

جغرافیا و توسعه شماره ۳۲ پاییز ۱۳۹۲

وصول مقاله : ۱۳۹۰/۴/۵

تأیید نهایی : ۱۳۹۱/۱۲/۲۰

صفحات : ۱۷۶ - ۱۶۳

## تأثیر تکتونیک فعال در شرق حوضه زاگرس بر تشکیل مخروط افکنه‌ی دوقلوی وزیره

دکتر صمد فتوحی<sup>۱</sup>

### چکیده

مخروط افکنه‌ی دوقلوی وزیره در جنوب شهر قطرویه از شهرستان نیریز در استان فارس و در حوضه‌ی آبی چشمه عاشق قرار دارد و ترکیبی از دو مخروط افکنه می‌باشد که مخروط افکنه‌ی قبلی که قدیمی‌تر است در زیر و مخروط افکنه‌ی جدید در روی آن تشکیل گردیده است. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر تکتونیک در به وجود آمدن مخروط افکنه‌ی دوقلوی وزیره است. به همین خاطر با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، تصویر ماهواره‌ای و نقشه‌های زمین‌شناسی به بررسی تکتونیک فعال در این حوضه اقدام گردید و از شاخص‌های تکتونیک فعال: شیب- طول جریان، شاخص سینوزیته جبهه کوهستان، پهنای کف دره به ارتفاع آن و شاخص نسبت مثلثی، نسبت شکل حوضه‌ی زهکشی و شاخص انتگرال هیپسومتری به بررسی وضعیت تکتونیک محدودی مورد مطالعه پرداخته شد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که شاخص شیب - طول جریان در چهار نقطه دارای تغییرات زیادی است که منطبق بر گسل‌ها می‌باشد. محاسبه‌ی شاخص‌های سینوزیته جبهه‌ی کوهستان، پهنای کف دره به ارتفاع آن، نسبت مثلثی، نسبت شکل حوضه زهکشی و شاخص انتگرال هیپسومتری به ترتیب ۱/۰۸، ۱/۶، ۱/۷۹، ۱/۷، ۱/۴ است که نشان‌دهنده‌ی فعالیت تکتونیک نسبتاً زیادی است که در عملکرد گسل وزیره نمایان شده است. گسل وزیره باعث پایین‌افتادگی چاله میدان گل و در نتیجه افزایش نرخ فرایش نسبت به فرسایش شده و مخروط افکنه دوقلوی وزیره را به وجود آورده است.

کلیدواژه‌ها: تکتونیک فعال، شرق حوضه زاگرس، مخروط افکنه دوقلو، وزیره.

## مقدمه

مخروط‌افکنه‌ها نهشته‌های رسوبی مثلثی شکلی هستند که از رسوبگذاری جریان‌های آبی هنگام خروج از کوهستان و رسیدن به دشت بر جای گذاشته می‌شوند (Easter brook, 1999: 162). اگرچه مخروط‌افکنه‌ها بیشتر در مناطق بیابانی تشکیل می‌شوند ولی در مناطق مرطوب نیز معمول هستند (Ryder, 1971: 298). اولین مطالعه ژئومورفولوژی مخروط‌افکنه‌ها را دانشمند ایرانی ابوریحان بیرونی در مورد جلگه‌ی هند انجام داده است (آرام؛ ۱۳۶۶). مطالعات جدیدی که در زمینه‌ی مخروط‌افکنه‌ها انجام گرفته قابل توجه است.

هاگ<sup>۱</sup> و دیگران (2010: 184-186) روی تأثیرات متقابل اقلیم و ژئومورفولوژی روی مخروط‌افکنه‌ها در بیابان اتاکامای شیلی کار کرده و به این نتیجه رسیده‌اند که رویدادهای طغیانی خاص، نظیر نرخ بارش به تکامل مخروط‌افکنه‌ها می‌انجامد. در کار دیگری که کالمیر<sup>۲</sup> و دیگران (2010: 15) روی کنترل تکتونیک و اقلیم بر روی رسوبات مخروط‌افکنه‌ای حوضه‌ی بارنیم و کوتزن آلمان مطالعه کرده‌اند، به این نتیجه رسیده‌اند که دوره‌های پیشروی و پسروی سیستم‌های مخروط‌افکنه‌ای دلیلی بر ترکیب حرکت‌های تکتونیک محلی و تأثیر تغییرات اقلیمی است. در رابطه با تأثیر تکتونیک بر تجزیه‌ی مخروط‌افکنه‌ها و تأثیر گسل بر تشکیل مخروط‌افکنه‌های جدید، لی<sup>۳</sup> (1999: 299) در شمال شرقی فلات کوبین قالی تبت در شمال غربی چین پژوهشی انجام داده و نتیجه گرفته که عملکرد گسل‌ها باعث تجزیه‌ی مخروط‌افکنه‌ها می‌گردد. یکی از پژوهش‌های منحصر به فردی که در کردیلرای اسپانیا به وسیله‌ی ویسراس<sup>۴</sup> و دیگران (2003: 181) انجام گرفته پژوهش در باره‌ی سه گروه

از مخروط‌افکنه‌ها است که شامل ۴۳ مخروط‌افکنه می‌باشد که در حوضه‌ی گرانا‌دا و باجوسیگارا قرار دارد و فاکتورهای تأثیرگذار بر شکل مخروط‌افکنه‌ها را با مقایسه بین این سه گروه مشخص نموده است. این سه گروه از مخروط‌افکنه‌ها که دارای موقعیت زمین‌شناسی مشابه هستند، تحت شرایط اقلیمی مشابهی قرار دارند، تفاوت بین اشکال ظاهری آنها ناشی از عمل تکتونیک است. پژوهش‌هایی نیز در ایران در رابطه با مخروط‌افکنه‌ها انجام گرفته است.

رضایی‌مقدم (۱۳۷۴: ۱۷۶-۱۱۷) در دامنه‌های جنوبی میشوداغ و مختاری کشکی (۱۳۸۱: ۱۸) در دامنه‌های شمالی میشوداغ و روستایی و همکاران (۱۳۸۸) در مخروط‌افکنه‌های دامنه‌های جنوبی الاداغ پژوهش‌های ارزشمندی انجام داده‌اند. فتوحی (۱۳۸۶: ۷۵)، در مورد فرم مخروط‌افکنه‌های پلایای داراب و شاه‌زیدی (۱۳۸۵: ۱۶۲-۳۶) در رابطه با مخروط‌افکنه‌ی درختنگان در منطقه‌ی شهداد مطالعاتی انجام داده‌اند.

رامشت (۱۳۸۱: ۴۶-۲۹) تأثیر تکتونیک جنبا را بر مورفولوژی مخروط‌افکنه درختنگان در منطقه‌ی شهداد در حاشیه‌ی بیابان لوت مورد بررسی قرار داده است و نتیجه گرفته است که مورفولوژی این مخروط‌افکنه تحت تأثیر تکتونیک جنبا قرار دارد. مقصودی (۱۳۷۸: ۷۳) عوامل مؤثر در تحول ژئومورفولوژی مخروط‌افکنه‌ی جاجرود و خیام (۱۳۸۲: ۱۰-۱) در مورد تأثیر تکتونیک بر به‌وجود آمدن مخروط‌افکنه‌های تودرتو در دامنه‌ی شمالی میشوداغ و یمانی (۱۳۸۲: ۱۱۳-۱۰۳) به بررسی کانال‌های گیسویی در سطح مخروط‌افکنه‌ها در چاله‌ی سیرجان پرداخته است.

