

جغرافیا و توسعه شماره ۲۲ اردیبهشت ۱۳۹۰

وصول مقاله : ۱۳۸۸/۷/۱۲

تأیید نهایی : ۱۳۸۹/۸/۲

صفحات : ۸۹-۱۰۶

ارزیابی تکنیک‌های ژئومورفولوژیکی جهت شناسایی مخروط‌افکنه‌های قدیمی و جدید به منظور تعیین مناطق مستعد سیل خیزی در چهار مخروط‌افکنه در زاگرس چین خورده

کاظم بهرامی

دانشجوی کارشناسی ارشد زمین‌شناسی مهندسی دانشگاه تربیت مدرس

دکتر شهرام بهرامی

استادیار جغرافیا دانشگاه تربیت معلم سبزوار

چکیده

در این تحقیق، به منظور تفکیک بخش‌های فعال و غیرفعال مخروط‌افکنه‌ها، چهار مخروط‌افکنه در زاگرس چین‌خورده بررسی شده است. تفکیک بخش‌های فعال و غیرفعال مخروط‌افکنه‌ها از نظر سیل‌خیزی با استفاده از شاخص‌های ساده‌ی ژئومورفولوژیکی مانند الگوی زهکشی، مورفولوژی سطح مخروط و شاخص تضاریس، رنگ مخروط‌ها در تصاویر ماهواره‌ای، حداکثر عمق برش مخروط‌ها و شاخص‌های هوازدگی مانند میزان هوازدگی آبرفت‌ها، حفره‌دار شدن قله‌سنگ‌های آهکی انجام شده است. جهت تعیین ناهمواری و حداکثر عمق برش سطح مخروط‌ها، با استفاده از دوربین نقشه‌برداری دو مقطع از سطح هر مخروط‌افکنه تهیه شد. تفکیک بخش‌های قدیمی و جدید مخروط‌افکنه‌ها براساس تن (رنگ) تصاویر و همچنین تعیین الگوی زهکشی کانال‌ها در مخروط‌های جدید و قدیمی براساس تصاویر ماهواره‌ای کوچک‌برد انجام شد. بررسی شاخص‌های هوازدگی سطح مخروط‌ها نیز بر اساس مطالعات میدانی انجام گرفت. نتیجه‌ی این تحقیق نشان می‌دهد که مخروط‌های قدیمی یا غیرفعال اغلب دارای الگوی زهکشی همگرا یا شبکه درختی هستند درحالی‌که مخروط‌های جدید اغلب دارای الگوی زهکشی واگرا، شاخه‌شاخه و متقاطع هستند. بخش‌های غیرفعال مخروط‌ها، دارای تن رنگ تیره‌تری نسبت به مخروط‌های جدید در تصاویر ماهواره‌ای می‌باشند.

مورفولوژی سطح مخروط‌های قدیمی (به‌علت غلبه‌ی فرسایش قهقرایی و توسعه‌ی بدلن‌ها به سمت بالادست) ناهموارتر و دارای تضاریس بیشتری نسبت به مخروط‌های جدید هستند. به‌طور کلی حداکثر میزان برش در مخروط‌های قدیمی بیش از مخروط‌های جدید است. شاخص‌های هوازدگی مانند حفرات در ذرات آهکی نیز در مخروط‌های قدیمی و جدید کاملاً با هم متفاوت است به‌طوری‌که بخش‌های غیرفعال دارای هوازدگی و انحلال بیشتر و بنابراین دارای خاک ضخیم‌تری نسبت به مخروط‌های جدید هستند. تحقیق حاضر نشان می‌دهد که شاخص‌های ژئومورفولوژی ابزار مناسبی جهت تفکیک مناطق فعال و غیرفعال مخروط‌افکنه‌ها از نظر سیل‌خیزی می‌باشند. با این وجود به علت تأثیر عواملی مانند تکتونیک، تغییرات اقلیمی، لیتولوژی حوضه‌های بالادست مخروط‌ها و مساحت مخروط‌ها نمی‌توان از تمامی شاخص‌ها در هر مخروط استفاده نمود.

کلیدواژه‌ها: مخروط‌افکنه، الگوی زهکشی، شاخص‌های ژئومورفولوژی، هوازدگی، زاگرس چین‌خورده.

مقدمه

مخروط‌افکنه‌ها اشکال ژئومورفولوژیکی تراکمی هستند که از محل خروج کوهستان به دشت به شکل مخروطی تشکیل می‌شوند (ان آرسی^۱، ۱۹۹۶: ۱ و بول^۲، ۱۹۷۷: ۲۲۲). تکامل مخروط‌افکنه‌ها تحت تأثیر عوامل مختلف تکتونیکی (ویسراس^۳ و همکاران، ۲۰۰۷: ۱۹۸ و کومار^۴ و همکاران، ۲۰۰۷: ۶)، اقلیمی (دید^۵ و همکاران، ۲۰۰۷: ۳۵۵) و تغییرات سطح دریا (روبوستلی^۶ و همکاران، ۲۰۰۵: ۲۱۰۱) قرار دارد. عوامل مذکور در طول زمان می‌توانند تغییراتی را در سطح مخروط‌افکنه‌ها ایجاد کنند به طوری که بخش‌هایی از مخروط‌افکنه تحت تأثیر خطر سیلاب قرار می‌گیرد در حالی که بخش‌های دیگر خارج از خطر سیلاب قرار دارند. بنابراین مخروط-افکنه‌ها از نظر مکانی دارای بخش‌های متمایزی هستند. در مواردی که عوامل اقلیمی یا تکتونیکی دخالت کرده‌اند، می‌توان مخروط‌افکنه‌ها را به بخش‌های فعال و غیرفعال تقسیم‌بندی کرد. بخش‌های فعال مخروط‌افکنه‌ها بخش‌هایی هستند که همواره در معرض خطر سیلاب قرار دارند در حالی که بخش‌های غیرفعال کمتر تحت تأثیر خطر سیلاب هستند.

مخروط‌افکنه‌ها دارای آب‌های زیر زمینی مطلوب، خاک‌های مساعد برای کشاورزی، و فاقد محدودیت توپوگرافی برای ساخت‌وساز هستند. به همین دلیل از مناطق جاذب جمعیت به شمار می‌روند. روند افزایش جمعیت باعث تشدید این امر شده و هر ساله مناطق بیشتری از مخروط‌افکنه‌ها تحت تسلط جوامع شهری و روستایی قرار می‌گیرند.

از طرفی عدم شناخت کافی از بخش‌های دارای خطر و فاقد خطر سیلاب در مخروط‌افکنه‌ها توسط جوامع انسانی، هر ساله میلیون‌ها دلار خسارت مالی و جانی به جوامع وارد می‌کند (فیلد^۷ و پیرتری^۸، ۱۹۹۷: ۲۷). با توجه به موارد فوق شناخت تکنیک‌هایی که بتواند بخش‌های فعال (جدید) را از بخش‌های غیرفعال (قدیمی) تفکیک کند، نقش مهمی در کاهش خسارات مربوط به سیلاب در مخروط‌افکنه‌ها ایفا می‌کند.

