامل سبب شده است که این مخروط‌افکنه ویژگی‌هایی متفاوت از مخروط‌افکنه‌های دیگر را داشته باشد. دینامیک این مخروط‌افکنه نیز عمدتاً متأثر از فرایندهای زمین‌ساختی حوضه آبریز خود در خارج از محدوده دشت جلفا- هادی‌شهر است. همین عامل، یکی از مهم‌ترین مسایل مطرح مربوط به مخاطرات طبیعی در دشت جلفا است که غافلگیری سازمان‌ها و ارگان‌های مسئول را به‌دنبال دارد. برای مثال، در بیشتر موارد به هنگام بارش‌های شدید در گستره دشت و ناهمواری‌های مشرف به آن و به دنبال آن رخداد سیلاب در سطح مخروط‌افکنه‌های منطقه، در سطح مخروط‌افکنه دره‌دیز خبری از سیلاب نیست و بر عکس، به هنگام تمرکز بارش سنگین بر روی دشت الاکو، گرچه در دیگر بخش‌های سطح دشت وضعیت عادی است، ولی در سطح مخروط‌افکنه دره‌دیز شاهد رخداد سیلاب‌های شدید هستیم.

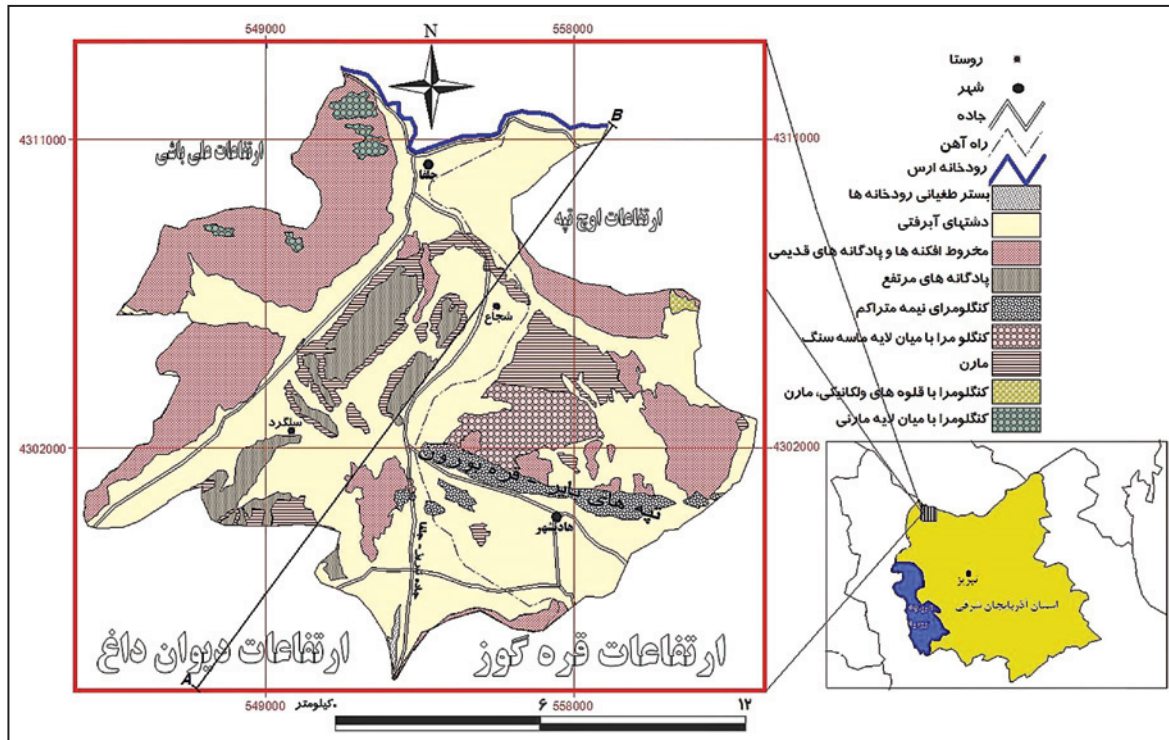
آنچه از شواهد بر می‌آید این است که به غیر از مخروط‌افکنه دره‌دیز و برخی مخروط‌افکنه‌های مجاور آن که ریخت‌شناسی آنها نشانگر تجربه بالادستی شدید پیش از نهشته‌گذاری است، نقش عوامل زمین‌ساختی در ایجاد فضای رسوب‌گذاری را تنها می‌توان در ایجاد واحدهای توپوگرافی خلاصه نمود. بنابراین، ایجاد و تکامل مخروط‌افکنه‌ها در کوهپایه‌های پیرامون دشت مورد مطالعه، تابع تغییر در ویژگی‌های توپوگرافی و رفتارهای آب‌شناختی رودخانه‌ها در کوهپایه و عملکرد جنبایی‌های زمین‌ساختی و فرایندهای ریخت‌شناختی در حوضه‌های آبریز بوده است. به همین دلیل است که ساختار بیشتر مخروط‌افکنه‌های منطقه از نوع ساده‌ترین الگوی ریخت‌شناختی مخروط‌افکنه‌ها یعنی گوه مانند است که بخش نازک آنها در بالادست مخروط‌افکنه قرار دارد.

فعالیت‌های زمین‌ساختی ماهیت عملکرد ناحیه منبع و کیفیت‌ساز و کارهای فروروی را تنظیم می‌کنند. در کنار مهم‌ترین اثر فعالیت‌های زمین‌ساختی کواترنری یعنی ایجاد فضای رسوب‌گذاری اولیه و گاه تأثیر در ویژگی‌های فضای رسوب‌گذاری طی رسوب‌گذاری مخروط‌افکنه‌ها و در نتیجه ایجاد مخروط‌افکنه‌هایی با اشکال متفاوت، نقش این فعالیت‌ها در ایجاد شکل‌های مختلف ناهمواری در حوضه‌های آبریز نیز اساسی بوده است و بی‌نظمی‌های موجود در امتداد نیم‌رخ‌های طولی آبراهه‌های اصلی تغذیه‌کننده مخروط‌افکنه‌ها بیانگر همین مسأله است.

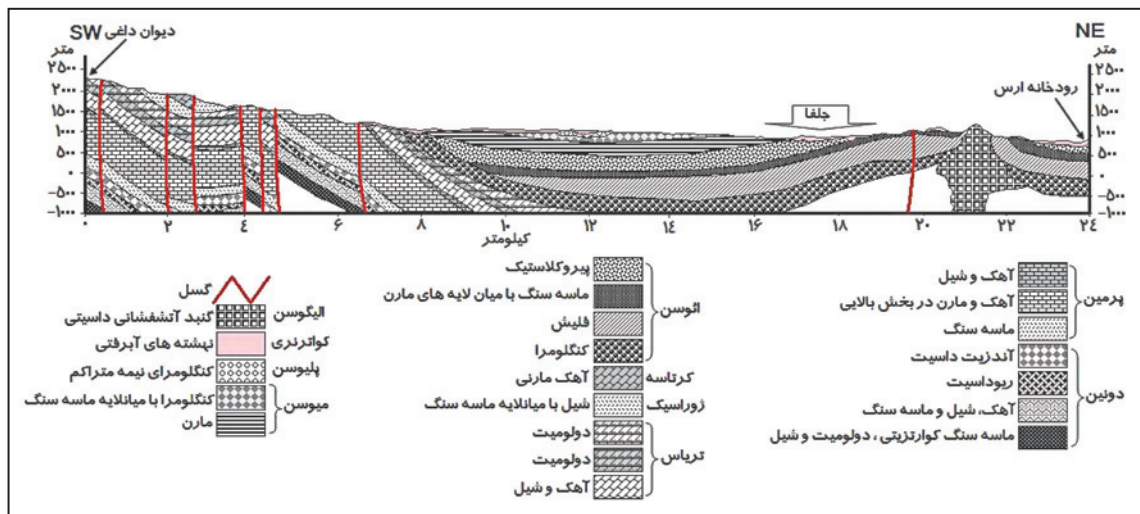
وجود پادگان‌های آبرفتی کواترنری در امتداد تنگه دره‌دیز و بریدگی رأس مخروط‌افکنه دره‌دیز نشانگر آن می‌تواند باشد که عملکرد فرایندهای ریخت‌شناختی ناشی از فعالیت‌های زمین‌ساختی و تغییرات اقلیمی نقش چندانی در تغییرات ریخت‌شناسی مخروط‌افکنه‌ها نداشته است بلکه این تغییرات ناشی از تداوم فروروی دشت در قسمت میانی آن به همراه پایین رفتن سطح اساس رودخانه ارس بوده است. همین عامل سبب شده است تا به مرور زمان شاهد پیشروی آرام فرایند فرسایش قهقراپی از کناره‌های ارس به سمت جنوب دشت باشیم. بر روی مخروط‌افکنه‌های بریده شده زبانه انباشتی در محلی به نام نقطه عطف (که در آن اختلاف ارتفاع بستر آبراهه بریده شده با سطح مخروط‌افکنه به صفر می‌رسد) تشکیل می‌شود. وجود آبراهه‌های بریده شده که به نظر Blair & Mcpherson (1994) نشانگر بلوغ یک سامانه مخروط‌افکنه‌ای است، در مورد مخروط‌افکنه‌های دشت جلفا- هادی‌شهر، به دلیل

