

## مورفومتری مخروطافکنه‌های حوضه میقان (اراک)

دکتر محمود علایی طالقانی

استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه رازی

### چکیده

مخروطافکنه‌ها یکی از برجسته‌ترین عنصر ژئومورفیک در مناطق خشک و نیمه خشک به شمار می‌روند. در حوضه میقان نیز به دلیل حاکمیت شرایط نیمه خشک، مخروطافکنه‌ها را در همه جا می‌توان دید. خود شهر اراک بر روی مخروطافکنه‌ای با شعاع ۱۳ کیلومتر بنا شده است. در همین خصوص مخروطافکنه‌های بزرگ دیگری نیز در حوضه میقان وجود دارند که زمینه استقرار روستاهای متعدد با زمین‌های کشاورزی حاصلخیز را فراهم آورده‌اند. در مقابل، مخروطافکنه‌های زیادی در بخش جنوب شرقی اراک تشکیل شده‌اند که هیچگونه مساعدتی برای بهره‌برداری محیطی ارائه نداده‌اند. دلیل این امر به درجه پایداری و ناپایداری مخروطافکنه‌ها ارتباط پیدا می‌کند. برای شناخت این مسائل، یکی از کارهای مهم در بررسی‌های مخروطافکنه‌ها، بررسی خصوصیات مورفومتریک آن‌هاست. در این گونه بررسی‌ها، معمولاً خصوصیات شکل، مساحت و شیب مخروطافکنه‌ها با ویژگی‌های توپوگرافی و ژئومورفولوژی حوضه زهکش بالادست آن‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. در این نوشته، این روابط با انتخاب ۲۴ مخروطافکنه یکپارچه در حوضه میقان پی‌گیری شده و نتایج آن به صورت مدل‌های ریاضی و نمودارهای رگرسیونی ارائه شده است.

واژگان کلیدی: ژئومورفولوژی، مخروطافکنه، مورفومتریک، میقان، اراک

## مقدمه

مخروطافکنه‌ها اشکال رسوبی مخروطی شکل هستند که معمولاً در قسمت پایکوهی و در محل خروجی رود از حوضه کوهستانی ایجاد می‌شوند. مخروطافکنه‌ها را در هر شرایط آب و هوایی می‌توان دید. ولی صورت فراوان و متداول آن در مناطق خشک و نیمه‌خشک دیده می‌شود. از این رو سیمای کنونی مناطق پایکوهی و دشت‌های میانکوهی ایران از تراکم آبرفت مخروطافکنه‌هایی تشکیل شده است که پهلو به پهلو قرار گرفته‌اند. اصولاً مخروطافکنه‌ها ضمن ارائه شرایط مساعد جهت استقرار سکونتگاه‌ها و زمین‌های کشاورزی در ایران، از عناصر ناپایدار محیطی نیز محسوب می‌شوند. از سوی دیگر توسعه و تکامل مورفولوژیکی مخروطافکنه‌ها و همچنین درجه پایداری یا ناپایداری آن‌ها توسط ویژگی‌های طبیعی حوضه زهکش بالادست آن‌ها کنترل می‌گردد. بدین لحاظ شناخت میزان تحول و خصلت ذاتی مخروطافکنه‌ها در یک منطقه، نیاز به بررسی روابط بین آن‌ها با حوضه زهکش می‌باشد. از اینرو هدف این تحقیق بررسی روابط بین ویژگی‌های مخروطافکنه‌ها در حوضه میقان با خصوصیات حوضه زهکش آن‌ها از نظر کیفی و کمی می‌باشد.

## معرفی حوضه آبریز میقان

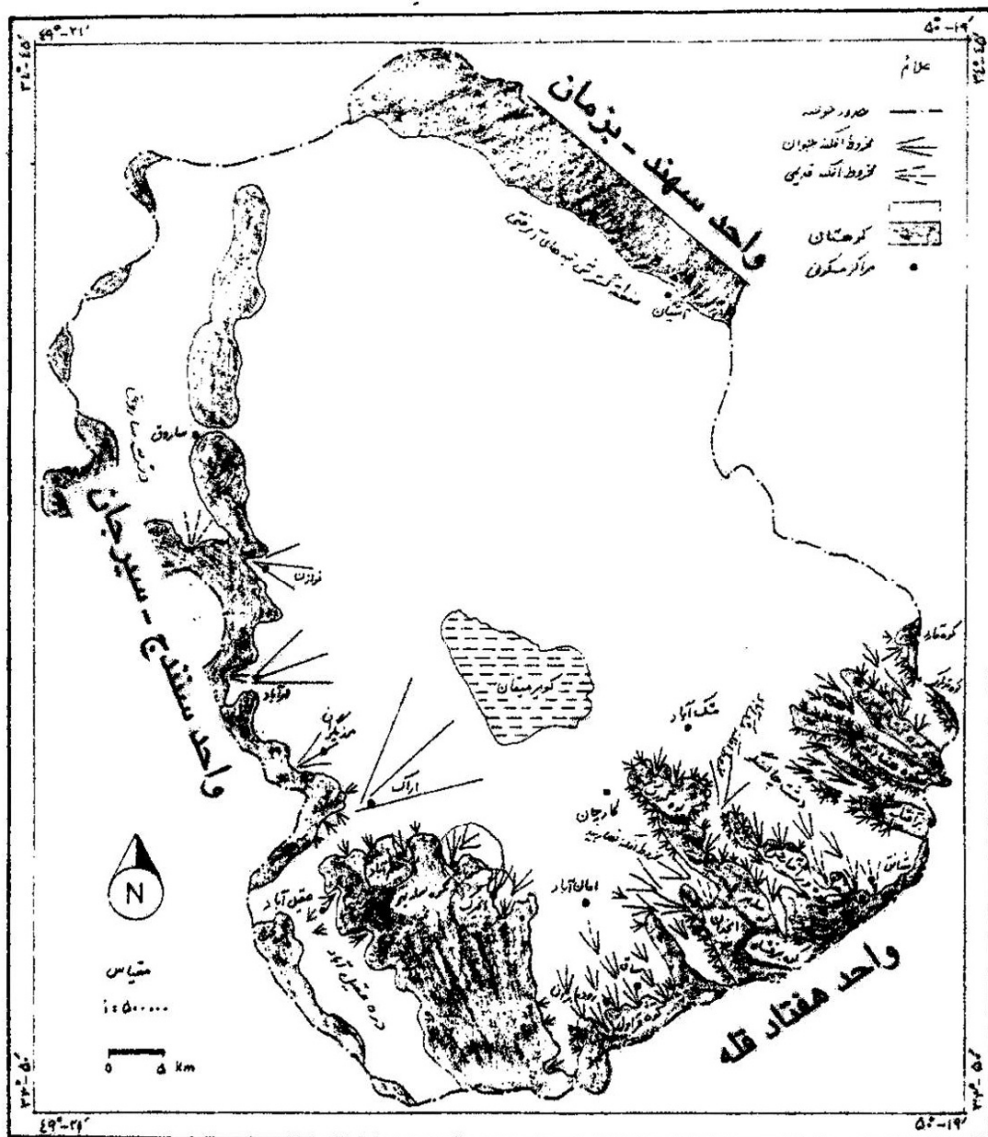
حوضه آبریز میقان متشکل از دشت اراک و ارتفاعات حاشیه در مغرب بیابان‌های داخلی بین دو واحد ساختمانی سنندج - سیرجان و سهند - بزمان قرار گرفته است. این حوضه از جنوب به شمال بین  $50^{\circ}$  تا  $33^{\circ}$  عرض شمالی و از مغرب به مشرق بین  $21^{\circ}$  تا  $49^{\circ}$  طول شرقی گسترده شده است. از لحاظ زمین‌شناسی، واحد سنندج - سیرجان در منطقه اراک از سنگ‌های شیستی و شیل‌های کمی دگرگون شده کرتاسه ساخته شده است. درحالی‌که در واحد سهند - بزمان، سنگ‌های متنوع رسوبی و آذرین شرکت دارند. این دو کمربند کوهستانی در جنوب شرقی حوضه میقان بوسیله چند رشته کوه موازی هم با یکدیگر ارتباط پیدا کرده‌اند. مهمترین آن‌ها هفتاد قله و برفشاه می‌باشد. این رشته کوه‌ها نیز عمدتاً از آهک اوربیتولین‌دار کرتاسه ساخته شده‌اند.