از آنجا که تعیین سن مطلق سطوح مخروط‌افکنه بسیار پرهزینه است، کاربرد روش‌های ژئومورفولوژیکی از جمله ارزیابی الگوی زهکشی و تراکم زهکشی، ورنی صحراء، میزان هوازدگی ذرات، مورفولوژی سطح مخروط، میزان برش مخروط‌افکنه‌ها و نوع پوشش گیاهی می‌تواند با هزینه‌ی کمتر و سرعت بیشتر در تعیین مناطق فعال و غیرفعال از نظر سیل‌خیزی مؤثر باشد.

1-NRC
2-Bull
3-Viseras
4-Kumar
5-Dade
6-Robustelli
7-Field
8-Pearthree

تاکنون محققان زیادی با استفاده از تکنیک‌های ژئومورفولوژیکی به تفکیک و تعیین سن نسبی مخروط‌افکنه‌ها اقدام نموده‌اند که به مهمترین آنها اشاره می‌شود.
 بورک^۱ و بیرکلند^۲ (۱۹۷۹: ۲۴) از شاخص‌هایی مانند شکافتگی^۳ تخته‌سنگ‌ها، ضخامت قشر قشر خارجی ذرات، ضخامت حلقه‌های هوازده، و نسبت تخته‌سنگ‌های بالای ۵۰ سانتیمتر (قطر) در یک مساحت مشخص، جهت تعیین سن نسبی مخروط‌افکنه‌های جدید و قدیم استفاده نمودند.

مک‌فادن^۴ و همکاران (۱۹۸۹: ۲۷۸) نیز از پارمترهایی مانند عمق حفره‌ها و شکستگی‌های^۵ های^۵ روی سنگ‌ها، جلای^۶ سنگ‌ها، رابی فیکیشن^۷ (قرمزشدگی خاک) و نسبت حلقه‌ها و قشر قشر خارجی سنگ در تفکیک سنی بخش‌های مختلف مخروط‌های صحرای موهاوی (Mojave) در کالیفرنیا استفاده کردند. رود^۸ (۱۹۸۶: ۹۸) روش‌های تعیین سن نسبی سطح مخروط‌افکنه-افکنه‌ها مانند اندازه‌ی ذرات، تکامل خاک و پوشش ورنی را در بخش‌های مختلف مخروط-افکنه‌های واقع در صحرای موهاوی شرقی در کالیفرنیا مورد ارزیابی قرار دادند.

فیلد (۱۹۹۴: ۵۷) مطالعه‌ی دقیقی روی مخروط‌افکنه‌های واقع در کوه‌های تورتولیتا^۹ در آریزونا انجام داد. فیلد براساس الگوی زهکشی، مقدار برش مخروط‌ها، توپوگرافی سطح مخروط، سنگفرش بیابان، جلای بیابان و افق‌های خاک، بخش‌های فعال و غیرفعال مخروط‌افکنه‌ها را از نظر سیل‌خیزی مشخص نمود.

فرنچ^{۱۰} و همکاران (۱۹۹۳: ۵۹۳) از پارامترهایی مانند کانال‌های متروکه، ورنی صحرای قرمزشدگی خاک، الگوی زهکشی، تکامل خاک جهت تعیین سن نسبی مخروط‌افکنه‌های آریزونا^{۱۱} مرکزی استفاده کردند. فیلد و پیرتری (۱۹۹۷: ۳۳) اشکال ژئومورفولوژیکی سطحی مخروط‌افکنه‌ها، برش کانال‌های سطح مخروط‌افکنه، الگوی زهکشی، سنگفرش بیابانی و افق خاک را در تفکیک مخروط‌های قدیمی و جدید به‌منظور ارزیابی خطر سیل در کوه‌های وایت تنک^{۱۱} در آریزونا مورد استفاده قرار دادند. براتون^{۱۲} و آندرسون^{۱۳} (۱۹۹۸: ۲۳۴۵) با استفاده از

-
- 1-Burk
 - 2-Birkeland
 - 3-Splitting
 - 4-McFadden
 - 5-Pit and Fracture Depth
 - 6-Varnish
 - 7-Rubification
 - 8-Rhoads
 - 9-Tortolita
 - 10-French
 - 11-White Tank
 - 12-Beratan
 - 13-Anderson

تصاویر ماهواره‌ای حرارتی به همراه تکنیک‌های ژئومورفولوژی سطح مخروط‌افکنه‌ها، به تفکیک مخروط‌های جدید و قدیمی در کوه‌های سوثرن ویپل^۱ در کالیفرنیا پرداختند. هاوس^۲ (۲۰۰۵: ۱۴۳۸) الگوی زهکشی، توپوگرافی و برش مخروط‌افکنه‌ها را در تعیین مخروط‌های فعال و غیر فعال از نظر سیل‌خیزی در نوادا مورد بررسی قرار داد. فرانکل^۳ و دولان^۴ (۲۰۰۷: ۷) رابی فیکیشن (قرمزشدگی) ذرات، ورنی صحرا و مورفولوژی مورفولوژی سطح مخروط را در تفکیک مخروط‌های قدیمی و جدید در آریزونا مورد بررسی قرار دادند. جدول شماره ۱ تکنیک‌های مرسوم در تفکیک مخروط‌های فعال و غیر فعال را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه تفکیک بخش‌های فعال و غیر فعال مخروط‌افکنه‌ها از نظر سیل-خیزی با استفاده از شاخص‌های ژئومورفولوژیکی در ایران و بویژه در منطقه مورد مطالعه، کمتر بررسی شده است، در این تحقیق با روش‌های ژئومورفولوژیکی فوق‌الذکر، بخش‌های فعال و غیر فعال یا جدید و قدیمی^۴ مخروط‌افکنه در زاگرس چین‌خورده (استان فارس، بوشهر و کرمانشاه) تعیین و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته شده است.

منطقه‌ی مورد مطالعه

مخروط‌افکنه‌های مورد مطالعه در این تحقیق بخش‌هایی از مناطق پایکوهی زاگرس چین‌خورده را تشکیل می‌دهند. زاگرس چین‌خورده‌ی مذکور شامل مجموعه‌ای از ناهمواری‌های چین‌خورده با طاق‌دیس و ناودیس‌های متوالی است که در آن هنوز بخش وسیعی از شکل ناهمواری در تبعیت از ساختمان زمین می‌باشد (علایی‌طالقانی، ۱۳۸۱: ۱۵۳).

مخروط‌افکنه شماره ۱ در ۱۱ کیلومتری جنوب شرق دهرم و ۵۰ کیلومتری جنوب غرب فیروزآباد (استان فارس) قرار گرفته است. مساحت حوضه‌ی بالادست مخروط ۱۰۲۷ کیلومتر مربع و مساحت مخروط ۴۹ کیلومترمربع است. حوضه‌ی بالادست مخروط مذکور شامل سازندهای آسماری (آهک و ماسه‌سنگ)، پابده، گورپی، ایلام، سروک، کژدمی، هیث، سورمه، فهلیان، آغاچاری و بختیاری است. ارتفاع متوسط این مخروط ۵۰۵ و حد اکثر ارتفاع بالادست آن ۱۷۹۰ متر است.