هدف از این پژوهش بررسی علل تشکیل یک مخروط‌افکنه دو قلو است و فرضیه‌ی ما این است که به نظر می‌رسد عامل تکتونیک باعث به وجود آمدن مخروط‌افکنه‌ی دو قلو‌ی وزیره شده است.

## مواد و روش‌ها

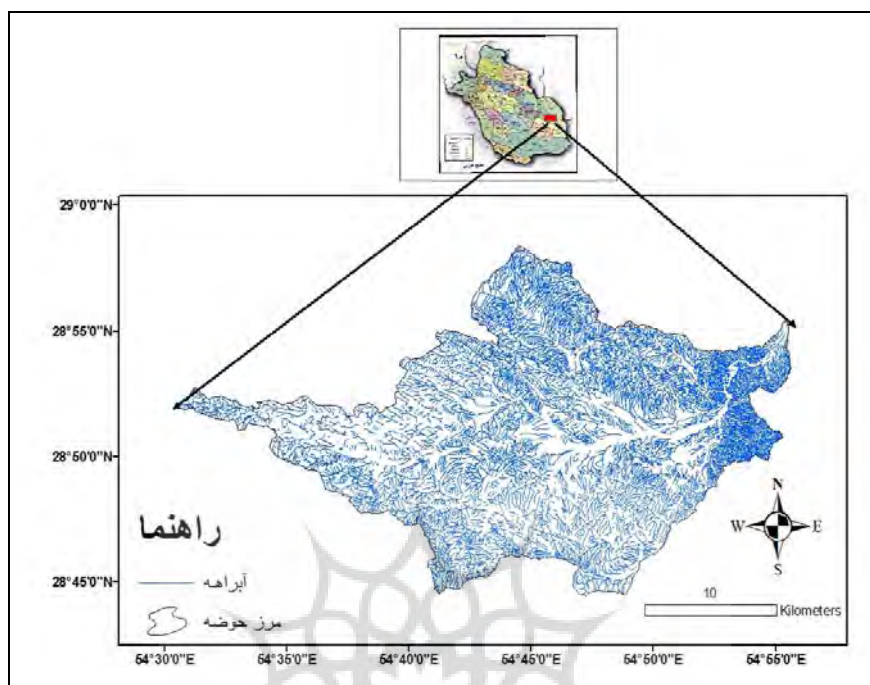
به منظور مطالعه‌ی تأثیر تکتونیک فعال بر تشکیل مخروط‌افکنه‌ی دوقلوی وزیره ابتدا با استفاده از هشت شیت نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ بلوک ۱۰۷ داراب، حوضه‌ی رودخانه‌ی چشمه عاشق مشخص و از آن مدل رقومی ارتفاع تهیه شد. سپس با استفاده از تصویر ماهواره‌ای شماره ۱۶۱/۰۴۰ مربوط به ماهواره لندست شامل ۷ باند رنگی و یک باند پانکروماتیک، با ترکیب باندهای ۵ و ۳ و ۱ محدودده‌ی دو مخروط‌افکنه آشکارسازی گردید و از روی نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ داراب به شماره ۶۹۴۷ نقشه‌ی گسل‌ها و سازندهای محدودده‌ی حوضه‌ی آبی تهیه گردید، کلیه‌ی مراحل تهیه‌ی نقشه‌ها در نرم‌افزار GIS انجام گرفت و با بازبیده‌های میدانی نواقص نقشه‌ها رفع گردید. از بین شاخص‌های تکتونیک فعال شاخص‌هایی انتخاب شدند که در نشان دادن فعالیت تکتونیکی گسل وزیره نقش داشتند و چون این گسل حد فاصل کوهستان و چاله میدان‌گل قرار دارد از تعدادی از شاخص‌های تکتونیک فعال استفاده شده است. به علت موقعیت قرارگیری گسل نمی‌توان از همه شاخص‌های تکتونیک فعال استفاده کرد. با استفاده از نقشه‌های تهیه شده در سیستم اطلاعات جغرافیایی شاخص‌های تکتونیک فعال شیب- طول جریان<sup>۱</sup> (SI)، سینوزیته جبهه کوهستان<sup>۲</sup> (Smf)، نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن<sup>۳</sup> (Vf)، شاخص مثلثی، نسبت شکل حوضه‌ی زهکشی<sup>۴</sup> (Bs) و شاخص انتگرال هیپسومتری<sup>۵</sup> (Hi) محاسبه گردید. در مرحله‌ی بعد منحنی هیپسومتریک، نیمرخ طولی مخروط‌افکنه و منحنی ترکیبی نیمرخ طولی، ارتفاع و شاخص شیب- طول جریان ترسیم گردید. در نهایت به تجزیه و تحلیل نقشه‌ها و تأثیر تکتونیک بر

تشکیل مخروط‌افکنه‌ی دوقلوی وزیره با استفاده از شاخص‌های تکتونیک فعال اقدام گردید.

## بحث

حوضه‌ی آبی رودخانه‌ی چشمه عاشق در محدوده‌ی سیاسی شهرستان داراب و مخروط‌افکنه‌ی دوقلوی وزیره در محدوده‌ی سیاسی شهرستان نیریز و در بخش قطرویه قرار گرفته است. تنها رودخانه‌ی این حوضه‌ی آبی، رودخانه‌ی فصلی چشمه عاشق می‌باشد که وارد پلایای میدان گل می‌گردد. محدوده‌ی مطالعاتی بین طول‌های جغرافیایی ۵۴ درجه و ۳۰ دقیقه و ۷ ثانیه تا ۵۴ درجه و ۵۹ دقیقه و ۵۴ ثانیه و عرض‌های جغرافیایی ۲۸ درجه و ۴۳ دقیقه و ۵۶ ثانیه تا ۲۹ درجه قرار گرفته است، شکل ۱ موقعیت محدوده‌ی مطالعاتی را در استان فارس نشان می‌دهد. بر طبق آمار بیست و پنج ساله (۱۳۸۸-۱۳۶۴) بارش ایستگاه باران‌سنجی قطرویه متوسط بارش سالانه ۱۹۰ میلیمتر و دارای متوسط درجه حرارت سالانه ۱۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. تشکیل، تکامل، توسعه و تغییر شکل مخروط‌افکنه‌ها تحت تأثیر اقلیم و تکتونیک قرار دارد. قرارگیری حوضه‌ی آبی چشمه عاشق در منطقه‌ی خشک و نیمه‌خشک ایران باعث تشکیل مخروط‌افکنه‌ی وزیره شده است. اقلیم و تغییرات اقلیمی کواترنر توانسته از حوضه‌ی آبی چشمه عاشق با مساحت ۴۷۷ کیلومتر مربع، مخروط‌افکنه‌ی وزیره با مساحت ۸۹ کیلومتر مربع بسازد. یعنی مساحت مخروط‌افکنه یک پنجم مساحت حوضه است و این با اقلیم فعلی سازگاری ندارد و باید این مخروط‌افکنه در اقلیمی مرطوبتر و بارشی بیشتر از حال حاضر به وجود آمده باشد.

