بررسی نوزمین ساختی مخروط افکنه های ناحیه کرمان

نوشته: دکتر احمد عباس نژاد *

Neotectonical surveys of fan deposits. Applications from Kerman province

By: Dr. A. Abbas Nezhad*

Abstract

Many different parameters of alluvial fans may be used for assessing neotectonic activity of a region. Development of fan indicates neotectonic activity, however, sometimes their absence may be attributed to active tectonics as well. Many different features of alluvial fans; such as lateral changes of sediment thickness, fan activity, vertical changes of sedimentary calibre longitudinal slope of fan, apexal incision, as well as apexal jutting, position of the major stream, characteristics of surficial valleys, internal structure of fan and existence or lack of burried pediments at the base of fan are related to neotectonic activity. These landforms are very important in neotectonic and seismicity studies.

* دانشگاه شهید باهنر کرمان

* Shahid Bahonar University, Kerman, Iran

چکیده

پارامترهای متعددی برای ارزیابی نوزمین ساختی هر منطقه براساس مشخصات مخروط افکنه‌های موجود در آن، وجود دارد. اغلب وجود مخروط افکنه‌ها و حتی گاهی نبودن آنها، می‌تواند حاکی از شدت فعال بودن یک منطقه در طی زمان کواترنری باشد. در صورت وجود مخروط افکنه‌ها، ویژگی‌های متعددی مانند گوناگونی ستبرای رسوبها، فعالیت، تغییرات عمودی اندازهٔ رسوبها، شیب طولی، بریدگی رأسی، میزان پیشرفتگی به داخل کوهستان، موقعیت مجرای اصلی،مشخصات دره سطحی، ساختمان داخلی و وجود یا فقدان سطح پدیمنتی مدفون در قاعده مخروط افکنه‌و می‌توانند با مسائل و شرایط نوزمین ساختی ارتباط داشته و در نتیجه، از بررسی و مطالعه آنها اطلاعات با ارزشی بدست آورد.

مقدمه

رودخانه‌ها و سیلابها در هنگام خروج از دره‌های پرشیب و باریک و ورودبه دره‌های بزرگتر و بازتر، و با ورود به دشت، مقداری از آبرفت خود را به‌صورت پدیده مخروطی شکلی بر جای می‌نهند که رأس آن به سمت بالا دست رودخانه بوده و مخروط افکنه نامیده می‌شوند Small and Witherick (1990). گسترش مخروط افکنه‌ها در ایران، به علت قرار گرفتن آن در کمربند چین خوردگی آلپ- هیمالایا و نیز خشک و نیمه‌خشک بودن آب و هوای ایران، بسیار زیاد است. مخروط افکنه‌ها اغلب در پلیوکواترنری ایجاد شده و بیانگر نکات جالبی در مورد روند عمل‌کرد و تاریخچه تحولات نوزمین ساختی می‌باشند. به‌ویژه توجه به مشخصات آنها از نظر مطالعه لرزه‌خیزی نواحی مختلف ایران بسیار با ارزش است.

معیارهای مطالعه مخروط افکنه‌ها در بررسی‌های نوزمین ساختی

۱- نئوتکتونیک و تشکیل مخروط افکنه‌ها

چگونگی تشکیل و توسعه مخروط افکنه‌ها که ناشی از عملکرد عوامل تکتونیکی و عوامل آب‌شناختی و رسوب‌شناختی هستند به‌شرح زیر توصیف می‌شوند.

الف- عوامل تکتونیکی: Harvey (1989) معتقد است که تکتونیسم اغلب عامل اصلی مؤثر بر موقعیت مخروط افکنه‌ها و شیوه رسوب‌گذاری در سطح آنهاست، اگر چه نامبرده عملکرد تکتونیک را همیشه برای تشکیل مخروط افکنه‌ها ضروری نمی‌داند. بطوری‌که، خاطرنشان می‌سازد که حتی گاهی تکتونیک در تشکیل مخروط افکنه‌ها نقشی منفی دارد. بدین ترتیب که در مناطق با فراز شد (Uplift) خیلی سریع،به علت افزایش شیب بستر رودخانه‌ها، مخروط افکنه‌ها بریده شده و قدرت رودخانه می‌تواند در حدی باشد که از رسوبگذاری و تشکیل مخروط جلوگیری نماید. Lecce (1990) اثرات تکتونیک بر مخروط افکنه‌ها را به‌شرح زیر بر شمرده است:

- بریدگی مخروط
- ایجاد مخروط افکنه‌های دارای نیمرخ قطعه‌ای.
- ایجاد تغییرات رسوب‌شناختی در مخروط.
- ایجاد تغییرات در ضخامت و شکل رسوبات.

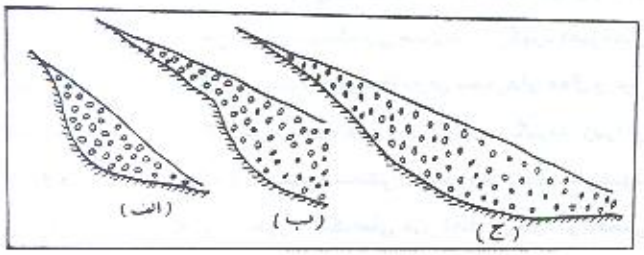
ولی همانگونه که در ادامه این نوشتار آمده، این اثرات می‌توانند بسیا متنوع‌تر باشند.

ب- عوامل تأمین آب و رسوب: عوامل مؤثر بر میزان آبدهی و رسوبگذاری و مقدار رسوبی که وارد مخروط افکنه می‌شود، در واقع عوامل موثر بر هیدرولوژی و شدت فرسایش در حوضه آبریز می‌باشند و عبارتند از: زمین‌شناسی، آب و هوا و پوشش گیاهی، Harvey (1989). تشکیل و گسترش مخروط افکنه‌ها در یک منطقه معمولاً به‌تنهایی با نوزمین ساختی در ارتباط بوده و ناشی از فراز شد کوهستان و یا پایین رفتن دشت (یا دره) مشرف به آن می‌باشند.

۲- ضخامت رسوبهای مخروط افکنه‌ها

Bull (1972) معتقد است که تغییر ضخامت رسوبهای مخروط افکنه‌ای می‌تواند به یکی از سه صورت زیر باشد (شکل ۱):

الف – مخروط افکنه، نیمرخی گوه‌ای داشته و بیشینه ضخامت آنها در مجاورت جبهه کوهستانی دیده می‌شود، به‌طوری که با دور شدن از کوهستان نازک می‌گردند. این وضعیت در شرایطی دیده می‌شود که کوهستان قبل از رسوبگذاری و تشکیل مخروط دچار فراز شد شدید شده باشد. در اغلب این موارد از فراز شد تکتونیکی زمان کوتاهی سپری شده است.