مخروط شماره ۲ در ۸۵ کیلومتری شرق روستای شاه‌بید و ۳۲ کیلومتری جنوب غرب فیروزآباد واقع شده است. مساحت مخروط ۲۷۸ و مساحت حوضه بالادست آن ۹۲۸

1-Southern Whipple

2- House

3- Frankel

4- Dolan

کیلومتر مربع است. بالادست این مخروط شامل سازندهای ایلام، سروک، کژدمی و سازند نمکی هرمز است. ارتفاع متوسط مخروط ۵۳۱ و حداکثر ارتفاع بالادست آن ۱۱۷۳ متر است.

جدول ۱: تکنیک‌های مرسوم جهت تفکیک مناطق فعال (جدید) و غیرفعال (قدیمی) مخروط افکنه‌ها

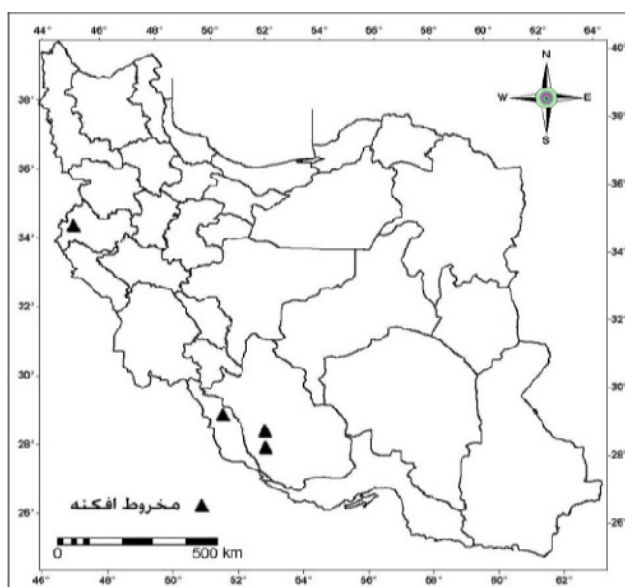
مشخصه	نوع مخروط افکنه	جدید (فعال)	قدیمی (غیرفعال)
الگوی زهکشی	توزیعی ^۱ ، متقاطع ^۲ ، شاخه شاخه ^۳	همگرا ^۴ ، شاخه درختی، موازی موازی	
میزان هوازدگی مواد آواری	ضعیف	شدید	
حفره دار شدن خرده سنگ‌های آهکی	وجود ندارد، حفرات زیر ۱ میلی‌متر	حفرات ۴ تا ۱۰ میلی‌متر	
تافونی	وجود ندارد	وجود دارد	
شکافتگی یا خردشدگی ذرات ماسه	وجود ندارد	وجود دارد	
شمار در خرده سنگ‌های آهکی	وجود ندارد	در ۵۰ درصد از سنگ‌ها وجود دارد	
مورفولوژی سطح مخروط	مجرا و پشته ^۵	دره و رشته	
عمق برش	کمتر از ۱ متر	بیش از ۱ متر	
ورنی (جلای) صحرا	وجود ندارد یا بسیار کم	کم تا بسیار زیاد	
سنگ فرش بیابان	وجود ندارد یا بسیار کم	کم تا بسیار زیاد	
تشکیل خاک و افق بندی	وجود ندارد یا بسیار کم	کم تا بسیار زیاد	
افق آهکی	وجود ندارد یا بسیار کم	کم تا بسیار زیاد	
اسارت یا انحراف و تغییر مسیر جریان	زیاد	وجود ندارد	
شاخص تضارسی ^۶ یا ناهمواری سطح	کم	زیاد	
پوشش گیاهی	همسان و بیشتر جوامع گیاهی یکساله	جوامع گیاهی متغیر و بالغ (چندساله)	
تن (رنگ) عکس هوایی یا تصاویر ماهواره‌ای	روشن	متمایل به تیره	

اقتباس از (فیلد، ۱۹۹۴: ۵۷؛ ان آر سی، ۱۹۹۶: ۶۷ و فرنچ و همکاران، ۱۹۹۳: ۵۹۳)

مخروط شماره ۳ در حاشیه‌ی جنوب شرق شهر برازجان واقع شده است. مساحت مخروط ۲۳.۷ و مساحت حوضه‌ی بالادست آن ۱۸۲.۲ کیلومتر مربع است. حوضه‌ی بالادست آن شامل

- 1- Distributary
- 2- Anastomosing
- 3- Braided
- 4- Tributary
- 5- Channel and bar
- 6- Crenulation

سازندهای ایلام، سروک، گورپی، جهرم، آسماری، پابده، گچساران، میشان، بختیاری است. ارتفاع متوسط مخروط ۱۴۲ متر و حداکثر ارتفاع بالادست آن ۱۷۶۰ متر است. مخروط شماره ۴ در ۹۰۰ متری جنوب شرق روستای دارتوت (شهرستان سرپل ذهاب) قرار دارد. مساحت مخروط ۵ صدم کیلومترمربع (۵ هکتار) و مساحت حوضه بالادست آن ۰.۸۲۴ کیلومتر مربع است. تمامی بالادست مخروط از آهک آسماری تشکیل شده است. ارتفاع متوسط مخروط ۷۷۲ متر و حداکثر ارتفاع حوضه بالادست آن ۱۳۲۸ متر است. شیب توپوگرافی مخروط افکنه‌های ۱، ۲، ۳، ۴ و به ترتیب ۵، ۳، ۲ و ۱۱ درصد است. با توجه به اینکه امکان انتخاب چند مخروط افکنه (دارای بخش‌های فعال و غیرفعال) در یک محدوده‌ی جغرافیایی کوچک یا نزدیک به هم وجود نداشته است، در این تحقیق ۴ مخروط افکنه در محدوده‌ی زاگرس چین‌خورده جهت مطالعه انتخاب شده است. شکل شماره ۱ موقعیت مخروط افکنه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. شکل‌های شماره ۲، ۳، ۴ و ۵ تصویر ماهواره‌ای مخروط افکنه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهند.



شکل ۱: موقعیت مخروط افکنه‌های مورد مطالعه

مأخذ: نگارندگان

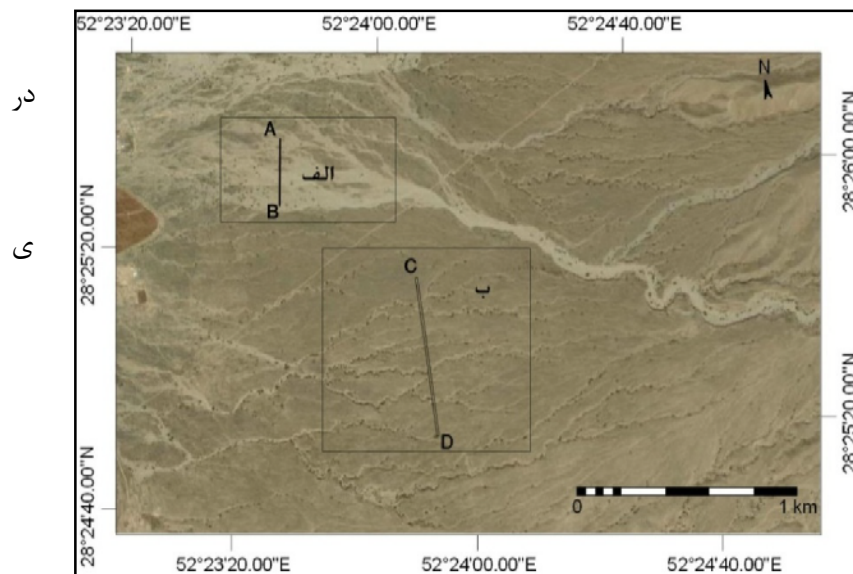
مواد و روش‌ها

هدف تحقیق حاضر تفکیک بخش‌های فعال و غیرفعال مخروط افکنه‌ها از نظر سیل‌خیزی با استفاده از شاخص‌های ساده‌ی ژئومورفولوژیکی است. جهت دستیابی به این هدف، ۴ مخروط-