- 1-Stream Length- Gradient Index
- 2-Mountain-Front Sinuosity
- 3-Ratio of Valley-Floor Width to Vally Height
- 4-Drainage basin shape ratio
- 5-Hypsometry integral index



شکل ۱: موقعیت محدوده‌ی مطالعه‌ی مطالعاتی در استان فارس

مأخذ: سازمان نقشه‌برداری

صدفدار و گاه انیدریت به رنگ کرم تا خاکستری که بین سازند رادیولاریت و ساچون دیده می‌شود، فسیل‌های موجود در سازند تربور نشان‌دهنده‌ی محیط رسوبگذاری کم‌عمق و آب‌های ساکن بوده است. سازند چهارم از دولومیت‌های توده‌ای قهوه‌ای رنگ تشکیل شده که توان کارستی شدن زیادی دارد (کارگر: ۱۳۸۲). (شکل ۲). نوار چین‌خورده‌ی زاگرس، به تدریج در سمت شمال شرق به یک منطقه‌ی رورانده منتهی می‌شود و در نتیجه زونی به شدت خرد شده و گسل‌خورده پدید می‌آید که به‌صورت نوار باریک و کم‌عرضی بین زون سنندج - سیرجان و زاگرس چین‌خورده قرار دارد و چون مرتفع‌ترین کوه‌های زاگرس را نیز شامل می‌شود، به نام زاگرس مرتفع خوانده شده است ولی به دلیل خردشدگی و روراندگی شدید، به نام زون خرد شده، زون رورانده، منطقه‌ی تراست نیز نامیده می‌شود (درویش‌زاده، ۱۳۷۰: ۲۰۲) به علت قرارگیری این محدوده در زاگرس رورانده و

از نظر وضعیت زمین‌شناسی حوضه‌ی آبی چشمه عاشق جزیی از سلسله جبال زاگرس و در زاگرس رورانده قرار گرفته است. جهت چین‌خوردگی‌ها شمال غربی - جنوب شرقی است. سازندهای اصلی محدوده‌ی مطالعاتی شامل کنگلومرای بختیاری، که در محل خروجی حوضه و در جنوب شرق محدوده مطالعاتی دیده می‌شود، رسوبات کنگلومرای تراس‌های قدیمی با قله‌های گرد شده در شرق محدوده‌ی مطالعاتی قرار دارد که قاعده‌ی این سطوح تناوبی از کنگلومرای سخت و مقاوم و ماسه‌سنگ کنگلومرای و سنگ‌سیلیسی است. عناصر این کنگلومراها گرد و کروی و در بعضی قسمت‌ها تحت تأثیر فشار خرد شده‌اند و هوازدگی روی این سطوح تأثیر قابل توجهی دارد و آهک‌های سنوزوئیک شامل، سازند چهارم، ساچون و کرتاسه شامل تربور می‌باشد که گسترش سازند تربور و چهارم از همه بیشتر است. این سازندها به وسیله‌ی گسل‌ها کاملاً خرد شده‌اند. سازند تربور شامل آهک‌های ماسیف

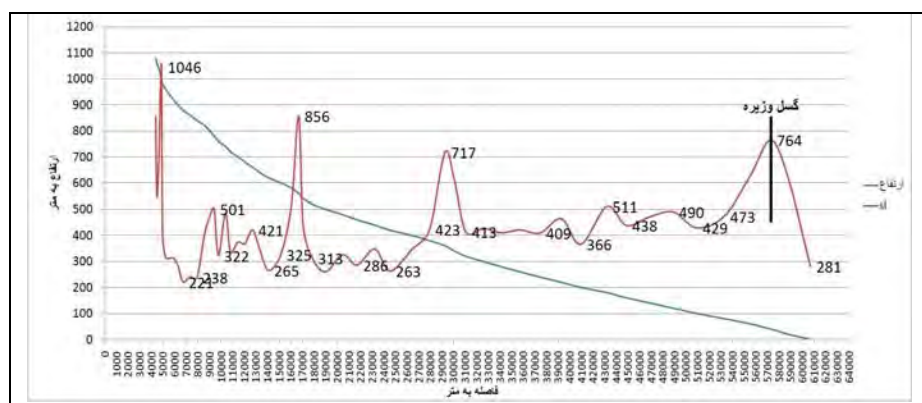


مخروط‌افکنه‌ی جدید بر روی مخروط‌افکنه‌ی قدیمی شده است و شاخص‌های SL ۷۱۷، ۸۵۶ و ۱۰۴۶ مربوط به گسل‌های داخلی حوضه‌ی آبی است که رودخانه‌ی فصلی چشمه عاشق را به طور عرضی قطع کرده‌اند. موقعیت نیمرخ اندازه‌گیری این شاخص در شکل ۴ مشخص شده است.

این شاخص برای حوضه‌ی رودخانه چشمه عاشق محاسبه گردیده است و نتایج آن در جدول ۱ و شکل ۳ دیده می‌شود. این شاخص در چهار نقطه دارای تغییرات زیادی است که هر چهار نقطه بر گسل‌ها منطبق است و شاخص SL ۷۶۴ منطبق بر گسل وزیره است (شکل ۲) که در انتهای حوضه‌ی آبی باعث تشکیل

جدول ۱: شاخص SL

فاصله (متر)	ارتفاع (متر)	شاخص SL	فاصله (متر)	ارتفاع (متر)	شاخص SL
۶۰۶۸۲	۰	۲۸۱	۱۶۶۶۴	۵۶۰	۸۵۶
۵۸۷۷۹	۲۰	۶۱۷	۱۶۰۴۵	۵۸۰	۵۱۸
۵۷۲۸۰	۴۰	۷۶۴	۱۵۱۱۷	۶۰۰	۳۲۵
۵۵۵۱۰	۶۰	۶۲۷	۱۴۰۵۸	۶۲۰	۲۶۵
۵۳۲۶۱	۸۰	۴۷۳	۱۳۲۹۸	۶۴۰	۳۴۹
۵۰۸۸۹	۱۰۰	۴۲۹	۱۲۶۹۶	۶۶۰	۴۲۱
۴۸۸۹۷	۱۲۰	۴۹۰	۱۲۰۴۳	۶۸۰	۳۶۸
۴۶۹۱۱	۱۴۰	۴۷۲	۱۱۴۳۳	۷۰۰	۳۷۴
۴۴۸۶۵	۱۶۰	۴۳۸	۱۰۷۹۵	۷۲۰	۳۳۸
۴۳۱۷۶	۱۸۰	۵۱۱	۱۰۳۶۷	۷۴۰	۴۸۳
۴۰۹۴۱	۲۰۰	۳۶۶	۹۷۶۱	۷۶۰	۳۲۲
۳۹۲۵۱	۲۲۰	۴۶۴	۹۳۸۷	۷۸۰	۵۰۱
۳۷۴۲۳	۲۴۰	۴۰۹	۹۰۰۵	۸۰۰	۴۷۱
۳۵۷۲۸	۲۶۰	۴۲۱	۸۵۸۴	۸۲۰	۴۰۷
۳۴۰۶۷	۲۸۰	۴۱۰	۷۹۲۰	۸۴۰	۲۳۸
۳۲۵۴۴	۳۰۰	۴۲۷	۷۳۱۴	۸۶۰	۲۴۱
۳۱۰۴۱	۳۲۰	۴۱۳	۶۷۰۹	۸۸۰	۲۲۱
۳۰۰۵۷	۳۴۰	۶۱۰	۶۲۷۰	۹۰۰	۲۸۵
۲۹۲۴۲	۳۶۰	۷۱۷	۵۸۹۳	۹۲۰	۳۱۲
۲۷۹۲۳	۳۸۰	۴۲۳	۵۵۴۹	۹۴۰	۳۱۲
۲۶۳۹۸	۴۰۰	۳۴۶	۵۲۱۰	۹۶۰	۳۱۶
۲۴۵۳۵	۴۲۰	۲۶۳	۴۹۶۰	۹۸۰	۳۹۶
۲۳۲۰۲	۴۴۰	۳۴۸	۴۸۶۷	۱۰۰۰	۱۰۴۶
۲۱۶۸۶	۴۶۰	۲۸۶	۴۷۶۶	۱۰۲۰	۹۴۳
۲۰۴۳۶	۴۸۰	۳۲۶	۴۶۳۰	۱۰۴۰	۶۸۰
۱۸۹۷۷	۵۰۰	۲۶۰	۴۴۶۸	۱۰۶۰	۵۵۱
۱۷۸۳۸	۵۲۰	۳۱۳	۴۳۶۶	۱۰۸۰	۸۵۶
۱۷۰۵۳	۵۴۰	۴۳۴			