شکل ۱ ـ گوناگونی نیمرخ مخروط افکنه‌ها، الف ـ مخروط افکنه گوه‌ای است و حداکثر ضخامت آن در مجاورت جبهه کوهستان دیده می‌شود. ب ـ گوه‌ای و حداکثر ضخامت دور از جبهه کوهستانی و ج ـ به صورت عدسی شکل که به سمت کوهستان و دشت نازک می‌شود.

ب – نیمرخ مخروط‌افکنه گوه‌ای شکل بوده ولی حداکثر ستبرای دور از کوهستان است، بطوری که با نزدیک شدن به کوهستان به‌تدریج نازکتر می‌شود. Bull (1972) این نیمرخ‌ها را حاصل توفق فعالیت تکتونیکی در یک زمان نسبتاً طولانی و در نتیجه، تشکیل پدیمنت در جبهه کوهستانی می‌داند.

ج– چنانچه در حین تشکیل مخروط فراز شد تکتونیکی نیز ادامه داشته باشد، رسوب‌های مخروط افکنه به‌صورت عدسی شکل بوده و هم به سمت کوهستان و هم در جهت دور شدن از آن نازک می‌شوند.

در مجموع مخروط افکنه‌های نوع الف و ج نشان‌دهنده فعال بودن منطقه از نظر زمین‌ساختی می‌باشند.

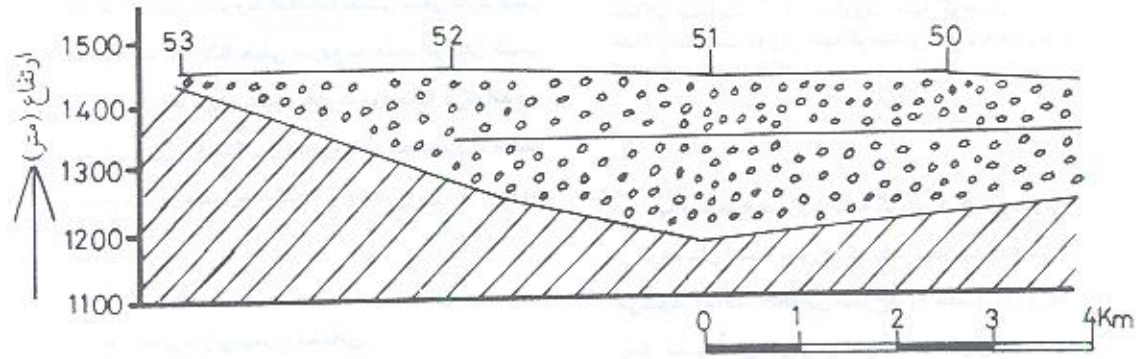
بدین ترتیب بررسی ضخامت رسوب‌های مخروط افکنه‌ها می‌تواند اطلاعات جالبی را در مورد فعالیت تکتونیکی یک ناحیه در اختیار قرار دهد.

برای اکتشاف منابع آب زیرزمینی مطالعات ژئوالکتریک بسیاری از نقاط ایران انجام شده است که گزارش‌های مربوط به آن در بایگانی‌های سازمان‌های آب منطقه‌ای و وزارت نیرو موجود است.

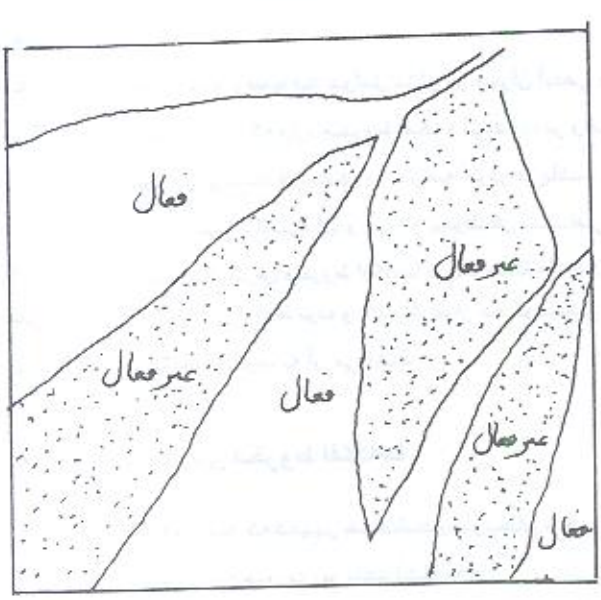
این مطالعات که در دشتها انجام شده‌اند اغلب مخروط افکنه‌ها را نیز به‌خوبی پوشش داده‌اند و بر مبنای مقاطع ژئوالکتریک می‌توان تغییرات ستبرای آنها را مورد بررسی قرار داد. بر همین مبنا، عباس‌نژاد (۱۳۷۵) با استفاده از یکی از مقاطع ژئوالکتریک جنوب دشت رفسنجان (شکل ۲) به این نتیجه رسیده است که در هنگام تشکیل مخروط افکنه «قلندری» فراز شد کوهستان سرچشمه ادامه داشته است.

