

## نئوتکتونیک دامنه جنوبی البرز با تأکید بر مخروط افکنه‌ها

دکتر بهرام آزادبخت

عضو هیات علمی گروه کارتوگرافی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۸/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۱۲/۲

### چکیده

در مناطقی که زمین ساخت فعال می‌باشد اشکال توپوگرافی سطح زمین و سیستم‌های هیدرولوژی نیز در ارتباط کامل با آن هستند و در نتیجه می‌توان یک برآورد کمی بین فعالیت‌های نئوتکتونیک و فرآیندهای سطح زمین انجام داد و به تبیین و مدل‌بندی تکامل چشم‌انداز زمین پرداخت. در دامنه جنوبی البرز - از تهران تا سمنان - به دلیل حاکمیت شرایط خشک و نیمه خشک مخروط افکنه‌ها را می‌توان در اکثر نقاط دید. شهرهای تهران و گرمسار و سمنان از جمله شهرهایی می‌باشند که بر روی مخروط افکنه واقع شده‌اند. به دلیل وجود منابع سطحی و زیر سطحی در مخروط افکنه‌ها و حاصلخیزی آن‌ها و قابلیت بهره‌برداری از اهمیت بالای کشاورزی و سکونتگاهی برخوردار هستند و از این رو مورد توجه ژئومورفولوگ‌ها هستند. در این پژوهش با استفاده از مطالعات میدانی، تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی سعی گردیده تا داده‌های مورفومتریک و ژئومتریک مورد بررسی آماری و ریاضی قرار گرفته و در نهایت از آن‌ها نتایج و برداشت ژئومورفولوژیکی به عمل آید.

نتایج این پژوهش و تحقیق نشان می‌دهد که اولاً بین مساحت مخروط افکنه و مساحت حوضه آبریز مربوطه همبستگی وجود دارد. ثانیاً: در این بررسی اثر فعالیت‌های تکتونیک بر روی مخروط افکنه‌ها مشخص گردید. ثالثاً: شکل مخروط افکنه‌ها و ابعاد آن‌ها ناشی از فعالیت فرآیندهای سطح زمین می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: هیدرولوژی، نئوتکتونیک، مخروط افکنه، دامنه جنوبی البرز

## مقدمه

واژه‌ی مخروط افکنه (Alluvial Fan) برای اولین بار توسط دریو<sup>۱</sup> (۱۸۷۳) به کار برده شد (به نقل از بلیرومک فرسون)<sup>۲</sup>. اولین تعریف علمی از مخروط افکنه نیز توسط نامبرده به شرح زیر ارائه شده است:

«نهشته‌هایی که من به آن‌ها نام مخروط افکنه دادم در ناحیه لاداخ<sup>۳</sup> هیمالیای غربی در هند در حد وسیعی گسترده شده‌اند و از اشکال بسیار مشخص نهشته‌های سطحی هستند. محل تشکیل آن‌ها دهانه‌ی رودخانه‌ها، جایی که رودخانه از دره به دشت وارد می‌شود، می‌باشد. شعاع مخروط افکنه‌ها در حدود یک مایل می‌باشد و شیب زمین در امتداد شعاع مذکور ۵ تا ۶ درجه است مخروط افکنه شکل یک مخروط دارد که رأس آن به طرف محل خروج از کوهستان می‌باشد (بلیرومک فرسون ۱۹۹۴).

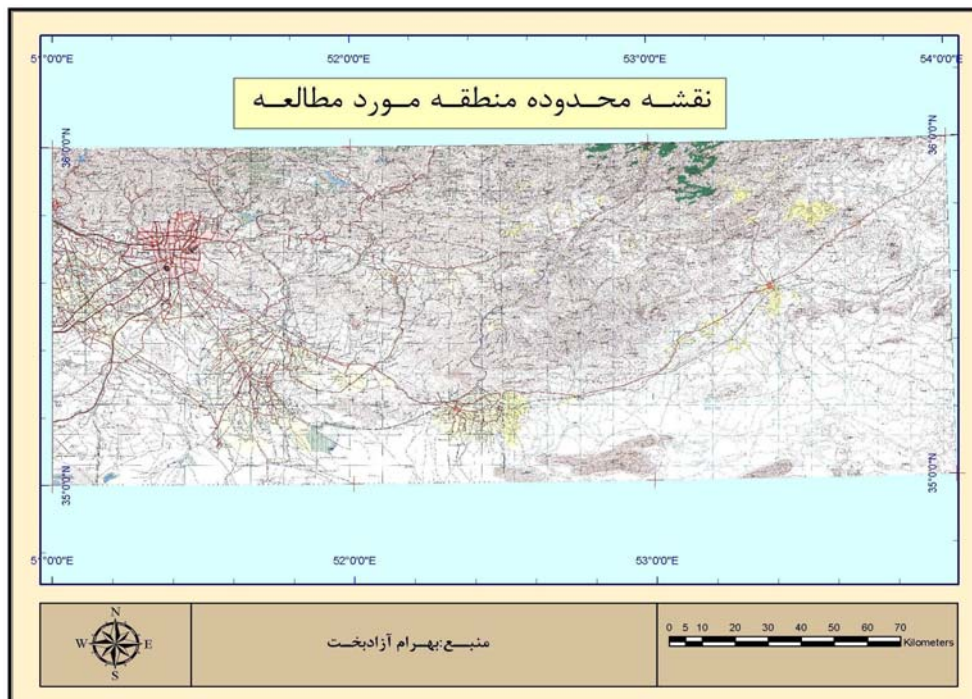
به منظور ارزیابی اثرات فعالیت‌های تکتونیکی از روش کلور پینتر (۱۹۹۶) استفاده شد. براساس این روش شکل یک مخروط افکنه می‌تواند نشانگر نوع فعالیت تکتونیکی در مجاورت جبهه کوهستانی و سطح مخروط افکنه‌ها باشد. از آنجایی که مخروط افکنه‌ها شکل مخروط دارند منحنی‌های میزان مخروط افکنه‌های ساده تقریباً حالت قوسی دارند و بخشی از یک دایره را تشکیل می‌دهند. در مخروط افکنه‌های غیرساده که تحت تأثیر فعالیت‌های تکتونیکی بوده‌اند منحنی‌های سطح مخروط افکنه‌ها به جای دایره بخشی از یک بیضی را تشکیل می‌دهند.