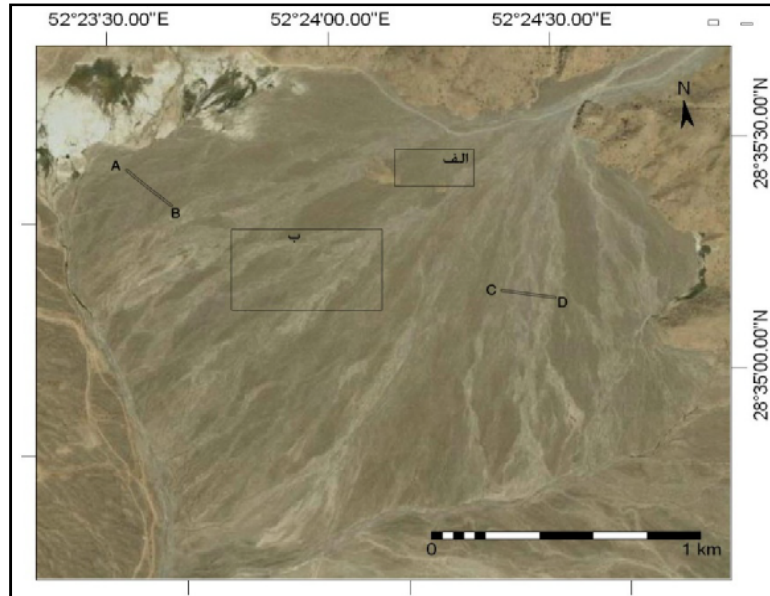
افکنه با مساحت و ویژگی‌های زمین‌شناسی متفاوت در استان‌های فارس، بوشهر و کرمانشاه

به‌عنوان مناطق مورد مطالعه انتخاب شدند. محدوده‌ی مخروط‌افکنه‌ها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای کویک‌برد^۱ تعیین گردید و مشخصات زمین‌شناسی حوضه‌های بالادست آنها از نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰ مشخص گردید. جهت تهیه‌ی نیمرخ و مقاطع توپوگرافی از سطوح مخروط‌های قدیمی و جدید، با استفاده از دوربین نقشه‌برداری دو مقطع از سطح هر مخروط‌افکنه در تابستان ۸۸ تهیه شد. در تمامی مخروط‌افکنه‌ها (بجز مخروط شماره‌ی ۴ که فاقد مخروط جدید است و تنها یک مقطع تهیه شد) یک مقطع از سطح مخروط قدیمی و یک مقطع از سطح مخروط جدید تهیه شد و بر اساس آن میزان برش در مخروط‌افکنه‌های قدیمی و جدید با هم مقایسه شد. تعیین الگوی زهکشی و مشخصات کانال‌ها در مخروط‌های جدید و قدیمی بر اساس تصاویر ماهواره‌ای کویک‌برد انجام شد. همچنین جهت تفکیک بخش‌های قدیمی و جدید مخروط‌افکنه‌ها بر اساس تن (رنگ) تصاویر، از تصاویر ماهواره‌ای کویک‌برد استفاده شد. جهت تفکیک بخش‌های فعال و غیرفعال مخروط‌ها بر اساس شاخ‌های هوازدگی مانند ورنی‌سنگ‌ها و میزان انحلال و میزان تضاريس سطح مخروط، به‌منطقه‌ی مورد مطالعه مسافرت شده و از عوارض و ویژگی‌های مخروط‌ها نمونه و

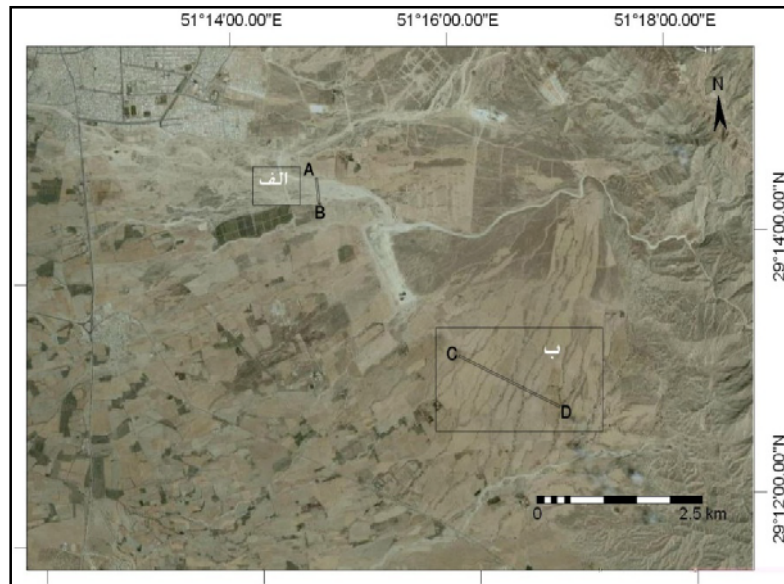
عکس
تهیه
گردید.
نهایت
بر اساس
مقایسه-
شاخص-
های



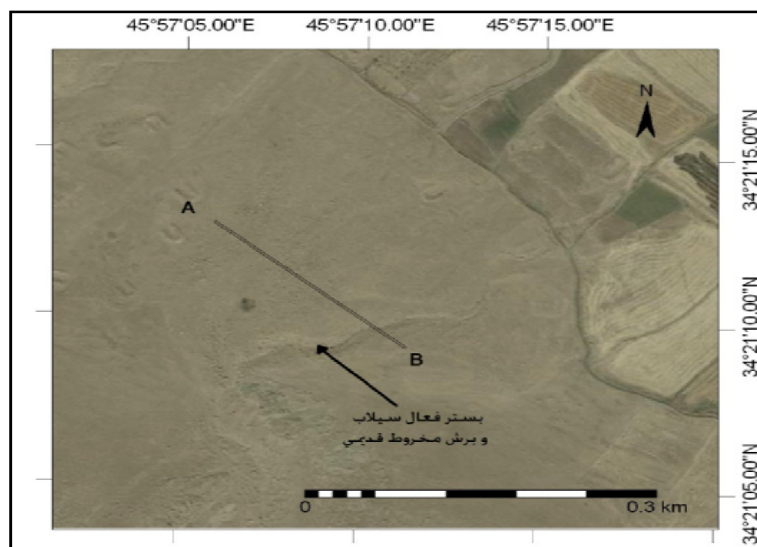
شکل ۲: مخروط شماره‌ی ۱ (۱۱ کیلومتری جنوب شرق روستای دهرم (جنوب غرب فیروزآباد) ژئومورفیک مورد بررسی، بخش‌های فعال و غیرفعال مخروط‌افکنه‌ها از هم تفکیک و مورد
ماخذ: نگارندگان
تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.