نامحسور بودن مخروط‌افکنه‌ها، قطع منتهی‌الیه سامانه‌ها (مخروط‌افکنه‌ها) توسط سامانه‌های دیگر و افت سطح اساس است. با توجه به این که در حال حاضر، فعالیت‌های عمرانی سطح دشت تکامل دشت جلفا- هادی‌شهر را تحت کنترل دارند، این پژوهش، ضرورت داشتن و در نظر گرفتن اطلاعات ریخت‌شناختی پیش از هرگونه تغییر در چشم‌انداز منطقه را گوشزد می‌نماید و می‌تواند با تشریح پدیده‌های مورفودینامیکی اصلی، چگونگی اثرگذاری انسان بر دشت را در حال حاضر و در آینده توجیه نماید.

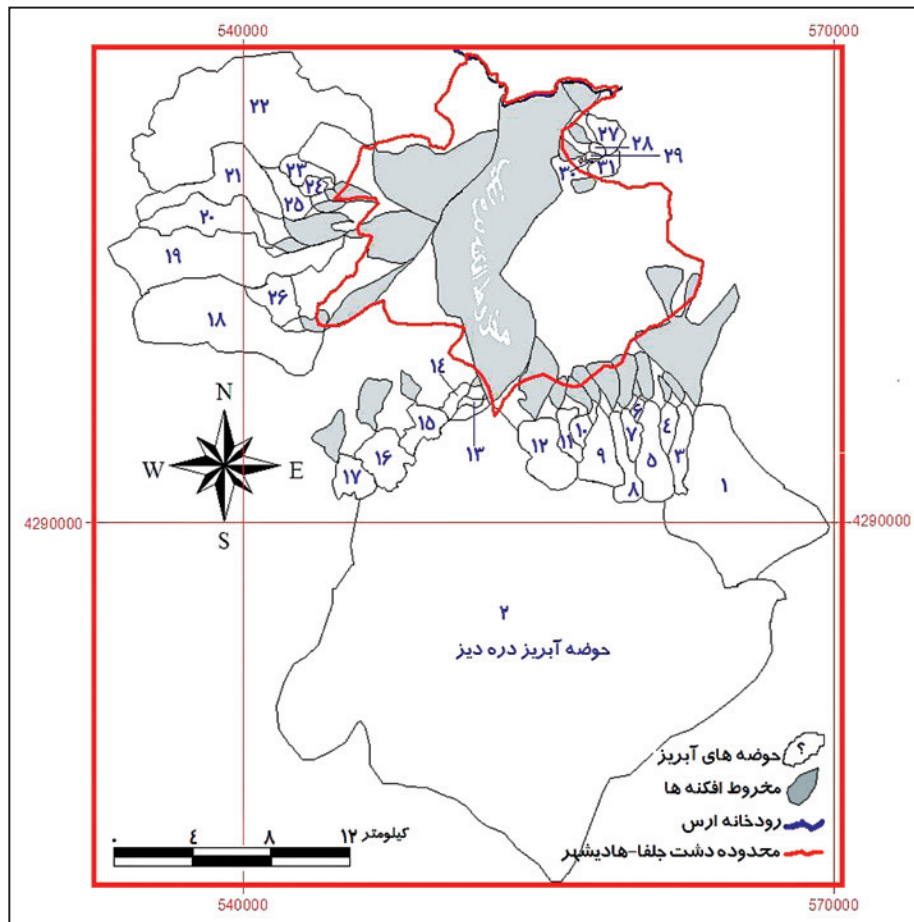
فرایندهای دینامیکی منطقه به‌طور عمده به‌وسیله عملکرد آب‌های سطحی و هوازدهی اثر خود را بر ریخت‌شناسی منطقه تحمیل نموده‌اند که در مورد اول شکل‌های حاصله به دو دسته شکل‌های کاوشی و انباشتی تقسیم می‌شوند. مخروط‌افکنه‌ها و پادگانه‌ها را می‌توان مهم‌ترین نتایج عملکرد فرایندهای رودخانه‌ای در منطقه برشمرد. نتایج تطبیقی بررسی ویژگی‌های ریخت‌سنجی سامانه‌های رودخانه‌ای منطقه (جدول ۴) عمدتاً نشانگر تأثیرپذیری این سامانه‌ها از عوامل اوتوسیكلیک مثل وجود گسل‌ها، سنگ‌شناسی، نحوه استقرار واحدهای سنگ‌شناختی، جهت دامنه‌ها، محصور یا



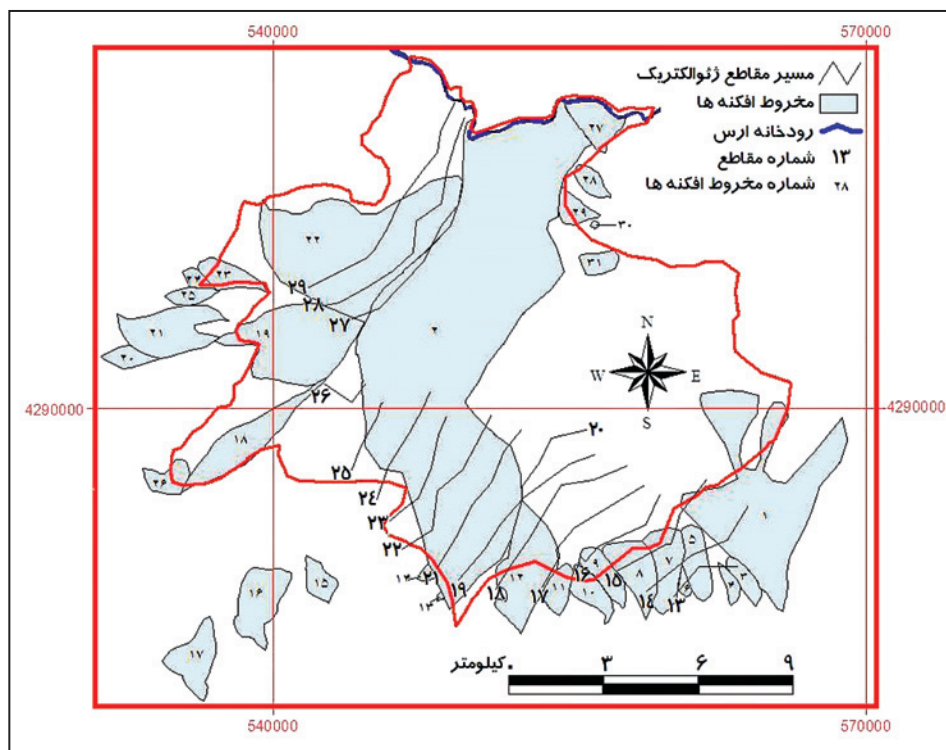
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و پراکنش واحدهای سنگ‌شناختی منطقه مورد مطالعه.