مقدار خمیدگی مخروط افکنه‌ها را می‌توان از طریق بیضی‌های منطبق با منحنی‌های میزان محاسبه و طول قطر بزرگ (a) و قطر کوچک (b) را اندازه‌گیری نموده و در این صورت مقدار خمیدگی مخروط افکنه‌ها عبارت است از:

$$\beta = \arccos \left[ \left( \frac{b}{a} \right)^2 \sin^2 a + \cos a \right]^{1/5}$$

## معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه البرز جنوبی - از تهران تا سمنان - می‌باشد. البرز جنوبی به وسیله گسله‌های مشا، فیروزکوه و آستانه البرز شمالی و به وسیله گسل شمال دامغان سمنان، رامه و پلنگو از شمال ایران مرکزی جدا می‌شود. (نبوی، بربریان و قریشی ۱۳۶۶ و ۱۳۶۷). این منطقه از جنوب به شمال بین ۳۵° تا ۳۶° عرض شمالی و از غرب به شرق بین ۵۱° تا ۵۴° طول شرقی گسترده شده است دارای ۳۰۵۳۳ کیلومتر مربع مساحت است (نقشه ۱).



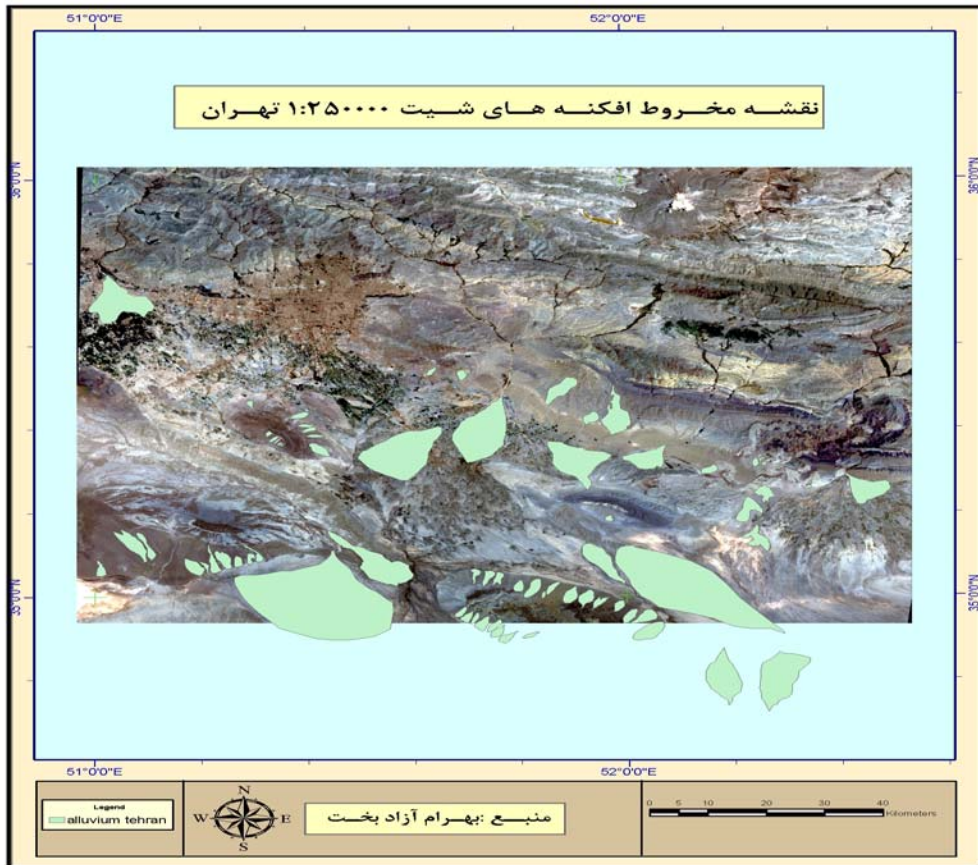
نقشه‌ی ۱

از نظر زمین‌شناسی ویژگی این پهنه، تفاوت رسوبات پالئوزوئیک با البرز شمالی، وجود کرتاسه با ناپیوستگی هم شیب (نبود دگرشیبی) است. فرق آن با شمال ایران مرکزی (پهنه بینالود)، نبود فرآیندهای آتشفشانی ائوسن در بخش شرقی البرز جنوبی است. (نبوی ۱۳۵۵- بربریان و قریشی ۱۳۶۸)

قسمت جنوب شرقی پیکره‌ی ایران مرکزی است که در تماس با البرز قرار دارد. محدوده‌ی مفصلی میان بلوک‌های ایران مرکزی و البرز با وجود مجموعه‌های افیولیتی تکتونیسیم که به وجود آورنده‌ی گسل‌های امتداد لغز راست بر طولیل بوده است متمایز می‌گردد. (نقشه‌ی ۲ و ۳)

### مواد و روش‌ها

نوع روش تحقیق مبتنی بر بررسی مستقیم و غیرمستقیم مشاهده ای است. نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰/۰۰۰ و عکس‌های هوایی ۱:۵۵۰۰۰ و ۱:۲۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای ETM و لندست انجام شده، سپس



## نقشه‌ی ۲

به منظور تکمیل اطلاعات مشاهدات میدانی صورت گرفته است. در بررسی مورفومتری مخروط‌افکنه‌ها روابط بین مساحت حوضه، شعاع مخروط افکنه، اختلاف ارتفاع، شیب مخروط‌افکنه، ضریب C، طول آبراهه مورد بررسی قرار می‌گیرد. این گونه ارزیابی براساس مدل‌های ریاضی و آماری صورت می‌پذیرد. در روابط مورد بررسی اطلاع از شرایط توپوگرافی و زمین‌شناسی و هیدرولوژی و ... ضروری است. تعداد ۱۱۸ مخروط‌افکنه بررسی و تشخیص داده شده است که در دو واحد کوهستانی و کوهپایه‌ای البرز و در واحد دشت شکل‌گیری داشته‌اند. نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌ها در جدول ۱ به شرح زیر گردآوری شده‌اند.