شکل ۳: مخروط شماره ۲ (۸.۵ کیلومتری شرق روستای شاهبید و ۳۲ کیلومتری جنوب غرب فیروزآباد)
مأخذ: نگارندگان



شکل ۴: مخروط شماره ۳ (حاشیه‌ی جنوب شرقی شهر برازجان)
مأخذ: نگارندگان



شکل ۵: مخروط شماره ۴ (۹۰۰ متری جنوب شرق روستای دارتوت در شهرستان سرپل ذهاب)
مأخذ: نگارندگان

نتایج

همچنان که جدول ۱ نشان می‌دهد پارامترهای زیادی جهت تفکیک مخروط‌های فعال و غیرفعال از نظر سیل‌خیزی توسط محققین مختلف ارائه شده است. با توجه به اینکه بررسی تمامی شاخص‌های جدول ۱ در منطقه‌ی مورد مطالعه ممکن نبوده است، تفکیک مخروط-افکنه‌های فعال و غیرفعال در این تحقیق براساس الگوی زهکشی، میزان برش مخروط‌افکنه، تن یا زمینه رنگ در تصاویر ماهواره‌ای، مورفولوژی سطح مخروط و شاخص تضاریس (یا ناهمواری سطح مخروط) و شاخص‌های هوازدگی مانند میزان هوازدگی مواد آواری، حفره‌دار شدن خرده‌سنگ‌های آهکی، انجام شده است. یکی از مهمترین شاخص‌های تفکیک مخروط-های قدیمی و جدید، الگوی زهکشی است. شبکه‌های زهکشی در محل خروج کوهستان به علت کاهش شیب، پخش شده و الگوی زهکشی توزیعی یا واگرا را در مخروط‌افکنه‌های فعال تشکیل می‌دهند. الگوی زهکشی توزیعی در مخروط‌افکنه‌های واقع در خروجی دره‌های زاگرس در مواقع سیلابی تشکیل می‌شود (تویدال، ۲۰۰۴ : ۱۷۸).

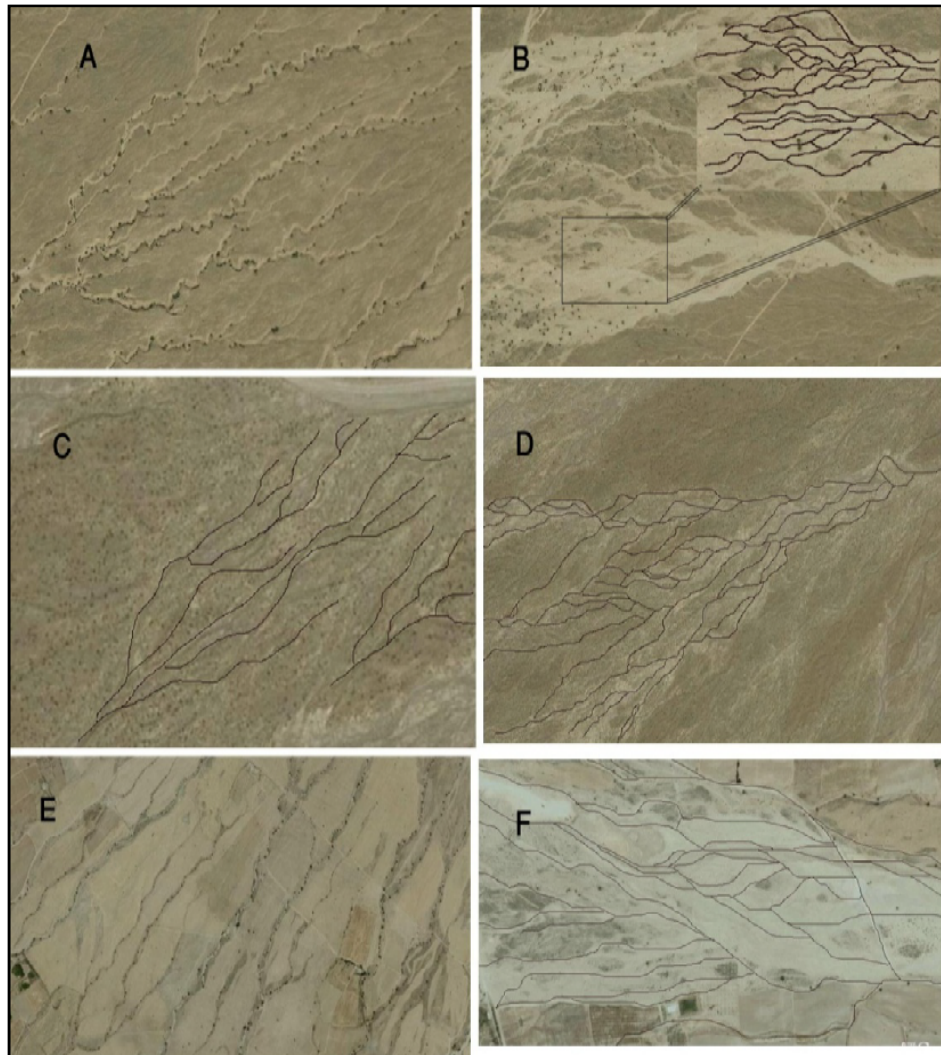
به‌طور کلی در مخروط‌های جدید که تحت تأثیر سیلاب قرار دارند، الگوی زهکشی، توزیعی یا شاخه شاخه و در مواردی متقاطع است در حالی که بخش‌های قدیمی و غیرفعال مخروط‌ها، به علت اینکه ممکن است صدها یا هزاران سال از سیلاب در امان باشند، فرسایش قهقراپی باعث توسعه‌ی کانال‌های اولیه به سمت بالادست می‌شود و کانال‌هایی به‌صورت همگرا (به‌سمت

پایین) یا شبکه درختی ایجاد می‌شوند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در مخروط‌های شماره‌ی ۱، ۲ و ۳ بخش‌های فعال مخروط‌ها دارای الگوی زهکشی توزیعی، شاخه‌شاخه و متقاطع هستند (شکل‌های شماره ۶-B، D و F) که بیانگر غلبه سیلاب در بخش جدید مخروط‌افکنه‌ها است. در بخش قدیمی مخروط شماره‌ی ۱ نمونه‌ی کاملی از الگوی زهکشی همگرا تشکیل شده است (شکل ۶-A). همچنین در مخروط‌های شماره ۲ و ۳ نیز الگوی زهکشی واگرا تحت تأثیر فرسایش قهقرایی و توسعه‌ی بدلندها به سمت بالادست ایجاد شده‌اند. در مخروط شماره‌ی ۱ و ۳، مخروط‌های جدید در پایین‌دست مخروط‌های قدیمی تشکیل شده‌اند. همچنان‌که تصویر شماره‌ی ۳ نشان می‌دهد در مخروط شماره‌ی ۲، بخش‌های فعال و غیرفعال مخروط در امتداد هم تشکیل شده‌اند (بخش‌های فعال دارای رنگ‌روشن و بخش‌های غیرفعال دارای تن تیره‌تری هستند). تمامی مخروط شماره‌ی ۴ غیرفعال بوده و بستر سیلابی فعال با برش این مخروط غیرفعال وارد رودخانه‌ی قلعه شاهین شده است. به نظر می‌رسد که عدم تشکیل مخروط فعال در مخروط ۴ به علت کوچک بودن مساحت مخروط از یک طرف و بالآمدگی تکتونیکی طاق‌دیس دانه خشک در غرب آن از طرف دیگر باشد. از دیگر شاخص‌های مورد استفاده در تفکیک بخش‌های فعال و غیرفعال مخروط‌ها در این تحقیق استفاده از رنگ یا تن تصاویر ماهواره‌ای کوپک‌برد است. بخش‌های فعال مخروط‌افکنه‌ها به علت هوازگی کمتر و عدم وجود ورنی و پوشش هوازده، دارای رنگ روشن‌تری نسبت به بخش‌های غیرفعال و قدیمی مخروط‌ها (با هوازگی و تشکیل خاک بیشتر) هستند.