حوضه میقان به شکل فرورفتگی بسته است. بنابراین زه آب حاصل از بارش در سطح حوضه توسط آبراهه‌های متعدد و به صورت همگرا در پست‌ترین محل آن جمع می‌شوند. در همین محل هم به وسعت تقریبی  $108$  کیلومتر مربع یک حوضه تبخیری پدید آمده که کویر میقان (توزگل) نام دارد. ارتفاع مطلق کویر میقان  $1650$  متر است.

دلیل تحولات زمین ساختی در طول کواترنر، مخروطافکنه‌های واحد سهند - بزمان (بخش شمالی حوضه) به شدت فرسایش یافته و بقایای آن‌ها به صورت تپه مهور درآمده‌اند درحالی‌که در نیمه جنوبی و در امتداد واحد سنندج - سیرجان و هفتاد قله، مخروطافکنه‌ها شکل یکپارچه خود را همچنان حفظ کرده و چشم‌انداز اصلی دشت اراک محسوب می‌شوند (شکل ۱). این بررسی مخروطافکنه‌های همین بخش از حوضه اراک را در بر می‌گیرد.

## روش تحقیق

در بررسی مورفومتری مخروطافکنه‌ها، معمولاً روابط بین سه فاکتور شکل، مساحت و شیب مخروطافکنه‌ها با ویژگی‌های طبیعی حوضه زهکش آن‌ها مورد سنجش قرار می‌گیرد. بدیهی است اینگونه سنجش به کمک مدل‌های ریاضی و آماری عملی است و در آن نیاز به یکسری داده‌ها می‌باشد. این در حالی است که جهت



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی حوضه میقان و طرح پراکندگی مخروط افکنه‌ها در آن

تبیین این روابط و دستیابی به نتایج منطقی از روابط داده‌ها، اطلاعات زمین‌شناسی و توپوگرافی و ... ضرورت تام دارد. بدین لحاظ تعداد ۲۴ مخروط افکنه از نیمه جنوبی حوضه میقان انتخاب و محدوده آن‌ها همراه با محدوده حوضه زهکش بالادست آن‌ها بکمک استریسکوپی عکس‌های هوایی ۱:۵۵۰۰۰ با دقت زیاد روی نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه مشخص شده است. در انتخاب این مخروط افکنه دو عامل همواره مدنظر بوده است. نخست اینکه مخروط افکنه یکپارچه باشند و دوم در حوضه زهکش آن‌ها سنگ‌های متفاوتی شرکت داشته

باشند. از اینرو این مخروط افکنه‌ها از دو واحد کوهستانی جداگانه، یکی واحد سنندج- سیرجان (جنوب غرب و غرب اراک) و دیگری از واحد هفتاد قله (جنوب شرق) اراک انتخاب شده‌اند. به هر حال با مشخص شدن

مخروط‌افکنه‌ها، به اندازه‌گیری فاکتورهای مورد نیاز با روش‌های متداول مبادرت شده است. نتایج این اندازه‌گیری‌ها در جدول ۱ گردآوری شده‌اند. اطلاعات مربوط به زمین‌شناسی و توپوگرافی از نقشه‌ها به دست آمده است و اطلاعات رسوب‌شناسی و همچنین ویژگی‌های شکل مخروط‌افکنه‌ها نیز از طریق بازدیدهای میدانی جمع‌آوری گردیده‌اند. بنابراین در جریان این بررسی از دو روش معمول کتابخانه‌ای و کارهای میدانی استفاده شده است.