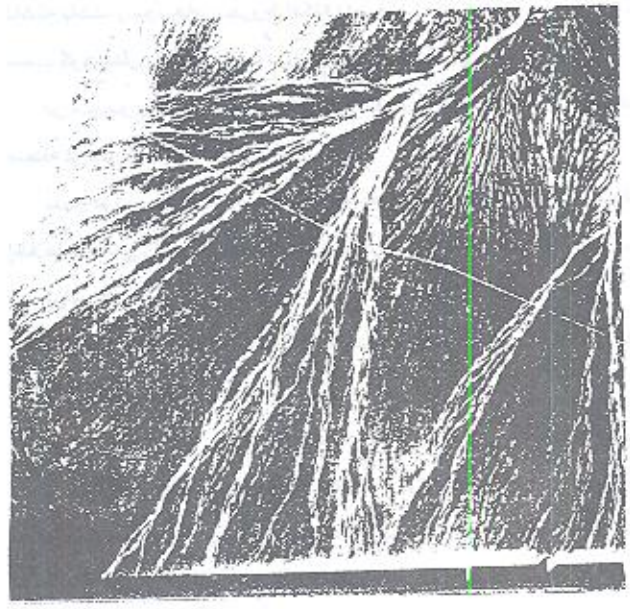
۳- فعال یا غیر فعال بودن مخروط افکنه‌ها

مخروط افکنه‌ها را می‌توان به انواع فعال و غیر فعال تفکیک نمود. انواع غیر فعال مخروط افکنه‌ها بازمانده (relict) و سنگواره (fossil) نیز نامیده می‌شوند. ولی بهتر است انواع متشکل از رسوب‌های کواترنر را که در حال حاضر در سطح آنها رسوبگذاری صورت نمی‌گیرد «غیرفعال» بنامیم. در هر حال بسیاری از مخروط افکنه‌ها دارای بخش‌های فعال و غیر فعال می‌باشند (شکل ۳) ولی در گروه غیر فعال قرار نمی‌گیرند، زیرا در انواع غیر فعال رسوبگذاری در هیچ قسمتی از مخروط انجام نمی‌شود. براساس مطالعاتی که روی مخروط افکنه‌های غیر فعال موجود در بعضی از مناطق کوهستانی استان کرمان صورت گرفته، چنین نتیجه‌گیری شده که آنها بطور عمده از نوع کوهستانی بوده و در اثر فراز شد مجموعه کوهستان و مخروط افکنه تشکیل می‌گردند. در این حالت با جوان شدن دره‌هائی که در پائین دست مخروط قرار دارند، حفر بستر آبراهه به‌صورت پسرونده صورت گرفته و تابریده شدن سرتاسر مخروط و متروکه شدن آن ادامه می‌یابد. لذا نئوتکتونیک عامل مهم و اصلی غیر از کار افتادن مخروط افکنه‌ها نیز می‌باشد. شکل ۴ نمونه‌ای از آنها را نشان می‌دهد.

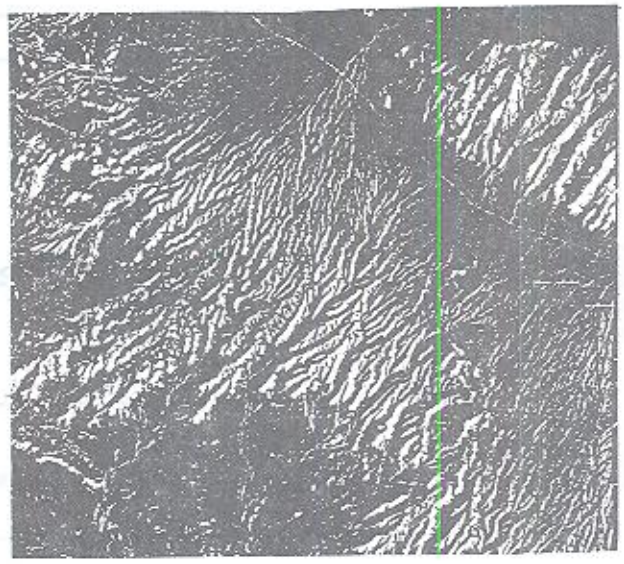


شکل ۲ ـ مقطع ژئوالکتریکی مخروط افکنه قلندری واقع در جنوب شهرستان رفسنجان، بر اساس این مقطع ضخامت رسوب‌های به سوی کوهستان کاهش می‌یابد که مبین فراز شد کوهستان سرچشمه در حین تشکیل این مخروط افکنه می‌باشد.





۳ ـ الف ـ عکس هوائی مخروط افکنه‌های منطقه جیرفت ، ب ـ شکل گویا شده آن که بخش‌های فعال و غیرفعال مخروط افکنه را نمایش می‌دهد.



شکل ۴ـ در اثر فراز شد تکتونیکی کوهستان خبر (واقع در جنوب یافت) و دامنه‌های مشرف به آن که محل نهشتگی مخروط افکنه‌ها می‌باشد، آبراهه‌ها بستر خود را حفر نموده و در نتیجه مخروط افکنه‌ها بطور کامل از کار افتاده‌اند.

۴- تغییرات عمودی اندازه ذرات رسوبی

کوچک شدن اندازه ذرات تشکیل دهنده مخروط افکنه‌ها از رأس به سمت قاعده به‌عنوان یک اصل کلی مورد پذیرش واقع شده و در عین حال، اندازه رسوبها در جهت عمودی نیز متغیر است. این پدیده به تأثیر عواملی نظیر تکتونیک، تغییرات آب و هوائی و روند تکاملی مخروط افکنه‌ها نسبت داده می‌شود Harvay (1989). به‌طور کلی اندازه متوسط ذرات رسوبی مخروط افکنه‌ها از پائین (عمق) به سمت بالا (سطح مخروط) می‌تواند ریز شونده، درشت شونده و بدون تغییر منظم و مشخص باشد. به‌نظر می‌رسد در صورت آرام بودن یک منطقه با گذشت زمان شیب حوضه آبریز کاهش یافته و بنابراین اندازه ذراتی که وارد سطح مخروط می‌شوند کاهش می‌یابد Gulloway and Hobday (1983). همچنین در صورتی که منطقه از نظر تکتونیکی فعال باشد، بسته به نسبت فراز شد تکتونیکی به فرسایش، ممکن است به‌تدریج شیب حوضه افزایش یافته و ذرات درشت‌تری وارد سطح مخروط شوند و یا شیب حوضه ثابت بماند و اندازه ذرات نیز تغییر نکند Heward (1978).

جهت بررسی و تجزیه و تحلیل این پارامتر می‌توان از مقطع زمین‌شناسی چاهها، نمونه‌برداری از جداره قناتها و یا در صورت بریده بودن مخروط افکنه، نمونه‌برداری از دیواره دره موجود در سطح مخروط استفاده نمود. عباس‌نژاد (۱۳۷۵) با بررسی این پارامتر در دره موجود در سطح مخروط افکنه شاهزاده عباس رفسنجان به این نتیجه رسیده است که تغییرات قابل ملاحظه‌ای در اندازه ذرات رسوبی دیده نمی‌شود. لذا در حین تشکیل این مخروط افکنه فراز شد تکتونیکی به میزان برابر یا متعادل سرعت فرسایش در حوضه آبگیر وجود داشته است. همان‌گونه که قید شد تغییر ضخامت رسوبهای مخروط افکنه قلندری نیز موید این رژیم تکتونیکی است.