در تصاویر شماره‌ی ۲ تا ۴ رنگ نسبتاً تیره تصاویر منطبق بر بخش‌های قدیمی و رنگ روشن منطبق بر بخش‌های جدید و یا فعال مخروط‌ها می‌باشد. شاخص تضاریس و مورفولوژی سطح مخروط نیز از دیگر شاخص‌ها جهت تفکیک بخش‌های فعال و غیرفعال مخروط‌افکنه‌ها است. بخش‌های غیرفعال به علت توسعه بدلندها و کانال‌ها، به صورت دره‌ها و پشته‌هایی ظاهر می‌شوند. هرچه مخروط، قدیمی‌تر و تکامل یافته‌تر باشد یا به عبارتی دیگر هر چه زمان بیشتری از آخرین فعالیت سیلابی آن گذشته باشد، تکامل بدلندها بیشتر بوده و مورفولوژی سطح مخروط به صورت دره و پشته ظاهر می‌شود. در حالی‌که مورفولوژی مخروط جدید، هموارتر بوده و شامل مجراها و پشته‌های کوچکی است. به همین دلیل شاخص تضاریس یا نیمرخ توپوگرافی سطح مخروط جدید، هموارتر بوده در حالی‌که در مخروط قدیمی، مقدار تضاریس بیشتر بوده و سطح مخروط، ناهموارتر است. جهت بررسی شاخص تضاریس در بخش‌های فعال و غیرفعال مخروط‌ها، نیمرخ توپوگرافی در بخش فعال و غیرفعال مخروط‌ها ترسیم شده است.

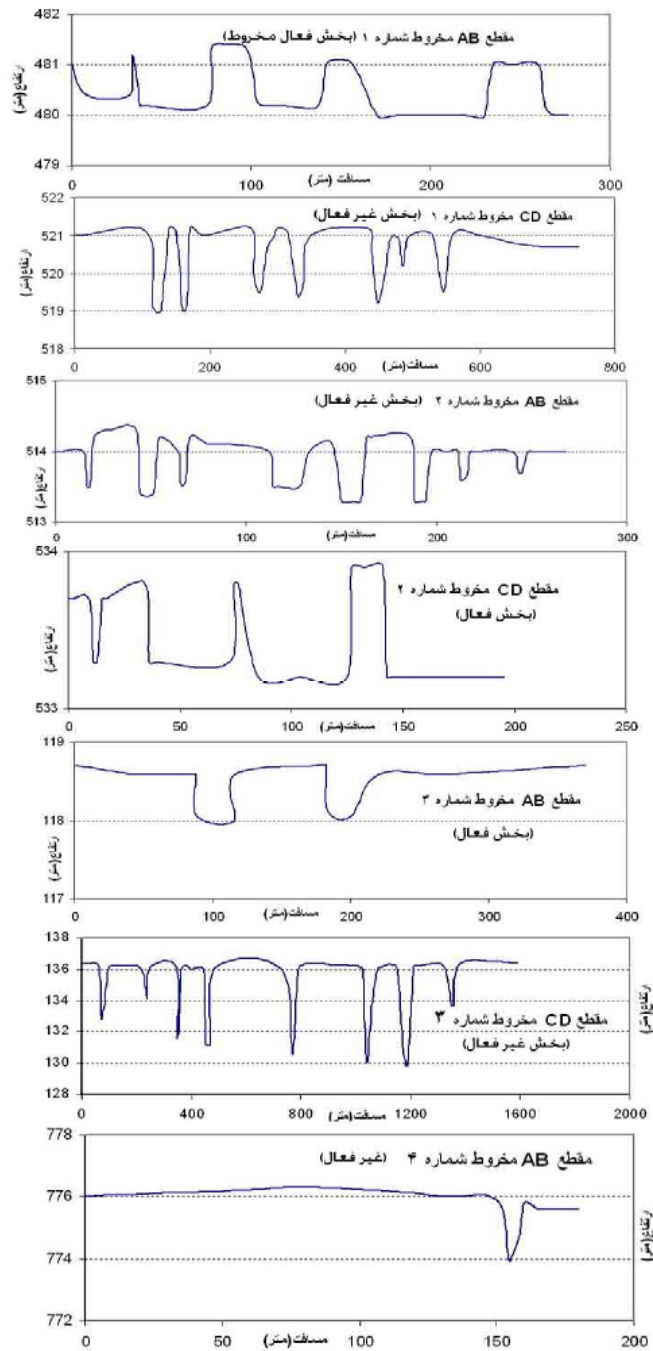
همچنان که شکل شماره‌ی ۷ نشان می‌دهد در مخروط‌های شماره‌ی ۲، ۱ و ۳، سطح مخروط‌های قدیمی ناهموارتر و عمق برش بیشتر است درحالی‌که سطح مخروط‌های جدید، هموارتر و عمق برش کمتر از یک متر است. حداکثر عمق برش در مخروط شماره‌ی ۳ که مساحت سطح مخروط آن نسبت به دیگر مخروط‌ها بیشتر است، بیش از ۶ متر است درحالی‌که عمق برش در سطح فعال این مخروط کمتر از یک متر است. حداکثر مقدار برش در بخش فعال و غیر فعال مخروط شماره‌ی ۱ به ترتیب ۱۲۰ و ۲۲۰ سانتیمتر است. حداکثر مقدار برش در بخش فعال مخروط شماره‌ی ۲ حدود ۷۵ سانتیمتر و در بخش غیرفعال مخروط شماره‌ی ۲ حدود ۹۰ سانتیمتر است (شکل شماره‌ی ۷).

