Archive of SID

پژوهش‌های جغرافیای طبیعی – شماره۶۵، پاییز ۱۳۸۷
صص ۹۲– ۷۳

بررسی عوامل موثر در تحول ژئومورفولوژی مخروط افکنه ها مطالعه موردی: مخروط افکنه جاجرود

مهران مقصودی[1]- استادیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

پذیرش مقاله: ۱۳۸۶/۸/۲ تایید نهایی: ۱۳۸۷/۳/۸

چکیده

این تحقیق به بررسی عوامل موثر در تحول مخروط‌افکنه‌ها، به عنوان یکی از پویاترین لندفرم‌های نواحی خشک پرداخته است. به طور کلی در خصوص شکل‌گیری و تحول مخروط‌افکنه‌ها نظرات مختلف و گاه متضادی ارائه شده است که در این مقاله سعی شده تا با بررسی مخروط‌افکنه جاجرود(با هدف شناخت هر چه بیشتر عوامل موثر در شکل‌گیری و تحول آن) نظرات ارائه شده مورد تحلیل قرار گیرد. در این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای IRS (۲۰۰۲)، عکس‌های هوایی ۱:۵۵۰۰۰، نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰ توپوگرافی رقومی، نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی و نرم‌افزارهای تهیه نقشه و پردازش تصاویر رقومی استفاده شده است. در زمینه پردازش تصاویر رقومی از نرم‌افزار Ilwis و PCI استفاده گردید. همچنین بمنظور تهیه نقشه‌های مورد نیاز از نرم‌افزارهای Microstation، Freehand و Arc\GIS استفاده شد. در عین حال در بسیاری از موارد با عملیات میدانی و مشاهده ترانشه‌های طبیعی و مصنوعی موجود بر سطح مخروط‌افکنه و تهیه عکس و لوگ نسبت به تهیه شواهد مستدل و دقیق جهت کنترل و گردآوری اطلاعات تکمیلی، اقدام گردید. در نهایت نیز با استفاده از فرمول‌های تجربی smf^2 و vf^3 نسبت به تعیین اثر حرکات تکتونیکی در منطقه اقدام گردید. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که تحول مخروط‌افکنه جاجرود حاصل عملکرد عوامل طبیعی شامل تغییرات اقلیمی، حرکات تکتونیکی و تغییر سطح اساس(در دراز مدت) و عوامل انسانی(در کوتاه مدت) بوده است.

واژه‌های کلیدی: مخروط‌افکنه‌ها، تغییرات اقلیمی، حرکات تکتونیکی، ورامین، جاجرود

مقدمه

به طور کلی اصطلاح مخروط‌افکنه برای اولین بار توسط درئو(Drew) در سال ۱۸۷۳ در ارتباط با عوارض علیای حوضه سند بکار برده شده است(Lecce,1990,5). تعاریف زیادی از مخروط‌افکنه‌ها شده است که نکات مشترک زیادی بین این تعاریف وجود دارد. یکی از این تعاریف به شرح ذیل می‌باشد"مخروط‌افکنه توسط رسوب جریان‌ها بعد از عبور از آبراهه و پخش شدن بر روی یک دشت باز تشکیل می‌شود"(فرهنگ و بستر ۱۹۶۶) (به نقل از Rachoki, 198 3).

نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۳۹۰۶۰۱۹:

1-E-mail: maghsoud@ut.ac.ir

2- Mountain front sinuosity
3- Valley- floor width- to- height ratio

www.SID.ir

Archive of SID

مخروط‌افکنه‌ها از جمله عوارضی می‌باشند که در نواحی خشک و سایر نواحی کره زمین مانند نواحی یخچالی و نواحی اطراف مخروط‌های آتشفشانی دیده می‌شوند. بسیاری از محققان معتقدند که تشکیل مخروط‌افکنه به محیط اقلیمی ارتباطی ندارد و بسیاری دیگر نیز آن را عمدتاً عارضه مناطق خشک دانسته و در توجیه آن باران‌های دوره‌ای و تخلیه رسوبات انباشته شده در حوضه آبخیز به وسیله جریان‌های حاصل از باران‌های فوق را عنوان می نمایند.

ایران از جمله کشورهایی است که قسمت اعظم آن در نواحی خشک و نیمه خشک قرار دارد. به طور کلی حدود دوسوم از وسعت کشور در قلمرو مناطق خشک قرار دارد. گسترش قلمرو نواحی خشک و نیمه خشک سبب شده تا تمام عوارض شناخته شده نواحی خشک در ایران نیز دیده شود. مخروط‌افکنه‌ها از جمله این عوارض می‌باشند که در مناطق مختلف دیده شده‌اند. در حال حاضر بسیاری از مراکز جمعیتی و کاربری‌های مختلف فعالیت‌های انسانی بر روی مخروط‌افکنه‌ها شکل گرفته‌اند(به علت وجود شرایط مناسب). جالب توجه این که بسیاری از استقرارگاه‌های انسانی(در تاریخ شکل‌گیری تمدن انسانی) نیز بر روی همین مخروط‌افکنه‌ها شکل گرفته‌اند.

مخروط‌افکنه جاجرود بعلت نزدیکی به تهران و استقرار شهرها و آبادی‌های بسیاری بر روی آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. وجود کاربری های مختلف و گسترش روزافزون فعالیت‌های انسانی بر روی این مخروط شناخت ابعاد مختلف آن را ضروری می‌سازد. تحقیق حاضر اگرچه در زمره تحقیقات بنیادی محسوب می‌شود اما می‌تواند در شناخت مخروط موثر واقع شده و در تحقیقات کاربردی نیز مورد استفاده قرار گیرد.

به طور کلی تحقیقات زیادی در مورد مخروط‌افکنه‌ها در سطح جهان انجام شده است و در هر یک به یکی از ویژگی‌های مخروط‌ها توجه شده است. در این خصوص هاروی و همکاران(Harvey and et al , 1999, 1) در تحقیقی تاثیر تغییرات اقلیمی سطح اساس در کواترنر را بر تحول مخروط‌افکنه‌های ساحل جنوب شرق اسپانیا مورد بررسی قرار دادند. این تحقیق رسوب‌گذاری را منطبق با دوره یخچالی و بالا بودن سطح آب دریا و مرحله فرسایش را منطبق با دوره بین یخچالی و پائین بودن سطح آب دانسته است.

همچنین سوئینی و لوپ(Sweeney and loope, 2001, 31) در مطالعات خود، رسوبات بدون ساختمان مشخص و ماسه‌های لایه لایه را حاصل سیلاب‌های صفحه‌ای و جریان‌های پر رسوب ناهمگن دانستند. ضمناً محققان فوق ایجاد مخروط‌ها را به شروع اقلیم مرطوب نسبت دادند. در پژوهشی دیگر در خصوص سطوح فعال و غیر فعال مخروط‌افکنه‌ها و تاثیر کاربری های مختلف در منطقه پیرنه ایتالیا(Gomez-Villar and Garsia Ruiz, 2000, 127) به کاهش حدود سطوح فعال اشاره شده است. اسکالی و اوونز(Scally and Owens, 2005, 46) در تحقیقی پیرامون فرایند رسوب‌گذاری، جریان پر رسوب ناهمگن را عامل اصلی ایجاد رسوبات سطحی مخروط‌افکنه‌ها می‌دانند. در تحقیقی دیگر توسط ریتر و همکاران(Ritter and et al., 2000, 63) به نقش غالب تغییرات اقلیمی در تحول مخروط‌افکنه‌ها اشاره شده است. در این تحقیق تأثیر تکتونیک، تغییرات سطح اساس و سنگ شناسی حوضه در تحول مخروط‌افکنه ناچیز دانسته شده است. هاروی(Harvey, 2002,67) در تحقیقی

www.SID.ir

Archive of SID

نقش تغییرات اقلیمی سطح اساس در تقطیع مخروط‌افکنه‌ها را مورد توجه قرار داده و بریده شدن قاعده مخروط افکنه‌ها را ناشی از پائین رفتن سطح اساس ذکر می‌کند.

فیلد(Field, 2001, 93) تغییر مسیر کانال‌ها و متروک شدن جریان‌های گیسویی را از طریق فرایند تصرف جریان می‌داند. همچنین سوریسو والوو و همکاران(Sorriso-Valvo and et al., 1998, 169) در مقاله‌ای ایجاد مخروط‌های بزرگتر را حاصل سیلاب‌های صفحه‌ای و دائمی دانسته‌اند. در تحقیقی ویسراس(Viseras and et al., 2003, 181) تأثیر بالاراندگی و فرونشست بر تحول مخروط‌افکنه را مورد تحلیل قرار داده است. همچنین هاروی و همکاران(Harvey,2003, 151) با بررسی سیستم مخروط‌افکنه‌ها و دریاچه جنوب اسپانیا تحول مخروط‌افکنه‌ها را نتیجه عملکرد توامان فعالیت‌های تکتونیکی و اقلیمی می‌دانند.