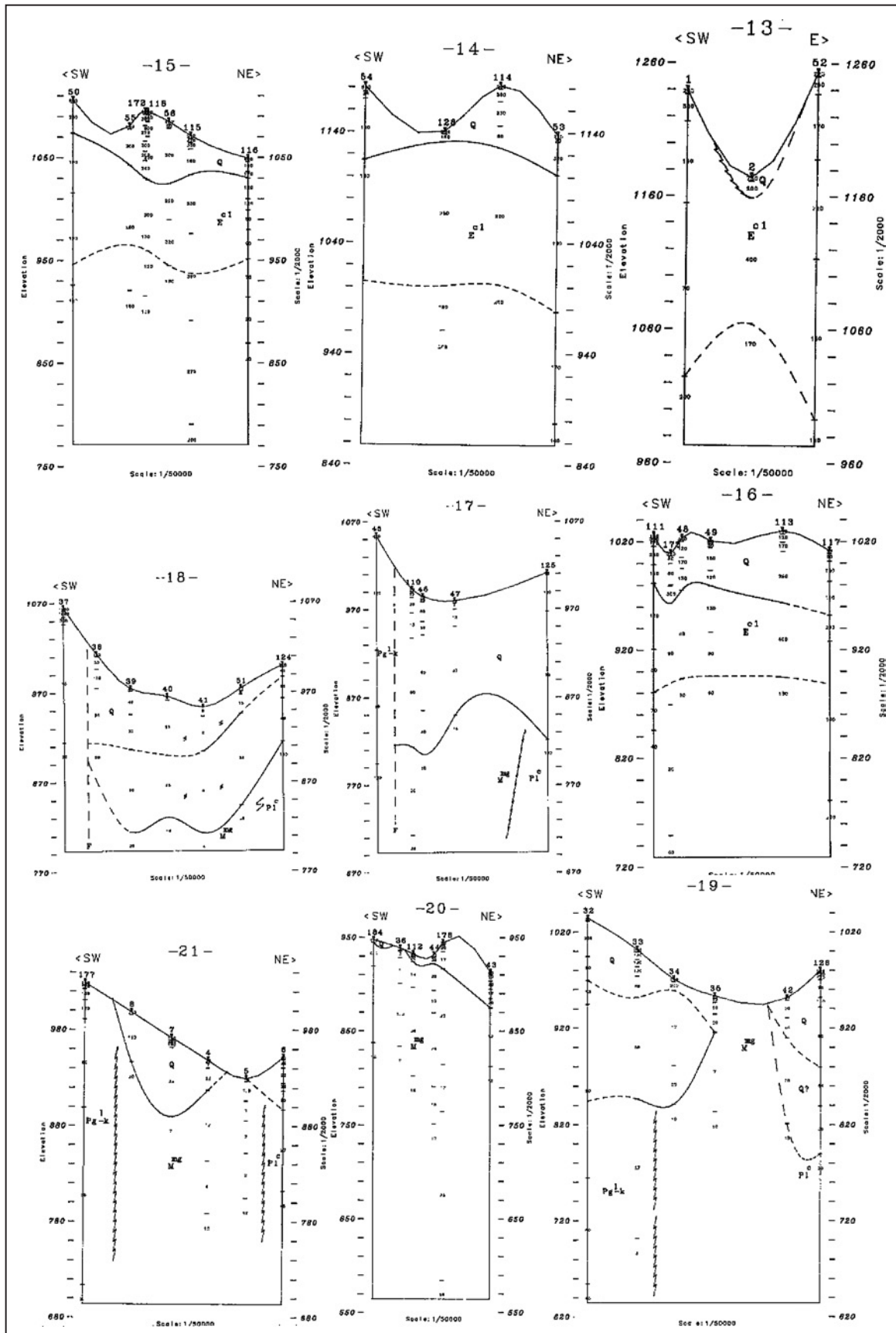
شکل ۲- برش زمین‌شناسی از دشت جلفا- هادی‌شهر و ساختمان چاله‌مانند فضای رسوب‌گذاری آن (برگرفته از سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۷۵ با تغییرات)، موقعیت برش در شکل ۱ با خط A-B نشان داده شده است.



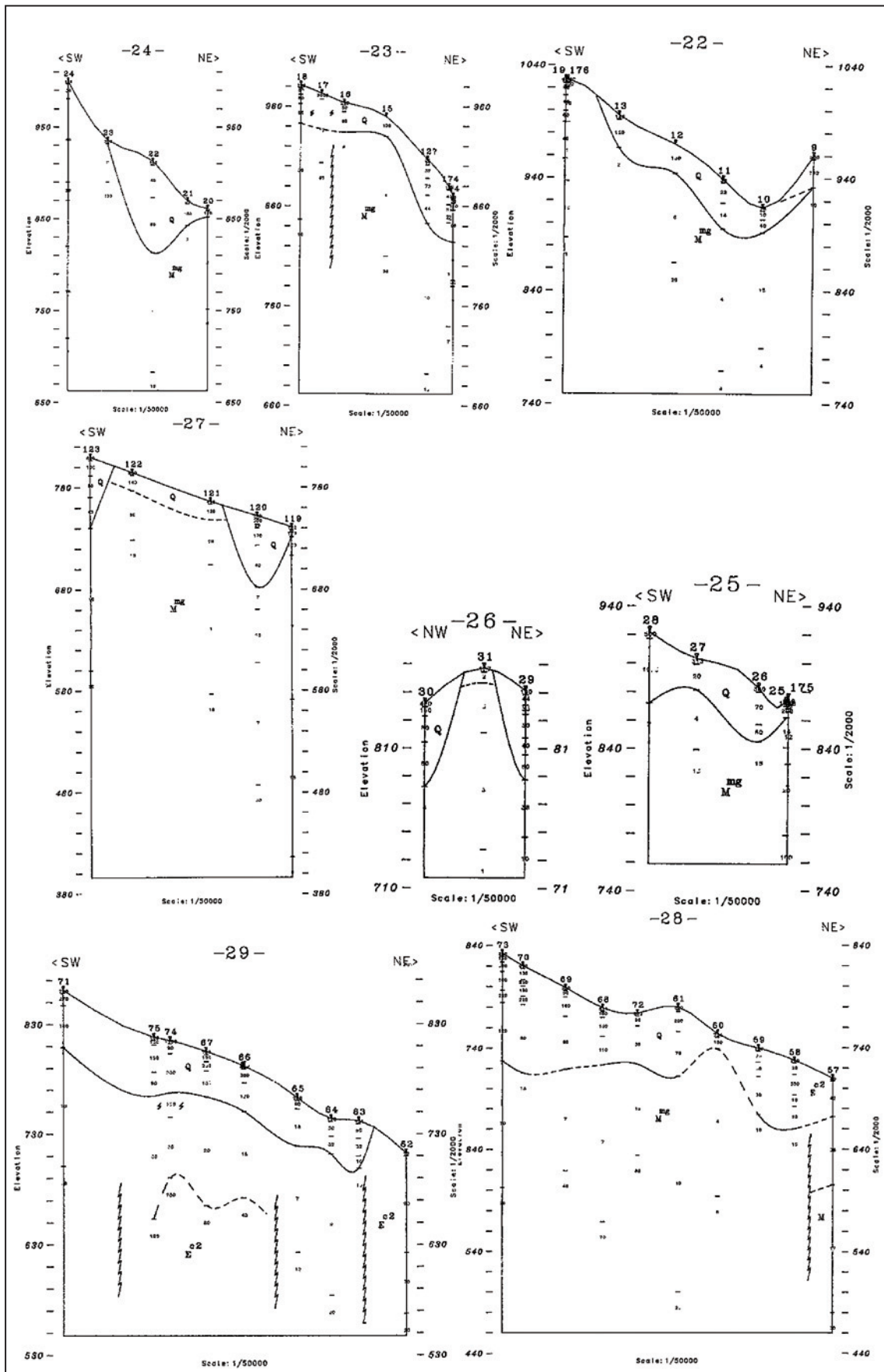
شکل ۳- سامانه های رودخانه ای دشت جلفا- هادی شهر.