جدول ۱- داده‌های مورفومتری مخروط‌افکنه‌های حوضه میقان

مخروط‌افکنه‌های بخش غربی و جنوب غربی دشت اراک (واحد سنج - سیرجان)						
داده‌ها نام مخروط‌افکنه‌ها	مساحت حوضه زهکش Am Km2	مساحت مخروط‌افکنه Af Km2	شعاع متوسط مخروط‌افکنه Lf K	شیب مخروط‌افکنه %G	شیب بخش بالایی مخروط‌افکنه %GI	ضریب C
نوازن	۴۷/۷۵	۲۹/۹	۶/۵	۱/۳	۲	۶۲/۰
مهرآباد	۳۴	۲۸	۶	۱/۳	۲	۸۲/۰
مرزیگران	۱۶	۱۳/۹	۵/۵	۲/۳	۳	۸۷/۰
کوه مودز	۳/۹۵	۳/۷۵	۲/۵	۴	۴/۸	۹۵/۰
کرهرود(اراک)	۴۱۷	۱۳۰	۱۳	۰/۷	۰/۹	۳۱/۰
نظم‌آباد	۸/۷۲	۵/۹۲	۳	۲/۶	۳	۶۸/۰
حسن‌آباد	۱۹/۹	۱۲/۳	۵	۳/۲	۵	۷۷/۰
انجیرک	۱۲/۵۵	۱۱/۸۷	۵	۳	۴	۹۴/۰
سوارآباد	۳۰/۷۵	۱۰/۱۵	۵	۱/۶	۱/۸	۳۳/۰
مخروط‌افکنه‌های بخش جنوب شرقی دشت اراک (واحد هفتاد قله)						
نقطه خروجی مسیل مشک‌آباد	۱۱۶/۷۵	۲۷/۷۵	۵/۲۵	۱/۷	۲/۳	۰/۲۴
دره مشک‌آباد	۴/۸۲	۲/۱۲	۱/۵	۴/۸	۴/۸	۰/۴۴
جنوب خیرآباد	۷/۶	۴/۲	۲/۵	۲	۳/۲	۰/۵۵
جنوب غرب خیرآباد	۴/۱۲	۲/۴۵	۲/۵	۳/۲	۴	۰/۵۹
کارچال	۱۴/۸	۱۳/۷۵	۴/۵	۲	۳	۰/۹۳
نقطه خروجی دره انجدان	۴۵/۲۵	۷/۷۵	۴	۱/۶	۲	۰/۱۷
نقطه خروجی دره نصارید	۴۸	۱۵/۵	۴/۵	۲/۸	۳/۴	۰/۳۲
دامنه شرقی کوه پهنه	۲۱	۱۴/۸۲	۴	۳	۳/۳	۰/۷
دامنه جنوبی کوه بزندر	۴/۶	۲/۹	۲/۵	۴	۴/۲	۰/۶۳
دامنه شمالی کوه هفتاد قله	۵/۱	۲/۶	۲۰/۵	۴	۵	۰/۵
دامنه شمالی کوه هفتاد قله	۳/۶۲	۱/۹۷	۲	۵	۵	۰/۵۴
دامنه شمالی کوه دماغه درنا	۱/۳۲	۰/۲۷	۱	۴	۴	۰/۲۸
دامنه شمالی کوه دماغه درنا	۰/۵۷	۰/۳۷	۱	۴	۴	۰/۶۵
دامنه شمالی کوه هفتاد قله	۳	۱/۱۷	۱/۲۵	۴	۴	۰/۳۹
دامنه شمالی کوه هفتاد قله	۱/۴۲	۰/۵۲	۱	۴	۴	۰/۳۶

## یافته‌ها

الف - رابطه بین مساحت مخروط‌افکنه‌های حوضه میقان با مساحت حوضه زهکش آن‌ها به‌طور کلی مساحت یک مخروط‌افکنه به مقدار رسوب‌های حمل شده از حوضه زهکش بالادست آن بستگی دارد. از این نظر، بین دو مخروط‌افکنه، آنکه رسوب بیشتری دریافت می‌کند، برای رسیدن به درجه پایداری خیلی سریعتر توسعه پیدا می‌کند. از آنجا که هرچه حوضه‌های زهکش بزرگتر باشند، حجم مواد تخریبی آن‌ها نیز بیشتر است، می‌توان به این نتیجه دست یافت که مخروط‌افکنه‌های بزرگتر، حوضه زهکش وسیع‌تری در بالادست خود دارند. بنابراین یکی از روابط مورفومتریکی در خصوص مخروط‌افکنه‌ها، رابطه بین مساحت مخروط‌افکنه‌ها با مساحت حوضه زهکش آن‌هاست.

بول<sup>۱</sup> و هوک<sup>۲</sup> این رابطه را با معادله زیر نشان داده‌اند:

$$AF = CAa^n$$

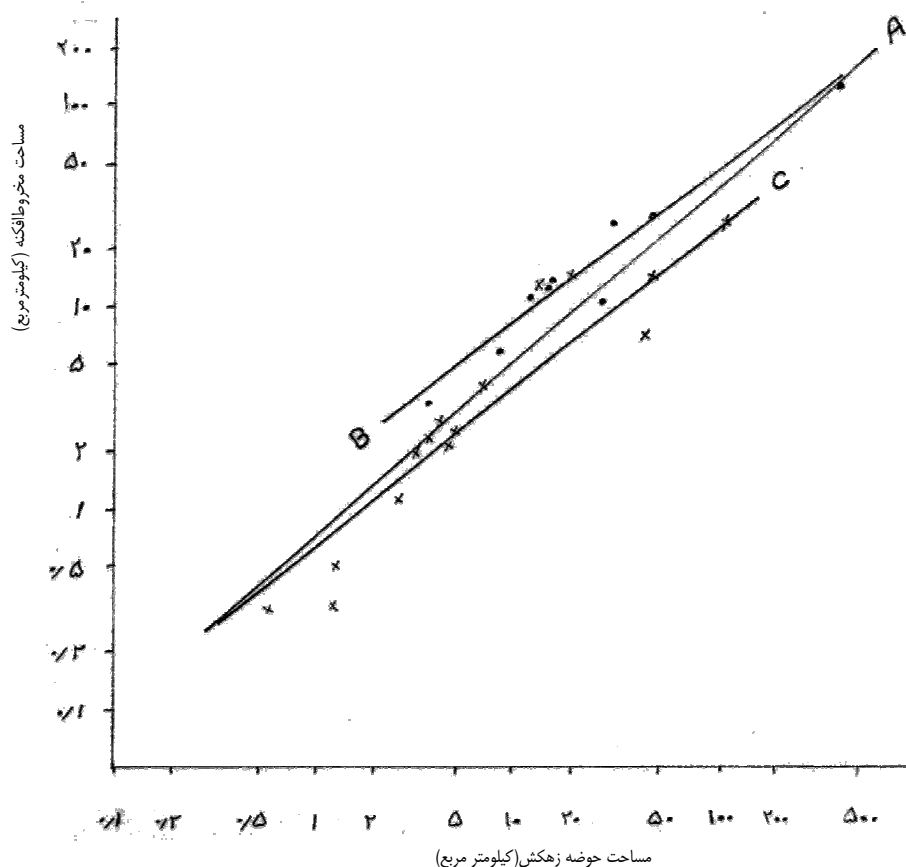
در این معادله  $AF$  و  $Aa$  به ترتیب مساحت مخروط‌افکنه و مساحت مخروط‌افکنه و مساحت حوضه زهکش بر حسب کیلومتر مربع،  $C$  مساحتی از مخروط‌افکنه به ازای یک کیلومتر مربع از مساحت حوضه زهکش و  $n$  شیب رگرسیون می‌باشد.