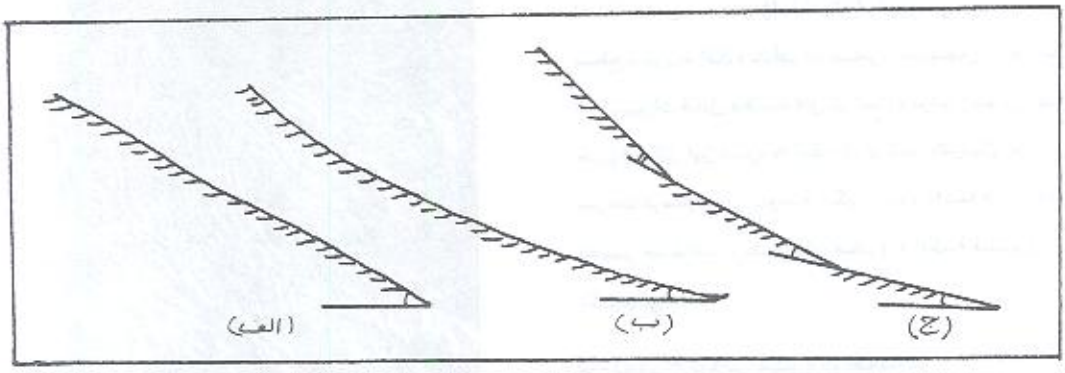
۵- نیمرخ طولی مخروط افکنه‌ها

به منظور مطالعه و بررسی پروفیل طولی مخروط افکنه‌ها، با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، مقطعی از راس به سمت قاعده مخروط تهیه می‌شود. برش طولی مخروط افکنه‌ها به یکی از سه نوع زیر ممکن است دیده شوند Blair and Mcpherson (1994) (شکل ۵):

الف – مخروط افکنه‌های با شیب نسبتاً ثابت: این مخروط افکنه‌ها اغلب تنها تحت تاثیر فرایند جریان‌های آبی Debris Flow تشکیل می‌گردند و کاهش قابل ملاحظه‌ای در اندازه ذرات آنها به سمت قاعده به‌چشم نمی‌خورد.

ب– مخروط افکنه‌های با شیب کاهش یابنده: در این گروه، اغلب در جهت پایین دست کاهش اندازه ذرات به‌وضوح دیده می‌شود. به‌گونه‌ای که در رأس از قطعه سنگ و قلوه سنگ و در قاعده از ذرات ریز در حد ماسه تشکیل شده‌اند. مقطع آنها به سوی بالا کاو است.

ج– مخروط افکنه‌های قطعه‌ای (Segmented fans): نیمرخ طولی این گروه متشکل از قطعات با شیب ثابت می‌باشد. تعداد قطعه‌ها ۲ یا بیشتر است و بیشتر آنها به سمت پائین دست کاهش می‌یابد Bull (1964). بنابراین تشخیص و تفکیک آنها از گروه ب مشکل است. عوامل مختلفی می‌توانند موجب قطعه‌ای شدن نیمرخ مخروط افکنه‌ها شوند که مهمترین آنها عبارتند از تغییر شیب مجرا به علت فراز شد تکتونیکی در حوضه آبگیر Bull (1962)، کج شدگی مخروط در اثر نیروهای تکتونیکی Hooke (1972)، مجاورت زبانه‌های مختلف مخروط افکنه با هم Blair (1987)، تغییر ناگهانی اندازه رسوبها Blair (1987) و تغییر عامل ایجاد ریخت‌شناسی مخروط افکنه Blair (1987). بنابراین قطعه‌ای بودن نیمرخ طولی مخروط افکنه می‌تواند معرف عملکرد عوامل نوزمین ساختی نیز باشد. در این رابطه خاطر نشان می‌سازد که بول Bull (1961, 1964) قطعه‌ای بودن پروفیل مخروط افکنه‌های کوههای ساحلی کالیفرنیا را ناشی از فراز شد مرحله (Pulsed uplift) تعیین نموده است.



شکل ۵ ـ انواع پروفیل طولی مخروط افکنه‌ها : الف) با شیب نسبتاً ثابت، ب ـ با شیب کاهش یابنده و ج ـ پروفیل قطعه‌ای.

۶- بریدگی مخروط افکنه‌ها

گاهی رودخانه با ورود به سطح پخش می‌گردد. در حالی که در گروهی دیگر رودخانه با حفر دره‌ای در سطح مخروط افکنه تا مسافتی در مجرای محبوسی جریان می‌یابد. مخروط افکنه‌های گروه اول را اصطلاحاً بریده نشده (undissected) و گروه دوم را بریده شده (dissected) می‌نامند Rachocki (1981). بریدگی مخروط افکنه‌ها به چند عامل نسبت داده شده است که Cooke et al, (1993) آنها را در قالب ۵ فرضیه ارائه نموده‌اند:

الف- فرضیه موقتی بودن بریدگی‌ها: این فرضیه توسط Denny (1967) ارائه شده است. نامبرده معتقد است که بریدگی نتیجه طبیعی تغییرات بزرگ در آبدهی رودخانه در مرحله طغیان می‌باشد، به‌گونه‌ای که طغیان‌های عادی موجب رسوبگذاری در رأس مخروط، ولی انواع استثنائی و بسیار بزرگ، به‌علت حفر بستر، باعث بریدگی آن می‌شوند.

ب - فرضیه وجود آستانه یا پیچیده بودن عکس‌العمل مخروط: این فرضیه به دو شکل ارائه شده است. در یک شکل آن ، Schumm (1977) متذکر می‌شود که ابتدا در مجاری سطح مخروط رسوبگذاری صورت می‌گیرد و سپس در اثر جوان شدگی حوضه آبگیر و افزایش تحویل رسوب رأس آن به‌صورت دوره‌ای (Periodic) توسط رودخانه بریده می‌شود. شکل دیگری از این فرضیه توسط Eckis (1928) ارائه گردیده که بر مبنای آن در طی یک دوره فرسایشی طولانی، به‌تدریج شیب بستر و در نتیجه میزان ورود رسوب به‌سطح مخروط کاهش می‌یابد. به همین دلیل، رودخانه رأس مخروط را فرسایش می‌دهد. بنابراین، براساس این فرضیه بریدگی سطح مخروط در آخرین مراحل تکامل آن و بطور دائمی صورت می‌گیرد.