شکل ۴- موقعیت دشت جلفا- هادی شهر، مخروط افکنه ها و مسیر برش ژئوالکتریک (شکل ۵) تهیه شده از منطقه



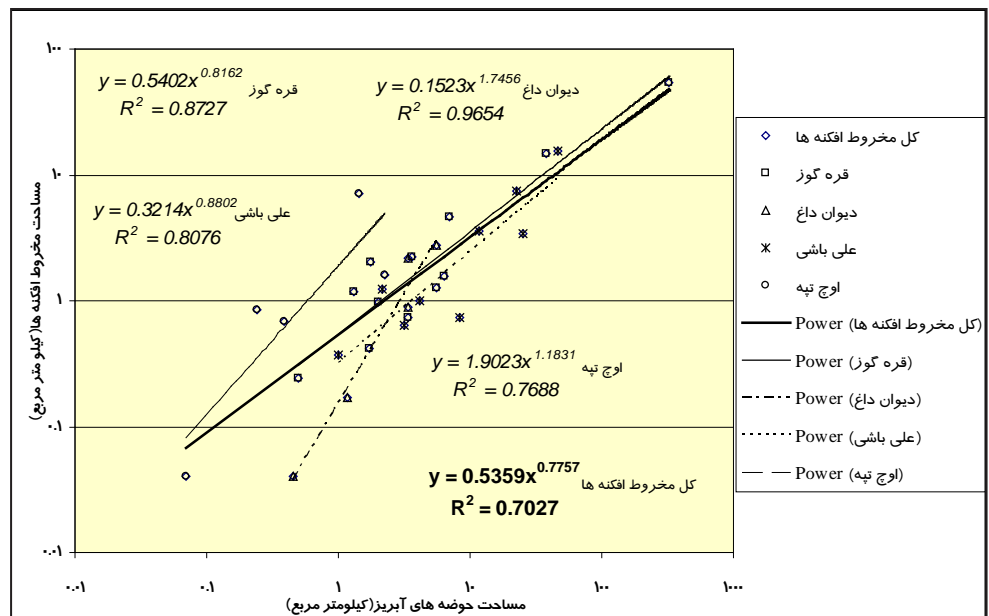
شکل ۵- برش‌های ژئوالکتریک از بخش‌های مختلف دشت جل‌فا- هادی‌شهر (مسیر و شماره برش‌ها در شکل ۴ نشان داده شده‌اند).



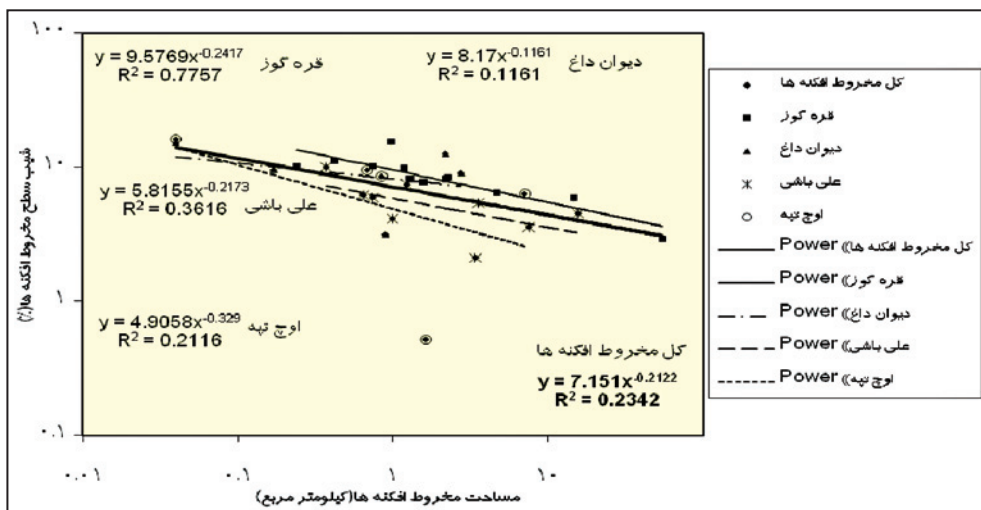
ادامه شکل ۵



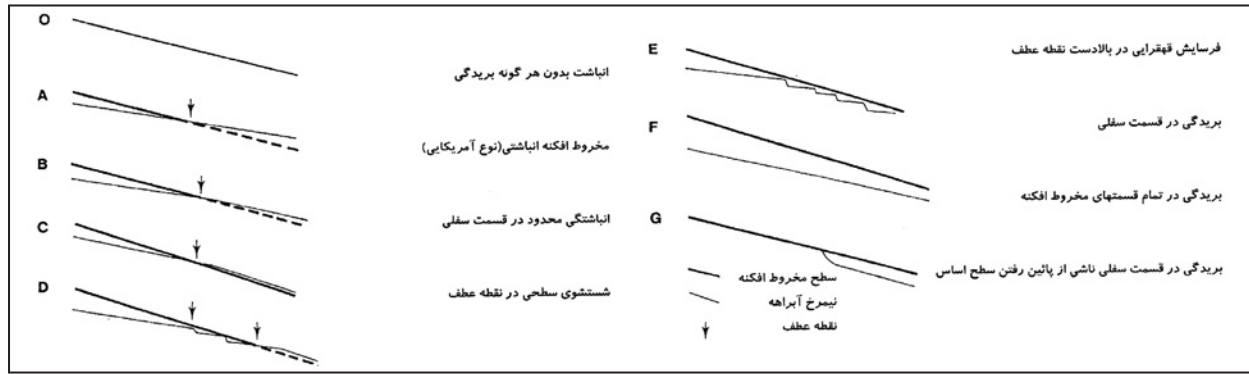
شکل ۶ - رسوبات کواترنری (کنگلومرای نیمه متراکم) در سطح مخروط‌افکنه دره دیز (موقعیت: نزدیکی پلیس راه جلفا)



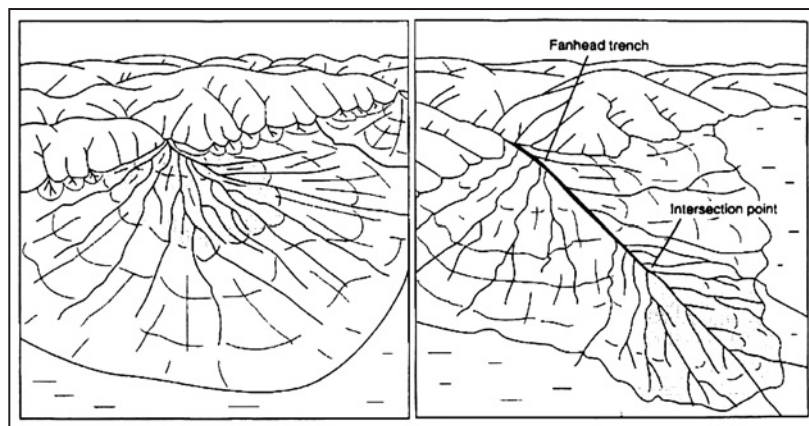
شکل ۷- رابطه مساحت مخروط‌افکنه‌ها با مساحت حوضه‌ها برای کل مخروط‌افکنه‌های مورد مطالعه و گروه‌های مختلف مخروط‌افکنه‌ای