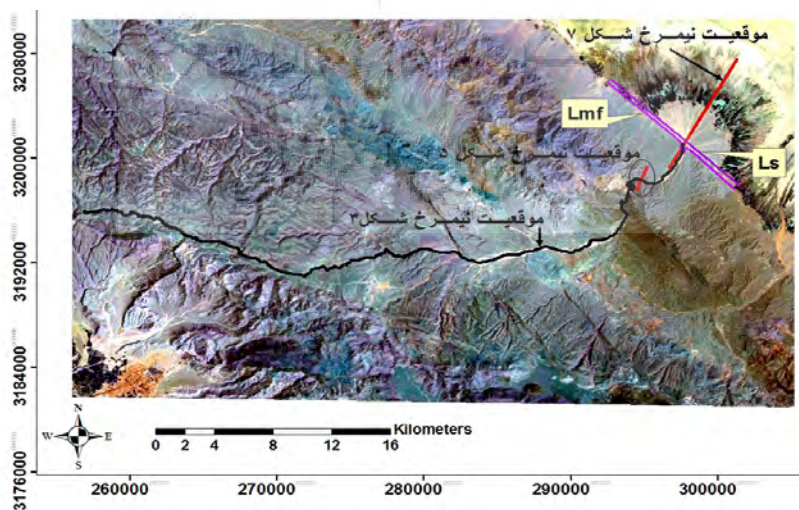


شکل ۳: نمودار ترکیبی، نیمرخ طولی، ارتفاع و شاخص SL

مأخذ: نگارنده، ۱۳۹۰

نیروهای تکتونیک سعی می‌کنند خط جبهه کوهستان را به صورت مستقیم ایجاد کنند. هرچه شاخص Smf کوچکتر باشد نشان‌دهنده‌ی فعالیت تکتونیک شدیدتر است و معمولاً این شاخص برای مناطق با تکتونیک فعال بین ۱ تا ۱/۶ است (Keller, 1996: 136-140). با توجه به اینکه طول جبهه‌ی کوهستان در محل برخورد کوهستان و پایکوه ۱۲۹۸۳ متر و طول جبهه‌ی کوهستان به خط مستقیم ۱۱۹۲۵ متر است. شاخص Smf برای حوضه‌ی آبی چشمه عاشق ۱/۰۸ است که نشان‌دهنده‌ی فعالیت تکتونیک بالا است (شکل ۴).

شاخص دیگری که برای ارزیابی تکتونیک فعال مورد استفاده قرار گرفته است، شاخص سینوزیته جبهه‌ی کوهستان است که از طریق رابطه  $(Smf=Lmf/Ls)$  به دست می‌آید. Smf شاخص سینوزیته جبهه کوهستان، Lmf طول جبهه‌ی کوهستان در محل برخورد کوهستان و پایکوه و Ls طول جبهه‌ی کوهستان به خط مستقیم است. شاخص Smf شاخصی است که منعکس‌کننده تعادل بین نیروهای فرسایشی و نیروهای فرایشی می‌باشد، نیروهای فرسایشی سعی در برش کوهستان و پیشروی در داخل آن دارند درحالی‌که

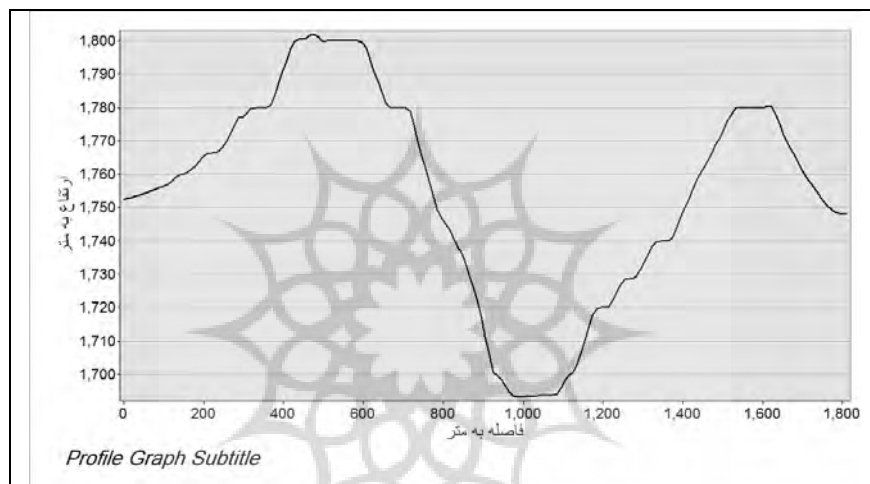


شکل ۴: شاخص سینوزیته جبهه کوهستان (تصویر ماهواره‌ای داراب ۱۶۱/۰۴۰)

مأخذ: سازمان نقشه‌برداری کشور

این شاخص برای حوضه‌ی آبی چشمه عاشق محاسبه شده و ارزش آن به طور متوسط  $1/6$  می‌باشد که نشان از فعالیت تکتونیکی آن است. این شاخص برای حوضه‌های آبی با فعالیت تکتونیکی شدید کمتر از ۱ و شاخص بین ۱ و ۲ حالت نیمه‌فعال دارد (شکل ۵). موقعیت نیمرخ اندازه‌گیری این شاخص در شکل ۴ مشخص گردیده است.

برای ارزیابی تکتونیک فعال در این حوضه از شاخص نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن که از این رابطه  $V_f = 2V_{fw} / \{(E_{id} - E_{sc}) + (E_{rd} - E_{sc})\}$  به دست می‌آید نیز استفاده شده است که  $V_f$  نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن و  $V_{fw}$  عرض کف دره و  $E_{id}$  ارتفاع کف دره در سمت چپ و  $E_{rd}$  ارتفاع کف دره در سمت راست و  $E_{sc}$  ارتفاع کف دره می‌باشد (Keller, 1996:140).