نقشه‌ی ۳

### یافته‌ها

#### الف- رابطه بین مساحت مخروط افکنه با مساحت حوضه زهکش:

مساحت یک مخروط افکنه به مقدار رسوب‌های حمل شده از حوضه زهکش بالا دست آن بستگی دارد. هرچه حوضه زهکش بزرگ‌تر باشد مواد تخریبی حمل شده بیشتر خواهد بود، و می‌توان گفت که مخروط افکنه‌های بزرگ‌تر حوضه زهکشی بزرگ‌تری داشته‌اند.

بول<sup>۱</sup> و هوک<sup>۲</sup> رابطه بین مساحت مخروط افکنه را با مساحت حوضه زهکشی به صورت زیر نشان داده‌اند:

$$AF = C A a^n$$

AF = مساحت مخروط افکنه ( $\text{Km}^2$ )

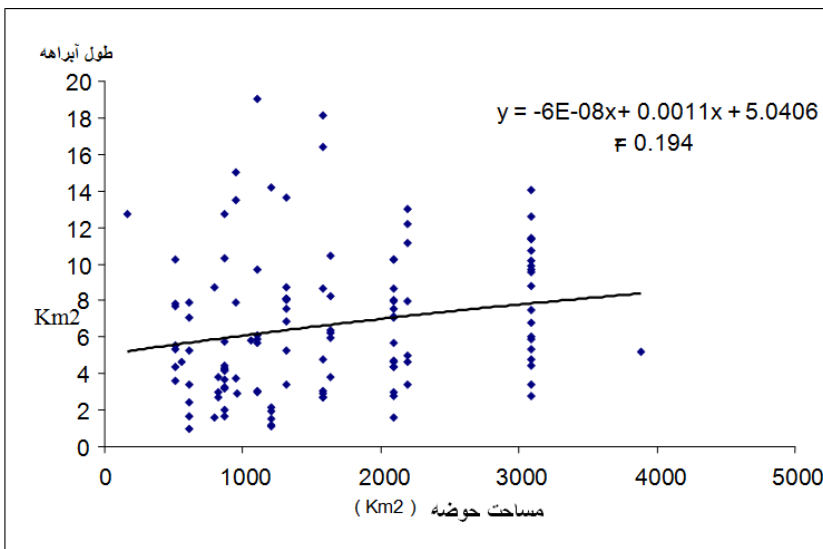
C = مساحتی از مخروط افکنه به ازای یک کیلومتر مربع از مساحت حوضه زهکشی ( $\text{Km}^2$ )

a C A = مساحت مخروط افکنه و قسمتی از حوضه زهکشی

در این تجزیه و تحلیل که در شکل ۱ تهیه گردیده بر روی محور افقی مساحت حوضه زهکشی و بر روی محور عمودی مساحت مخروط افکنه قرار دارد. این مقایسه به چهار روش خطی ( $R = 0/10$ ) و چند جمله‌ای ( $R = 0/16$ ) و لگاریتمی ( $R = 0/12$ ) و روش exponential ( $R = 0/21$ ) محاسبه گردیده است، و در چهار نوع از اتصال نقاط خط مستقیمی حاصل نگردیده است و انحراف نقاط از خط بسیار زیاد است (مانند نقشه‌ی ۱ و مطابق با جدول ۱ مقدار عددی ضریب C بین ۱٪ تا ۸۲٪ می‌باشد یعنی به ازای هریک کیلومتر مربع از مساحت حوضه زهکش، مساحت مخروط افکنه‌ها بین ۱٪ تا ۸۲٪ کیلومتر مربع تغییر می‌کند. دلیل این تغییرات عبارتند از:

۱- نسبت بین مساحت منطقه رسوبگذاری با مساحت منطقه کاوشی:

هرچه منطقه بیشتر تحت تاثیر فرسایش کاوشی قرار گیرد به همان نسبت مواد تخریبی آن در سطح وسیع‌تری در حوضه به جا می‌ماند. علت زیاد بودن مقدار ضریب در مخروط افکنه (Sem-32) این است که بیشتر رسوبات حاصل از تخریب ناهمواری حوضه زهکش آن‌ها مستقیماً به سوی مخروط افکنه انتقال داده شده است. در



نمودار ۱- ضریب همبستگی حوضه و طول آبراهه با روش چندجمله‌ای

حوضه‌های مقدار C کمتر است مانند (Sem-51) که ۰/۱ می‌باشد. ناهمواری‌های فرسوده شده به صورت دشت در می‌آیند و از وسعت تخریب کاسته شده است و رسوبگذاری زیاد شده است.

### ۲- مقدار بار رسوب

بار رسوبی حوضه به لیتولوژی و توپوگرافی حوضه زهکشی بستگی دارد که سنگ‌های رسوبی سست در حوضه وجود دارد و به‌علاوه دامنه‌ها زیاد و دره‌ها نیز عمیق می‌باشند در صورتی که در بخش دشت رسوبگذاری بیشتر بوده است بنابراین بار رسوب تابعی از شیب حوضه می‌باشد.