ج- فرضیه تکامل حوضه آبگیر: White (1988) مشخصات حوضه‌های آبگیر قسمت پایکوه (Piedmont) کوههای اطلس جنوبی تونس را مورد مطالعه قرار داده به این نتیجه رسیده است که گاهی رودخانه در اثر تصرف کردن (Capture) سر شاخه‌های سایر رودخانه‌ها و نیز تبعیت از نقاط ضعف ساختاری و سنگ شناختی در بالای حوضه آبگیر خود، تقویت شده و می‌توانند بستر مخروط افکنه خود را حفر نمایند.

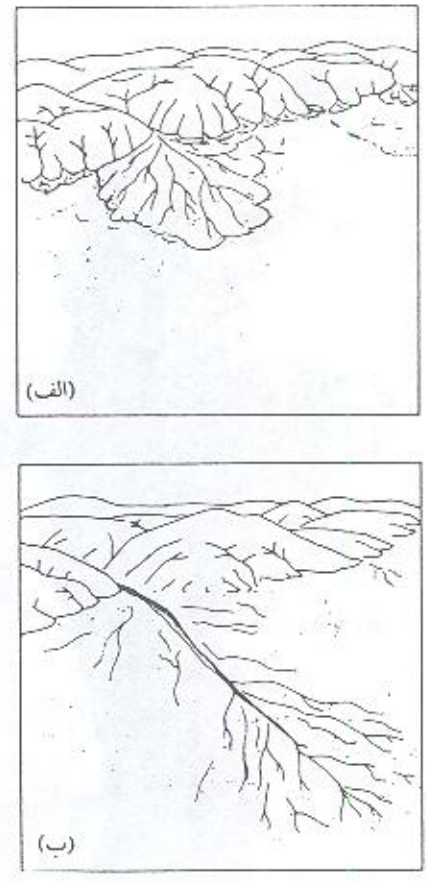
د- فرضیه تکتونیکی: Bull (1977) چنین تحلیل نموده است که اگر Δu سرعت فراز شد کوهستان، Δe سرعت فرسایش سطح مخروط افکنه در مجاورت کوهستان و ΔW سرعت حفر بستر توسط رودخانه باشد، برای این که رودخانه سطح مخروط را ببرد باید وضعیت زیر حاکم باشد (شکل ۶):

$$\frac{\Delta u}{\Delta t} < \frac{\Delta w}{\Delta t} > \frac{\Delta c}{\Delta t}$$

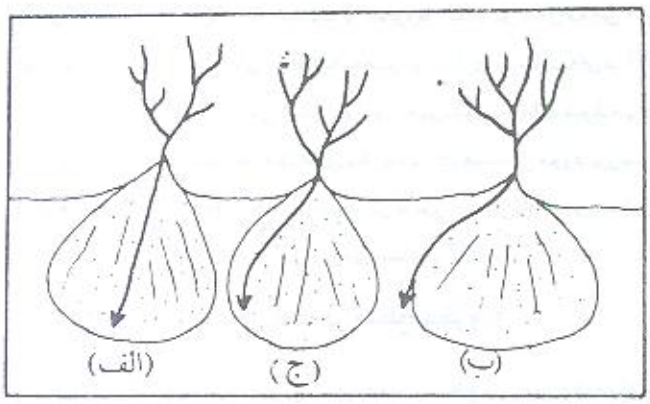
۵ - فرضیه‌های مربوط به تغییرات آب و هوائی: تغییرات آب و هوائی از طریق تاثیر بر پارامترهائی نظیر افزایش فراوانی رگبارها، افزایش شدت رگبارها، افزایش و کاهش بارندگی کل همراه با افزایش شدت رگبارها، شرایط سطح مخروط افکنه‌ها را از رسوبگذاری به فرسایشی تغییر می‌دهند. در ارتباط با ساز و کار تغییرات آب و هوائی و نوع آن اختلاف نظر به‌چشم می‌خورد. بسیاری از محققان، از جمله Lecce (1990)

و Lustig (1965) معتقدند که در دوره‌های مرطوب رسوبگذاری و در دوره‌های خشک، به‌علت ایجاد جریان‌های آبی (Debris Flow)، بریدگی صورت می‌گیرد. این در حالی است که Beaty (1963, 1970) معتقد است که جریان‌های آبی مخروط افکنه‌ها را می‌سازند و فرسایش نمی‌دهند.

با توجه به فرضیات پنجگانه فوق می‌توان نتیجه گرفت که بریدگی سطح مخروط افکنه‌ها تنها در اثر حرکات تکتونیکی و فرازش کوهستان صورت نمی‌گیرد. ولی در شرایطی که میزان بریدگی زیاد بوده و سایر شواهد دوزمین ساختی نیز در منطقه وجود داشته باشند، تکتونیک عامل اصلی و مهم بریدگی آنها را تشکیل می‌دهد.



شکل ٦ ـ تأثیر فراز شد تکتونیکی بریدگی مخروط افکنه‌ها: الف ـ در اثر فراز شد سریع کوهستان، محدوده رسوبگذاری در پائین دست آن تشکیل می‌گردد (aBull, 1968)



شکل ۷ ـ انواع مخروط افکنه از نظر موقعیت مجرای اصلی: الف ـ میانی یا مرکزی، ب ـ کناری، ج ـ حاشیه‌ای

۷- پیشرفتگی رأس مخروط به سمت جبهه کوهستانی

میزان پیشرفتگی رأس مخروط به داخل جبهه کوهستانی و تعداد آبراهه‌هایی که به سطح آن وارد می‌شوند نیز می‌تواند متأثر از شرایط نوزمین ساختی محل باشد. هر چه مدت طولانی‌تری از آرام بودن تکتونیکی منطقه سپری شود، به‌علت رسوبگذاری در راس مخروط، پیشرفتگی آن به‌داخل جبهه کوهستانی افزایش می‌یابد و بدین ترتیب رأس آن با آبراهه‌های زیادتری که قبلاً به یک آبراهه اصلی وصل می‌شدند تماس می‌یابد.

خاطر نشان می‌سازد که پیشرفتگی مخروط افکنه به سمت کوهستان در عین حال موجب افزایش پیچ و خم (Siniusity) جبهه کوهستانی نیز می‌شود که مقدار آن با میزان فراز شد تکتونیکی منطقه ارتباط معکوس دارد.