شکل ۵: شاخص نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن

مأخذ: نگارنده، ۱۳۹۰

برای حوضه‌ی آبی چشمه عاشق  $1/7$  است. علاوه بر شواهد دال بر وجود تکتونیک فعال که ذکر گردید، وجود گسل وزیره که در حد فاصل بین جبهه‌ی کوهستان و چاله میدان گل اتفاق افتاده است و باعث فروافتادگی چاله میدان گل شده است و فضایی را در جلو کوهستان به وجود آورده که محل تخلیه‌ی رسوبات رودخانه فصلی چشمه عاشق گردیده است. در مناطقی که گسل در حد فاصل کوهستان و دشت، جایی که محل تشکیل مخروط‌افکنه‌ها هستند ایجاد شود، مخروط‌افکنه‌ها در مقابل عمل تکتونیک دوگونه عکس‌العمل نشان می‌دهند. در حالت اول، اگر گسل باعث پایین رفتن دشت شود و یا بلوک کوهستان بالا رود، مخروط‌افکنه به بالا دست جا به جا می‌شود و

به‌طور کلی شکل حوضه‌های زهکشی در نواحی فعال تکتونیکی کشیده است. در حالی که با گذشت زمان یا کاهش فعالیت تکتونیکی شکل حوضه به دایره نزدیک می‌شود در چنین شرایطی تصویر افقی از حوضه‌های آبریز به وسیله‌ی نسبت شکل بیان می‌شود.

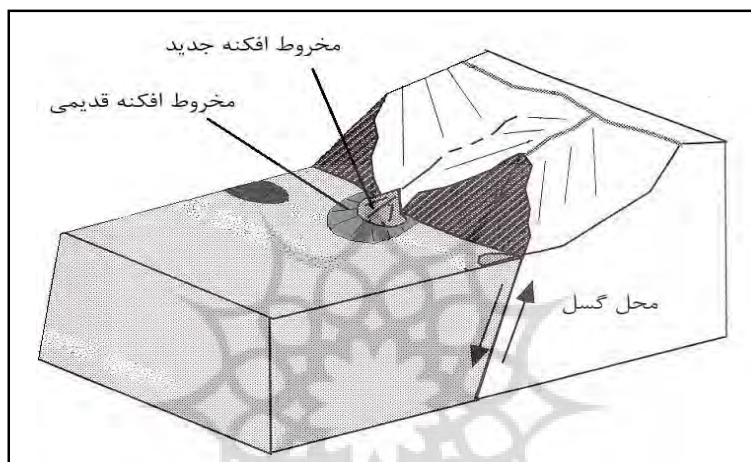
معادله‌ی شاخص نسبت شکل حوضه  $Bs' = Bl/Bw$  در این معادله  $Bs'$  شاخص نسبت شکل حوضه،  $Bl$  طول حوضه از خط‌الراس تا نقطه‌ی خروجی و  $Bw$  عرض حوضه در عریض‌ترین قسمت است (مقصودی و محمدنژاد آروق، ۱۳۹۰: ۱۳۸).

طول حوضه  $41/221488$  کیلومتر و عرض حوضه در عریض‌ترین قسمت  $22/909545$  کیلومتر و این نسبت



می‌گردد. یا به عبارت دیگر، هنگامی که نرخ فرایش در جبهه‌ی کوهستان بیشتر از نرخ فرسایش باشد، مخروط‌افکنه‌ی جوانتر در ابتدای مخروط‌افکنه‌ی قدیمی و هنگامی که نرخ فرایش کمتر از نرخ فرسایش باشد، مخروط‌افکنه‌ی جوانتر در انتهای مخروط‌افکنه‌ی قدیمی تشکیل خواهد شد (شکل ۶).

مخروط‌افکنه‌ای جوانتر در ابتدای مخروط‌افکنه‌ی قدیمی تشکیل می‌گردد و این حالتی است که در مخروط‌افکنه‌ی وزیره اتفاق افتاده است. در حالت دوم اگر گسل باعث ارتفاع یافتن دشت شده و یا کوهستان از ارتفاعش بر اثر فرورانش کاسته شود، مخروط‌افکنه‌ی جوانتر در انتهای مخروط‌افکنه‌ی قدیمی تشکیل



شکل ۶: نمای شماتیک مخروط افکنه وزیره

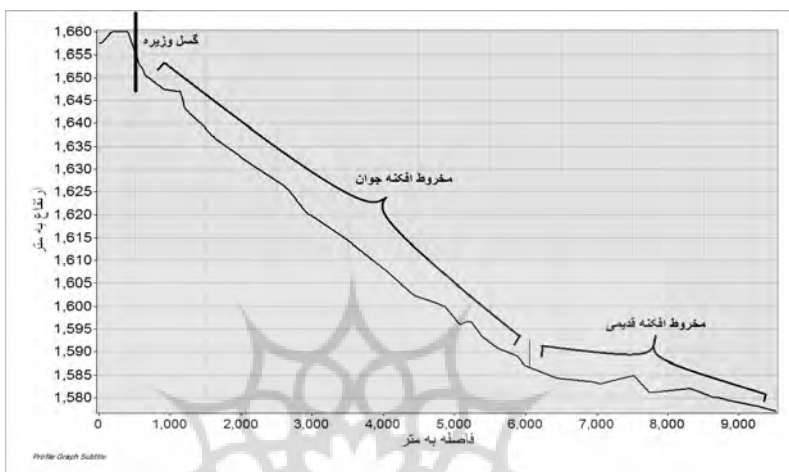
زیر مخروط‌افکنه‌ی جوان بیرون‌زدگی دارد. تکامل توپوگرافی جبهه کوهستان شدیداً به نرخ نسبی گسلش، فرسایش و رسوبگذاری وابسته است (Ellis, 1999: 21). رودخانه‌هایی که از بالا آمدگی بلوک فرودیواره به پایین جریان دارند جبهه‌ی کوهستان را به صورت یک خلیج برش می‌دهند و فعالیت‌های تکتونیک، جبهه‌ی کوهستان را به صورت خطی بازسازی می‌کنند. حاصل تقابل این دو عمل در سطوح مثلی بین حوضه‌ای انعکاس می‌یابد.

این سطوح که به شکل مثلی است که قاعده آن از رأس یک مخروط‌افکنه تا مخروط‌افکنه حوضه‌ی مجاور و ارتفاع آن از خط عمود بر قاعده مثلث تا شروع خط تقسیم آب‌های بین دو حوضه می‌باشد. نسبت مثلی یعنی نسبت قاعده‌ی سطوح به ارتفاع آنها می‌باشد (Burbank & Anderson, 2001: 202).