### ۳- فضای رسوبگذاری

در انتهای مخروط افکنه‌ها که به بستر زهکش اصلی ختم می‌گردد میزان قابل توجهی از رسوب‌ها در اختیار زهکش اصلی قرار می‌گیرد و از محل خارج می‌شود بنابراین برای توسعه این قبیل مخروط افکنه‌ها فضای کافی وجود نداشته است. معادله همبستگی بین مساحت مخروط افکنه‌های حوضه با مساحت حوضه زهکشی به صورت زیر می‌باشد:

$$y = 4.6817 e^{0.0003 x}$$

$$R^2 = 0.0461$$

$$R = 0.21$$

### ب- رابطه بین شیب مخروط افکنه‌ها با مساحت آن‌ها در حوضه:

شیب مخروط افکنه‌ها با مساحت آن‌ها و همچنین مساحت حوضه زهکشی و حجم تخلیه رود نسبت عکس دارد. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های مورفومتریک مخروط افکنه‌ها شیب آن‌ها است. زیرا شیب نشان‌دهنده تحول مورفولوژیکی آن است.

هر چه مخروط افکنه‌ها بزرگ‌تر باشند، شیب آن‌ها کمتر می‌شود. در نتیجه مخروط افکنه‌های بزرگ‌تر شیب ملایم‌تر و مخروط افکنه‌های کوچک‌تر شیب تندتر دارند.

در نمودار ۲ رابطه عکس بین مساحت مخروط با شیب آن‌ها به صورت عکس مشخص می‌باشد. میزان همبستگی به عوامل متعددی بستگی دارد که باید آن‌ها را شناسایی نمود تا شیب و خصوصیات آن مشخص گردد.

رابطه بین شیب مخروط افکنه‌ها با مساحت آن‌ها با استفاده از روش خطی (R = ۰/۳۰) و روش exponential (R = ۰/۳۳) و روش چند جمله‌ای (R = ۰/۳۲) و

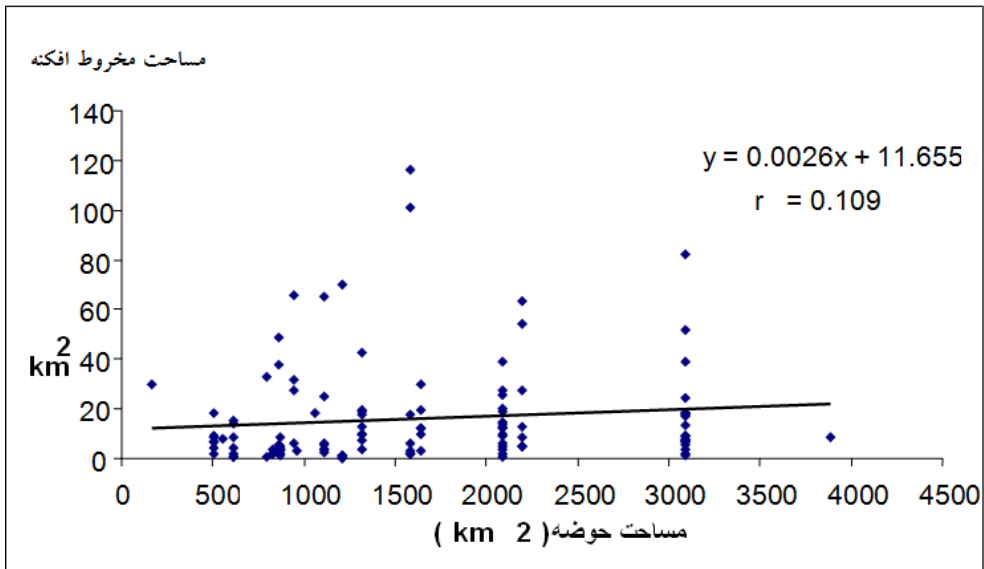
روش لگاریتمی (R = ۰/۴۳) می‌باشد که معادله آن به صورت زیر است:

$$y = -0.716 \ln(x) + 4.3095$$

$$R^2 = 0.1815$$

$$R = 0.43$$

همبستگی ضعیف معادله  $0/43$ ، ناشی از رسوبگذاری می‌باشد. جریان‌های سیلابی در شکل مخروط‌افکنه نقش مهمی داشته‌اند. در بخش شمالی جریان‌های رودخانه‌ای-سیلابی و یا صفحه‌ای در توسعه مخروط‌افکنه نقش داشته‌اند. به همین جهت مواد و عناصر مخروط‌افکنه‌های بزرگ (تهران- گرمسار- سمنان) از رأس به سمت قاعده ریز و ریزتر می‌شود و قاعده آن‌ها را عناصر ریزدانه زمین‌های حاصلخیز را تشکیل داده‌اند. در مخروط‌افکنه‌های بزرگ رسوب‌های حاصل از طغیان‌های فصلی و یا سیلاب‌های اتفاقی به شکل صفحه‌ای در قاعده مخروط‌افکنه‌ها پخش می‌شوند.



نمودار ۲- ضریب همبستگی حوضه و مخروط افکنه با روش خطی

ج- رابطه بین مساحت حوضه زهکشی با طول آبراهه‌ها:

میزان همبستگی بین مساحت حوضه زهکشی با استفاده از روش لگاریتمی  $(R = 0/16)$  و روش exponential  $(R = 0/25)$  و روش خطی  $(R = 0/19)$  و روش چند جمله‌ای  $(R = 0/19)$  می‌باشد. که معادله روش exponential به صورت زیر می‌باشد:

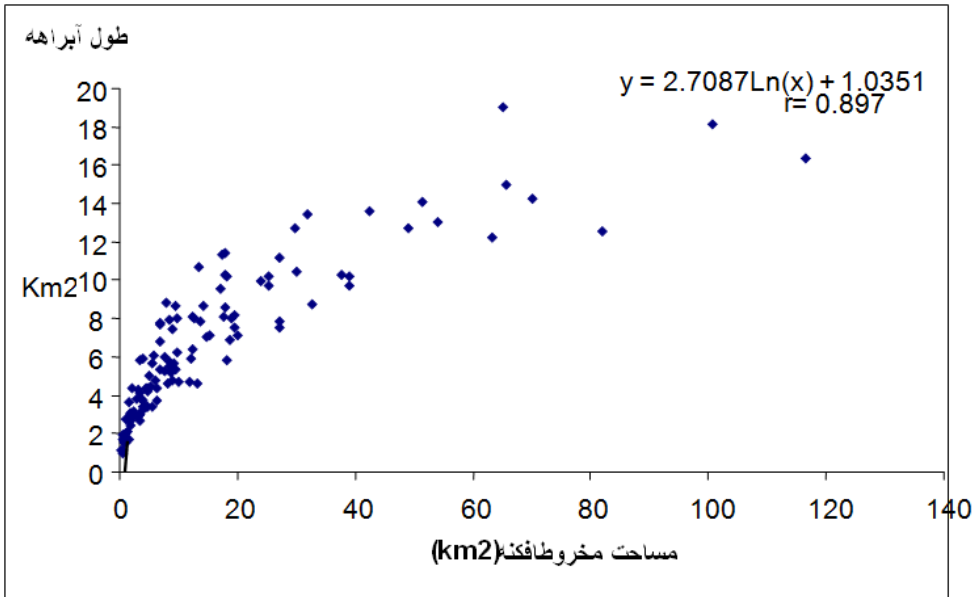


$$y = 4.0821 e^{0.0002 x}$$

$$R^2 = 0.0616$$

$$R = 0.25$$

در مخروط‌هایی که شکل آن‌ها کامل و کشیده است همبستگی بیشتر است. تغییرات طول آبراهه‌ها نتیجه تاثیر مستقیم حوضه‌های آبرگیر است (نمودار ۳).



نمودار ۳- ضریب همبستگی مخروط افکنه با روش لگاریتمی

### نتیجه‌گیری

مخروط افکنه‌های منطقه مورد مطالعه تشکیل و تکوین آن‌ها ناشی از عوامل زیر می‌باشد:

۱. مخروط‌افکنه‌های بزرگ مانند تهران، گرمسار و سمنان به دلیل شیب کم و تحول زهکشی بالا دست آن به درجه پایداری رسیده است.
۲. در شیب‌های تند دامنه‌ها که عمق دره‌ها زیاد است حوضه زهکشی آن‌ها ناپایدار و در نتیجه مخروط‌افکنه‌ها نیز ناپایدارند (شمال منطقه مورد مطالعه).
۳. باتوجه به نقشه تکتونیکی و وضعیت گسل‌های عمده و خرده منطقه، نقشه ی