۸- موقعیت مجرای اصلی

سطح مخروط افکنه‌ها اغلب دارای یک مجرای اصلی و عمده است. مجرای اصلی در هر قسمت از سطح مخروط (محور میانی تا حاشیه) می‌تواند دیده شود و بر این اساس می‌توان مخروط افکنه‌هارا به انواع با مجرای اصلی میانی، کناری و حاشیه‌ای تقسیم‌بندی نمود (شکل ۷). بطور کلی در طی زمان نسبتاً طولانی به علت رسوبگذاری و کاهش شیب، رودخانه مسیر خود را در سطح مخروط افکنه تغییر می‌دهد و وضعیت‌های میانی، کناری و حاشیه‌ای را به خود می‌گیرد. ولی در عین حال ممکن است

در اثر کج شدگی (Tilting) بلوکی که مخروط افکنه روی آن تشکیل شده و یا حرکت امتداد لغز کوهستان نسبت به مخروط افکنه در محل تماس این دو با هم، مجرای اصلی مخروط افکنه به‌صورت کناری یا حاشیه‌ای درآید. در این رابطه و جهت بررسی نقش عوامل زمین‌ساختی باید موقعیت مجرای اصلی کلیه مخروط افکنه‌های یک جبهه کوهستانی مورد بررسی قرار گرفته و از نظر آماری تحلیل شود. در صورت معنی‌دار بودن تحلیل آماری می‌توان آنرا متاثر از عوامل نوزمین ساختی دانست.

۹- مشخصات دره حفر شده در سطح مخروط

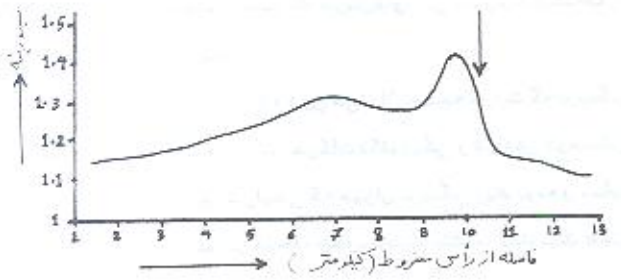
چنانچه مشخص شود که دره حفر شده در سطح مخروط افکنه ناشی از عملکرد تکتونیک است، می‌توان با مطالعه آن اطلاعات نوزمین ساختی بیشتری بدست آورد. از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

الف - بررسی پیچ و خمش‌های (Sinousity) دره: با تعیین پیچ و خمش دره از راس تا نقطه پخش جریان در سطح مخروط افکنه می‌توان محل فراز شد سنگ بستر را بدست آورد. بعنوان مثال، با بررسی پیچ و خمش دره حفر شده در سطح مخروط افکنه شاهزاده عباس، واقع در جنوب دشت رفسنجان، محور اصلی فراز شد مشخص شده است. رشد تاقدیس درزیر مخروط افکنه عامل این پدیده در نظر گرفته می‌شود (شکل ۸).

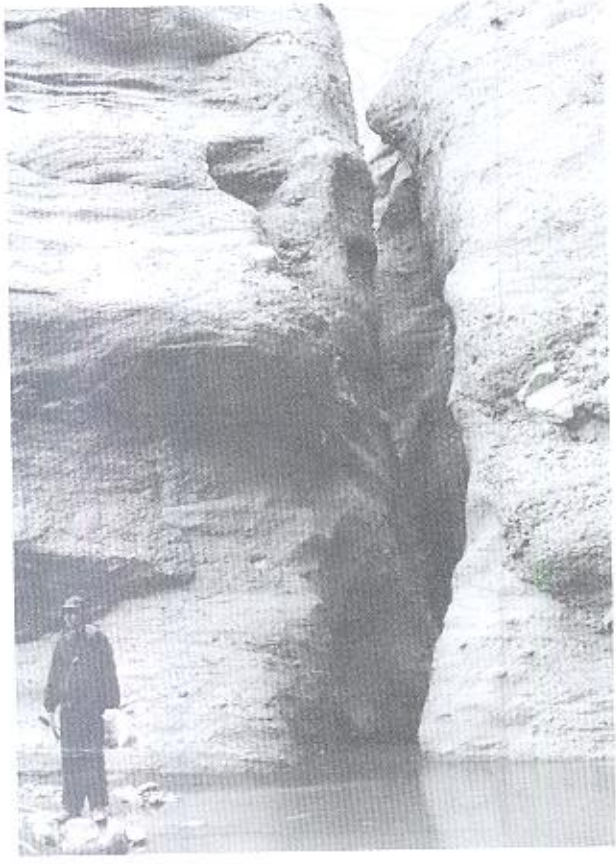
ب- ممکن است دره حفر شده در سطح مخروط افکنه متقارن نبوده و بطور کلی شیب یک دیواره آن بیش از دیگری باشد. چنین پدیده‌ای می‌تواند نشان‌دهنده نحوه کج شدگی و اختلاف نسبی فراز شد در دو سمت مخروط افکنه باشد. به‌عنوان مثال، شیب دیواره شرقی دره مخروط افکنه شاهزاده عباس اغلب بیشتر است. مفهوم آن زیاد بودن فراز شد در سمت باختر مخروط نسبت به خاور آن می‌تواند باشد که به معنی کج شدگی به سمت خاور است .

ج- وجود پادگانه، نوع و تعداد آن در دیواره دره‌های حفر شده در سطح مخروط افکنه‌ها می‌تواند اطلاعات نوزمین ساختی با ارزشی بدست دهد. به‌ویژه تعدّد آنها گاهی ناشی از فراز شد مرحله‌ای (Pulsed uplift) است.

د- شکل دره حفر شده در سطح مخروط افکنه نیز در ارزیابی نوزمین ساختی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بطور کلی هر چه فراز شد زمین ساختی جوانتر و شدیدتر باشد دره حفر شده تنگتر و عمیق‌تر خواهد بود. در مناطق دارای حرکات تکتونیکی بسیار جوان چنین دره‌هائی به‌صورت تنگ و عمیق با دیواره عمودی دیده می‌شوند (شکل ۹)، ولی با گذشت زمان به‌صورت دره وسیع و کم عمق در می‌آیند. می‌توان این پارامتر را نیز به صورت عددی تعیین نمود و مورد ارزیابی قرار داد (مثلاً به‌صورت نسبت ژرفا به‌پهنا).