جهت بررسی وضعیت مخروط‌افکنه‌ی وزیره، ابتدا از روی DEM تهیه شده از روی نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری، نیمرخ مخروط‌افکنه تهیه گردید (شکل ۷). موقعیت نیمرخ مخروط‌افکنه در شکل ۴ مشخص شده است. همانطوری که این نیمرخ نشان می‌دهد از ۵۰۰ متری تا ۱۵۰۰ متری ابتدای مخروط افکنه، ۱۰ متر اختلاف ارتفاع مشاهده می‌شود که به طور دقیق با شاخص SL ابتدای حوضه‌ی آبی که دارای ارزش ۷۶۴ می‌باشد انطباق دارد و گسل وزیره از این نقطه عبور می‌کند. در طول مسیر نیمرخ از ۱۵۰۰ متری تا ۶۰۰ متری طول افقی اختلاف ارتفاعی معادل ۵۵ متر وجود دارد که این بخش نیمرخ منطبق بر مخروط‌افکنه‌ی جوان است و مخروط‌افکنه‌ی قدیمی در زیر مخروط‌افکنه‌ی جوان مدفون شده و از فاصله‌ی ۶۰۰ متری تا ۹۵۰۰ متری، مخروط‌افکنه‌ی قدیمی از

عاشق را نشان می‌دهد. این نسبت برای حوضه‌های طرف مقابل یعنی جبهه‌ی دیگر کوهستان بالاتر از ۲/۵ می‌باشد.

در مجاورت حوضه‌ی آبی چشمه عاشق ۲۷ حوضه‌ی آبی کوچک قرار گرفته است که نسبت مثلثی آنها به طور متوسط ۱/۷۹ می‌باشد. جدول ۲ محاسبات سطوح مثلثی حوضه‌های مجاور حوضه‌ی آبی چشمه



شکل ۷: نیمرخ طولی مخروط افکنه دو قلوی وزیره  
 مأخذ: نگارنده، ۱۳۹۰

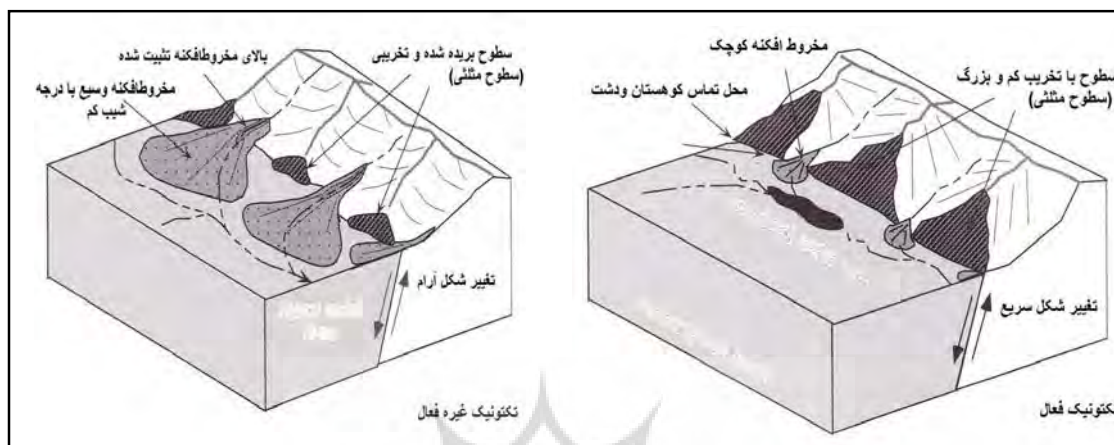
جدول ۲: نسبت سطوح مثلثی حوضه‌های مجاور حوضه‌ی آبی چشمه عاشق

نسبت سطوح	ارتفاع سطوح (متر)	قاعده سطوح (متر)	سطوح	نسبت سطوح	ارتفاع سطوح (متر)	قاعده سطوح (متر)	سطوح
۰/۸۶	۱۴۷۸	۱۲۸۳	۱۵	۳/۳۳	۴۸۳	۱۶۰۹	۱
۲/۰۶	۵۴۶	۱۱۲۵	۱۶	۱/۶۲	۵۰۵	۸۹۱	۲
۲/۰۵	۹۳۶	۱۹۲۲	۱۷	۰/۹۴	۱۱۷۸	۱۱۰۸	۳
۲/۹۳	۹۵۷	۲۸۱۲	۱۸	۰/۸۴	۱۴۹۵	۱۲۶۱	۴
۱/۱۴	۱۹۵۲	۲۲۳۶	۱۹	۲/۰۵	۵۴۹	۱۱۲۹	۵
۱/۳	۸۲۱	۱۰۷۲	۲۰	۲/۳۳	۲۷۱	۶۳۴	۶
۲/۱۴	۳۰۸	۶۶۲	۲۱	۳	۲۵۲	۷۷۳	۷
۱/۴۱	۵۷۰	۸۰۴	۲۲	۳/۱	۴۷۳	۱۴۷۶	۸
۰/۶۹	۱۸۶۳	۱۲۹۲	۲۳	۱/۴۳	۲۶۶۰	۳۸۲۹	۹
۳/۷۸	۲۲۵	۸۵۲	۲۴	۱/۳۴	۳۸۱۲	۵۱۲۸	۱۰
۰/۴۲	۲۳۷۲	۱۰۰۴	۲۵	۱/۳۱	۱۰۵۸	۱۳۸۷	۱۱
۱/۱۶	۱۳۷۲	۱۵۹۶	۲۶	۰/۳۷	۲۱۴۷	۸۱۲	۱۲
۰/۵۱	۳۵۳۱	۱۸۲۲	۲۷	۴/۸۶	۲۹۲	۱۴۲۱	۱۳
متوسط سطوح مثلثی ۱/۷۹				۱/۵۵	۴۷۲	۷۳۲	۱۴

مأخذ: نگارنده، ۱۳۹۰

شکل ۸ نمای شماتیک سطوح مثلثی در تکتونیک فعال و تکتونیک غیرفعال را نشان می‌دهد.

از مقایسه‌ی نسبت مثلثی مخروط‌افکنه‌ها نسبت مثلثی کمتر، حاکی از فعالیت تکتونیکی بیشتر است.



شکل ۸ نمای شماتیک سطوح مثلثی در تکتونیک فعال و غیرفعال را نشان می‌دهد.

رودخانه‌هایی که دوره‌ی تکامل خود را طی کرده‌اند دارای منحنی هیپسومتریک با شیب کم و نزدیک به سطح اساس هستند.

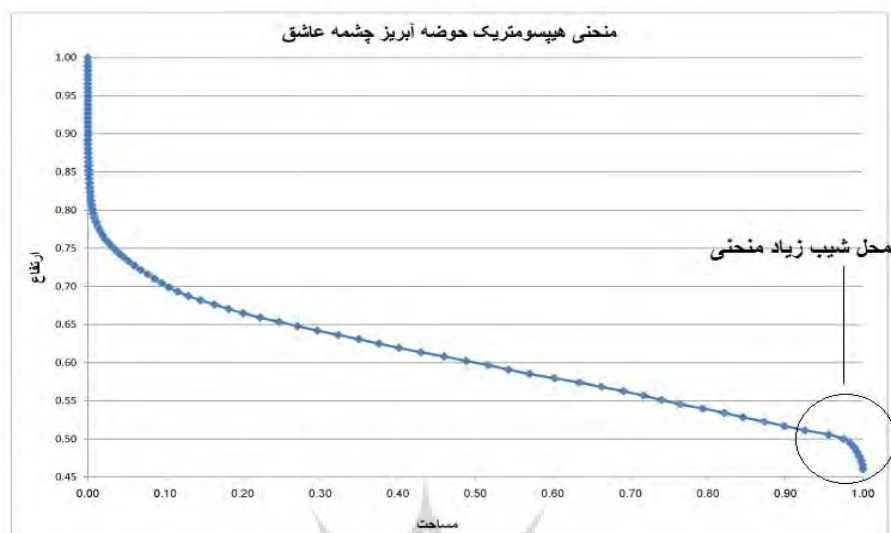
بررسی‌های انجام گرفته روی منحنی هیپسومتریک حوضه‌ی آبی چشمه عاشق نشان‌دهنده‌ی یک فاز تجدید جوانی از محل خروجی حوضه آبی می‌باشد. در انتهای منحنی در فاصله‌ی کوتاهی، منحنی با شیب زیادی پایین می‌آید و این تجدید جوانی نتیجه عملکرد گسل وزیره است (شکل ۹).