یومونت(Beaumont, 1972, 251) با مطالعه مورفومتری مخروط افکنه‌های دامنه‌های جنوبی البرز آن ها را محصول شرایطی می‌داند که حداقل در ۷۵۰ سال اخیر در ایران وجود ندارد. وی مخروط‌افکنه‌ها را در این مناطق جز عوارض فسیل شده می‌داند. عباس نژاد در تحقیق خود(عباس‌نژاد، ۱۳۷۶، ۴۷-۳۸) تاثیر تحولات تکتونیکی را بر تحول و ایجاد مخروط افکنه ها بررسی نموده است. یمانی و مقصودی(یمانی و مقصودی، ۱۳۸۲، ۱۰۳-۱۱۳) در مطالعات خود تحول کانال‌های گیسویی سطح مخروط‌افکنه تنگویه در حوضه آبریزکویر سیرجان را مورد بررسی قرار دادند و در نهایت عامل تکتونیکی را بعنوان عامل اصلی تغییر مسیر کانال‌ها معرفی نمودند. در تحقیق دیگری یمانی و مقصودی(یمانی و مقصودی، ۱۳۸۲، ۱۳۷-۱۵۱) به نقش توامان تغییرات اقلیمی و تحولات تکتونیکی در تحول مخروط‌افکنه‌های ناحیه مورد مطالعه(کویر سیرجان) اشاره دارند. عابدینی و رجایی(عابدینی و رجایی، ۱۳۸۵، ۸۹-۷۳) ارتباط بین مساحت حوضه و مساحت مخروط را مورد تأ ئید قرار داده و به رابطه معنی دار بین مقدار رسوب دریافتی و وسعت مخروط‌افکنه اشاره داشته‌اند. در پژوهشی دیگر(شایان، ۱۳۸۲، ۱۱۳-۹۹) تغییرات طولی و گستردگی مخروط‌ها و ارتباط آن ها با فعالیت‌های زمین ساختی بررسی شده است. نتایج این تحقیق ابعاد و شکل حوضه ها را متأثر از جنس مواد در حوضه‌ها می‌داند. و در آخر این که خیام و مختاری(خیام و مختاری،۱۳۸۲، ۱۰-۱) با مطالعات خود مخروط‌افکنه‌ها را شاخص مهمی برای ارزیابی عملکرد فعالیت‌های تکتونیک می‌دانند.

به طورکلی هدف از این تحقیق شناخت هر چه بیشتر عوامل موثر بر تحول و شکل‌گیری مخروط‌افکنه‌ها بویژه مخروط‌افکنه جاجرود که بر سطح دشت ورامین گسترده شده می‌باشد. در واقع اهداف عمده تحقیق، شناسایی و بررسی شواهد تکتونیکی، اقلیمی و انسانی موثر در تحول مخروط‌افکنه فوق می‌باشد.

موقعیت منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه مخروط‌افکنه جاجرود می‌باشد که در جنوب شرق شهر تهران و حدود ۴۰ کیلومتری این شهر قرار دارد. از نظر تقسیمات کشوری این عارضه در استان تهران و در محدوده شهرستان‌های ری، پاکدشت و ورامین واقع شده است. جاده تهران – مشهد از نزدیکی رأس مخروط‌افکنه، و جاده تهران – قرچک - ورامین-

www.SID.ir

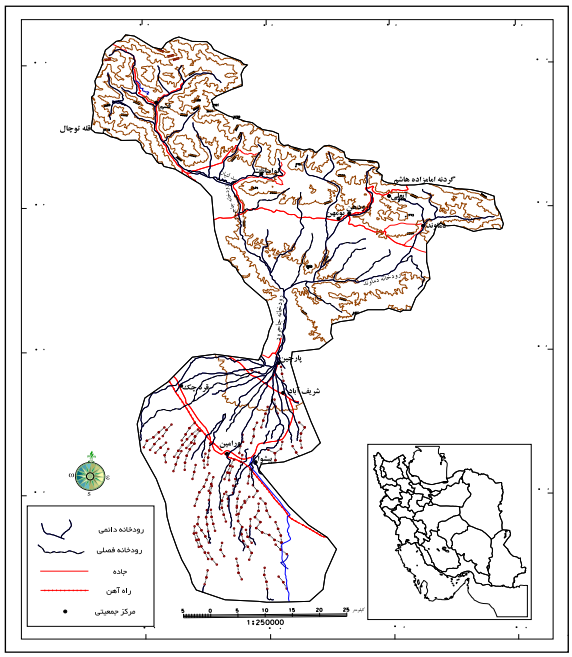
Archive of SID

پیشوا از نزدیکی قاعده مخروط‌افکنه می‌گذرد. همچنین راه آهن تهران به گرمسار نیز تقریباً به موازات همین جاده و از جنوب آن عبور می‌کند. مخروط‌افکنه جاجرود بر روی دشت ورامین گسترده شده است و در طول جغرافیایی ´۳۰ °۵۱ تا ´۴۹ °۵۱ شرقی و عرض جغرافیایی ´۱۰ °۳۵ تا ´۳۰ °۳۵ شمالی گسترش یافته است.

مخروط‌افکنه جاجرود حاصل رسوب‌گذاری رودخانه جاجرود بعد از خروج از کوهستان(بعد از پارچین) می‌باشد. حوضه آبریز مخروط‌افکنه جاجرود شامل رودخانه جاجرود، رودخانه دماوند، چند رودخانه کوچک در شمال لواسان و همچنین شاخه‌های بین رودخانه جاجرود و دماوند(حوالی رود هن و بومهن) می‌باشد که بعد از محل سد لتیان بهم می‌پیوندند. گردنه امام زاده هاشم در شرق و قله توچال در غرب و یکسری ارتفاعات تا مرز ۴۰۰۰ متر خط تقسیم آب حوضه آبریز رودخانه را تشکیل می‌دهند(شکل ۱).

مساحت مخروط‌افکنه جاجرود ۱۲۱۴ کیلومتر مربع و مساحت حوضه آبریز جاجرود ۱۸۵۸ کیلومتر مربع می‌باشد. نسبت مساحت مخروط به مساحت حوضه آبریز نیز ۰/۶۵ می باشد. شیب مخروط‌افکنه جاجرود نیز از رأس به سمت قاعده مخروط روندی کاهشی داشته و از ۱/۵۵ درصد در راس مخروط به ۱/۱۵ درصد در بخش میانی مخروط و سپس در قاعده مخروط به ۰/۶۱ درصد کاهش می یابد. این درحالی است که شیب کلی مخروط برابر ۰/۷۹ درصد می‌باشد.

با توجه به تقسیم‌بندی بلیسنباخ(Blissenbach، 1954) شیب مخروط‌افکنه جاجرود در دسته سوم(یا مخروط‌هایی با شیب کم) قرار می گیرد. دلیل شیب کم مخروط‌افکنه جاجرود را می‌توان به طول شعاع نسبتاً طولانی آن(بیش از ۳۵ کیلومتر از راس تا قاعده مخروط‌افکنه) و فضای نسبتاً زیادی که در دامنه‌های البرز جهت گسترش آن وجود دارد نسبت داد.



شکل ۱ موقعیت مخروط افکنه و حوضه آبریز جاجرود

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش ها

در این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای IRS (۲۰۰۲)، عکس‌های هوایی ۱:۵۵۰۰۰، نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰ توپوگرافی رقومی، نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی و نرم افزارهای تهیه نقشه و پردازش تصاویر رقومی استفاده شده است. در زمینه پردازش تصاویر رقومی از نرم‌افزار Ilwis و PCI استفاده گردید. همچنین به منظور تهیه نقشه‌های مورد نیاز از نرم‌افزارهای Micro station، Freehand، و Arc\GIS استفاده گردید. شایان ذکر این که برای کنترل و گردآوری اطلاعات تکمیلی، عملیات میدانی و به منظور بررسی پیشینه تحقیق و روش‌های مختلف مطالعه بر روی مخروط‌افکنه‌ها از روش کتابخانه‌ای استفاده شد. به طورکلی این تحقیق یک تحقیق بنیادی است که در آن از روش توصیفی و تحلیلی استفاده شده است. ابتدا محدوده مورد مطالعه با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی تعیین حدود گردید و سپس جهت تحلیل شیب و توپوگرافی مخروط‌افکنه نیمرخ‌های توپوگرافی مورد نیاز ترسیم شد.

به منظور تعیین سطوح فعال و غیر فعال مخروط از تصاویر ماهوارهای IRS بهره گرفته شد که با تهیه ترکیب رنگی کاذب نسبت به جدا سازی سطوح فعال از غیر فعال اقدام گردید. در این قسمت از عکس‌های هوایی ۱:۵۵۰۰۰ سال ۱۳۳۵ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح نیز به منظور تدقیق حدود کار استفاده گردید. به این‌ترتیب برای جداسازی سطوح فعال از غیر فعال از تفسیر بصری عکس‌های هوایی و تصویر ماهواره‌ای استفاده به عمل آمد.