جهت بررسی و تحلیل این رابطه در حوضه مورد مطالعه شکل ۲ تهیه گردید. که در آن بر روی محور افقی مساحت حوضه زهکش و بر روی محور عمودی مساحت مخروط‌افکنه قرار دارد. همان‌طور که مشاهده می‌شود اگرچه از اتصال نقاط، خط مستقیمی به‌دست نیامده است، لیکن روی هم‌رفته انحراف نقاط از خط رگرسیون خیلی کم است (خط رگرسیون  $A$ ، در همین نمودار یکبار دیگر مساحت مخروط‌افکنه‌های جنوب شرقی اراک (واحد هفتاد قله) با مساحت حوضه زهکش آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته است (خط رگرسیون  $C$ ) و یک‌بار هم مساحت مخروط‌افکنه‌های بخش جنوب غربی اراک (واحد سندنجد - سیرجان) با مساحت حوضه زهکش آن‌ها مقایسه شده است (خط رگرسیون  $B$ ). در این دو حالت نیز نقاط به‌دست آمده نسبت به خط رگرسیون انحرافاتی را نشان می‌دهند و دلیل آن به تغییرات ضریب  $C$  در معادله فوق مربوط می‌باشد. مطابق جدول ۱، مقدار عددی ضریب  $C$  تغییرات زیادی بین ۱۷/۰ تا ۹۵/۰ نشان می‌دهد. عبارتی بازاء هر یک کیلومتر مربع از مساحت حوضه زهکش، مساحت مخروط‌افکنه‌های منطقه اراک بین ۰/۱۷ تا ۰/۹۵ کیلومتر مربع تغییر می‌کند. دلایل این تغییرات را می‌توان به‌شرح زیر برشمرد:

۱- نسبت بین مساحت منطقه رسوبگذاری با مساحت منطقه کاوشی: براین اساس هرچه مساحت حوضه‌ای که تحت فرسایش کاوشی قرار دارد بیشتر باشد، به‌همان نسبت نیز مواد تخریبی آن در سطح وسیع‌تری در محل خروجی حوضه برجای گذاشته می‌شود. دلیل زیاد بودن مقدار عددی ضریب  $C$  مخروط‌افکنه‌های مرزیگران (۸۷/۰) و مهرآباد (۸۲/۰) این است که بیشتر رسوب‌های حاصل از تخریب ناهمواری‌های حوضه زهکش آن‌ها مستقیماً بسوی این مخروط‌افکنه‌ها انتقال داده می‌شود. در صورتیکه در حوضه زهکش مخروط‌افکنه‌های کرهرود ( $C=۳۱/۰$ ) و مشک‌آباد ( $C=۲۴/۰$ ) بخش وسیعی از ناهمواری‌ها فرسوده شده و به‌صورت دشت درآمدند و در نتیجه از وسعت مساحت تخریبی آن‌ها کاسته شده و برعکس بر وسعت زمین‌های رسوبگذاری افزوده شده است. نتیجتاً سهم قابل ملاحظه‌ای از فرآورده‌های تخریبی این حوضه‌ها در داخل خود حوضه رسوب داده می‌شوند و به‌سوی مخروط‌افکنه‌های واقع در نقطه خروجی آن‌ها انتقال نمی‌یابند.

۲- مقدار بار رسوب: مقدار رسوب به جنس سنگ و ویژگی‌های توپوگرافی حوضه زهکش بستگی دارد. براین اساس دلیل بزرگ بودن مخروط‌افکنه‌هایی مانند مرزیگران و مهرآباد این است که در حوضه آن‌ها

- مخروط‌افکنه‌های بخش غربی و جنوب غربی دشت (واحد سنندج - سیرجان)
- ✦ مخروط‌افکنه‌های بخش جنوب شرقی دشت (منطقه هفتاد قله)



شکل ۲- نمودار همبستگی بین مساحت حوضه زهکش با مساحت مخروط‌افکنه

سنگ‌های سست شیبست و شیل وجود دارد و بعلاوه شیب دامنه‌ها زیاد و دره‌ها عمیق هستند. درحالی که در حوضه مخروط‌افکنه مشک‌آباد، سخت آهک اوربیتولین‌دار شرکت دارد و از طرف دیگر توپوگرافی آن به صورت دشت میانکوهی می‌باشد. بنابراین این بار رسوب این حوضه کم بوده و به‌همان نسبت نیز مساحت مخروط‌افکنه آن کم می‌باشد.