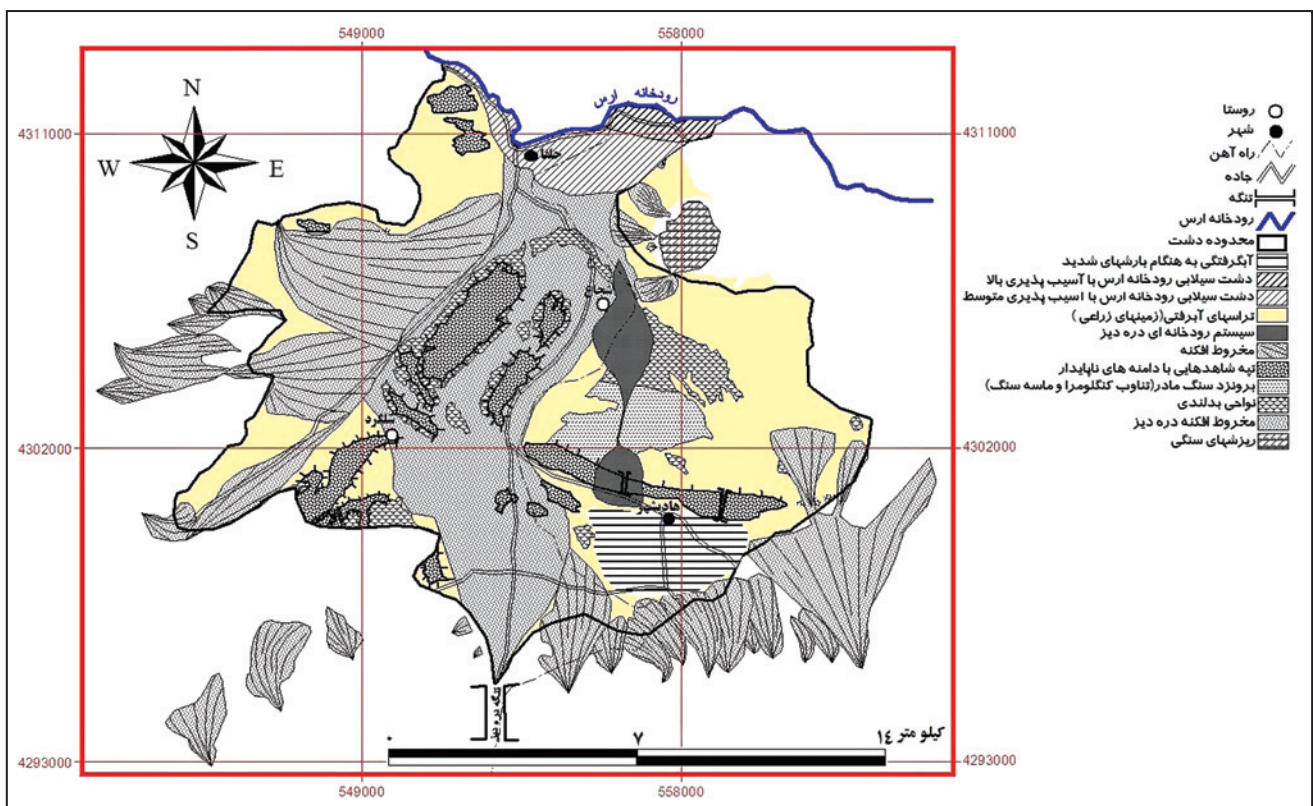
شکل ۸ - رابطه مساحت مخروط‌افکنه‌ها با شیب سطح مخروط‌افکنه‌ها برای کل مخروط‌افکنه‌های مورد مطالعه و گروه‌های مختلف مخروط‌افکنه‌ای



شکل ۹- مدل نمادین انواع نیمرخ‌های مخروط افکنه‌ای (با تغییرات از Harvey, 1996)



شکل ۱۰- چند بخشی شدگی مخروط افکنه‌ها به صورت شعاعی



شکل ۱۱- نقشه ریخت‌شناختی دشت جلفا- هادی شهر

جدول ۱- شاخص‌های مورد استفاده در تحلیل‌های ریخت‌سنجی حوضه‌های آبریز و مخروط‌افکنه‌های منطقه

علامت	شاخص	واحد	مفهوم
Fa	مساحت مخروط افکنه	کیلومتر مربع	مجموع مساحت پلانیمتریک هر کدام از مخروط افکنه ها
Da	مساحت حوضه آبریز	کیلومتر مربع	مجموع مساحت پلانیمتریک هر کدام از حوضه های آبریز
Fs	شیب مخروط افکنه	بی بعد	شیب اندازه‌گیری شده در امتداد محور هر کدام از مخروط افکنه‌ها یا در امتداد هر کدام از زبانه‌های انباشتی
Ds	شیب حوضه	بی بعد	$Ds = (H_{max} - H_{min}) / \sqrt{A}$ (کیلومتر) و A، مساحت حوضه آبریز است. Hmin کمینه ارتفاع حوضه
Dp	محیط حوضه آبریز	کیلومتر	مجموع طول پیرامون هر کدام از حوضه‌های آبریز
Fp	محیط مخروط افکنه	کیلومتر	مجموع طول پیرامون هر کدام از مخروط افکنه‌ها
Gi	ضریب گراولوس	بی بعد	$Gi = 0.28P / \sqrt{A}$ که در آن P محیط حوضه و A مساحت حوضه می‌باشد.
Cs	شیب آبراهه تغذیه کننده	بی بعد	شیب در امتداد قسمت‌هایی از آبراهه تغذیه کننده
WLF	نسبت عرض به طول مخروط افکنه	بی بعد	بیانگر کشیدگی مخروط افکنه
WLD	نسبت عرض به طول حوضه آبریز	بی بعد	بیانگر کشیدگی حوضه
As	زاویه رفت و روب	درجه	زاویه موجود بین دو آبراهه واقع در سطح مخروط افکنه درمنتهی‌الیه طرفین آن
ICP	در صد آبراهه های بریده شده	درصد	درصدی از شعاع مخروط افکنه که به وسیله آبراهه‌ها بریده شده است.