برای تحلیل آبرفت‌های حوضه و عمق آبرفت‌های سطح مخروط‌افکنه از نقشه‌های موجود و منحنی‌های هم عمق و تهیه نیمرخ عمق آبرفت‌ها بهره گرفته شد. همچنین در این قسمت شواهد ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی کمک موثری برای تحلیل وضعیت عمق آبرفت‌ها بوده اند.

در عین حال در بسیاری از موارد با عملیات میدانی و مشاهده ترانشه‌های طبیعی و مصنوعی موجود بر سطح مخروط‌افکنه و تهیه عکس و لوگ نسبت به تهیه شواهد مستدل و دقیق اقدام گردید. در نهایت نیز با استفاده از فرمول‌های تجربی smf و vf و سایر شواهد نسبت به تعیین اثر حرکات تکتونیکی در منطقه اقدام گردید. شاخص smf یا شاخص سینوسی جبهه کوهستان از رابطه زیر بدست می‌آید:

Smf= شاخص سینوسی جبهه کوهستان

$$Smf = \frac{Lmf}{Ls}$$

Lmf= طول جبهه کوهستان در امتداد پایکوه

Ls= طول خط مستقیم در جبهه کوهستان

شاخص Smf برای مناطق بسیار فعّال تکتونیکی بین(۱ تا ۱,۶)، برای مناطق با فعالیت متوسط بین(۱,۴ تا ۳) و برای جبهه کوهستانی غیر فعّال تکتونیکی از حدود ۱,۸ تا بیشتر از ۵ می باشد

شاخص VF یا شاخص نسبت پهنای کف دره به ارتفاع دره از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$VF = 2v_{fw} / \left[\left(E_{ld} - E_{sc}\right) + \left(E_{rd} - E_{sc}\right)\right]$$

v_{fw} = پهنای کف دره

www.SID.ir

Archive of SID

E_{ld} = ارتفاع سمت چپ دره

E_{rd} = ارتفاع سمت راست دره

E_{sc} = ارتفاع کف دره

زمین‌شناسی سطحی و ساختمانی مخروط‌افکنه جاجرود

زمین‌شناسی سطحی منطقه بیشتر نهشته‌های پلیوسن و کواترنر است که شامل کنگلومرای معادل سازند هزاردره می‌باشد. این واحد که بیشتر در ارتفاعات شمال مخروط‌افکنه دیده می شود تحت عنوان سازند هزار دره نیز شناخته شده اند و در محدوده شهر تهران نیز بخوبی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند(امینی، ۱۳۵۶، ۱). واحدهای متعلق به کواترنر شامل آبرفت‌های کهن است که بصورت پادگانه‌های آبرفتی در کناره رودخانه‌ها و در پهنه دشت ها، گسترش یافته، انباشته‌های بادبزنی شکل در دامنه ارتفاعات، مخروط‌افکنه‌های قدیمی، پادگانه‌های جدید، پهنه‌های سولفات سدیم به ویژه در جنوب مخروط و آبرفت‌های جدید را شامل می‌شود.

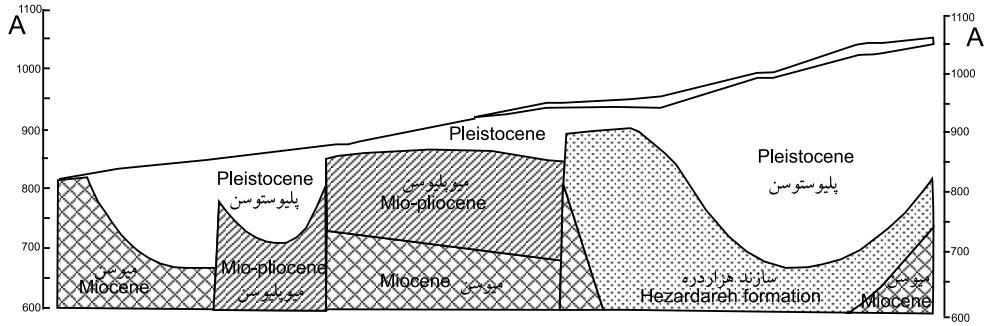
همچنین منطقه از نگاه زمین‌شناسی ساختاری دارای گسل‌ها و طاقدیس‌ها و ناودیس‌هایی است که عبارتند از:

-گسل پارچین

-گسل کهریزک

-گسل ایوانکی

ضمناً بر اساس نیمرخ‌های موجود(شکل۲) می‌توان گفت که سطح مخروط بر روی دو ناودیس گسترش یافته است. بر این اساس در زیر رسوبات کواترنر و پلیوستوسن، سازند هزاردره، رسوبات میوسن و میوپلیوسن گسترش یافته است.



شکل۲ : نیمرخ زمین شناسی مخروط افکنه ورامین(Anonymous, 1964)

یافته های تحقیق

به طور کلی تمام شواهد موجود نشان از تاثیر سه عامل در تحول مخروط‌افکنه جاجرود دارد. از میان این سه عامل، دو عامل به‌عنوان عامل اساسی شناخته می‌شود و عامل سوم(عامل انسانی) جزء عواملی است که بویژه در دهه‌های اخیر تاثیرات مهمی را داشته است. این عوامل و اثرات آن در شکل ۱۳ به‌صورت شماتیک درج شده است. عوامل فوق الذکرعبارتند از:

۱- حرکات تکتونیکی

www.SID.ir

Archive of SID

۲- تغییرات اقلیمی

۳- فعالیت‌های انسانی

همانگونه که که در پیشینه تحقیق نیز گفته شد در بسیاری از تحقیقات بر روی مخروط‌افکنه‌ها نقش عوامل اقلیمی و تکتونیکی در تحول مخروط‌افکنه‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. برخی تنها به نقش تغییرات اقلیمی اشاره نمودند و عده‌ای دیگر تنها به نقش فعالیت‌های تکتونیکی بسنده کردند.

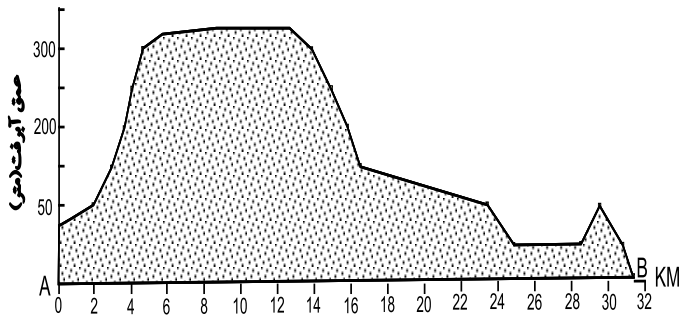
نقش حرکات تکتونیکی در تحول مخروط‌افکنه جاجرود

تأثیر حرکات تکتونیکی بر تحول مخروط‌افکنه‌ها توسط بسیاری از محققان مورد تأکید قرار گرفته است. همانگونه که در پیشینه تحقیق نیز ذکر گردید در ایران نیز تأثیر این حرکات بر مخروط‌افکنه‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. بدون شک در شکل‌گیری مخروط‌افکنه جاجرود نیز حرکات تکتونیکی نقش موثری داشته‌اند. شواهد یافت شده در منطقه نیز نشاندهنده تکتونیک فعال این منطقه می‌باشد. در ذیل به برخی شواهد تکتونیکی موثر بر تحول مخروط‌افکنه جاجرود اشاره می‌گردد.

۱- ایجاد تپه ماهورهای وسیع برروی سازندهای دوران سوم و کواترنر که معرف حرکات اخیر تکتونیکی است

۲- وجود رسوبات ضخیم آبرفتی که از ۱۰۰ متر در رأس مخروط شروع شده و تا ۳۰۰ متر در شمال ورامین افزایش می یابد.

عمق آبرفت‌های منطقه براساس شواهد موجود و همچنین نیمرخ ترسیم شده از منحنی‌های هم عمق بخوبی چگونگی توزیع رسوبگذاری بر سطح مخروط‌افکنه را نشان می‌دهد. نیمرخ عمق آبرفت(شکل۳) نشان می‌دهد که عمق آبرفت‌ها در راس مخروط نسبتاً کمتر بوده و در وسط مخروط به حداکثر خود می رسد. این درحالیست که ضخامت آبرفت‌ها در انتهای مخروط‌افکنه نیز کاهش می‌یابد. عمق این آبرفت‌ها از ۱۰۰ متر در حوالی رأس مخروط‌افکنه شروع می‌شود و سپس به فاصله کمی به ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، و به بیش از ۳۰۰ متردر اواسط مخروط که در شمال شرق شهر ورامین قرار دارد می رسد و بلا فاصله بعد از آن کاهش می‌یابد و سپس در جنوب شرق ورامین افزایش می‌یابد. در واقع بیشتر آبرفت‌ها در محل محور مخروط و در وسط آن برجا گذاشته شده‌اند. از نیمرخ عمق آبرفت(شکل۳) به خوبی تغییرات عمق آبرفت مشخص شده است.