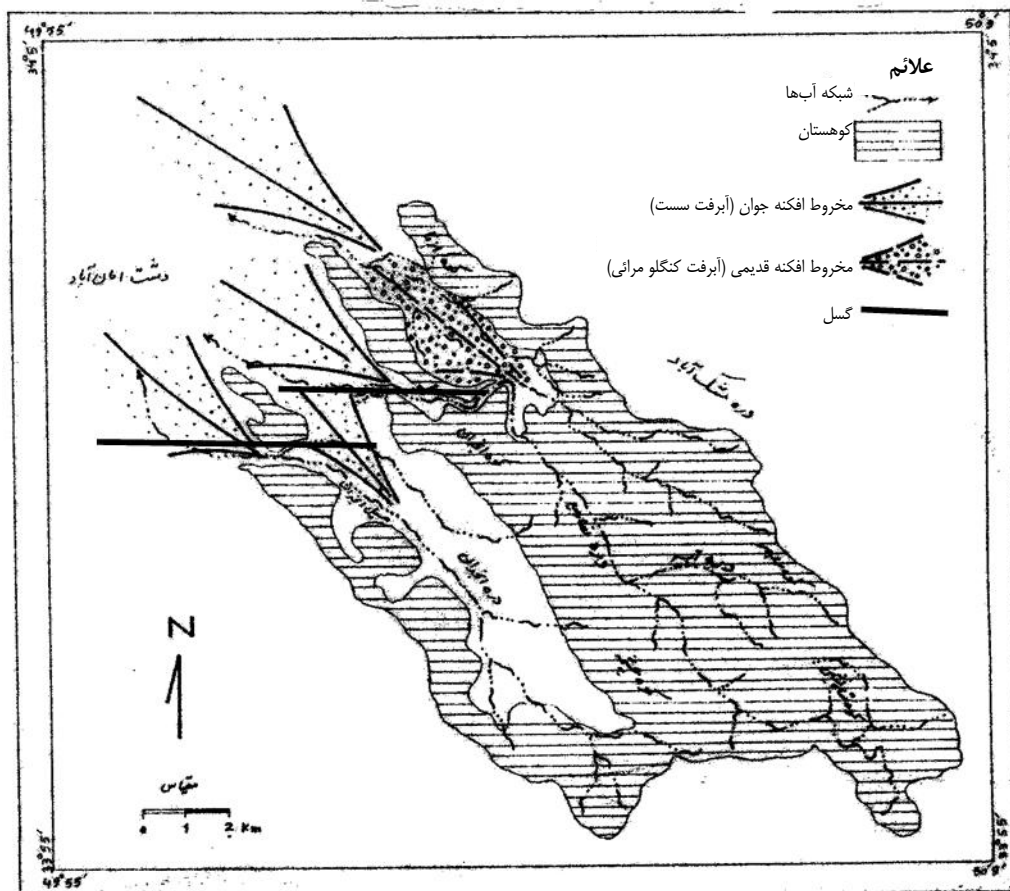
۳- تغییر مسیر رود در اثر دخالت گسل: در جنوب شرقی دشت اراک، مجموعه ساختمان زمین ساخت و تغییر در نحوه عمل فرسایش، موجب تغییرات وسیعی در تشکیل مخروط‌افکنه‌های دره نصار بید از یک طرف و دره انجدان از طرف دیگر شده است (شکل ۳). در اینجا آبراهه نصار بید پس از تشکیل یک مخروط‌افکنه در نقطه خروجی خود، به تبعیت از یک دره گسلی در همان ابتدای رأس مخروط‌افکنه بطرف غرب منحرف شده و بار رسوبی حوضه را این بار به‌صورت مخروط‌افکنه‌ای دیگر در انتهای دره انجدان برجای گذاشته است. تراکم زیاد آبرفت‌های آبراهه نصار بید در انتهای دره انجدان، سدی در مقابل رودخانه انجدان ایجاد کرده و در نتیجه رود انجدان نیز مجبور شده تا به تبعیت از دره گسلی دیگر بطرف غرب منحرف شود و فرآورده‌های خود را به صورت مخروط‌افکنه دیگری در دشت امان آباد برجای بگذارد. همزمان با این تحولات، از فرسایش

مخروط افکنه اولیه دره نصارید، مخروط افکنه دیگری در قاعده بلا فصل آن پدید آمده است که مساحت آن‌ها با مساحت حوضه زهکش کنونی همبستگی ندارد.

۴- فضای رسوبگذاری: حاشیه قاعده تعدادی از مخروط افکنه‌های دشت میانکوهی عقیل آباد و مشک آباد به بستر زهکش اصلی آن‌ها ختم شده‌اند. در نتیجه سهم قابل توجهی از رسوب‌های این مخروط افکنه‌ها در اختیار زهکش اصلی قرار گرفته و از محل خارج شده است. بنابراین برای توسعه این قبیل مخروط افکنه‌ها فضای کافی وجود نداشته است.

در دره حسن آباد نیز وجود یک برجستگی سنگی به صورت اینسلیبرگ برای توسعه مخروط افکنه آن ایجاد شده است. در نتیجه، آبراهه حسن آباد پس از تشکیل مخروط افکنه خود، به سبب عدم وجود فضای کافی برای توسعه، این برجستگی را دور زده و رسوب‌های خود را به صورت مخروط افکنه دیگر در پناه آن برجای گذاشته است. در انتهای همین دره، چهار مخروط افکنه بدین شکل بوجود آمده‌اند که با مساحت حوضه زهکش همبستگی لازم را ندارند.

با توجه به توضیحات فوق و تجزیه و تحلیل آماری، ارزش عددی C برای مخروط افکنه‌های حوضه میقان ( $C = 71/0$ ) و شیب رگرسیون ( $n = 86/0$ ) به دست می‌آید. بدین ترتیب معادله همبستگی بین مساحت مخروط افکنه‌های حوضه میقان با مساحت حوضه زهکش آن‌ها به صورت معادله زیر خواهد بود. ضریب همبستگی این معادله  $+0/97$  می‌باشد.



شکل ۳- تغییر مسیر رودهای نصارید و انجدان در اثر دخالت گسل و تشکیل مخروط افکنه‌های جدید

0/86

AF=0/71Aa

چنانکه در معادله فوق مشاهده می‌شود، ارزش عددی  $n$  (شیب رگرسیون) مخروط‌افکنه‌های حوضه میقان نیز کمتر از یک می‌باشد. دلیل اصلی آن، تحول بعضی از حوضه‌های زهکش در منطقه است. در حقیقت حوضه زهکش کرهرود و مشک‌آباد به صورت دشت‌های نسبتاً وسیع میانکوهی درآمده‌اند. نتیجتاً در این حوضه‌ها از یک طرف به دلیل پست شدن بلندی‌ها و کم شدن شیب زمین بار تخریبی کمتری تولید می‌شود و از طرف دیگر حجم زیادی از مواد تخریبی این حوضه‌ها در خود حوضه برجای گذاشته می‌شود. بنابراین مخروط‌افکنه‌های واقع در نقطه خروجی این حوضه‌ها نیز به رشد نسبتاً کامل خود رسیده‌اند و دیگر رسوبی دریافت نمی‌کنند. به همین دلیل نیز بستر زهکش اصلی در همان ابتدای رأس این مخروط‌افکنه‌ها منحرف شده و زمین‌های سطح مخروط‌افکنه‌ها را ترک کرده‌اند.