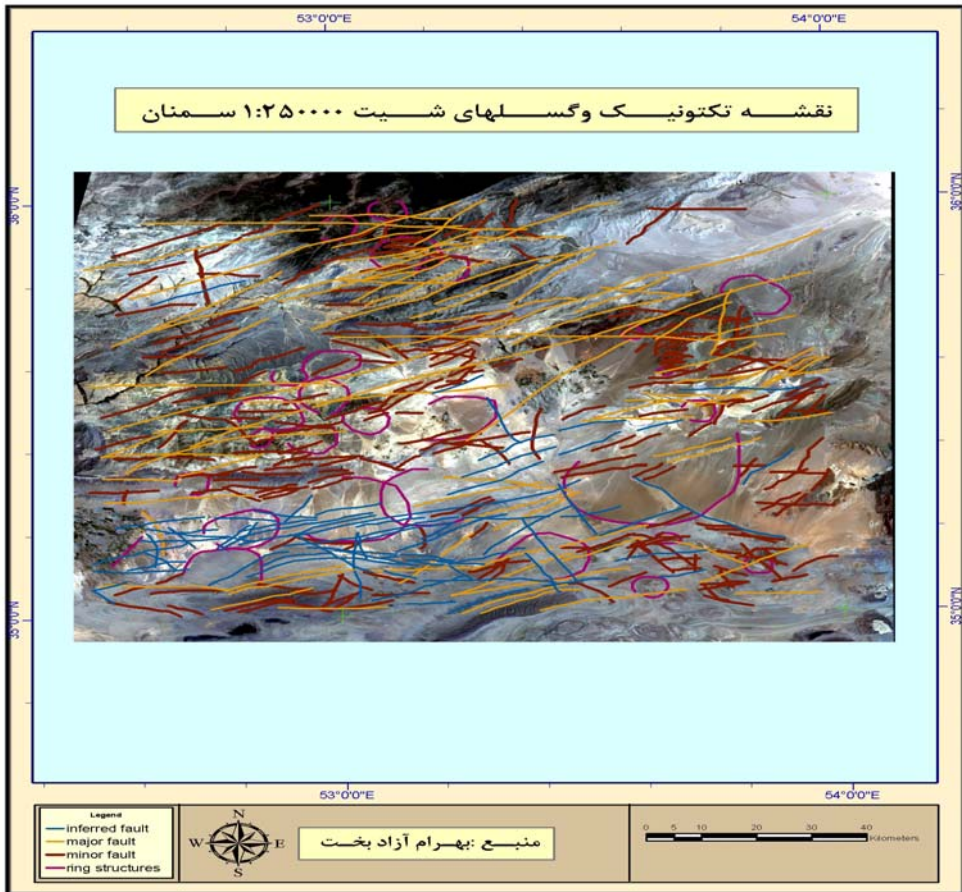
### جدول ۱

ردیف	مساحت مخروط افکنه سمان (km <sup>2</sup> )	شیب مخروط افکنه	طول آبراهه (km)	مساحت حوزه (km)	مساحت مخروط افکنه تهران (km <sup>2</sup> )	طول آبراهه (km)	مساحت حوزه (km)	شیب مخروط افکنه
1	17.6737	3.00	8.09	1313.700	17.6737	8.09	1313.700	3.00
2	9.4956	2.50	8.70	1313.700	9.4956	8.70	1313.700	2.50
3	7.5710	4.50	5.25	1313.700	7.5710	5.25	1313.700	4.50
4	13.5061	1.00	10.70	3089.380	13.5061	10.70	3089.380	1.00
5	17.4707	1.00	11.35	3089.380	17.4707	11.35	3089.380	1.00
6	13.0565	2.00	4.64	2198.220	13.0565	4.64	2198.220	2.00
7	39.1318	3.00	9.70	3089.380	39.1318	9.70	3089.380	3.00
8	5.6638	5.00	3.40	3089.380	5.6638	3.40	3089.380	5.00
9	17.9718	1.75	11.43	3089.380	17.9718	11.43	3089.380	1.75
10	7.8589	1.75	8.81	3089.380	7.8589	8.81	3089.380	1.75
11	51.4747	1.50	14.08	3089.380	51.4747	14.08	3089.380	1.50
12	2.1232	4.00	4.41	3089.380	2.1232	4.41	3089.380	4.00
13	17.0093	4.00	9.58	3089.380	17.0093	9.58	3089.380	4.00
14	39.0704	1.80	10.22	2088.837	39.0704	10.22	2088.837	1.80
15	6.7425	3.00	5.31	3089.380	6.7425	5.31	3089.380	3.00
16	2.7868	3.00	2.93	958.850	2.7868	2.93	958.850	3.00
17	8.9774	3.00	7.45	3089.380	8.9774	7.45	3089.380	3.00
18	53.9208	3.00	13.04	2198.220	53.9208	13.04	2198.220	3.00
19	5.0981	4.00	4.98	2198.220	5.0981	4.98	2198.220	4.00
20	9.7169	4.00	8.02	1313.700	9.7169	8.02	1313.700	4.00
21	8.3455	4.00	7.93	2198.220	8.3455	7.93	2198.220	4.00
22	27.1308	3.00	11.17	2198.220	27.1308	11.17	2198.220	3.00
23	4.8008	5.00	3.42	2198.220	4.8008	3.42	2198.220	5.00
24	14.8609	0.03	7.05	2088.830	14.8609	7.05	2088.830	0.03
25	12.1935	5.00	5.92	1639.450	12.1935	5.92	1639.450	5.00
26	2.9137	5.60	3.81	1639.450	2.9137	3.81	1639.450	5.60
27	19.5484	1.00	7.57	1313.700	19.5484	7.57	1313.700	1.00

28	6.9740	1.00	6.77	3089.380	6.9740	6.77	3089.380	1.00
29	8.9315	1.00	4.80	3089.380	8.9315	4.80	3089.380	1.00
30	3.9455	1.50	5.91	3089.380	3.9455	5.91	3089.380	1.50
31	24.0519	0.08	9.93	3089.380	24.0519	9.93	3089.380	0.08
32	82.1237	1.00	12.57	3089.380	82.1237	12.57	3089.380	1.00
33	4.7967	3.80	4.36	2088.830	4.7967	4.36	2088.830	3.80
34	1.8697	4.50	2.79	2088.830	1.8697	2.79	2088.830	4.50
35	12.6748	1.80	7.99	2088.830	12.6748	7.99	2088.830	1.80
36	1.0766	1.50	2.74	3089.380	1.0766	2.74	3089.380	1.50
37	3.8700	3.00	3.41	1313.700	3.8700	3.41	1313.700	3.00
38	18.0644	1.50	10.18	3089.380	18.0644	10.18	3089.380	1.50
39	7.5783	1.70	6.02	3089.380	7.5783	6.02	3089.380	1.70
40	12.4856	3.00	8.09	1313.700	12.4856	8.09	1313.700	3.00
41	37.6041	3.40	10.32	864.820	37.6041	10.32	864.820	3.40
42	48.9714	3.40	12.71	864.820	48.9714	12.71	864.820	3.40
43	29.9756	10.00	10.43	1639.450	29.9756	10.43	1639.450	10.00
44	19.5578	3.00	8.21	1639.450	19.5578	8.21	1639.450	3.00
45	63.3939	2.00	12.19	2198.220	63.3939	12.19	2198.220	2.00
46	12.4300	3.00	6.39	1639.450	12.4300	6.39	1639.450	3.00
47	19.9919	2.70	7.15	2088.830	19.9919	7.15	2088.830	2.70
48	19.0866	0.07	8.05	2088.830	19.0866	8.05	2088.830	0.07
49	27.2109	2.40	7.51	2088.830	27.2109	7.51	2088.830	2.40
50	25.2798	0.05	10.22	2088.830	25.2798	10.22	2088.830	0.05
51	9.8328	0.05	6.24	1639.450	9.8328	6.24	1639.450	0.05
52	9.3576	0.07	5.69	2088.830	9.3576	5.69	2088.830	0.07
53	14.1518	3.00	8.64	2088.830	14.1518	8.64	2088.830	3.00
54	9.9265	1.40	4.73	2088.830	9.9265	4.73	2088.830	1.40
55	8.1930	6.00	4.61	555.470	8.1930	4.61	555.470	6.00
56	11.8775	3.50	4.67	2088.830	11.8775	4.67	2088.830	3.50
57	2.2594	7.50	3.15	864.820	2.2594	3.15	864.820	7.50