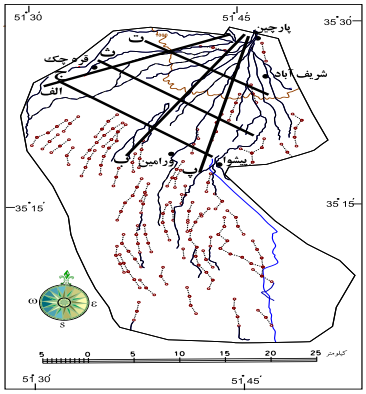
شکل ۳ عمق آبرفت در امتداد محور طولی مخروط‌افکنه(با استفاده از نقشه Ananymos، 1964)

www.SID.ir

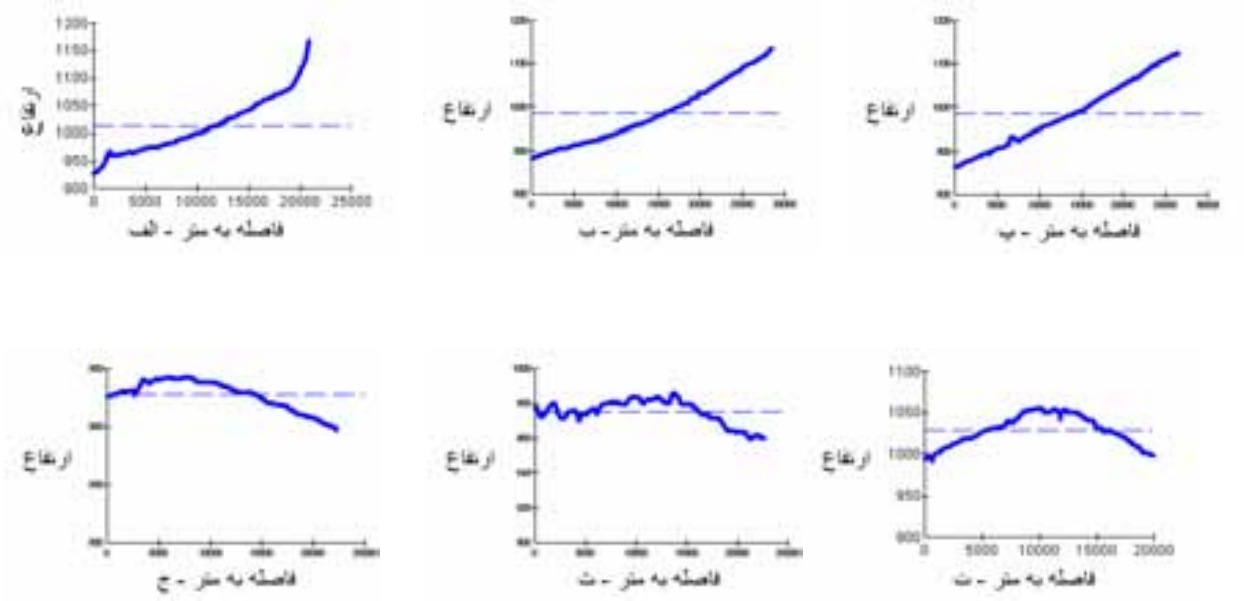
Archive of SID

همانطور که ملاحظه می‌گردد عمق آبرفت از رأس مخروط با یک افزایش ناگهانی به حداکثر خود که بیش از ۳۰۰ متر است می رسد و سپس تدریجاً در جنوب غرب ورامین کاهش می یابد. بیومونت به وجود ۲۷۵ متر مواد منفصل در ۱۹ کیلومتری جنوب ورامین اشاره می کند(Beaumont,1972,256). علل افزایش میزان عمق آبرفت در شمال شرق و جنوب شرق شهر ورامین و کاهش آن در شمال و جنوب غرب ورامین را می توان این‌گونه ذکر نمود:

- وجود کوه گچی و طاقدیس کوه سرخ در شرق شهر پیشوا. این کوه‌ها جلوی پیشروی جریان‌های موجود بر روی مخروط‌افکنه و رسوب‌گذاری آنرا در این قسمت از دشت می‌گیرند.
- در جنوب شرق به‌علت شیب عمومی دشت و وجود فضای لازم برای گسترش مخروط‌افکنه آبرفت‌ها ضخامت قابل ملاحظه‌ای پیدا می‌نمایند.
- در قسمت جنوب غرب به‌علت وجود گسل کهریزک و بالاراندگی قطعه شمالی این گسل امکان گسترش آزاد جریان‌ها و رسوب‌گذاری وسیع وجود نداشته و به همین علت از ضخامت آبرفت کاسته شده است(شکل ۵ نیمرخ‌های ث و ج).



شکل۴ محل نیمرخ‌های ترسیم شده بر روی مخروط‌افکنه جاجرود



شکل ۵ نیمرخ‌های طولی و عرضی ترسیم‌شده بر سطح مخروط‌افکنه جاجرود

www.SID.ir

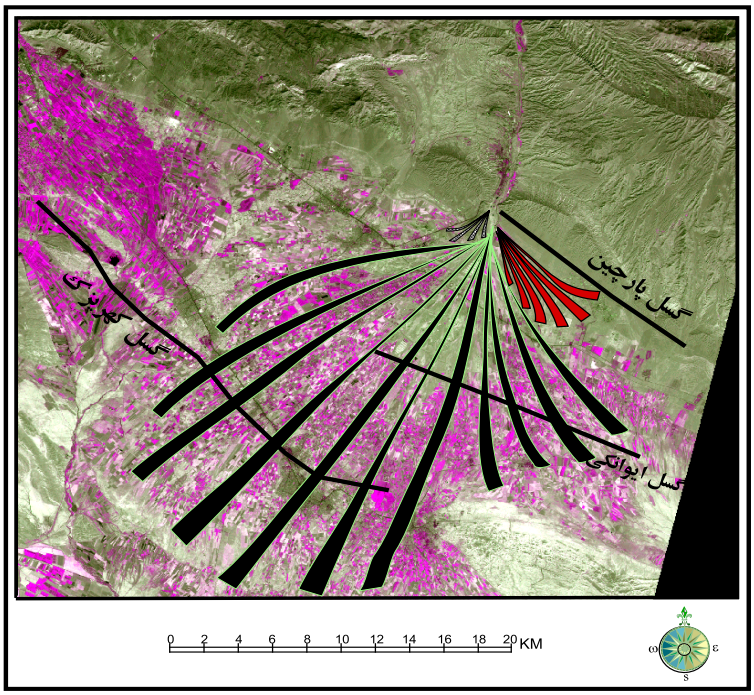
Archive of SID

- با توجه به مطالب ارائه شده و نظرات موجود در خصوص عمق آبرفت که توسط بول(۱۹۷۲) بیان شده است(کی نژاد، ۱۳۸۲، ۱۶۹) و همچنین اطلاعات به دست آمده از شکل ۱۰ می‌توان گفت که مخروط‌افکنه جاجرود از آندسته از مخروط‌افکنه‌هایی است که بیشترین ضخامت آبرفت آن در قسمت وسط بوده و به سمت رأس و قاعده از ضخامت آن کاسته می‌شود. بر اساس نظر بول این مورد ادامه حرکات تکتونیکی را در حین رسوب‌گذاری نشان می‌دهد.

۳- بریدگی در قسمت علیای کلیهٔ کانال‌های اصلی[1] رودها در هنگام ورود به دشت ورامین

مشاهده عکس های هوایی سال ۱۳۳۵، تصاویر ماهواره‌ای IRS، تصاویر موجود در سایت گوگل، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و عملیات میدانی نشان‌دهنده این واقعیت است که قبل از ورود رودخانه جاجرود به دشت ورامین و همچنین در راس مخروط‌افکنه بستر رودخانه شدیداً حفر شده است. در این قسمت رودخانه دارای فرسایش جانبی زیادی نیز می‌باشد، این مورد از بریده شدن مسیر قنات‌های موجود در این بخش به خوبی مشخص می‌باشد. عمق رودخانه در این قسمت به ۱۲ تا ۱۵ متر نیز می‌رسد. این حفر حتی تا رأس مخروط‌افکنه نیز ادامه می‌یابد. در واقع در این قسمت رودخانه آبرفت‌های قدیمی را بریده است و بر سطحی که پائین تر از سطح فعلی مخروط‌افکنه است جریان می‌یابد. در این بخش از مخروط به هفت سطح مختلف برخورد می‌کنیم که رودخانه آن‌را شدیداً بریده است.

۴- وجود مخروط‌های تقطیع[2] شده در رأس مخروط(شکل ۶)



شکل۶ موقعیت مخروط افکنه جاجرود و مخروط های تقطیع شده

1 - Feeder chanel
2- Fan segmentation

www.SID.ir

Archive of SID

۵- عدم تقارن سطح مخروط‌افکنهٔ

۶- وجود گسل‌های فعال(تراستی) پارچین در شمال و کهریزک(در شکل ۵- نیمرخ الف اختلاف ناشی از بالاراندگی قسمت شمالی گسل کهریزک بخوبی مشخص است) در جنوب غرب مخروط‌افکنه

۷- اعداد و ارقام بدست آمده، حاصل از محاسبهٔ شاخص های Smf و Vf که ادامه حرکات تکتونیکی متوسط را در منطقه نشان می‌دهند. در این خصوص برای محدوده مورد نظر شاخص Smf معادل ۱,۳۳ به دست آمده است. در واقع چنانچه شاخص بدست آمده بین ۱ تا ۱/۶ باشد نشان دهندهٔ فعالیت تکتونیکی زیاد در محل است و شاخص بین ۱/۴ تا ۳ نیز نشان دهندهٔ فعالیت تکتونیکی متوسط و ادامه فعالیت های تکتونیکی می‌باشند.