### ب- شیب مخروط‌افکنه‌ها

یکی از مهمترین ویژگی‌های مورفومتریک مخروط‌افکنه‌ها شیب آن‌هاست. زیرا میزان شیب یک مخروط‌افکنه نشان‌دهنده میزان تحول مورفولوژیکی آن است.

شیب مخروط‌افکنه‌ها با مساحت آن‌ها و همچنین مساحت حوضه زهکش و حجم تخلیه رود نسبت عکس دارد. در این میان حجم تخلیه رود و مکانیزم رسوبگذاری از اهمیت بیشتری برخوردار است. بررسی جداگانه این روابط، اهمیت موضوع را روشن خواهد ساخت.

#### ۱- ب- رابطه بین شیب مخروط‌افکنه‌ها با مساحت آن‌ها در حوضه میقان

به‌طور کلی هرچه مخروط‌افکنه‌ها بزرگتر می‌شوند، شیب آن‌ها کمتر می‌گردد. بنابراین مقدماً می‌توان به این نتیجه دست یافت که مخروط‌افکنه‌های بزرگتر، شیب ملایمتری نسبت به مخروط‌افکنه‌های کوچکتر دارند. هنگامیکه همبستگی بین مساحت مخروط‌افکنه‌ها با شیب آن‌ها به صورت نمودار رگرسیونی به نمایش درمی‌آید، جهت امتداد نمودار نیز بیانگر رابطه عکس بین آن‌هاست (شکل ۴). با این حال میزان این همبستگی به عوامل متعددی بستگی دارد که بدون شناخت آن‌ها نمی‌توان به خصوصیات شیب مخروط‌افکنه دست یافت. در شکل ۴ داده‌های ۲۴ مخروط‌افکنه حوضه میقان به صورت سه خط رگرسیون جداگانه نشان داده شده است. خط رگرسیون B برای مخروط‌افکنه‌های بخش جنوب غربی دشت اراک (واحد سنندج - سیرجان)، خط رگرسیون C برای مخروط‌افکنه‌های بخش جنوب شرقی دشت اراک (واحد هفتاد قله) و خط رگرسیون A برای کل مخروط‌افکنه‌ها به‌طور یکجا ترسیم گردیده‌اند. به‌طوریکه ملاحظه می‌گردد، خط رگرسیون B همبستگی بهترین بین مساحت مخروط‌افکنه‌ها با شیب آن‌ها را نشان می‌دهد. درحالی‌که جهت امتداد خط رگرسیون C بیانگر رابطه ضعیف‌تر بین مساحت مخروط‌افکنه‌های واحد هفتاد قله با شیب آن‌هاست. این موضوع بر روی شیب خط رگرسیون کل مخروط‌افکنه‌های حوضه میقان (خط رگرسیون A) نیز تأثیر گذاشته و در نتیجه هنگامیکه رابطه بین مساحت مخروط‌افکنه‌ها با شیب آن‌ها به صورت مدل ریاضی به نمایش درمی‌آید، میزان شیب رگرسیون  $-0/41$  - همبستگی ضعیف این معادله را نشان می‌دهد (ضریب همبستگی این معادله  $-0/65$ ).

-0/41

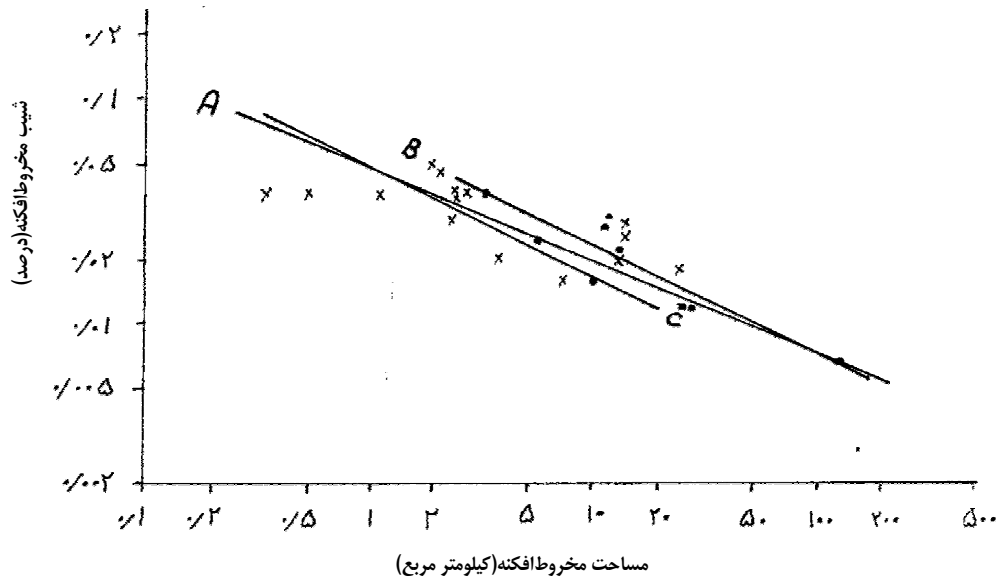
GF=0/076AF

در این معادله GF شیب مخروط‌افکنه، AF مساحت مخروط‌افکنه است. عدد  $0/076$  ضریب ثابت و

$-0/41$  - شیب رگرسیون می‌باشد.