جدول ۲- ویژگی‌های ریخت‌سنجی حوضه‌های آبریز و مخروط‌افکنه‌های منطقه

گروه سینچ رودخانه‌ای	شماره	Da (km ²)	Da (acres)	Dp (km)	Fa (km ²)	Fa (acres)	Fp (km)	Fs (%)	Ds	Gi	WLF	WLD	As	ICP
گروه سینچ رودخانه‌ای	۱	۳۸۳۰	۸۷۹/۲۵	۲۷/۶۷	۱۴/۶۶	۳۳۶/۶۶	۲۹/۶۴	۵/۹	۱۷/۸۷	۱/۲۵	۰/۵۳۵	۰/۳۸۴	۵۸	۹۰
	۲	۳۲۵/۱۳	۷۶۶۴/۰۳	۸۵/۴۷	۵۴/۳۲	۱۲۴۷/۰۵	۴۱/۸۹	۲/۹۳	۷/۶	۱/۳۳	۰/۲	۰/۵۵۴	۶۶	۶۵
	۳	۳/۳۹	۷۷/۸۶	۱۰/۲۹	۰/۷۴	۱۶/۸۹	۳/۹۸	۱/۰۲	۵۵/۹۴	۱/۵۶	۰/۳۰۸	۰/۱۶۷	۶۸	۷۰
	۴	۱/۷۱	۳۹/۲۷	۵/۹۲	۰/۴۲	۹/۷۴	۳/۱۳	۱۱/۲	۴۵/۲۷	۱/۲۷	۰/۲۶۸	۰/۲۸۸	۵۷	۵۰
	۵	۶/۴	۱۴۶/۹۳	۱۲/۴۲	۱/۵۷	۳۶/۱۶	۵/۶۲	۷/۸	۴۶/۲۵	۱/۳۷	۰/۳۱۷	۰/۲۸۴	۱۰۴	۳۰
	۶	۰/۵	۱۱/۴۴	۲/۹۹	۰/۲۴	۵/۵۷	۲/۳	۱۰/۱	۳۳/۳۷	۱/۱۸	۰/۳	۰/۴	۸۵	۵
	۷	۱/۷۵	۴۰/۱۷	۶/۲۵	۲/۲	۵۰/۶۷	۶/۸۵	۸/۲	۱۳/۱۴	۱/۳۲	۰/۳۱۷	۰/۲۹۲	۸۶	۱۰
	۸	۳/۶	۸۲/۷۱	۱۱/۵۳	۲/۲۵	۵۱/۷۶	۶/۶۳	۸/۴	۶۴/۱۴	۱/۷	۰/۴۴۲	۰/۱۵	۳۸	۲۰
	۹	۵/۵۱	۱۲۶/۵	۱۰/۸۵	۱/۲۸	۲۹/۴۸	۵/۱۵	۸/۲	۴۸/۳۹	۱/۲۹	۰/۲۷۶	۰/۳۹	۶۲	۳۰
	۱۰	۱/۳	۲۹/۹۴	۴/۶	۱/۱۸	۲۷/۰۷	۴/۹۸	۹/۸	۵۴/۸۱	۱/۱۳	۰/۳۴۷	۰/۶۴۷	۳۷	۲۰
گروه سینچ رودخانه‌ای	۱۱	۲/۰۳	۴۶/۵۵	۷/۷	۰/۹۷	۲۲/۳۹	۴/۰۲	۱۵/۵	۶۶/۰۴	۱/۵۱	۰/۴۴۲	۰/۲۲۵	۷۴	۲۵
	۱۲	۷/۰۲	۱۱۳/۲	۱۱/۳۶	۴/۶۵	۱۰۶/۷۴	۱/۰۳	۶/۵	۳۵/۷۷	۱/۲	۰/۳۱۷	۰/۵۰۷	۷۰	۱۰
	۱۳	۰/۴۵	۱۰/۳۷	۳/۴۱	۰/۰۴	۰/۹۶	۰/۸۷	۱۵/۳۴	۵۸/۷۳	۱/۴۲	۰/۶۱۱	۰/۳۰۲	۵۶	۲۰
	۱۴	۱/۱۶	۲۱/۶۴	۵/۲۹	۰/۱۷	۳/۹۵	۱/۶۶	۹/۶	۳۰/۸۲	۱/۳۸	۰/۷۴۷	۰/۳۳۵	۹۰	۲۰
	۱۵	۳/۳۷	۷۷/۶۴	۹/۳۹	۰/۸۹	۲۰/۵۳	۴/۰۳	۳/۱۶	۳۹/۹۸	۱/۴۳	۰/۵۱۲	۰/۷۴۶	۸۵	۱۰
	۱۶	۵/۵	۲۶/۲۳	۱۰/۴۲	۲/۷۳	۶۲/۷۱	۷/۳۸	۶/۰۸	۴۰/۰۸	۱/۲۴	۰/۴۹	۰/۶۷۵	۶۰	۱۰
	۱۷	۳/۳۷	۷۷/۴۳	۸/۰۱	۲/۱۷	۴۹/۸۶	۶/۸۲	۱۲/۶۸	۴۳/۷۹	۱/۲۲	۰/۴۹	۰/۸۲	۷۴	۱۰
	۱۸	۲۵/۳۱	۵۸۱/۱۵	۲۴/۷۸	۳/۴	۷۸/۴۵	۱۲	۲/۱۲	۱۳/۴۸	۱/۳۸	۰/۱۶۸	۰/۳۰۶	۴۰	۳۰
	۱۹	۲۲/۵۶	۵۱۷/۸۴	۲۹/۶۶	۷/۵۱	۱۷۲/۵۸	۱۲/۵۷	۳/۶	۱۸/۷۳	۱/۷۵	۰/۵۱۶	۰/۱۵۳	۵۴	۸۰
	۲۰	۸/۳۹	۱۹۲/۷۳	۱۷/۵۲	۰/۷۴	۱۶/۹۷	۴/۰۶	۵/۹۸	۱۹۰/۲	۱/۶۹	۰/۴۰۸	۰/۲۱۵	۵۳	۸۰
گروه سینچ رودخانه‌ای	۲۱	۱۱/۶۸	۲۶۸/۱۸	۲۱/۲	۳/۵۶	۸۱/۶۴	۱۰/۱۳	۵/۴۶	۲۵/۸۲	۱/۷۴	۰/۴۳۷	۰/۳۷۵	۶۰	۸۰
	۲۲	۴۶/۱۳	۱۰۵۹	۳۷/۱۵	۱۵/۵۸	۳۵/۶۳	۱۸/۵۳	۴/۵۵	۱۴/۸۱	۱/۵۳	۰/۴۲۹	۰/۲۶۹	۳۳	۸۰
	۲۳	۲/۱۴	۴۹/۱۹	۷/۸۳	۱/۲۳	۲۸/۳۴	۵/۳۹	۷/۴۵	۳۹/۹۲	۱/۵	۰/۳۸۴	۰/۳۳۳	۱۳۲	۷۵
	۲۴	۱	۲۳/۰۵	۴/۱۲	۰/۳۷	۸/۴۱	۲/۷۶	۱۰/۰۴	۳۷/۷	۱/۱۵	۰/۴۲۱	۰/۷۳۹	۹۰	۸۰
	۲۵	۳/۱۵	۷۲/۴۱	۸/۶	۰/۶۴	۱۴/۶۹	۳/۷۴	۶/۲۵	۳۱/۶۶	۱/۳۶	۰/۳۴۷	۰/۳۴۳	۵۴	۸۰
	۲۶	۴/۱۴	۹۵/۰۴	۹/۱۷	۰/۹۹	۲۲/۸۱	۴/۴	۴/۱۵	۱۵/۸۷	۱/۲۶	۰/۳۸۹	۰/۶۴۵	۵۷	۳۰
	۲۷	۲/۲۴	۵۱/۴۰	۶/۴۵	۱/۶۲	۳۷/۲۲	۵/۶۴	۰/۵۲	۳۳/۶۷	۱/۲	۰/۸۵۵	۰/۵۹۲	۷۳	۷۰
	۲۸	۰/۳۹	۹/۰۱	۲/۴۲	۰/۶۸	۱۵/۶۶	۳/۴۲	۹/۵۶	۶۸/۰۵	۱/۰۸	۰/۴۳	۰/۵۴۵	۷۹	۹۰
	۲۹	۰/۲۴	۵/۶۲	۲/۳۱	۰/۸۴	۱۹/۳۳	۳/۹۱	۸/۶	۸۷/۱۶	۱/۳۲	۰/۶۳	۰/۳۱۷	۸۱	۹۰
	۳۰	۰/۰۷	۱/۶۷	۱/۶۶	۰/۰۴	۰/۹۳	۰/۸۴	۱۶/۲۸	۹۰	۱/۷۵	۰/۷۴	۰/۱۸۷	۷۵	۹۰
۳۱	۱/۴۴	۳۲/۰۹	۴/۹۶	۷/۰۲	۱۶/۱۲	۳/۳۳	۶/۳۶	۰/۳۷	۱/۱۶	۰/۵۶۵	۰/۶۰۴	۱۱۰	۹۰	

جدول ۳ - ستبرای رسوبات کواترنری در بخش‌های مختلف مخروط‌افکنه‌های منطقه

شماره	قسمت	بالادست (متر)	میانی (متر)	پایین دست (متر)
۱	۱	۵	۴۰	۲۰
۵	۵	۲۵	۳۵	۴۰
۷	۷	۱۵	۶۰	۷۰
۸	۸	۶۵	۵۰	۴۰
۹	۹	۳۵	۵۰	۱۲۰
۱۲	۱۲	۱۵۰	۱۱۰	۴۵
۲	۲	۶۰	۴۰	۵
۲۲	۲۲	۳۰	۵۰	۷۰