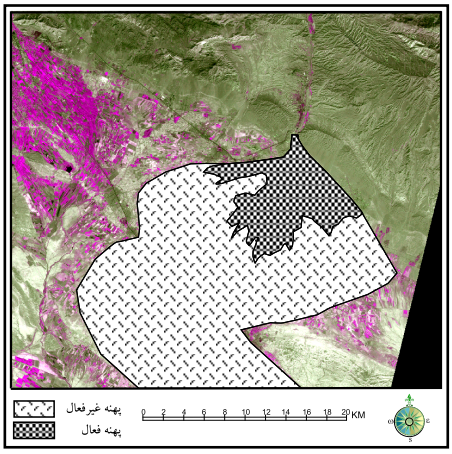
از طرفی شاخص Vf منطقه برابر ۲/۸می باشد(جدول ۱). هر چه شاخص کمتر باشد نشاندهنده فعالیت بیشتر تکتونیکی بوده و نشانه حفر و به عمق رفتن رودخانه است. در واقع هر دو شاخص نشاندهنده فعالیت زیاد تکتونیکی در منطقه می‌باشند.

جدول ۱ مقادیر بدست‌آمده از محاسبه شاخص‌های smf و vf در محدوده مخروط‌افکنه جاجرود

نوع شاخص	مقادیر بدست آمده
smf	۱/۳۳
vf	۲/۸

۸- وجود عوارض بدلندی در قسمت علیای حوضه‌ها بر روی سازند هزار دره و مخروط‌های قدیمی که فرسایش قهقرایی و ادامهٔ حرکات تکتونیکی و تغییرات شیب را مسجل می‌سازند.

۹- وجود فرسایش خندقی در انتهای مخروط نشان از عدم فعالیت مخروط و توقف رسوبگذاری در این قسمت از مخروط است(شکل ۷)



شکل ۷: سطوح فعال و غیر فعال مخروط افکنه جاجرود

۱۰- جابه‌جایی مسیر قنات‌های قدیمی موجود بر سطح مخروط‌افکنه بر اثر حرکات گسلی

۱۱- عمیق شدن و تغییر مسیر کانال‌ها هنگام عبور از گسل کهریزک

www.SID.ir

Archive of SID

۱۲- وجود کانال‌های گیسویی[5] حفر شده در اواسط و انتهای مخروط‌افکنه

شکل کلی یک مخروط‌افکنه نیز می‌تواند الگوی فعالیت تکتونیکی را در نزدیکی پیشانی کوهستان آشکار سازد . بعلت اینکه مخروط‌افکنه شکل مخروطی دارد، خطوط منحنی میزان در عرض یک مخروط‌افکنهٔ ساده تقریباً دایره‌ای شکل هستند. در جایی که مخروط‌افکنه ساده نیست و تحت تاثیر عدم تقارن قرار گرفته، خطوط منحنی میزان درعرض مخروط‌افکنه سطوح بیضوی شکل را تشکیل می‌دهد و در این صورت دایره‌ای نیست. جایی که شرایط مناسب است میزان عدم تقارن را به وسیلهٔ منطبق کردن یک بیضوی ایده‌آل برروی منحنی میزان‌هایی که برعرض یک مخروط قرار دارند می توان محاسبه نمود که بدین ترتیب با اندازه‌گیری طول محور طولی(a) و محور کوچک(b) ، بیضی قابل اندازه گیری است، در نتیجه میزان عدم تقارن(β) بدست خواهد آمد:

$$\beta = \arccos((b/a)^2 \sin^2\alpha + \cos^2\alpha)^{0.5})$$

در این معادله a شیب مخروط در طول محور کوتاه بیضی می باشد(Keller, 1996, 301). بر اساس محاسبات انجام شده مقدار β برابر ۲۲′ تعیین شده که مقدار اندک جابجایی ناشی از فعالیت‌های تکتونیکی را نشان می‌دهد.

در انتها با توجه به شواهد فوق، تأثیر فعالیت های تکتونیکی بر تحول مخروط افکنه جاجرود را می توان در سه مرحله ذکر کرد:

۱- بالاراندگی بخش کوهستان

بالاراندگی بخش کوهستان که شواهد آن را می‌توان در اختلاف ارتفاع حاشیه گسل پارچین دید. این عمل موجب ایجاد مخروط‌های تقطیع شده در قسمت رأس مخروط و گسترش بیشتر مخروط بر روی سطح دشت شده است. این شرایطی بوده که در گذشته سبب توسعه مخروط‌های تقطیع شده است(شکل۸).

۲- فرونشینی قاعده مخروط

فرونشینی قاعده مخروط بویژه بعد از گسل کهریزک سبب ایجاد بریدگی شیب در غرب مخروط‌افکنه شده و همچنین حفر کانال ها را در قاعده مخروط به دنبال داشته است.

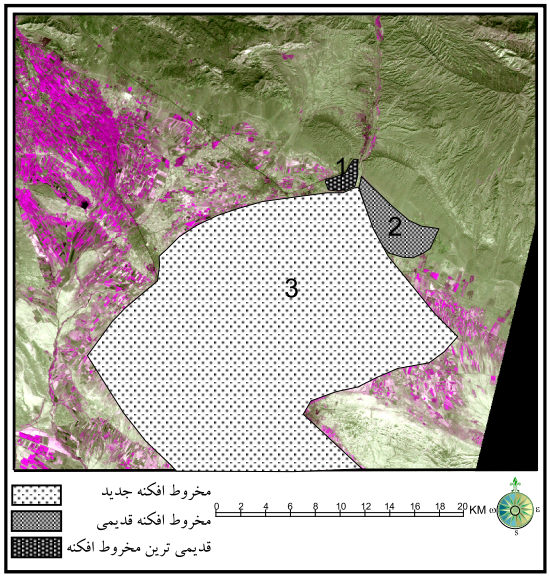
۳- بالاراندگی بخش بالایی مخروط‌افکنه

این بخش که بین رأس مخروط و اواسط مخروط و حد فاصل بین گسل پارچین و گسل کهریزک قرار دارد در حال حاضر در حال بالا آمدن بوده و بخش فعال مخروط افکنه به این قسمت منتقل شده است.

5- Braided river

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۸ رتبه بندی زمانی مخروط های تقطیع شده مخروط افکنه جاجرود

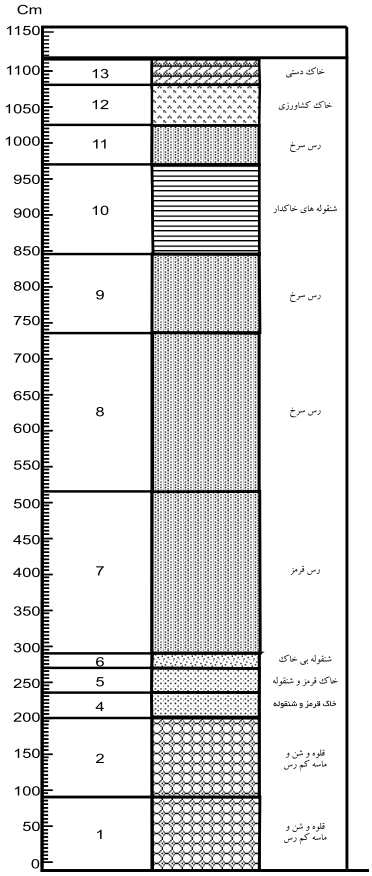
تأثیر تغییرات اقلیمی در تحول مخروط‌افکنه جاجرود

در خصوص اثر تغییر اقلیم بر مخروط‌افکنه‌ها نظرات متفاوت و گاه متضادی ارائه شده است. در مورد مخروط‌افکنه جاجرود شواهد حاکی از آن است که همگام با تأثیرحرکات تکتونیکی تغییرات اقلیمی نیز بر تحول مخروط‌افکنه به طور موثری نقش خود را ایفاء نموده‌اند.