نکته‌ی قابل ذکر در مورد نیمرخ سطح مخروط مربوط به نیمرخ مخروط شماره‌ی ۴ است که دارای سطح همواری است و تنها دارای یک برش ۲ متری است. علت عدم توسعه‌ی بدلندها در این مخروط، مساحت محدود این مخروط از یک طرف، و وجود قطعه سنگ‌های آهکی بزرگ و چسبیده به هم توسط سیمان آهکی از طرف دیگر است که امکان توسعه‌ی کانال‌ها و فرسایش قهقراپی در آن بسیار محدود است (شکل شماره‌ی ۸-G). از دیگر شاخص‌های مورد استفاده در تفکیک بخش‌های فعال و غیرفعال مخروط‌ها، شاخص‌های هوازدگی مانند میزان هوازدگی، ایجاد حفرات کارستیکی، و ورنی سنگ‌ها است. قرارگیری طولانی مدت رسوبات در معرض تابش آفتاب و بارندگی در بخش‌های قدیمی و غیرفعال مخروط‌ها باعث ایجاد هوازدگی و انحلال و ایجاد میکروژئومورفولوژی خاصی در آنها می‌شود. با توجه به وجود سنگ‌های آهکی (به‌ویژه آهک آسماری) در بالادست مخروط‌ها (بجز مخروط شماره‌ی ۳) اشکال انحلالی مانند لاپیه‌های ریز بر سطح سنگ‌های آهکی، در مخروط‌های قدیمی توسعه‌ی زیادی دارند (شکل شماره‌ی ۸، A و G). همچنان‌که شکل شماره‌ی ۸ نشان می‌دهد، سطوح جدید مخروط‌ها، عاری از اشکال انحلالی و شامل رسوبات ریزدانه و گرد شده است. هوازدگی در رسوبات مخروط‌های قدیمی منطقه مورد مطالعه باعث تشکیل مقداری خاک در سطح مخروط‌ها شده است. بسته به مقدار قدمت مخروط غیرفعال، توسعه‌ی افق‌های خاکی بیشتر است به-عنوان مثال، در مخروط قدیمی شماره‌ی ۳، خاک تشکیل شده بیش از یک متر ضخامت داشته و سطح مخروط شامل مزارع کشاورزی می‌باشد (شکل شماره‌ی ۹) که این موضوع می‌تواند بیانگر قدمت بسیار زیادتر این مخروط قدیمی نسبت به دیگر مخروط‌های قدیمی مورد مطالعه باشد.



شکل ۶ (A): کادر ب مخروط شماره ۱ (بخش قدیمی یا غیرفعال با الگوی زهکشی شبکه‌ی درختی یا همگرا)، (B): کادر الف مخروط شماره ۱ (بخش جدید با الگوی زهکشی واگرا و شاخه شاخه)، (C): کادر الف مخروط شماره ۲ (بخش قدیمی با الگوی همگرا (D): کادر ب مخروط شماره ۲ (بخش جدید با الگوی واگرا و متقاطع و شاخه شاخه)، (E): کادر ب مخروط شماره ۳ (بخش قدیمی با الگوی زهکشی همگرا)، (F): کادر الف مخروط شماره ۳ (بخش جدید با الگوی زهکشی شاخه شاخه و متقاطع)

مأخذ: نگارندگان



شکل ۷: نیمرخ توپوگرافی در بخش‌های فعال و غیر فعال مخروط افکنه‌ها (شاخص تضاريس)
 مأخذ: نگارندگان



شکل ۸: (A) هوازدگی و انحلال در بخش قدیمی مخروط شماره ۱، (B) رسوبات گرد شده و غیرهوازده بخش جدید مخروط شماره ۱، (C) انحلال سنگ‌ها در بخش قدیمی مخروط شماره ۲، (D) رسوبات ریزدانه و غیرهوازده بخش جدید مخروط شماره ۲، (E) ایجاد دره‌های عمیق و ایجاد خاک در بخش غیرفعال مخروط شماره ۲، (F) رسوبات ریزدانه و غیرهوازده بخش فعال مخروط شماره ۳، (G) تخته‌سنگ‌های بزرگ آهکی هوازده با اشکال لایه‌ای

مأخذ: نگارندگان



شکل ۹: توسعه خاک بر سطح مخروط شماره ۳ در اثر هوازدگی آبرفت‌ها
مأخذ: نگارندگان

نتیجه‌گیری

با توجه به هزینه‌ی بالای تعیین سن مطلق مخروط‌افکنه‌ها، روش‌های ژئومورفولوژیکی از جمله ارزیابی الگوی زهکشی، میزان هوازدگی ذرات، مورفولوژی سطح مخروط، میزان برش مخروط‌افکنه‌ها می‌تواند با هزینه‌ی کمتر و سرعت بیشتر در تعیین مناطق فعال و غیرفعال از نظر سیل‌خیزی مؤثر باشد. در این تحقیق با استفاده از روش‌های ژئومورفولوژیکی تعیین سن نسبی، بخش‌های فعال و غیرفعال (از نظر سیل‌خیزی) ۴ مخروط‌افکنه در زاگرس چین‌خورده (استان فارس، بوشهر و کرمانشاه) تعیین و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته شد. نتیجه‌ی این تحقیق نشان می‌دهد که مخروط‌های قدیمی یا غیرفعال اغلب دارای الگوی زهکشی همگرا یا شبکه درختی هستند درحالی‌که مخروط‌های جدید اغلب دارای الگوی زهکشی واگرا، شاخه شاخه و متقاطع هستند. بخش‌های غیرفعال مخروط‌ها دارای تن رنگ تیره‌تری نسبت به مخروط‌های جید در تصاویر ماهواره‌ای می‌باشند. مورفولوژی سطح مخروط‌های قدیمی (به‌علت غلبه‌ی فرسایش قهقرایی و توسعه‌ی بدلندها به‌سمت بالادست) ناهموارتر و دارای تضاریس بیشتری نسبت به مخروط‌های جدید هستند.

شاخص‌های هوازدگی مانند میزان هوازدگی، ایجاد حفرات کارستیکی، و ورنی سنگ‌ها نیز در مخروط‌های قدیمی و جدید کاملاً باهم متفاوت است به طوری‌که بخش‌های غیرفعال دارای هوازدگی و انحلال بیشتر و بنابراین دارای مقدار خاک بیشتری نسبت به مخروط‌های جدید هستند. به‌طور کلی نتیجه‌ی این تحقیق نشان می‌دهد که شاخص‌های ژئومورفولوژی ابزار مناسبی جهت تفکیک سنی مناطق فعال و غیرفعال مخروط‌افکنه‌ها از نظر سیل‌خیزی می‌باشند.

با این وجود نمی‌توان تمامی تکنیک‌های ژئومورفولوژی را جهت تفکیک تمامی مخروط‌ها به کار برد. عواملی مانند تفاوت در لیتولوژی حوضه‌های بالادست مخروط‌ها، مساحت مخروط‌ها، عوامل اقلیمی و فعالیت‌های تکتونیکی باعث می‌شوند که تمامی تکنیک‌های ژئومورفولوژی فوق، در تمام مخروط‌افکنه‌ها قابل استفاده نباشند. به عنوان مثال کوچک بودن مخروط شماره ۴ و همچنین قرارگیری آن روی پهلوی در حال بالآمدن طاقدیس دانه خشک، باعث شده است که مخروط قدیمی برش یافته و مخروط جدیدی تشکیل نگردد. از طرفی دیگر وجود قله‌سنگ‌ها و تخته‌سنگ‌های بزرگ به هم چسبیده توسط سیمان آهکی (تحت تأثیر جنس آهکی بالا دست آن) و همچنین مساحت محدود این مخروط باعث شده است که الگوی زهکشی شبکه‌ی درختی (که اغلب در اثر فرسایش قهقرایی در مخروط‌افکنه‌های بزرگتر ایجاد می‌شود) در این مخروط وجود نداشته باشد. نکته‌ی مهم دیگر در مورد مخروط‌افکنه‌ها، تأثیر عوامل تکتونیکی و اقلیمی در آنها است. بالآمدگی تکتونیکی طاقدیس‌های زاگرس (رامسی^۱ و همکاران، ۲۰۰۱: ۲۵) باعث شده است مخروط‌افکنه‌های جدید اغلب در پایین‌دست مخروط‌های قدیمی تشکیل شوند (شکل‌های شماره‌ی ۲، ۳ و ۴).