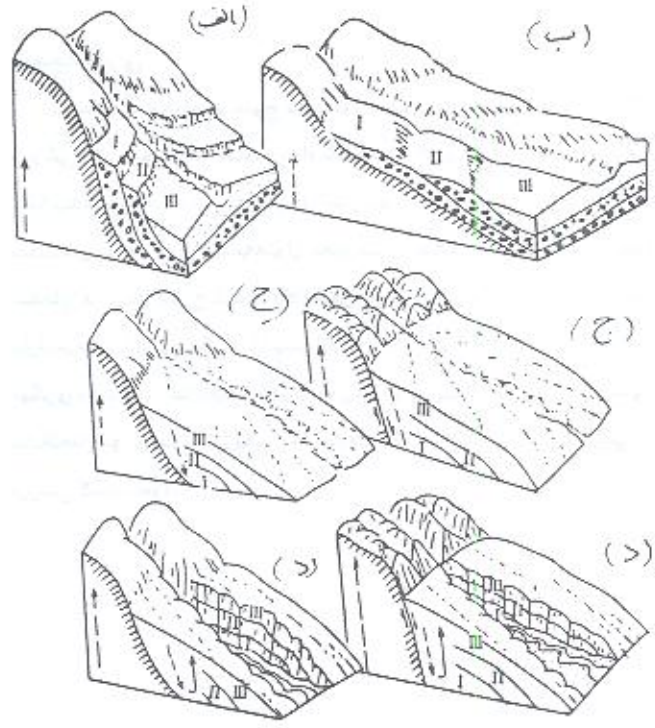
شکل ۸ - منحنی تغییرات سینوزیته دره حفر شده در راس مخروط افکنه شاهزاده عباس واقع در جنوب دشت رفسنجان محور اصلی فراز شد منطقه که در اثر رشد یک تاقدیس فعال صورت گرفته در مجاورت محدوده دارای سینوزیته بیشینه قرار می‌گیرد.



شکل ۹ - به علت شدت فراز شد تکتونیکی در رودخانه شاهزاده عباس رفسنجان در بعضی مناطق بسیار تنگ و عمیق می‌شود (پهنای کمتر از ۱ متر و عمق چند ده متر).

۱۰- ساختمان داخلی مخروط

مطالعه ساختمان مخروط افکنه‌ها نیز می‌تواند اطلاعات نوزمین ساختی جالبی بدست دهد. Han (1989) از دیدگاه ارتباط ساختمان داخلی با نئوتکتونیک مخروط افکنه‌ها را به چهار نوع تقسیم‌بندی نموده است (شکل ۱۰).



شکل ۱۰ ـ انواع مخروط افکنه بر اساس ساختمان داخلی مخروط (HAN, 1989): الف ـ مخروط متداخل، ب ـ مخروط فلسی، ج ـ مخروط مدفون شده و، د ـ مخروط مرکب.

الف- مخروط از نوع متداخل (Inset fan): در این نوع مخروط هر واحد (قسمت) جوانتر در داخل فضای فرسایشی (Erosional breach) مخروط قبلی قرار می‌گیرد. این باعث می‌شود که مرز قبلی به‌صورت واضح دیده شود. این نوع مخروط افکنه‌ها اغلب در یک محدوده پایکوهی باریک بین یک واحد کوهستانی شیدداً و متناوباً بالا رونده و یک دشت یا حوضه شیدداً پائین رونده دیده می‌شوند. (شکل ۱۰ – الف).

ب – مخروط فلسی (Imbricated fan): در انواع فلسی هر مخروط جوانتر روی قسمت میانی تا تحتانی مخروط افکنه قدیمی و مرتفع قبلی قرار می‌گیرد. این نوع مخروط افکنه‌ها در شرایطی تشکیل می‌شوند که یک پهنه پایکوهی وسیع بین کوهستانی که به شدت بالا رفته و حوضه یا دشت نسبتاً نوری که فرونشسته است، قرار گرفته باشد (شکل ۱۰– ب).

ج- مخروط دفن شده (Burried fan): در این حالت هر مخروط مسن‌تر توسط مخروط جوانتر پوشیده می‌شود. این نوع مخروط افکنه در مناطقی یافت می‌شود که محدوده پایکوهی بطور متناوب به سمت پائین خمیده شده یا توسط گسل‌ها پائین رود (شکل ۱۰–ج).

د- مخروط مرکب (Compound fan): مخروط افکنه‌های مرکب در دو مرحله تشکیل می‌شوند. در مرحله اول حرکات متناوب محدوده پایکوه به سمت پائین موجب تشکیل تعدادی مخروط افکنه روی هم قرار گرفته می‌شود. سپس، بالا رفتن ناشی از حرکات تکتونیکی باعث می‌شود که مخروط افکنه‌های مدفون شده بریده گردند و بدین ترتیب نوع مرکب، متشکل از چند نسل مخروط، تشکیل می‌شود. این مخروطها در اثر پیشروی منطقه بالا رونده به سمت منطقه پائین رونده یا گسترش دشت رفسنجان نمونه بارزی از این پدیده است. به‌علت بریده شدن آن توسط رودخانه به مقدار زیاد (گاهی تا ۷۰ متر) ساختمان داخلی آن به‌خوبی قابل مطالعه بوده و بر مبنای مطالعات انجام شده یک مخروط افکنه مرکب است.

بنابراین ساختمان داخلی مخروط افکنه‌ها نیز می‌تواند اطلاعات با ارزشی در مورد شرایط و نحوه عملکرد نئوتکتونیک در اختیار قرار دهد. تنها مسئله‌ای که استفاده از این معیار را گاهی با مشکل مواجه می‌سازد فقدان اطلاعات کافی از ساختمان داخلی مخروط افکنه‌ها است و تنها انواعی که توسط رودخانه به‌خوبی بریده شده باشند را می‌توان بدین ترتیب مورد بررسی قرار داد. بندرت ممکن است بتوان براساس مطالعات ژئوفیزیکی و یا نمونه‌برداری از جدار چاهها، ساختمان داخلی مخروط افکنه‌ها را روشن سازیم.

۱۱- تبدیل پدیمنت (Pediment) به مخروط افکنه

گاهی مرز رسوبهای مخروط افکنه باسنگ بستر بصورت یک مرز فرسایشی هموار از نوع پدیمنت است (شکل ۱۱). در این صورت می‌توان نتیجه گرفت که در یک مرحله زمانی در مرز کوه با دشت شرایط فرسایشی و توسعه پدیمنت حاکم بوده است. از آنجا که پدیمنتها در مناطق آرام تا نسبتاً آرام که اختلاف ارتفاع کوهستان با دشت شدید نیست تشکیل می‌گردند (عباس نژاد ۱۳۷۵)، می‌توان سن نسبی بالا رفتن شدید کوهستان که منجر به تشکیل مخروط افکنه در روی سطح پدیمنتی شده است را مشخص ساخت. به‌علاوه، از نظر نوزمین ساختی چنین وضعیتی مبین یک دوره آرام طولانی (تشکیل پدیمنت) و متعاقب آن فعالیت شدید و ناگهانی (تشکیل مخروط روی سطح پدیمنتی) می‌باشد.

