

## دو فصلنامه‌ی ژئومورفولوژی کاربردی ایران

سال دوم، شماره سوم، بهار و تابستان ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: ۹۳/۴/۳۱ تاریخ پذیرش: ۹۳/۶/۲۲

صص ۶۵ - ۷۸

### بررسی ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی برخان‌های غرب دشت لوت (شرق شهداد-دشت تکاب)

مهران مقصودی\*، دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشکده‌ی جغرافیا دانشگاه تهران، تهران، ایران  
سعید نگهبان، استادیار ژئومورفولوژی گروه جغرافیا دانشگاه شیراز، شیراز، ایران  
سجاد باقری، دانش‌آموخته‌ی دکتری ژئومورفولوژی دانشکده‌ی جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

#### چکیده

وسعت زیادی از پهنه‌ی ایران را سطوح به نسبت هموار و کم ارتفاعی تشکیل می‌دهد که به دلیل ارتفاع اندک و سایر عوامل اقلیمی، از شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک برخوردار است. فقر پوشش گیاهی و همواری نسبی، موجب غلبه‌ی فرآیندهای کندوکاو و تراکم بادی در این مناطق شده است. این پژوهش سعی دارد که به بررسی ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی برخان‌های بخش غربی دشت بزرگ لوت، در شرق شهداد بپردازد. تحقیق از نوع توصیفی - تحلیلی مبتنی بر روش‌های آماری، کتابخانه‌ای و میدانی است. بدین صورت که ابتدا منطقه‌ی مورد مطالعه از روی عکس‌های ماهواره‌ای و هوایی، شناسایی و سپس با سفر میدانی به منطقه، اقدام به اندازه‌گیری ویژگی‌های مورفومتری ۱۶ عدد از برخان‌های منطقه و هم چنین نمونه برداری از ۱۰ برخان (از هر برخان ۷ نمونه) شد. پس از آن در آزمایشگاه، عملیات گرانولومتری بر روی نمونه‌ها انجام گردید و به تحلیل آماری ویژگی‌های مورفومتری برخان‌ها پرداخته شد. نتایج تحلیل همبستگی پارامترهای مورفومتری نشان می‌دهد که بیش تر پارامترها در سطح ۹۹ درصد معناداری با یک دیگر قرار دارد، بدین معنا که تغییر در یک پارامتر، تغییر در دیگری را سبب می‌گردد. تحلیل‌های آماری نشان می‌دهد که بیش ترین طول دامنه‌ی رو به باد برخان‌ها، حدود ۶۸ متر است که مربوط به برخان شماره‌ی ۷ بوده و کم‌ترین طول دامنه‌ی رو به باد ۸٫۲ متر است که مربوط به برخان شماره‌ی ۱۱ می‌باشد، هم چنین میانگین طول دامنه‌ی رو به باد کلیه‌ی برخان‌های مورد بررسی ۳۱٫۱۹ متر است، علاوه بر این انحراف معیار طول دامنه‌ی رو به باد برخان‌های مورد بررسی ۱۵٫۳۹، واریانس ۲۳۷٫۰۷، چولگی آن‌ها ۰٫۷۲ و کشیدگی آن‌ها ۰٫۷۸ می‌باشد، هم چنین میانگین طول بازوهای راست، بیش تر از بازوهای چپ است، و این نشان دهنده‌ی این موضوع بسیار

مهم می باشد که بازوهای راست برخان های مورد مطالعه، بیش تر در معرض بادهای غالب منطقه قرار دارد و در نتیجه دارای طول بیش تری نسبت به بازوهای چپ است. میانگین پهنای مجموعه ی برخان ها ۴۰,۶ متر بوده و میانگین طول آن ها ۵۶,۰۱ متر است. انحراف معیار پهنای برخان ها ۱۹,۳۷ و انحراف معیار طول ۲۵,۳۵ می باشد. واریانس پهنای ۳۷۵,۵۶ و واریانس طول ۶۴۲,۷۸ است. علاوه بر این میزان چولگی پهنای ۰,۹۳ و چولگی طول ۰,۳۸ بوده و کشیدگی پهنای ۱,۷۶ و کشیدگی طول ۰,۴۱ می باشد. نتایج گرانولومتری نشان می دهد که بیشترین فراوانی نمونه ها، مربوط به ماسه های با اندازه ی ۲۵۰ تا ۵۰۰ میکرون (۵۴,۴ درصد) می باشد و نمونه ی ۱۲۵ تا ۲۵۰ در مقام دوم (۳۶,۶۴ درصد) و نمونه ی ۶۳ تا ۱۲۵ میکرون در مقام سوم (۶,۳۱ درصد) فراوانی قرار دارد.

### واژگان کلیدی

لوت، برخان، شهداد، اشکال ماسه ای

### مقدمه

مسائل مربوط به چگونگی شکل گیری و تکامل تپه های ماسه ای در مناطق بیابانی توجه بسیاری از دانشمندان داخلی و خارجی را به خود معطوف کرده است (Bagnold, 1941; 245. Li, 1992; 172. Ling, 1990; 199. Liu, 1960; 89.;; 1990. Mckee, 1979; 212. Zhu, 1980; 134. 322. Nickling, 1986; 222 Brookfield and Ahlbrandt, 1983; 324. Kocurek, 1996; 167. Pye and Tsoar, 1990; 432. Besler, 1992; 115. Lancaster, 1995; 193. Bagnold, 1941; 129. Finkel, 1959; 115. Hastenrath, 1967; 172. Hesp, 1998; 435 Howard, 1978; 412. akel, 1980; 218. Jimenez et al, 1999; 189. Kocurek et al, 1992; 321). در رابطه با برخان ها و ویژگی های مختلف آن ها، مطالعات مختلفی در سراسر جهان انجام شده است.