از دیگر عوامل تأثیرگذار در مخروط‌افکنه‌ها، تغییرات اقلیمی در کوتاه‌تر است. هم‌زمان با دوره‌های یخچالی پر باران، تولید رسوب در حوضه‌های بالادست مخروط‌ها بیشتر بوده و بنابراین مخروط‌ها تحت تأثیر رسوبگذاری قرار گرفته‌اند در حالی که در دوره‌های خشک‌تر بین یخچالی مانند زمان حال، تولید رسوب کمتر شده و بنابراین مخروط‌ها تحت تأثیر برش قرار گرفته‌اند (Ahnert^۲، ۱۹۹۱: ۱۹۳ و Blair^۳ و مک‌پیرسون^۴، ۲۰۰۹: ۴۴۴). بنابراین به علت تأثیر عوامل مختلفی مانند تکتونیک، اقلیم، مساحت مخروط‌ها، و لیتولوژی حوضه‌های بالادست آنها، نمی‌توان در هر مخروطی با تمامی شاخص‌های ژئومورفولوژی به تفکیک مناطق فعال و غیرفعال اقدام کرد. به عبارتی دیگر بسته به شرایط جغرافیایی و محیطی، در یک مخروط می‌توان از تمامی شاخص‌های ژئومورفولوژی (جدول ۱) جهت تفکیک مناطق فعال و غیرفعال استفاده کرد و در مخروط دیگر تنها می‌توان از بعضی از شاخص‌ها استفاده نمود.

تقدیر و تشکر

نگارندگان این تحقیق بر خود لازم می‌دانند که از حمایت‌ها و اختصاص امکانات معاونت پژوهشی دانشگاه تربیت معلم سبزوار تشکر و سپاسگزاری نمایند.

منابع

- ۱- علائی طالقانی، محمود (۱۳۸۱). ژئومورفولوژی ایران، انتشارات قومس.
- ۲- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح (۱۳۷۶). نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰، شیت‌های ۱-۵۱۵۸، ۴-۶۲۴۸، ۳-۶۵۴۷، ۴-۶۵۴۷.
- ۳- شرکت ملی نفت ایران (۱۹۷۳). نقشه‌ی زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ برازجان، شیت ۱/۲۵۰۰۰۰ کازرون- شیت ۱/۲۵۰۰۰۰ قصرشیرین.
- 4- Ahnert, F (1998). Introduction to Geomorphology. Arnold, London.
- 5- Arzani, N (2005). The fluvial megafan of Abarkoh basin (Central Iran): an example of flash-flood sedimentation in arid lands. In: Harvey, A.M., Mather, A.E. & Stocks, M. (eds). Alluvial Fans: Geomorphology, Sedimentology, Dynamics. Geological Society, London, Special Publications, 251, 41-59.
- 6- Beratan, K.K., Anderson (1998). The use of Landsat Thematic Mapper data for mapping and correlation of Quaternary geomorphic surfaces in the southern Whipple Mountains, California, International Journal of Remote Sensing, 19 (12), 2345 – 2359.
- 7- Blair, TC, and McPherson, JG (2009). Alluvial fan processes and forms. In: Abrahams, A D and Parsons, A J (eds) Geomorphology of Desert Environments, ۲nd Edn, Springer.
- 8- Bull, W. B (1977). The Alluvial-Fan Environment. Progress in Physical Geography, 1, 222-270.
- 9- Burke. R. M, Birkeland, P. W (1979). Reevaluation of Multiparameter Relative Dating Techniques and Their Application to the Glacial Sequence along the Eastern Escarpment of the Sierra Nevada, California. Quaternary Research, 11, 21-51.
- 10- Dade, W. B, Verdeyen, M. E (2007). Tectonic and climatic controls of alluvial-fan size and source-catchment relief. Journal of the Geological Society, London, 164, 353–358.
- 11- Field, J. J. and P. A. Pearthree (1997). Geomorphologic Flood-Hazard assessment of alluvial fans and piedmonts. Journal of Geoscience Education, 45, 27-37.
- 12- Field, J. J (1994). Surficial processes, channel change, and geological methods of flood- hazard assessment on fluvially dominated alluvial fans in Arizona. Ph.D thesis, the university of Arizona. 258 p.
- 13- Frankel, K. L., Dolan, J.F (2007). Characterizing arid region alluvial fan surface roughness with airborne laser swath mapping digital topographic data. Journal of Geophysical Research, 112, F02025.
- 14- French, R. H, J. E. Fuller, and S. Waters (1993). Alluvial Fans: Proposed New Process- Oriented Definitions for Arid Southwest. Journal of Water Resources Planning and Management, 119(5), 588-600.
- 15- House, P. K (2005). Using geology to improve flood hazard management on alluvial fans- an example from Laughlin, Nevada. Journal of American Water Resources Association.

- 16- Kumar, R, Suresh, N, Sangode, S. J, Kumaravel, V (2007). Evolution of the Quaternary alluvial fan system in the Himalayan foreland basin: Implications for tectonic and climatic decoupling. *Quaternary International*, 159, 6–20.
- 17- McFadden, L. D, Ritter, J. B, Wells, S. G (1989). Use of Multiparameter Relative-Age Methods for Age Estimation and Correlation of Alluvial Fan Surfaces on a Desert Piedmont, Eastern Mojave Desert, California. *Quaternary Research*, 32, 276-290.
- 18- NRC (National Research Council), (1996). *Alluvial Fan Flooding*. National Academy Press, Washington, D.C.
- 19- Ortega-Ramírez, J, Maillol, J. M, Bandy, W, Valiente-Banuet, A, Urrutia Fucugauchi, J, Mortera-Gutiérrez, C. A, Medina-Sánchez, J, Chacón-Cruz, G. J (2004). Late Quaternary evolution of alluvial fans in the Playa, El Fresnal region, northern Chihuahua desert, Mexico: Palaeoclimatic implications. *Geofísica Internacional*, 43(3), 445-466.
- 20- Rhoads, B.L (1986). Flood hazard assessment for Land-use Planning. *Environmental Management*, 10, 97-106.
1. 21-Ramsey, L. A, Walker, R. T, Jackson, J (2008). Fold evolution and drainage development in the Zagros mountains of Fars province, SE Iran. *Basin Research*, 20, 23–48.
- 21- Robustelli, G, Muto, F, Scarciglia, F, Spina, V, Critelli, S (2005). Eustatic and tectonic control on Late Quaternary alluvial fans along the Tyrrhenian Sea coast of Calabria (South Italy). *Quaternary Science Reviews*, 24, 2101–2119.
- 22- Twidale, C. R (2004). River patterns and their meaning. *Earth-Science Reviews*, 67, 159–218.
- 23- Viseras, C, Calvache, M.L, Soria, J.M, Ferná'ndez J (2003). Differential features of alluvial fans controlled by tectonic or eustatic accommodation space. Examples from the Betic Cordillera, Spain. *Geomorphology*, 50, 181–202.