۱۲- وجود چین و گسل در مخروط

گاهی در رسوب‌های مخروط افکنه‌ها چین وگسل نیز دیده می‌شود (شکل ۱۲) بدیهی است که این نوع چین و گسل‌ها جوان بوده و می‌توانند معرف فعالیت و لرزه خیز بودن آن منطقه باشند.

نتیجه‌گیری

براساس آنچه که توضیح داده شد، چنین نتیجه‌گیری می‌شود که ویژگی‌های مختلف مخروط افکنه‌ها نظیر ضخامت رسوبها فعالیت،تغییرات عمومی اندازه ذرات رسوب، نیمرخ طولی، بریدگی و ساختمان داخلی می‌توانند به‌عنوان معیارهایی جهت ارزیابی شرایط نوزمین ساختی هر محل مطرح گردند. نکته قابل توجه این است که بسیاری از این پارامترها، نظیر بریدگی و تغییر اندازه رسوبات،گاهی ناشی از عوامل دیگری می‌باشند. لذا باید همیشه با رعایت احتیاط و با توجه به سایر نشانه‌ها آنها را مورد ارزیابی قرار داده و اطلاعات نوزمین ساختی با ارزشی کسب نمود.

شکل ۱۱ ـ تشکیل رسوب‌های مخروط افکنه‌ای روی یک سطح هموار (پدیمنت) موجود در سطح لایه‌های عمودی، مبین ایجاد پدیمنت، و در نتیجه آرام‌ترین منطقه، در یک مرحله زمانی (پلیوکواترنری) و فعالیت شدید تکتونیکی بعد از آن (پلیتوسن تا عهد حاضر) می‌باشد. عکس از دیواره دره حفر شده در سطح مخروط افکنه شاهزاده عباس رفسنجان تهیه شده است.

شکل ۱۲ ـ گسل جوان در رسوب‌های مخروط افکنه شاهزاده عباس رفسنجان مبین فعال بودن منطقه در عصر حاضر است.

کتاب‌نگاری

عباس‌نژاد، احمد، ۱۳۶۵، پژوهش‌های ژئومورفولوژی در دشت رفسنجان، دانشگاه تبریز، پایان‌نامه دوره دکترا.

Reference

Beaty, C.B., 1970, Age and estimated rate of accumulation of an alluvial fan, White Mountains, California, American Journal of Science 268, PP. 50-70.

Beaty, C.B., 1963, Origin of alluvial fans, White Mountains, California and Nevada, Annals: Association of American Geographers, 53, PP. 516-535.

Blair, T.C., 1987, Sedimentary Processes, vertical stratification sequences, and geomorphology of the Roaring River alluvial fan, Rocky Mountains National Park, Colorado, Journal of Sedimentaty Petrology, 57, PP. 1-18.

Blair, T.C. and Mcpherson, J.G.,1994. Alluvial fan processes and forms in: Geomorphology of Desert Environments, ed. by: A.D. Abrahams and A.J. Parsons, Chapman and Hall, London, PP. 354-402.

Bull, W.B., 1972. Recognition of alluvial fan deposits in the stratigraphic record, in: Recognition of Ancient Sedimentary Environments, ed.by: W.K. Hamblin and J.K.Rigby, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists. Special Publication. 16. PP. 63-83.

Bull, W.B., 1964a, Geomorphology of segmente alluvial fans in Western Fresno County, California, U.S. Geological Survey Professional Paper 352-E.

Bull, W.B. 1964b. History and causes of channel trenching in Western Fresno County, California American Journal of Science 262, PP. 249-258.

Bull, W.B., 1962, Relations of alluvial fan size and slope to drainage basin size and lithology in Western Fresno County, California, U.S. Geological Survey Professional Paper, 450-B.

Bull, W.B., 1961. Tectonic significance of radial profiles of alluvial fans in Western Fresno County, California, United States Geological Survey, Paper. 182-184.

Cooke, R.U., Warren, A. and Goudie, A., 1993. Desert Geomorphology, UCL Press, London, 526 P.

Denny, C.S. 1967. Fans and Pediments, American Journal of Science, 265, PP. 81-105.

Eckis, R. 1928. Alluvial fans of the Cucamonga District, Southern California, Journal of Geology 369, PP. 111-141.

Galloway, W.E. and Hobday, D.k., 1983. Terrigenous Clastic depositional systems. Springer-Verlagy, New York.

Han. M., 1985. Tectonic geomorphology and its application to earthquake Prediction in China in: Tectonic Geomorphology, ed. by: M. Morisawa and J.T.Hack, Unwin Hyman, Boston, PP. 367-386.

Harvey, A.M. 1989. The occurrence and role of arid zone alluvial fans, in: Arid Zone Geomorphology ed. by: D.S.G. Thomas, Belhaven Press, London. PP.136-158.

Heward, A.P., 1978. Alluvial fan sequence and megasequence models: with examples from Westphalian D-Steshanian B Coalfields, nordern spain, in: Fluvial sedimentology ed. by: A.D. Mial, Canadian Society of Petroleum Geologists Memoir 5, PP. 669-702.

Hooke, R.L., 1972. Gemorphic evidence for late Wisconsin and Holocene tectonic deformation, Death Valley, California, Bulletin of Geological Society of American, 83, 2073-2098.

Lecce, S.A., 1990. The alluvial fan problem, in Alluvial fans, A Field Approach, ed. by: A.H. Rachocki and M. Church, John Wiley and Sons, Chichester, PP. 3-24.

Lustig, L.K. 1965. Clastic sedimentation in Deep Springs Valley, California, U.S. Geological Survey Professional Paper, 352-F, PP. 131-132.

Rachocki, A.H., 1981. Alluvial fans: An Attempt at an Empirical Approcach, John Wiley and Sons, New York, 391P.

Schumm, S.A. 1977. The fluvial system, New York, Wiley.

Small, J. and Witherick, Mar 1990, A modern dictionary of Geography (2nd ed.) Edward Arnold, London.

White, K.H. 1988, The relationship between catchment structure and piedmont development in the Tunisian Southern Atlas (M.S. Thesis).