• مخروطافکنه‌های بخش غربی و جنوب غربی دشت اراک (واحد سنندج - سیرجان)  
 † مخروطافکنه‌های بخش جنوب شرقی دشت اراک (منطقه هفتاد قله)



شکل ۴- نمودار همبستگی بین مساحت مخروطافکنه با شیب آن

علت این امر را باید در نوع رخساره رسوبی و مکانیزم رسوبگذاری جستجو کرد. در واحد هفتاد قله (جنوب شرق اراک)، جریان‌های سیلابی سنگریزه‌دار (debris flows) در تشکیل مخروطافکنه‌ها نقش داشته‌اند. رودهای این بخش از حوضه به‌طور عمد اتفاقی هستند و در نتیجه در جریان یک بارندگی رگباری، این رودها فعال شده و فرآورده‌های تخریبی مسیر خود را سریع به نقطه خروجی حوضه انتقال داده و در همانجا برجای می‌گذارند. از اینرو مخروطافکنه‌های این منطقه به‌شکل زبانه‌ای در انتهای آبراهه‌ها ظاهر شده‌اند و مواد و مصالح آن‌ها نیز به‌صورت سنگریزه و ریگ و شن می‌باشند.

اما در بخش جنوب غربی اراک، به‌طور عمده جریان‌های رودخانه‌ای - سیلابی و یا صفحه‌ای (sheet flow) در توسعه مخروطافکنه‌ها نقش داشته‌اند. به‌همین دلیل مواد و عناصر مخروطافکنه‌های بزرگ این بخش از حوضه، از رأس به سمت حاشیه قاعده به تدریج ریز و ریزتر شده و در نتیجه در قاعده آن‌ها عناصر ریز دانه زمین‌های حاصلخیز را تشکیل داده‌اند (مخروطافکنه کرهرود). در این منطقه چندین رودخانه وجود دارد که بیشتر ایام سال آب دارند. بستر این رودها در نزدیکی قاعده مخروطافکنه‌ها همسطح زمین می‌شوند و در نتیجه به دلیل کاهش انرژی آب در این محل، رسوب‌های حاصل از طغیان‌های فصلی و یا سیلاب‌های اتفاقی به‌شکل صفحه‌ای در قاعده مخروطافکنه‌ها پخش می‌شوند. نتیجه این فرآیند، بالا آمدن قسمت انتهایی مخروطافکنه‌ها و کاهش شیب آن‌هاست. مخروطافکنه‌های بزرگ مهرآباد، نوازن و کرهرود بدین شکل توسعه یافته‌اند و تا حدودی به پایداری نسبی نیز رسیده‌اند.

## ۲- رابطه بین مساحت حوضه زهکش و شیب مخروطافکنه‌ها در حوضه میقان

یک رابطه منطقی دیگر در خصوص مخروطافکنه‌ها نسبت عکس بین مساحت حوضه زهکش با شیب

مخروط افکنه‌ها می‌باشد. این رابطه راهوک به صورت معادله زیر نشان داده است که در آن  $G$  شیب مخروط‌افکنه،  $Aa$  مساحت حوضه زهکش،  $a$  ضریب ثابت و  $d$  شیب رگرسیون می‌باشد.

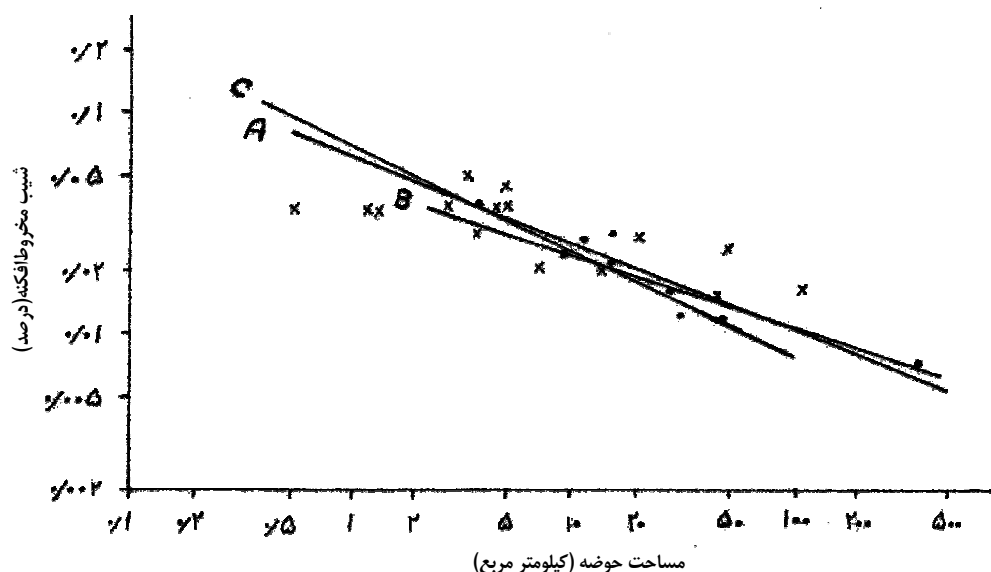
$$G = aAa^d$$

با کاربرد این معادله برای ۲۴ مخروط‌افکنه دشت اراک، همبستگی بین شیب مخروط‌افکنه‌ها با مساحت حوضه زهکش آن‌ها به صورت معادله زیر در می‌آید (ضریب همبستگی این معادله  $-0/55$ )