جدول ۴ - نتایج تطبیقی ویژگی‌های ریخت‌سنجی سامانه‌های رودخانه‌ای منطقه مورد مطالعه به تفکیک گروه‌های مختلف

شاخص	گروه اول (قره گوز)	گروه دوم (دیوان داغ)	گروه سوم (علی باشی)	گروه چهارم (اوج تپه)	نتیجه	عامل تأثیر گذار
میانگین ضریب II در رابطه بین مساحت مخروط افکنه و مساحت حوضه آبریز	۰/۸۱۶	۱/۷۴۵	۰/۸۸	۱/۱۸۳	زیادی غیر متعارف اندازه مخروط افکنه‌ها در رابطه با حوضه‌های آبریز تغذیه‌کننده در گروه‌های ۲ و ۴	- وجود گسل‌های متعدد در محدوده حوضه‌های گروه ۲ و خرد شدگی آنها (شکل) - هوازدگی شدید سنگ‌های آذرین محدوده حوضه‌ها و شیب زیاد در گروه ۴
میانگین ضریب II در رابطه شیب مخروط افکنه‌ها و شیب آنها	۰/۲۴۱	۰/۱۱۶	۰/۲۱۷	۰/۳۲۹	زیادی غیر متعارف اندازه شیب مخروط افکنه‌ها در رابطه با مساحت آنها در گروه ۲	تدارک رسوب از حوضه‌های آبریز به دلیل وجود گسل‌های متعدد و هوازدگی شدید سنگ‌ها با توجه به شمالی بودن دامنه
میانگین مقدار ضریب گراولوس	۱/۳۴	۱/۳۳	۱/۴۸	۱/۳۰	کشیدگی زیاد حوضه‌ها در گروه ۱ و به ویژه ۳	در گروه ۱: موازی بودن مرز حوضه‌ها با مرزهای سنگ‌شناختی در گروه ۲: استقرار واحدهای سنگ‌شناختی به صورت عمود بر شیب توپوگرافی در گروه ۳: ترکیب سنگی بکسان و پیروی شکل حوضه‌ها از شیب توپوگرافی در گروه ۴: جهت‌گیری کوه گچی قلعه‌سی
تغییرات ضریب گراولوس بین حوضه‌ها	زیاد	کم	کم	زیاد	تغییرات زیاد در گروه ۱ و به ویژه گروه ۴	در گروه ۱: تغییر در سنگ شناسی سنگ‌های برون زده در گروه ۲: قطع مرزهای واحدهای سنگ‌شناختی مشابه به وسیله مرز حوضه‌ها در گروه ۳: ترکیب سنگی بکسان در گروه ۴: تغییرات متأثر از جهت دامنه‌ها
میانگین نسبت عرض به طول مخروط افکنه	۰/۳۵۲	۰/۵۷	۰/۳۸۹	۰/۶۴۴	کشیدگی زیاد مخروط افکنه‌ها در گروه ۱ و به ویژه ۳	در گروه ۲: کاهش نسبت به دلیل محصور بودن مخروط افکنه‌ها در داخل کوهستان و قطع منتهی الیه مخروط افکنه‌ها به وسیله مخروط افکنه دیگر در گروه ۴: کاهش نسبت به دلیل قطع منتهی الیه مخروط افکنه به وسیله رود ارس و قطع منتهی الیه مخروط افکنه‌ها به وسیله مخروط افکنه دره دیز.
میانگین نسبت عرض به طول حوضه آبریز	۰/۳۵۷	۰/۵۷۶	۰/۳۷۵	۰/۴۴۹	کشیدگی زیاد حوضه‌ها در گروه ۱ و به ویژه ۳	در گروه ۱: موازی بودن مرز حوضه‌ها با مرزهای سنگ‌شناختی در گروه ۲: استقرار واحدهای سنگ‌شناختی به صورت عمود بر شیب توپوگرافی در گروه ۳: ترکیب سنگی بکسان و پیروی شکل حوضه‌ها از شیب توپوگرافی در گروه ۴: جهت‌گیری کوه گچی قلعه‌سی
میانگین زاویه رفت و روب	۶۷/۰۸	۷۳	۶۳/۶۶	۸۳/۶	در گروه‌های ۲ و ۴ بیشتر مخروط افکنه‌ها دارای ریخت‌شناسی نیم دایره‌ای با زاویه جاروب نسبتاً زیاد هستند.	در گروه ۲ و ۴: افزایش زاویه به دلیل محدود نشدن به وسیله سایر مخروط افکنه‌ها در گروه ۱ و ۳: کاهش زاویه به دلیل محدود شدن مخروط افکنه‌ها به وسیله مخروط افکنه‌های مجاور
میانگین در صد آبراهه‌های بریده شده	۳۵/۴۱	۱۴	۶۸/۳۳	۸۶	کمترین بریدگی در گروه ۲ و بیشترین بریدگی در گروه ۴	وجود گسل‌های متعدد در محدوده حوضه‌های گروه ۲ و خرد شدگی آنها (شکل)
					قرارگیری مخروط افکنه‌ها با بریدگی و بدون بریدگی در کنار همدیگر	تأثیر عوامل اوتوسیکلیک از جمله زمین‌ساخت و سنگ شناسی در قسمت‌های مختلف توده کوهستانی
					- بریدگی در سطح تمامی مخروط افکنه‌ها - بریدگی‌های سطح مخروط افکنه‌ها از رأس مخروط افکنه تا انتهای آنها	- تغییر عمده در روند فرایندهای زمین‌ریخت‌شناسی در اواخر پلیستوسن و به‌ویژه هولوسن - پایین رفتن سطح اساس

کتابنگاری

- جلالی عزیزیان، ح، ۱۳۷۸- تاریخ مرند. انتشارات مؤسسه گهرسیاح.
- سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۷۵- نقشه زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰. جلفا.
- عابدینی، م، ۱۳۸۴- بررسی نقش عوامل مورفوزن در ناپایداری دامنه‌های منطقه دره دیز- دیوان داغ (شمال غرب آذربایجان شرقی). پایان‌نامه دوره دکتری، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز.
- قره‌باغی، م، ۱۳۷۹- مطالعه آب‌وهوای حوضه‌های آبریز رودخانه ارس و دریاچه ارومیه با استفاده از روش آگروتوپو کلیما، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز.
- مؤتمن، ق، ۱۳۸۵- تحلیل یخبندان‌های شمال غرب آذربایجان و تأثیر سرمای بهاره بر سردرختی‌های منطقه خوی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز.
- مختاری، د، ۱۳۸۲- تحلیل روابط ویژگی‌های مورفومتری مخروط‌افکنه‌ها با حوضه‌های آبریز مطالعه‌موردی: حوضه‌ها و مخروط‌افکنه‌های دامنه شمالی میشوداغ (آذربایجان، شمال غرب ایران). تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۱.
- مختاری، د، ۱۳۸۶الف- تحلیل‌های زمین‌ساخت- رسوبی چاله تکتونیک و در حال گسترش مرند، زمین‌شناسی مهندسی، شماره ۲، صص ۸۷-۱۰۱.
- مختاری، د، ۱۳۸۶ب- پژوهشی در ژئومورفولوژی و تغییرات آب و هوایی هولوسن در دامنه شمالی کیامکی داغ (شمال غرب ایران)، گزارش طرح تحقیقاتی، دانشگاه تبریز.
- مختاری، د، ۱۳۸۹- پژوهشی در ژئومورفولوژی دشت جلفا- هادیشه‌ها با تأکید بر مورفودینامیک، گزارش طرح پژوهشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مرند.
- مختاری، د، ۱۳۸۱- عوامل مؤثر در گسترش و تکامل مخروط‌افکنه‌های کوآترنری در دامنه شمالی میشوداغ (آذربایجان- ایران) و ارزیابی توان‌های محیطی آن، پایان‌نامه دوره دکتری، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز.
- مختاری، د، ۱۳۸۴- اشکال مختلف مخروط‌افکنه‌ای در اطراف توده کوهستانی میشوداغ (شمال غرب ایران) با تأکید بر نقش فعالیت‌های تکتونیک کوآترنری در ایجاد آنها، گزارش طرح تحقیقاتی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز.