با توجه به شواهد تکتونیک فعال در محدوده‌ی مورد مطالعه و آشکارسازی دو مخروط افکنه از طریق ترکیب باندهای ۵ و ۳ و ۱ تصویر ماهواره‌ای لندست و عملیات میدانی از طریق بازدید از لوگ چاه‌های حفاری شده و قنات‌ها می‌توان گفت که مخروط‌افکنه‌ی دو قلوی وزیره در طی دو فاز جداگانه به وجود آمده است.

یکی از ساده‌ترین راه‌های توصیف شکل منحنی هیپسومتریک یک حوضه‌ی زهکشی مشخص، محاسبه انتگرال هیپسومتریک آن حوضه است. انتگرال هیپسومتریک حوضه (Hi) به وسیله‌ی مساحت زیر منحنی هیپسومتریک مشخص می‌شود که از این رابطه به دست می‌آید (مقصودی و محمدنژاد آروق، ۱۳۹۰: ۱۳۸).

(حداقل ارتفاع - حداکثر ارتفاع / حداقل ارتفاع - میانگین ارتفاع = Hi)

با توجه به اینکه در حوضه‌ی آبی چشمه عاشق حداقل ارتفاع ۱۶۳۲ متر و حداکثر ارتفاع ۲۶۸۰ متر و میانگین ارتفاع ۲۱۰۰ متر است، شاخص انتگرال هیپسومتری حوضه ۱/۴ است که نشان‌دهنده‌ی فعالیت تکتونیکی بالا است. نمودار هیپسومتریک یکی از نمودارهایی است که به وسیله‌ی آن توزیع مساحت حوضه آبی در مقابل ارتفاع قرار می‌گیرد و در منحنی‌نرمال شیب منحنی هیپسومتریک به صورت تدریجی و یکنواخت است.



شکل ۹: منحنی هیپسومتریک حوضه‌ی آبی چشمه عاشق

مأخذ: نگارنده، ۱۳۹۰

۱ در روی تصویر ماهواره‌ای ۱۶۱/۰۴۰ دو مخروط-افکنه‌ی قدیمی و جدید از هم تفکیک شدند که مخروط جدید با تن روشن‌تر در روی مخروط‌افکنه‌ی قدیمی قرار گرفته است. به علت هوازدگی مخروط-افکنه قدیمی، دارای خاک حاصل‌خیزتری نسبت به مخروط‌افکنه جوان دارد و در روی مخروط‌افکنه قدیمی باغات و زمین‌های کشاورزی گسترش یافته است.

#### نتیجه

مخروط‌افکنه‌ها اشکال ژئومورفولوژیکی هستند که تأثیرات اقلیم و تکتونیک را در شکل خود انعکاس می‌دهند و تحول، تکامل و تغییر شکل مخروط‌افکنه‌ها تحت کنترل این دو فاکتور می‌باشد.

مخروط‌افکنه‌ی دوقلوی وزیره در محدوده‌ی سیاسی شهرستان نیریز قرار دارد. قرارگیری آن در محدوده‌ی زاگرس رورانده و همجواری آن با زون سنندج-سیرجان باعث شده به‌شدت تحت تأثیر فعالیت‌های تکتونیک قرار بگیرد. به‌کارگیری شاخص‌های تکتونیک

در فاز اول همزمان با به وجود آمدن کوه‌های زاگرس و شکل‌گیری حوضه‌های آبی، این حوضه‌ی آبی حالت استقلال پیدا نموده است. بعد از استقلال حوضه، فرسایش به وسیله‌ی آب‌های جاری آغاز گشته و انتقال رسوب به بیرون از حوضه باعث تشکیل مخروط‌افکنه‌ای به وسعت ۸۸ کیلومترمربع در حد فاصل کوهستان و چاله میدان گل شده است. در فاز دوم گسل وزیره در جبهه‌ی کوهستان به وجود آمده و باعث فروافتادگی چاله میدان گل و ارتفاع یافتن کوهستان شده است. در این مرحله به علت افزایش نرخ فرایش نسبت به نرخ فرسایش مخروط‌افکنه‌ای کوچکتر و جدید به وسعت ۱۵ کیلومترمربع در بالادست مخروط‌افکنه قبلی به‌وجود آمده است که بخشی از مخروط‌افکنه‌ی قدیمی را پوشانیده است. شواهدی از مخروط‌افکنه‌ی قدیمی به صورت فسیل شده در تراس رودخانه دیده می‌شود.

رسوبات مخروط‌افکنه‌ی قدیمی ریزدانه‌تر و رسوبات مخروط‌افکنه جوانتر درشت‌دانه‌ترند. به همین خاطر زمین‌های کشاورزی و باغات در روی مخروط‌افکنه‌ی قدیمی توسعه یافته‌اند با عمل ترکیب باندهای ۵ و ۳ و

چین، به صورت گسترده‌تری کنترل‌کننده‌ی فرم مخروط‌افکنه‌ها می‌باشد. مخروط‌افکنه‌ی وزیره از دو مخروط‌افکنه تشکیل شده، مخروط‌افکنه جوان کوچکی در بالادست و مخروط‌افکنه‌ی بزرگتری در پایین‌دست که در تصاویر ماهواره‌ای از هم قابل تفکیک هستند. عاملی که نقش مهمی در به وجود آمدن مخروط-افکنه‌ی دو قلوی وزیره دارد، گسلی است که در حد فاصل چاله میدان‌گل و کوهستان اتفاق افتاده و باعث پایین‌افتادگی چاله میدان گل شده است که به نام گسل وزیره نامیده می‌شود. عملکرد گسل وزیره باعث افزایش نرخ فرایش نسبت به فرسایش شده و مخروط‌افکنه‌ی جوانتری روی مخروط‌افکنه‌ی قدیمی تشکیل گردیده است و مخروط‌افکنه‌ی دو قلوی وزیره به وجود آمده است.