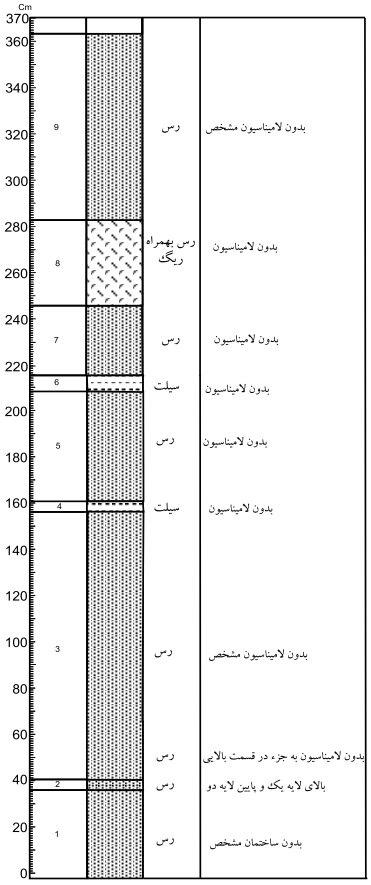
از لایه‌نگاری مقاطع موجود چنین بر می‌آید که جریان های با انرژی زیاد و کم، به طور متناوب سطح مخروط‌افکنه را تحت تأثیر قرار داده است. وجود چندین متر عناصر ریزدانه(رس و سیلت) بدون لایه‌بندی مشخص نشان از یک دوره آرامش و جریان‌های صفحه‌ای با انرژی کم دارد(شکل ۹ و ۱۰). چنین شرایطی همراه با بارش‌های متناوب و اعتدال هوا بوده که گسترش مخروط‌افکنه را نیز به دنبال داشته است. از طرف دیگر وجود لایه‌های کم ضخامت‌تر بهمراه عناصر درشت‌دانه تر و رنگ قرمز رسوبات نمایش‌دهنده جریانی با انرژی بیشتر است که در شرایط آب هوایی خشک بیشتر دیده می‌شود(شکل ۹). چنین جریانی دارای قدرت فرسایندگی بیشتر بوده و قادر به حفر بستر نیز می‌باشد. در واقع وجود هوازدگی فیزیکی شدید در حوضه آبریز در اثنای دوره خشک و همچنین باران‌های دوره‌ای شدید که خاص دوره‌های اقلیمی خشک بوده، چنین جریان‌های پر انرژی را سبب می‌شده است. در بعضی موارد نیز لایه‌هایی مشاهده شد که حاکی از وجود جریان پر رسوب ناهمگن بوده که نشان دهنده نسبت بالای رسوب به آب بوده و شواهدی از دوره های طولانی فراهم شدن رسوبات در قسمت علیای حوضه‌ها در دوره خشک می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۹ لوگ ترسیم شده از اطلاعات مربوط به حفاری‌های باستان شناسی شهر پیشوا(ترسیم توسط نگارنده)



شکل ۱۰ لوگ منطقه فردیس شهر قرچک (ترسیم توسط نگارنده)

با بررسی‌های انجام شده از مقاطع موجود وهمچنین بهره‌گیری از مطالعات انجام شده باستانشناسی می‌توان تا حدودی ویژگی آبرفت‌های موجود در سطح مخروط‌افکنه را تجزیه و تحلیل نمود. در مقاطع بررسی شده، آبرفت‌هایی با ضخامت‌ها، دانه‌بندی و به طور کلی خصوصیات متفاوت مشاهده گردید. مسلماً لایه‌هایی با ضخامت متفاوت، دانه‌های تشکیل دهنده همگن یا ناهمگن، درشت دانه یا ریز دانه و دارای لامیناسیون[6] و رنگ متفاوت نشان از شرایط متفاوت محیط رسوب‌گذاری دارد. بررسی لوگ‌های ترسیم شده(شکل ۷ و ۸) می‌تواند اطلاعات ارزشمندی را در این خصوص در اختیارمان قرار دهد. توجه به لوگ‌های ترسیم شده در درجه اول متفاوت بودن اندازه دانه‌ها را نمایش می‌دهد. و در نهایت اینکه چه عواملی در این تغییرات نقش اساسی را ایفا می‌نمایند. وجود دوره های خشک یا کم باران و دوره‌های بارانی یا با رطوبت بیشتر شرایط متفاوت رسوب‌گذاری را بوجود آورده است. لوگهای ترسیم شده نمایش دهنده لایه های ضخیمی از عناصر ریزدانه رس و سیلت است.

6- Lamination

www.SID.ir

Archive of SID

به طورکلی نرخ رسوب‌گذاری در دو بررسی جداگانه بر روی مخروط‌افکنه ورامین(در پیشوا و فردیس قرچک) درحدود ۲متر برای هر هزار سال ذکر شده است(با استفاده از روش چینه‌شناسی و لومیناسانس[۷]). پدرامی به کاهش این نرخ رسوب‌گذاری در بخش فرارو گسل کهریزک در حوالی ورامین و قرچک اشاره دارد(پدرامی، ۱۳۶۴، ۱۷) نامبرده کاهش ضخامت آبرفت‌های هولوسن را از ۱۶ به ۱۰ متر در حوالی ورامین ذکر می‌نماید. شایان ذکر اینکه نرخ رسوب گذاری آبرفتهای هولوسن در همه جای ایران ثابت نبوده و متفاوت است. به‌عنوان مثال در دریاچه مهارلو این نرخ حدود ۱,۴ متر در هر هزار سال برآورد شده است(پدرامی، ۱۳۶۴، ۸). در حوضه غرب کرمانشاه این نرخ به ۱,۵۴ متر در هر سال و در خصوص دشت دهلران ۱ متر در هر هزار سال بیان شده‌است(Kirkby, 1977,251-288) .

جالب توجه این که قسمت اعظم رسوبات مشاهده شده بدون ساختمان و لایه‌بندی مشخص می‌باشند. این مورد شامل آن دسته از رسوبات رسی و سیلتی می‌باشد که به صورت جریان ورای ساحل[۸]و سیلاب‌های صفحه‌ای مخروط‌افکنه را تحت تأثیر قرار داده است. در واقع همان گونه که پیش‌تر گفته شد رسوبات ریزدانه مقارن با انرژی کم رودخانه و حاصل جریان ورای ساحل بوده و این در حالیست که در مسیر کانال‌ها، نهشته‌های درشت‌دانه‌تر که نیاز به انرژی بیشتری داشته ته‌نشین می‌شده است. پدرامی(پدرامی، ۱۳۶۴، ۵) وجود افق هوازده و قرمز رنگ را نشانه اقلیم خشک بعد از دوره بین یخچالی(۴۰۰۰ تا ۸۰۰۰) و در واقع اواخر این دوره که حدود ۴ تا ۵ هزار سال قبل(اواخر عصر گرمگاهان) می‌داند که همراه با کاهش سرعت رسوب‌گذاری و ایجاد سطح فرسایش بوده است.

به طور کلی تقریباً در تمام نیمرخ‌های مشاهده شده لایه‌های ضخیم رس و سیلت و لایه‌های قرمز رنگ کم ضخامت که هوازدگی و شرایط خشک(و سطح خاکزایی) را نشان می‌دهد، دیده می‌شود.

به طور کلی تغییرات اقلیمی به سه صورت در تحول مخروط‌افکنه جاجرود نقش داشته‌اند.

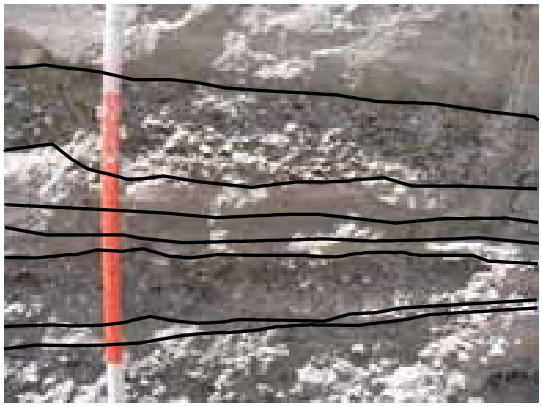
۱- دوره‌های خشک

در دوره های خشک با کاهش بارندگی و پوشش‌گیاهی شرایط برای ایجاد سیل و افزایش رواناب فراهم می‌آمده است. افزایش رواناب باعث عمل حفر مخروط و جابجایی نقطه تقاطع در سطح مخروط و در نهایت کمک به تشکیل مخروط‌های تقطیع شده می‌شده است. این نظر با نظر بول(۱۹۹۱، ۱۹۷۹) نیز مطابقت دارد(Parsons and Abrahams,1994, 596). شایان ذکر اینکه جریان پایه رودخانه جاجرود در هنگام ورود به دشت نمی‌تواند تأثیر چندانی در رسوب‌گذاری و یا فرسایش و حفر بستر داشته باشد بلکه این جریان سیلابی است که دارای چنین توانای‌هایی می‌باشد. سیلاب‌هایی که در اثنای دوره های خشک اتفاق می‌افتاده است.

7- Luminescence
8- Over bank flow

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۱: مقطع قسمتی از رودخانه جاجرود که لایه‌های متفاوت آبرفتی حاصل جریان‌های متفاوت را نشان می‌دهند(لایه‌های سیلت و رس به همراهیان لایه‌های نازکی از ماسه و لایه‌های ضخیم با آبرفت‌های درهم ناهمگن)

۲- دوره‌های مرطوب

دوره‌های مرطوب که با بارندگی‌های بیشتر بر سطح حوضه و مخروط‌افکنه همراه بوده است بعلت وجود شرایط تجزیه فیزیکو شیمیایی در حوضه با افزایش بار جریان و بار رسوبی ریزدانه رودخانه جاجرود همراه بوده است. تحت این شرایط رودخانه جاجرود با تداوم و دبی بیشتری که حالت طغیانی کمتری داشته وارد دشت ورامین می‌شده است. همین امر در این دوره موجب گسترش بیش از پیش مخروط افکنه جاجرود را فراهم می‌کرده است.