$$-0/39$$

$$G = 0/07Aa$$

با مراجعه به شکل ۵ مشاهده می‌گردد که شیب مخروط‌افکنه‌های بخش جنوب غربی اراک (در امتداد واحد سنندج - سیرجان) همبستگی بهتری با مساحت حوضه زهکش خود دارند (خط رگرسیون B). در حالی که نحوه امتداد خط رگرسیون C، نشان‌دهنده رابطه ضعیف بین شیب مخروط‌افکنه‌های بخش جنوب شرقی اراک (واحد هفتاد قله) با مساحت حوضه زهکش آن‌هاست. زیرا در امتداد هفتاد قله هیچ رود دائمی وجود ندارد. علاوه بر این به استثنای دو رود نسبتاً بزرگ فصلی، بیشتر آبراهه‌های این منطقه کوتاه هستند و جریان آب آن‌ها در مواقع بارندگی کم می‌باشد. بنابراین جریان آب این آبراهه‌ها نمی‌تواند بار همراه خود را تا انتهای قاعده مخروط‌افکنه‌ها حمل کند، بلکه مجبور است در همان ابتدا، مخروط‌افکنه خود را بر جای گذارند. این امر یکی دیگر از دلایل شیب زیاد مخروط‌افکنه‌های این منطقه است. حال آنکه در امتداد کمربند سنندج - سیرجان، رودهای نوازن، مهرآباد، کرهرود و عقیل آباد را می‌بینیم که تقریباً در تمام سال آب دارند. در فصل مرطوب دبی این رودها حائز اهمیت می‌شود. در نتیجه جریان فصلی این رودها نه تنها می‌تواند بار همراه خود را تا انتهای مخروط‌افکنه‌ها حمل کند، بلکه قادر خواهد بود، در قسمت رأس مخروط‌افکنه عمل کاوش و حفر بستر انجام دهد و مواد فراوانی از قسمت رأس مخروط‌افکنه برداشته و در قاعده آن بر جای گذارد. به علاوه در سطح این مخروط‌افکنه‌ها، آبراهه‌های محلی متعددی شکل گرفته‌اند که فعالیت آن‌ها موجب جابه‌جایی مواد ریزدانه



شکل ۵- نمودار همبستگی بین مساحت حوضه زهکش با شیب مخروط‌افکنه

از قسمت بالا و میانی مخروط افکنه‌ها به سمت قاعده آن‌ها می‌شود (مخروط افکنه‌های مهرآباد، نوازن). نتیجه عملی این مکانیزم، بالا آمدن سطح زمین در بخش انتهایی مخروط افکنه‌ها و بنابراین کاهش شیب آن‌ها می‌باشد (مخروط افکنه کرهرود ۰/۷ درصد و مهرآباد ۱/۵ درصد).

### نتیجه

مخروط افکنه‌های حوضه میقان از درجه تحول و خصلت ذاتی متفاوتی برخوردارند. این ویژگی از بررسی رابطه بین ویژگی‌های ژئومورفولوژی ۲۴ مخروط افکنه در این حوضه با ویژگی‌های حوضه زهکش آن‌ها به دست آمده است. با این بررسی معلوم شده است که تنها مخروط افکنه بزرگ کرهرود به دلیل شیب کم (۷/۰ درصد) و تحول حوضه زهکش بالا دست آن به درجه پایداری رسیده است. چون از یک طرف بیشتر حجم مواد تخریبی در داخل خود حوضه کرهرود رسوب داده می‌شود و از طرف دیگر کرهرود از همان ابتدای رأس مخروط افکنه، سطح آن را ترک کرده و با زهکشی حاشیه آن به کویر میقان می‌پیوندد.

مخروط افکنه‌های مهرآباد، نوازن و نقطه خروجی مشک‌آباد نسبتاً پایدار می‌باشند. شیب این مخروط افکنه‌ها به ترتیب ۱/۳، ۱/۳، ۱/۷ درصد است. زهکش اصلی در سطح این مخروط افکنه‌ها نیز در نزدیکی قاعده آن‌ها همسطح زمین می‌شود و در نتیجه سیلاب‌ها به صورت صفحه‌ای در این محل پخش می‌شوند. در بخش بالایی و میانی این مخروط افکنه‌ها، سیلاب‌های بزرگ تنها حاشیه زهکش اصلی را فرا می‌گیرد. بقیه سطوح مخروط افکنه‌ها متروک مانده‌اند. به علاوه زهکش اصلی در سطح این مخروط افکنه‌ها به شاخه‌های واگرا تقسیم می‌شوند. این ویژگی‌ها نشان می‌دهند که این مخروط افکنه‌ها هنوز به تحول کافی نرسیده‌اند.

بقیه مخروط افکنه‌ها به دلیل شیب زیاد آن‌ها از یک طرف، شیب تند دامنه‌ها همراه با عمق زیاد دره‌ها در حوضه زهکش آن‌ها، ناپایدار می‌باشند. از این نظر به جزء یک مورد، تمام مخروط افکنه‌های منطقه هفتاد قلعه (جنوب شرق دشت اراک) ناپایدارند. با این حال این مخروط افکنه‌ها به دلیل برخورداری از رسوب‌های درشت دانه و منفصل، نقش مهمی در تغذیه سفره آب زیر زمینی دشت اراک دارند.

### منابع:

- ۱- امامی، محمد هاشم؛ ۱۳۷۰؛ شرح نقشه زمین‌شناسی چهارگوش قم؛ تهران؛ انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور.
- ۲- ثروتی، محمدرضا؛ ۱۳۷۱؛ ویژگی‌های ژئومورفولوژی دشت‌های بیابانی و کویری ایران؛ مجموعه مقالات سمینار بررسی مسائل مناطق بیابانی و کویری ایران؛ جلد دوم؛ تهران؛ انتشارات دانشگاه تهران.
- ۳- خسرو تهرانی، خسرو؛ ۱۳۶۷؛ چینه‌شناسی ایران؛ تهران؛ انتشارات دانشگاه تهران.
- ۴- علائی طالقانی، محمود؛ ۱۳۷۵؛ ژئومورفولوژی و عمران ناحیه‌ای دشت اراک؛ پایان‌نامه دکتری؛ تهران؛ دانشگاه تهران
- ۵- محمودی، فرج‌اله؛ ۱۳۷۱؛ ویژگی‌های پیکرشناسی زمین در حوضه آبریز زاهدان؛ مجله پژوهش‌های جغرافیایی؛ شماره ۲۹؛ تهران؛ انتشارات دانشگاه تهران.
- ۶- موسوی حرمی، رضا؛ ۱۳۷۲؛ رسوب‌شناسی؛ مشهد؛ انتشارات آستان قدس رضوی
- 7- Bealy, C.B.(1963): Origin of alluvial fans; White Mountains, California and Nevada. Ann. Assoc. Amer. Geogr. 53:516-535.
- 8- Bull, W. B. (1964): Geomorphology of segmented alluvial fans in western Fresno County, California . U. S. Geol. Surv.
- 9- Cooke. R. U. & A. Warren (1973): Geomorphology in desert. London
- 10- Hook. R. L. (1967): Processes on arid-region alluvial fans. – jour. Of Geol. 75:438-460