### منابع

- ۱- آرام، احمد (۱۳۶۶). علم در اسلام، انتشارات سروش.
- ۲- خیام، مقصود؛ داوودمختاری کشکی (۱۳۸۲). ارزیابی عملکرد فعالیت‌های تکتونیکی بر اساس مورفولوژی مخروط‌افکنه‌ها (مورد: مخروط‌افکنه‌های دامنه شمالی میشوداغ)، مجله پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۴۴.
- ۳- درویش‌زاده، علی (۱۳۷۰). زمین‌شناسی ایران، نشر دانش امروز.
- ۴- رامشت، محمدحسین؛ عبد...سیف؛ سمیه‌سادات شاه‌زیدی، مژگان انتظاری (۱۳۸۸). تأثیر تکتونیک جنب‌بر مورفولوژی مخروط‌افکنه‌ی درختگان در منطقه شهداد کرمان، مجله جغرافیا و توسعه. شماره ۱۶.
- ۵- رضایی‌مقدم، محمدحسین (۱۳۷۴). پژوهشی در تشکیل کوهپایه‌ها و دشت‌های انباشتی دامنه‌های جنوبی میشوداغ، پایان‌نامه دکتری. دانشکده علوم انسانی و اجتماعی. دانشگاه تبریز.
- ۶- روستایی، شهرام؛ معصومه رجبی؛ محمدجعفر زمردیان؛ غلامرضا مقامی‌مقیم (۱۳۸۸). نقش فعالیت‌های تکتونیکی در شکل‌گیری و گسترش مخروط‌افکنه‌های دامنه‌های جنوبی آلاداغ، مجله جغرافیا و توسعه. شماره ۱۳.

فعال، شاخص شیب- طول جریان، سینوزیته جبهه کوهستان، نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن و شاخص مثلثی جبهه‌ی کوهستان حکایت از فعال بودن محدوده‌ی مورد مطالعه از نظر تکتونیکی است. زلزله‌هایی که در ۴۸ سال اخیر در این محدوده اتفاق افتاده به ۱۷ مورد می‌رسد که نشان می‌دهد در حال حاضر منطقه فعال است. بررسی نیمرخ مخروط‌افکنه‌ی وزیره نشان می‌دهد که در فاصله ۱۰۰۰ متر ابتدای نیمرخ، اختلاف ارتفاعی معادل ۱۰ متر مشاهده می‌شود که با موقعیت گسل وزیره تطابق دارد و تغییر ناگهانی شیب آن در فاصله ۶۰۰۰ متری تفکیک دو مخروط-افکنه را آشکار نموده است. منحنی هیپسومتریک رودخانه‌ی چشمه عاشق نشان‌دهنده‌ی یک دوره‌ی تجدید جوانی در محل خروجی حوضه است و افزایش ناگهانی شیب را به دنبال داشته است. به طوری که رسوبات مخروط‌افکنه‌ی قدیمی در خروجی حوضه در بالای تراس‌های آبرفتی دیده می‌شود.

مقایسه‌ی نسبت مثلثی ۲۷ حوضه مجاور حوضه‌ی چشمه عاشق با حوضه‌های جبهه مقابل یعنی طرف دیگر کوهستان ۱/۷۹ به بیش از ۲/۵ است. مخروط-افکنه‌ها پس از تشکیل تحت تأثیر عوامل مختلفی قرار می‌گیرند و متغیّرهای فراوانی در تحول و تکامل آنها دخالت دارند. بعضی از این متغیّرها مربوط به حوضه‌ای است که مخروط‌افکنه را تشکیل داده و بعضی دیگر مربوط به تغییرات سطح اساس است. تغییرات سطح اساس ناشی از تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های تکتونیکی و یا ترکیبی از هر دو می‌باشد.

نتایج حاصل از این پژوهش نشان‌دهنده‌ی این است که فرایندهای تکتونیکی ساز و کار مهم فرم‌سازی در مخروط‌افکنه‌ی وزیره بوده است و این فرایند بر اساس پژوهش‌های رامشت درمورد مخروط‌افکنه‌ی درختگان، خیام درمورد مخروط‌افکنه‌های دامنه شمالی میشوداغ، لی در شمال شرقی فلات کوین‌قالی تبت در شمال غربی

- 15-Burbank, Douglas W. Anderson, Robert S (2001). Tectonic geomorphology. Black well science.
- 16-Easter brook, Don J (1999). Surface processes and landforms. Prentice - Hall, Inc, 162.
- 17-Ellis, M. A. Densmore, A. L., and Anderson, R. S (1999). Evolution of mountainous topography in the Basin and Range Province: Basin Research, V.11.
- 18- Haug. Erik. W, Kraal. Erin. R, Sewall. Jacob. O, Dijk. Maurits. Van, Diaz. Guillermo Chong Diaz (2010). Climatic and geomorphic intraction on alluvial fans in the Atacama Desert, Chile, *Geomorphology* 121.
- 19-kallmeier. E, Breitreuz. Ch, Kiersnowski. H, Geibler. M (2010). Issues associated with the distinction between climatic and tectonic controls on Permian alluvial fan deposits from the Kotzen and Barnim Basins (North German Basin), *Sedimentary Geology* 233.
- 20-Keller, Edward. A, Pinter, Nicholas (1996). Active tectonics, Prentic Hall, New jersey.
- 21-Li. Y, Yang. J, Tan. L, Duan. F (1999). Impact of tectonics on alluvial landforms in the Hexi Corridor North west China, *Geomorphology* 28.
- 22-Ryder. J. M (1971). The stratigraphy and morphology of paraglacial alluvial fan in suth-central Britsh Columbia: Canadian, *Journal of Earth sciences*, V. 8.
- 23-Viseras.c, Calvache. M. L, Soria J. M, Fernandez (2003). Differential features of alluvial fans controlled by tectonic or eustatic accommodation space. Examples from the Betic Cordillera, Spain, *Geomorphology* 50.
- ۷-شاهزیدی، سمیه سادات (۱۳۸۵). ویژگی‌های ژئومورفیک مخروط افکنه حوضه آبریز درختنگان، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه اصفهان.
- ۸- عربعلی ساوه‌یی، علی؛ احمد عباس‌نژاد (۱۳۸۶). ارزیابی خطر زلزله‌خیزی شهرستان نیریز با استفاده از روش‌های آماری و تحلیلی، بیست و ششمین گرد هم آیی علوم زمین.
- ۹- فتوحی، صمد (۱۳۸۶). تأثیر فرم‌ها و فرایندهای ژئومورفیک بر منابع آب زیرزمینی (مطالعه موردی پلایای داراب)، پایان نامه دکتری. دانشگاه اصفهان.
- ۱۰- کارگر، شهرام (۱۳۸۲). نقشه زمین‌شناسی داراب، ۱:۱۰۰۰۰۰، یک برگ. سازمان زمین‌شناسی کشور.
- ۱۱- مختاری‌کشکی، داوود (۱۳۸۱). عوامل مؤثر در گسترش و تکامل مخروط‌افکنه‌های کوتاه‌تر در دامنه‌های شمالی میشوداغ و ارزیابی توان‌های محیطی آن، پایان‌نامه دکتری دانشکده علوم انسانی و اجتماعی. دانشگاه تبریز.
- ۱۲- مقصودی، مهران (۱۳۸۷). بررسی عوامل مؤثر در تحول ژئومورفولوژی مخروط‌افکنه‌ها مطالعه موردی: مخروط‌افکنه جاجرود، مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. شماره ۶۵.
- ۱۳- مقصودی، مهران؛ وحید محمدنژاد آروق (۱۳۹۰). ژئومورفولوژی مخروط‌افکنه‌ها، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۴- یمانی، مجتبی؛ مهران مقصودی (۱۳۸۲). بررسی و تحول کانال‌های گیسویی در سطح مخروط‌افکنه‌ها (مورد: مخروط‌افکنه تنگ‌کویه در چاله سیرجان)، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۵.