58	5.3466	2.70	4.45	864.820	5.3466	4.45	864.820	2.70
59	18.0856	10.00	5.84	1064.090	18.0856	5.84	1064.090	10.00
60	42.4303	2.00	13.61	1313.700	42.4303	13.61	1313.700	2.00
61	18.7791	3.00	6.86	1313.700	18.7791	6.86	1313.700	3.00
62	8.6146	2.60	5.21	3889.380	8.6146	5.21	3889.380	2.60
63	6.3825	7.50	4.38	2088.830	6.3825	4.38	2088.830	7.50
64	0.7785	6.00	1.57	2088.830	0.7785	1.57	2088.830	6.00
65	3.4866	5.80	2.98	2088.830	3.4866	2.98	2088.830	5.80
66	1.22142	7.40	2.12	1206.860	1.22142	2.12	1206.860	7.40
67	0.55568	6.80	1.92	1206.860	0.55568	1.92	1206.860	6.80
68	0.28043	6.60	1.13	1206.860	0.28043	1.13	1206.860	6.60
69	1.02922	8.70	1.55	1206.860	1.02922	1.55	1206.860	8.70
70	4.48321	3.00	4.38	509.450	4.48321	4.38	509.450	3.00
71	6.92565	2.00	7.81	509.450	6.92565	7.81	509.450	2.00
72	18.03845	2.00	10.27	509.450	18.03845	10.27	509.450	2.00
73	6.83346	2.00	7.69	509.450	6.83346	7.69	509.450	2.00
74	8.34424	2.00	5.54	509.450	8.34424	5.54	509.450	2.00
75	3.40414	2.00	3.01	1110.410	3.40414	3.01	1110.410	2.00
76	2.69271	1.60	3.02	1110.410	2.69271	3.02	1110.410	1.60
77	3.40353	2.00	5.87	1110.410	3.40353	5.87	1110.410	2.00
78	25.25245	0.02	9.68	1110.410	25.25245	9.68	1110.410	0.02
79	65.00437	0.02	19.01	1110.410	65.00437	19.01	1110.410	0.02
80	3.18077	2.40	4.28	867.830	3.18077	4.28	867.830	2.40
81	4.83573	2.50	4.24	867.830	4.83573	4.24	867.830	2.50
82	4.00155	2.00	3.70	867.830	4.00155	3.70	867.830	2.00
83	0.97714	3.00	2.03	867.830	0.97714	2.03	867.830	3.00
84	1.71304	1.40	3.62	509.450	1.71304	3.62	509.450	1.40
85	9.42007	1.00	5.32	509.450	9.42007	5.32	509.450	1.00
86	5.59721	0.02	5.66	1110.410	5.59721	5.66	1110.410	0.02
87	5.92415	0.02	6.09	1110.410	5.92415	6.09	1110.410	0.02

88	0.45336	7.00	1.16	1206.860	0.45336	1.16	1206.860	7.00
89	1.97082	4.00	2.90	1583.610	1.97082	2.90	1583.610	4.00
90	6.10284	2.50	4.78	1583.610	6.10284	4.78	1583.610	2.50
91	1.78979	4.00	3.04	1583.610	1.78979	3.04	1583.610	4.00
92	1.70430	3.00	2.71	825.890	1.70430	2.71	825.890	3.00
93	31.88168	4.00	13.48	947.810	31.88168	13.48	947.810	4.00
94	6.23402	2.00	3.73	947.810	6.23402	3.73	947.810	2.00
95	13.73758	0.03	7.87	614.800	13.73758	7.87	614.800	0.03
96	8.58914	1.00	5.29	614.800	8.58914	5.29	614.800	1.00
97	0.45994	6.00	1.68	614.800	0.45994	1.68	614.800	6.00
98	1.84452	3.00	2.40	614.800	1.84452	2.40	614.800	3.00
99	0.47821	5.00	0.94	614.800	0.47821	0.94	614.800	5.00
100	3.60334	3.00	3.78	825.890	3.60334	3.78	825.890	3.00
101	0.71437	2.30	1.56	792.660	0.71437	1.56	792.660	2.30
102	15.20045	0.06	7.09	614.800	15.20045	7.09	614.800	0.06
103	1.60338	2.50	1.69	867.830	1.60338	1.69	867.830	2.50
104	1.81538	3.00	2.98	825.890	1.81538	2.98	825.890	3.00
105	4.35610	1.00	3.41	614.800	4.35610	3.41	614.800	1.00
106	3.95363	2.50	3.23	867.830	3.95363	3.23	867.830	2.50
107	8.44740	2.00	5.72	867.830	8.44740	5.72	867.830	2.00
108	3.47196	2.00	4.12	867.830	3.47196	4.12	867.830	2.00
109	3.32190	4.00	2.68	1583.610	3.32190	2.68	1583.610	4.00
110	1.95925	4.00	2.71	1583.610	1.95925	2.71	1583.610	4.00
111	70.07809	1.00	14.22	1206.860	70.07809	14.22	1206.860	1.00
112	32.78525	1.10	8.75	792.660	32.78525	8.75	792.660	1.10
113	65.76419	0.02	15.01	947.810	65.76419	15.01	947.810	0.02
114	27.16171	1.40	7.88	947.810	27.16171	7.88	947.810	1.40
115	29.82396	0.01	12.71	163.910	29.82396	12.71	163.910	0.01
116	17.90767	7.00	8.62	1583.610	17.90767	8.62	1583.610	7.00
117	116.50019	0.06	16.38	1583.610	116.50019	16.38	1583.610	0.06