References

- Blair, T. C. & Mcpherson, J. G., 1994- Alluvial fan processes and forms. In: A.D.Abrahams and A.J.Parsons(eds.). Geomorphology of desert environment. Chapman & Hall. London.
- Bull, W. B., 1962- Relations of alluvial-fan size and slope to drainage- Basin Size and lithology in Western Fresno County, California. U.S.Geol. Surv.Prof.Pap.450-B, 51-53.

- Bull, W. B., 1964- Geomorphology of segmented alluvial fans in western Fresno County, California: United States Geological Survey Professional Paper 352E, 128p.
- Bull, W. B., 1972- Recognition of alluvial fan deposits in the stratigraphic record. In: Rigby, J.K., and Hamblin, W.K. (eds.). Recognition of Ancient Sedimentary Environments: EPM Special Publication 16, p. 63-83.
- Calvache, M. L., Viseras, C. & Fernandez, J., 1997- Controls on fan development- evidence from fan morphometry and Sedimentology: Sierra Nevada, E Spain: *Geomorpholog* 21, p. 69-84.
- Chamyal, L. S., Maurya, D. M. & Raj, R., 2003- Fluvial systems of the drylands of western India: A synthesis of late Quaternary environmental and tectonic changes. *Quatern. Int.*, 104: 69-86.
- Cook, R. U., Warren, A. & Goud, A., 1993- Desert geomorphology. Vcl Press. London.
- Harvey, A., 1988- Controls of alluvial fan development : the alluvial fans of the Sierra de Carrascoy, Murcia, Spain. *Catena* 13, 123-137.
- Harvey, A. M., 1990- Factors influencing quaternary alluvial fan development in southeast Spain. In: A.H.Rachocki and M.Church(eds.). *Alluvial fans: A field approach*. John Wiley & Sons. p. 247-270.
- Harvey, A. M., 1996- The role of alluvial fans in the mountain fluvial Systems of southeast Spain: Implications of Climatic Change: *Earth Surface Processes and Land forms*, Vol. 21. p. 543-553.
- Hirst, J. P. P. & Nichols, G. J., 1986- Thrust tectonic controls on Miocene alluvial distribution patterns, southern Pyrenees. In: Allen PA, Homewood P, editors. *Foreland Basins*, vol. 8. *Int Assoc Sediment Spec Publ*; p. 247–58.
- Hooke, J. M., 2008- Temporal variations in fluvial processes on an active meandering river over a 20-year period. *Geomorphology* 100, 3-13
- Hooke, R. L., 1967- Processes on arid region alluvial fans. *Journal of geology*, 75, pp. 438-460.
- Hooke, R. L. & Rohrer, W. L., 1977- Relative erodibility of source area rock types, as determined from second- order variations in alluvial – fan size. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 88:1177-1182.
- Kostaschuk, R. A., Macdonald, G. M. & Putnam, P. E., 1986- Depositional Process and alluvial fan-Drainage basin morphometric relationships near Banff, Alberta, Canada: *Eart Surface Processes and landforms*, Vol. 11, p. 471-484.
- Luzo´n, A., Gonza´lez, A., Munoz, A. & Sa´nchez-Valverde, B., 2002- Upper Oligocene–Lower Miocene shallowing upward lacustrine sequences controlled by periodic and non-periodic processes (Ebro Basin, Spain). *J Paleolimnol* 28:441– 6.
- Luzo´n, A., 2001- *Ana´lisis Tectosedimentario de los materiales Terciarios continentales del sector central de la Cuenca del Ebro (provincias de Huescay Zaragoza.)* PhD thesis, Zaragoza Univ., Spain.
- Milla´n Garrido, H., Pueyo Morer, E., Aurell Cardona, M., Luzo´n Aguado, A., Oliva Urc´a, B. & Mart´nez Pena, B., 2000- Actividad tecto´nica registrada en los depo´ sites terciarios del frente meridional del Pirineo central. *Rev Soc Geol Esp* 13: 279–300.
- Munoz, A., Arenas, C., Gonza´lez, A., Luzo´n, A., Pardo, G. & Villena, J., 2002- Ebro Basin (Northeastern Spain). In: Gibbons W, Moreno T, editors. *Geology of Spain*. London7 Geological Society; p. 301– 9.
- Munoz, J. A., Mart´nez, A. & Verge´s, J., 1986- Thrust sequences in the eastern Spanish Pyrenees. *J Struct Geol* 8:399– 405.
- Oguchi, T. & Ohmori, H., 1994- Analysis of relationships among alluvial fan area, Source basin area, basin slope, and sediment yield: *Z. Geomorph. NB.F.* 38. p. 405-420.
- Puigdefa`bregas, C., Munoz, J. A. & Verge´s, J., 1992- Thrusting and foreland basin evolution in the Southern Pyrenees. In: Mc Clay KR, editor. *Thrust tectonics*. Chapman & Hall; p. 247–54.
- Puigdefa`bregas, C. & Souquet, P., 1986- Tectosedimentary cycles and depositional sequences of the Mesozoic and Tertiary from the Pyrenees. *Tectonophysics* 129:173– 203.
- Renssen, H., Lougheed, B. C., Aerts, J. C. J. H., De Moel, H., Ward, P. J. & Kwadijk, J. C. J., 2007- Simulating long-term Caspian Sea level changes: the impact of Holocene and future climate conditions. *Earth and Planetary Science Letters*, 261, 685-693.
- Riba, O., Reguant, S. & Villena, J., 1983- Ensayo de s´ntesis estratigra´fica y evolutiva de la Cuenca terciaria del Ebro. In: Libro Jubilar JM R´os, editor. *Geolog´a de Espana, Tomo II*. Instituto Geolo´gico y Minero de Espana; p. 131– 59.
- Scott Eaton, L. S., Morgan Benjamin, B. A., Kochel, R. C. & Howard, A. D., 2003- Quaternary deposits and landscape evolution of the central Blue Ridge of Virginia. *Geomorphology* 56: 139-154.
- Silva, P. G., Harvey, A. M., Zazo, C. & Goy, J. L., 1992- Geomorphology, depositional style, and morphometric relationships of Quaternary alluvial fans in the Guadalentin Depression (Murcia, southeast Spain). *Zeitschrift für Geomorphologie N. F.* 36, pp. 325-341.
- Villena, J., Pardo, G., Pe´rez, A., Munoz, A. & Gonza´lez, A., 1996a- The Tertiary of the Iberian margin of the Ebro Basin: sequence stratigraphy. In: Friend P, Dabrio C, editors. *Tertiary Basins of Spain, The Stratigraphic Record of Crustal Kinematics*. World and Regional Geology Series. Cambridge University Press; p. 77– 82.
- Villena, J., Pardo, G., Pe´rez, A., Munoz, A., Gonza´lez, A., 1996b- Tertiary of the Iberian margin of the Ebro Basin: paleogeography and tectonic control. In: Friend P, Dabrio C, editors. *Tertiary Basins of Spain: The Stratigraphic Record of Crustal Kinematics World and Regional Geology Series*. Cambridge7 Cambridge University Press; p. 83– 8.
- Viseras, C. & Maldonado, A., 1999- Facies architecture, seismic stratigraphy and development of a high latitude basin: the powell Basin(Antarctica). *Marine geology*, 157:69-87.