۳- تغییر سطح اساس

یکی از اثرات تغییرات اقلیمی در ایران تغییرات سطح اساس در چاله‌های داخلی ایران و حتی دریای خزر بوده است. تغییرات سطح اساس دریاچه‌ها و چاله‌های بسته داخلی توسط برخی محققین مورد توجه بوده است. کرینسلی در این خصوص به افزایش ۵۵ متری آب دریاچه ارومیه(Krinsley, 1970, 311)، افزایش ۳۰ متری در کویر سیرجان(Krinsley, 1970, 230)، توسعه دریاچه‌های زریوار و نیریز، شواهد بالا بودن دریاچه نمک در حوالی جزیره سرگردانی و همچنین شواهد بالا بودن سطح آب در اکثر پلایاهای ایران در دوره سرما(مرطوب در ایران) اشاره دارد. در ضمن نامبرده به شواهد مرطوب‌تر بودن پنجاه و سه پلایا از ۶۰ پلایای مورد مطالعه اشاره داشته است(Krinsley, 1970, 315). خورشید دوست سطح دریاچه ارومیه در پلیوستوسن را۳۵۰ متر بالاتر از سطح امروزی آن می‌داند(خورشید دوست، ۱۳۶۸، ۱۵۱) در حال حاضر نیز در سال های پر آبی پهنه های آبی سطح دریاچه بالاتر از سال های کم آبی قرار می‌گیرد. با توجه به این که سطح اساس رودخانه جاجرود مسیله می‌باشد، پائین رفتن سطح اساس بدون شک تأثیر خود را بر تحول مخروط‌افکنه داشته است. شاید مهمترین اثر تغییر سطح اساس بر هم خوردن نیمرخ تعادل رودخانه باشد. در چنین شرایطی رود سعی در ایجاد تعادل در نیمرخ خود دارد. در این مرحله معمولاً رود با حفر بستر خود به تدریج با فرسایش قهقرایی به تعادل دوباره می رسد. در واقع وجود خندق‌ها و کانال‌های گیسویی حفر شده در انتهای مخروط می‌تواند از شواهد تغییر سطح اساس در این منطقه باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

تأثیر فعالیت‌های انسانی در تحول مخروط‌افکنه جاجرود

نقش انسان در تحول مخروط‌افکنه خیلی به زمان‌های گذشته بر نمی‌گردد. در واقع گسترش فعالیت‌های انسان بر روی مخروط‌افکنه حاصل‌خیر جاجرود که در کنار ابر شهر تهران قرار دارد تأثیر انکار ناپذیری را بر سطح مخروط و عوامل تاثیر گذار بر تحول مخروط داشته است. عوامل انسانی موثر بر تحول مخروط‌افکنه جاجرود به چهار دسته تقسیم می شوند که عبارتند از:

۱- ایجاد سدهای ذخیره ای در حوضه آبریز رودخانه جاجرود(مانند سد لتیان)؛

۲- ایجاد سدهای انحرافی و کانال‌های مصنوعی بر سطح مخروط(شکل ۱۲)؛

۳- ایجاد کاربری های مختلف بر سطح کانال‌ها؛

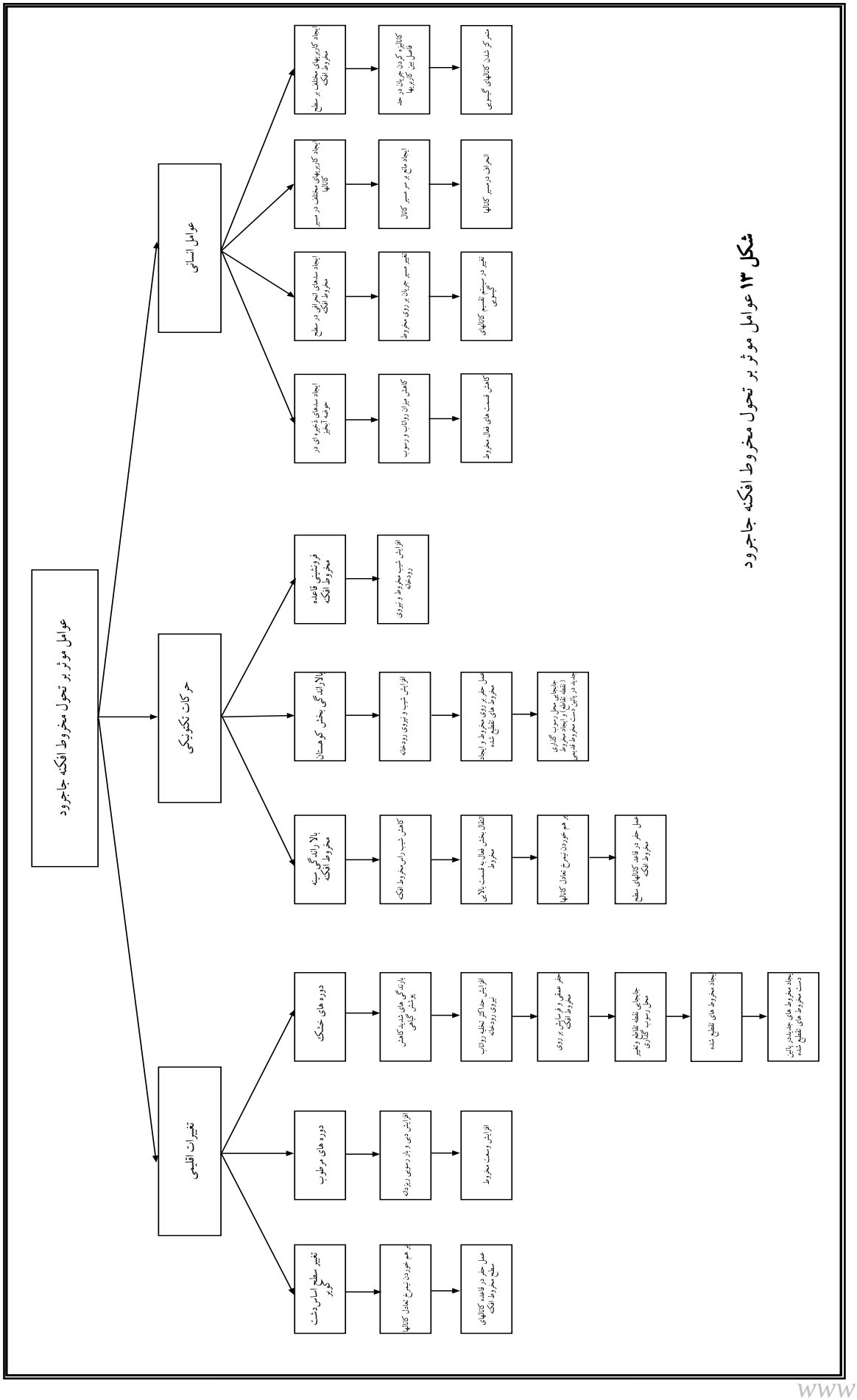
۴- ایجاد کاربری های مختلف بین کانال‌ها؛

هر یک از عوامل فوق بنحوی مخروط را تحت تأثیر قرار داده‌اند.کاهش مقدار رواناب و رسوب در نتیجه ایجاد سدهای ذخیره‌ای در حوضه آبخیز، تغییر در مسیر رواناب و الگوی زهکشی سطح مخروط در نتیجه ایجاد سدهای انحرافی و کانال‌های مصنوعی، ایجاد مانع بر سر مسیر کانال‌های گیسویی در نتیجه ایجاد کاربری های جدید در مسیر کانال و تجمیع کانال‌ها بر اثر ایجاد کاربری ها در سطوح بین کانال‌ها از جمله اثرات فعالیت‌های انسان در تحول مخروط‌افکنه جاجرود می‌باشد. بنابراین فعالیت‌های انسانی نه تنها نرخ رسوب‌گذاری را در سطح مخروط کاهش داده است بلکه الگوی کانال‌ها را نیز تحت تاثیر قرار داده است.