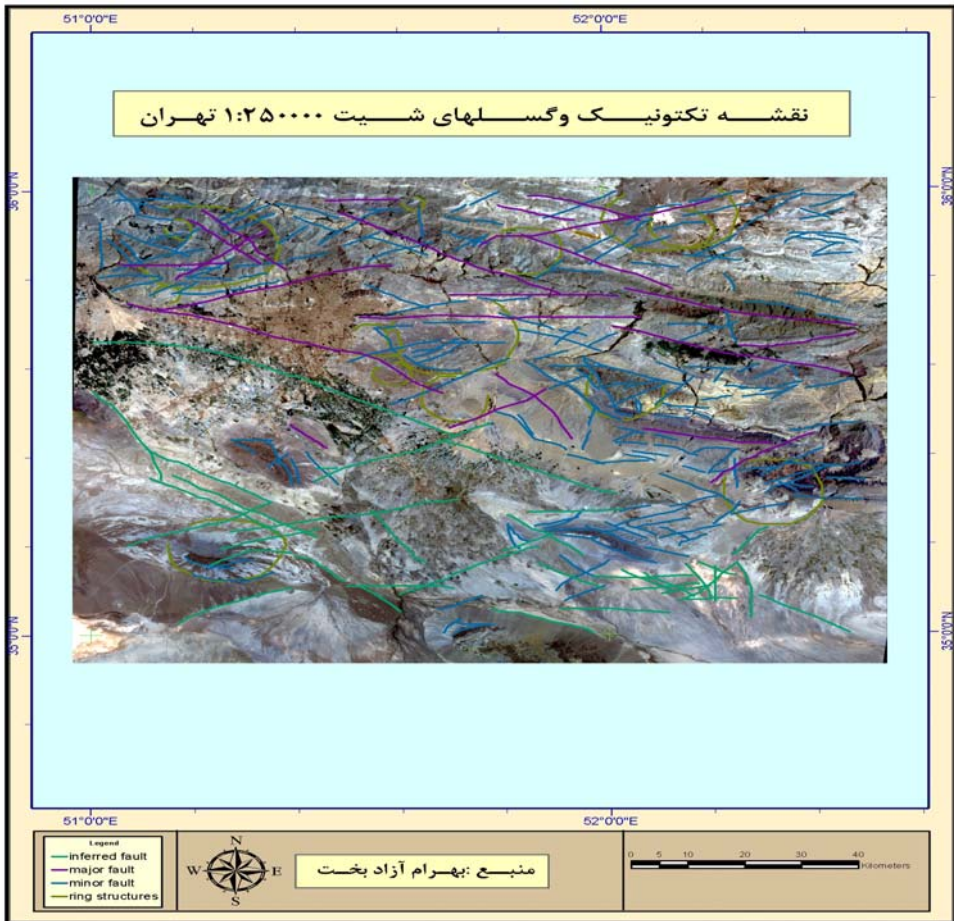


### نقشه‌ی ۴

شماره‌ی ۴ تمامی مخروط‌افکنه‌ها تحت تاثیر نیروی‌های زمین‌ساختی قرار گرفته اند و نیم‌رخ طول مخروط تجزیه شده است. فرونشینی بستر مخروط و افزایش عمق نهشته‌ها، تغییر شیب سطحی مخروط، گودشدگی مجرای رأس مخروط حاکی از این امر است.

۴. تحولات ناشی از وقایع اقلیمی و هیدرولوژیکی مثل سیلاب‌های اتفاقی در حوضه‌ها که معمولاً ابعادی وسیع اما تداومی اندک دارند و سبب تحولات سریع و دگر شکلی‌های اساسی در حوضه می‌شوند.

۵. گسل‌ها و راندگی‌های ناشی از فعالیت‌های تکتونیکی موجب دگرگونی ظاهری مخروط شده ولی بر ابعاد آن‌ها تاثیری نداشته است (نقشه‌ی ۵).



نقشه‌ی ۵

۶. فرآیندهای اولیه تشکیل مخروط افکنه‌های منطقه شامل فرآیندهای جریانی (حمل رسوب به سطح مخروط توسط سیلاب‌ها) و حرکات دامنه‌ای می‌باشند. در عین حال فرآیندها و عوامل ثانویه نظیر فرسایش و رسوبگذاری بادی، تاثیر موجودات زنده، هوازدگی و تشکیل خاک، نئوتکتونیک و انسان به آرامی تغییرات و جابه‌جایی در سطح مخروط افکنه‌ها ایجاد کرده‌اند.

## منابع

- آزادبخت، بهرام ، ۱۳۸۵، ترجمه مسائل مخروط افکنه‌ها، ۴۱ صفحه، تألیف: اسکات- ای. لکی ثروتی، محمدرضا. ۱۳۷۰. ویژگی‌های ژئومورفولوژیک دشت‌ها، مجله منابع طبیعی شماره ۴۵، صفحه ۳۷-۴۳.
- ثروتی، محمدرضا. ۱۳۷۱. ویژگی‌های ژئومورفولوژیک دشت‌های بیابانی و کویری ایران، مجموعه مقالات سمینار بررسی مسائل مناطق بیابانی و کویری ایران جلد دوم، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
- جداری عیوضی، جمشید. ۱۳۷۶. ژئومورفولوژی ایران. دانشگاه پیام‌نور. ۱۰۶ صفحه.
- جداری عیوضی، جمشید. ۱۳۶۱. کویر کبودان، پژوهش‌های جغرافیائی موسسه جغرافیای دانشگاه تهران، شماره ۱۸، صفحه ۱-۲۸.
- خیام، مقصود. ۱۳۵۰. ملاحظاتی چند در سفره‌های آبرفتی و نهشته‌های کوتاه‌تر جلگه تبرغ، مجموعه مقالات سمینار جغرافی. انتشارات آستان قدس، صفحه ۱۵۵-۱۶۵
- شایان، سیاوش. ۱۳۸۲- ویژگی‌های مخروط افکنه حوضه گاماسیاب پژوهش‌های جغرافیائی، شماره ۴۶، صفحه ۹۹-۱۱۳.
- علائی طالقانی، محمود. ۱۳۸۰- مورفومتری مخروط افکنه‌های حوضه میقان فصل‌نامه جغرافیائی سرزمین سال اول، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۳.
- محمودی، فرج‌ا...، ویژگی‌های پیکرشناسی زمین در حوضه آبریز زاهدان، مجله پژوهش‌های جغرافیائی، شماره ۲۹، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
- یمانی- مجتبی. ۱۳۸۲. بررسی و تحول کانال‌های گیسوئی در سطح مخروط افکنه‌ها پژوهش‌های جغرافیائی- شماره ۴۵- صفحه ۱۱۳-۱۰۳.
- Bull, W.B. 1979. Threshold of critical power in streams. Geological society of America Bulletin, Vol. 90: 453-464.
- Bull, W.B. Alluvial Fans. Journal of Geological Education Vol. 15: 101-105.
- Hook. R. L. (1967): processes on arid- Region alluvial fans- Jour. Of Geol 75: 438- 460.