شکل ۱۲ تصویری از سد انحرافی وکانال‌های ایجاد شده در مسیر رودخانه جاجرود هنگام گسترده شدن بر سطح مخروط‌افکنه

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۳ عوامل موثر بر تحول مخروط افکنه جاجرود

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه‌گیری

به طور کلی تحقیق حاضر نشان می‌دهد عوامل بسیار زیادی در تحول ژئومورفولوژی مخروط‌افکنه ها و بویژه مخروط‌افکنه جاجرود نقش دارند. بررسی‌های میدانی و استفاده از تصویر ماهواره‌ای، عکس‌های هوایی، نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی و همچنین منابع کتابخانه‌ای و بهره‌گیری از شاخص‌های تعیین فعالیت تکتونیکی، اطلاعات ارزشمندی را فراهم می‌نمایند. نتیجه تحقیق مشخص می‌سازد که عوامل اقلیمی، تکتونیکی و انسانی هر یک نقش موثری در ایجاد و تحول مخروط‌افکنه جاجرود ایفاء می‌نمایند. با وجود این آنچه در این تحقیق می‌توان در خصوص عوامل موثر در تحول مخروط‌افکنه‌ها(علاوه بر تغییرات اقلیمی و حرکات تکتونیکی) اشاره نمود، تغییرات سطح اساس(اگرچه خود ناشی از نتیجه تأثیرتغییر اقلیم است) و اثر فعالیت‌های انسانی است. شواهد موجود تأثیر هر یک از عوامل را بخوبی نشان می‌دهند اما برای اثبات تأثیر دقیق هر عامل نیاز به مطالعه بیشتری می‌باشد. در واقع با مطالعه جزئیات سطح مخروط‌افکنه با تهیه لوگ‌های بیشتر، به همراه تاریخ نگاری لایه ها و بررسی گرده های گیاهی می‌توان شناخت بیشتری از عوامل موثر در تحول مخروط‌افکنه جاجرود به ویژه عوامل اقلیمی موثر به دست آورد. از طرفی چنانچه بتوان از دادهای جدید و دقیق ژئودتیک استفاده نمود در خصوص حرکات تکتونیکی موثر نیز می‌توان اظهار نظر دقیق‌تری ارائه کرد. نتیجه این که برای مشخص نمودن میزان تاثیر هر یک از عوامل ذکر شده در تحول مخروط‌افکنه جاجرود به بررسی‌های بیشتر و جزیی نیاز می‌باشد. شایان ذکر این که در حال حاضر با توجه به تغییر الگوی کانال‌های گیسویی بر اثر فعالیت های انسانی و همچنین کنترل آب و رسوب ورودی در سطح مخروط افکنه، عامل انسانی به عنوان یک عامل مهم در تحول مخروط افکنه محسوب می شود و این عامل به شدت سطوح فعال و غیر فعال مخروط را دستکاری نموده است.

منابع

- امینی، مرتضی و همکاران، ۱۳۵۶، گزارش مقدماتی مطالعات رسوبات آبرفتی اطراف تهران، تهران، سازمان زمین شناسی.
- انتظام، ایمان، شمشکی، امیر، ۱۳۸۳، بررسی مکانیسم و علل تشکیل شکاف های زمین در منطقه معین آباد ـ ورامین، تهران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- بروکس، یان، شواهد ژئومورفولوژیک دگرگونی های اقلیمی در ایران طی ۲۰ هزار سال گذشته، ترجمه، علی خورشید دوست، رشد آموزش جغرافیا، تهران، وزارت آموزش و پرورش، ش ۴۸، ص ۲۲-۱۲.
- پدرامی، منوچهر، ۱۳۶۴، چینه شناسی زمانی حفاری باستانشناسی شهرستان پیشوا، تهران، سازمان زمین شناسی کشور.
- خیام، مقصود، مختاری کشکی، داود، ۱۳۸۲،ارزیابی عملکرد فعالیت های تکتونیکی بر اساس ژئومورفولوژی مخروط افکنه ها، مورد نمونه: مخروط افکنه های دامنه شمالی میشو داغ، ش۴۴،۱۰، ص-۱ تهران.
- خورشید دوست، علی، ۱۳۶۸، مقدمه ای بر پالئوژئومورفولوژی و ژئومورفولوژی دریاچه ارومیه، مشهد، تحقیقات جغرافیایی، ص ۱۵۹-۱۴۸.

www.SID.ir

Archive of SID

-شایان، سیاوش، ۱۳۸۲، ویژگی های ژئومورفولوژیک مخروط افکنه حوضه گاماسیاب، پژوهش های جغرافیایی، ش ۴۶، ص۹۹ تا ۱۱۳، تهران.

- عابدینی، موسی، رجایی، عبدالحمید، ۱۳۸۵، بررسی نقش عوامل موثر در گسترش و تکامل مخروط افکنه های ارتفاعات دره دیز-دیوان داغی با استفاده از روش ها و تکنیک های جدید، ش۵۵، ص۸۹- ۷۳، تهران.

- عباس نژاد، احمد، ۱۳۷۶، بررسی نو زمین ساختی مخروط افکنه های ناحیه کرمان، فصلنامهٔ علوم زمین، تهران، سازمان زمین شناسی کشور، شماره ۲۶-۲۵.

- کی نژاد، آناهیتا، ۱۳۸۲، بررسی حرکات بلوک ساختاری دشت ورامین به کمک شواهد زمین ساختی و نو زمین ساختی، تهران، بیست و دومین گردهمایی علوم زمین.

- گیوی، جواد، استوپز، جرج، ۱۳۷۸، آثاری از تغییر آب و هوای دیرینه در خاک های ایران، دومین کنفرانس منطقه تغییر اقلیم، سازمان هواشناسی کشور، ص ۴۹-۴۲.

- محمودی، فرج ا...، ۱۳۶۷، تحول ناهمواری های ایران در کواترنر، فصل نامهٔ پژوهش های جغرافیایی، تهران، دانشگاه تهران.

- یمانی، مجتبی، مقصودی، مهران، ۱۳۸۲، نقش بررسی تحول کانال های گیسویی در سطح مخروط افکنه ها، مطالعه موردی: مخروط افکنه تنگوئیه در چاله سیرجان، پژوهش های جغرافیایی، ش۴۵، ص۱۱۳-۱۰۳ تهران.

- یمانی، مجتبی، مقصودی، مهران، ۱۳۸۲، نقش تکتونیک و تغییرات اقلیم در تحول مخروط افکنه ها، مطالعه موردی مخروط افکنه های چاله سیرجان، بیابان، جلد ۸ ش۱، صص ۱۵۱-۱۳۷ تهران

- Abrahams Athol. D, Parsons, Anthony J, 1994, Geomorphology of desert environment, London, chapman and hall.
- ANONYMOUS., (1964): Etude hydrogéologique par prospection éléctrique de la région de Varamin. Comp. GQnérale de Géophysique. Paris. 29pp.
- Eaumont, Peter, 1972. Alluvial fans along the foothills of the Elburz mountains, Iran. Palaeo geography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 12, 251-273
- Brookes. Ian A, 1989. The physical geography, geomorphology and late quaternary history of the Mahidasht project area, Qara Su basin central west Iran, ROM. Canada. Ontario
- Burbank,Douglas.W,Anderson Robert S,2001,Tectonic geomorphology, USA, Blackwell,
- Coningham. R.A.E., 2006. Socio-economic transformation: settlement survey in the Tehran plain and excavations at Tepe Pardis, journal of Persian studies, 3362
- Field. John., 2001. Channel avulsion on alluvial fans in southern Arizona. Geomorphology 37, 93-104
- Gomez-Villar. A, Garcia-Ruiz. J. M., 2000. Surface sediment characteristics and present dynamic in alluvial fans of the central Spanish Pyrnees. Geomorphology 34, 127-144
- Harvey, Adrian M., 2002. The role of base-level change in the dissection of alluvial fans: case studies from southeast Spain and Nevada. Geomorphology 45, 67-87
- Harvey, Adrian M. & Others., 1999. The impact of quaternary sea-level and climatic change on coastal alluvial fans in the Cabo de Gate range, southeast Spain. geomorphology 28, 1-22
- Harvey, Adrian M. & Others., 2003. The Tabernas of quaternary alluvial fans and lake system, southern Spain. geomorphology 50, 151-171
-Keller A printer, Nicholas, 1996, active tectonic, Prentice- Hall
- Kirkby. M. J., 1977. The land and water resources of the Dehluran and Khuzistan plains. University of Mishigan, no.9, pp. 251-288,
-Krinsley Daniel B, 1970, A geomorphological and paleoclimatological study of the playas of IRAN , USA,
- Lecce, Scott A., 1190. The alluvial fan problem. In: Rachocki, A.H., Church, M (Eds.), Alluvial fans: A field approach. Wiley, pp. 3-24
-Rachocki, Andezej, Alluviall fans, 1981 New york, John wiley & sons
-Rachocki, Andezej, church, M, 1990, Alluvial fans: afield approach, John wiley & sons.

www.SID.ir

Archive of SID

- Ritter. John B, & Etc., 2000. Environmental controls on the evolution of alluvial fans Buena Vista Vally, North Central Nevada, during late Quaternary time. Geomorphology 36, 63-87
32- Scally. F.A de, Owens. I. F., 2005. Depositional processes and particle characteristics on fans in the Soothern Alps, New Zealand. Geomorphology 69 46-56
33- Sorriso-Valvo. Marino, Antronico. Loredana, Le Pera. Emilia., 1998. Controls on modern fan morphology in Calabria, Southern Italy. Geomorphology 24, 169-187
34- Sweeney. Mark R, Loop. David B., 2001. Holocene dune-sourced alluvial fans in the Nebraska Sand Hills. Geomorphology 38, 31-46
35- Viseras. Cesar. & Etc 2003. Differential features of alluvial fans controlled by tectonic or eustatic accommodation space. Example from the Betic Cordillera, Spain. Geomorphology 50 181-202

www.SID.ir