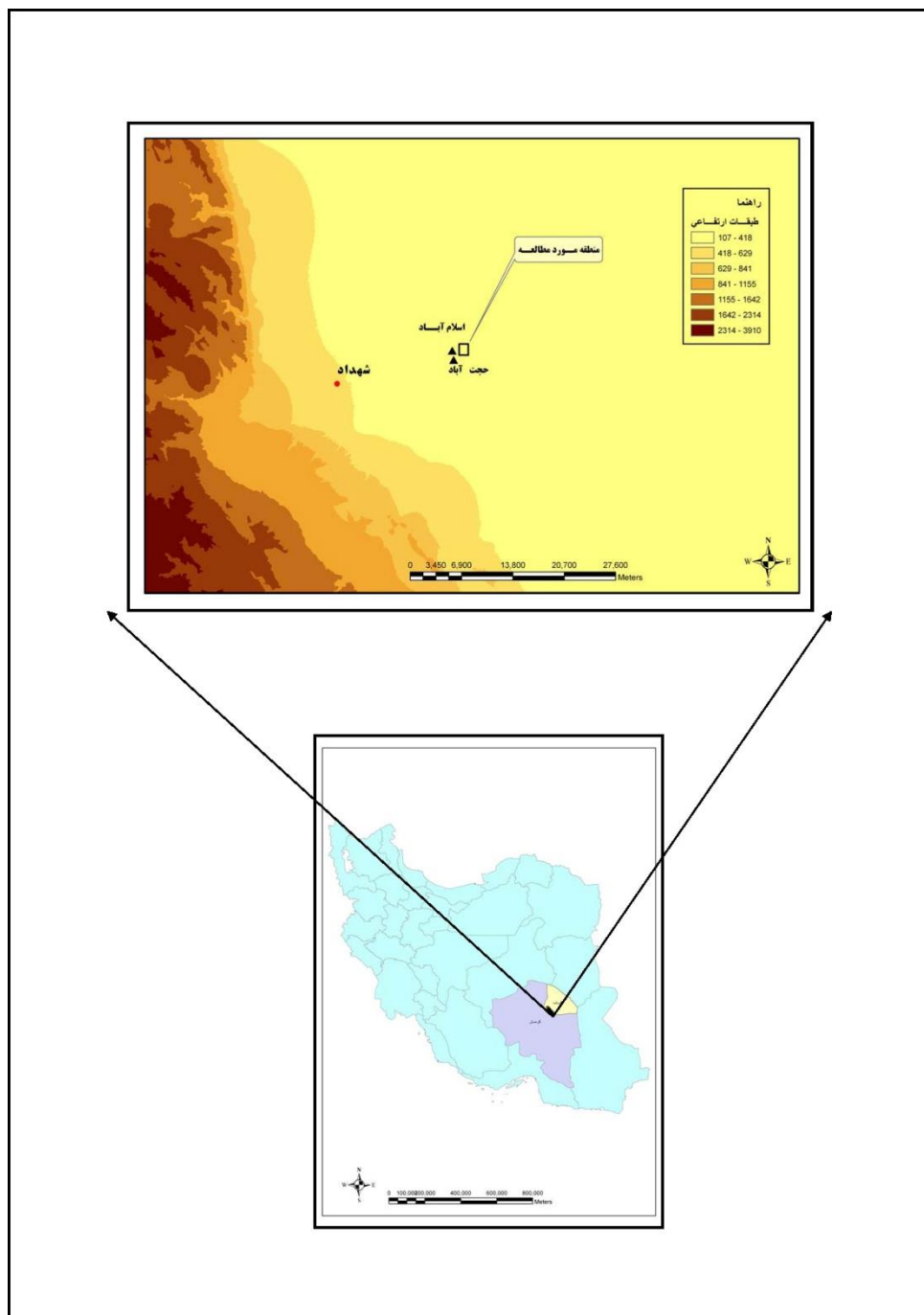
هرسن (۲۰۰۴) به مطالعه ی شکل تپه های ماسه ای برخان پرداخته است، در این کار پس از معرفی مدل مورد استفاده در پژوهش که 3d نام دارد به بررسی انحرافاتی که در اشکال برخان ها تحت تاثیر پارامترهای مختلف محیط طبیعی ایجاد می شود پرداخته شده است. اسچوامل و هرمان (۲۰۰۵) به معرفی مدل برش جانبی در مطالعه برخان ها پرداخته اند و پس از معرفی مدل می گویند که نتایج نهایی حاصل از مدل با اندازه گیری های میدانی منطقه، به طور کامل تایید شده و مدل، کارآیی مناسبی جهت بررسی شکل برخان ها دارد. سورمان و همکاران (۲۰۰۰) در پژوهشی به بررسی شکل تپه های برخان در جنوب مورکو پرداخته اند. آن ها پس از بررسی اشکال مختلف برخان یک مدل ساده ای جهت مطالعه ی پویایی شکل برخان ها پیشنهاد کرده -

اند، این مدل قادر به بیان تفاوت بین برخان‌ها در محل قله، حاشیه و محل‌های که از یک دیگر جدا می‌شود می‌باشد. هم‌چنین سورمان و همکاران (۲۰۰۳) در پژوهشی دیگر به بررسی سرعت باد و نقل و انتقال ماسه‌ها در تپه‌های برخان در شمال شرقی برزیل پرداخته‌اند که در این کار ابتدا نیمرخ برخان‌ها و هم‌چنین سرعت باد را محاسبه و تحلیل کرده‌اند و نشان داده‌اند که با تحلیل و محاسبه سرعت باد می‌توان سرعت جا به جایی برخان‌ها و حتی جهت حرکت آن‌ها در آینده را پیش‌بینی کرد. فیشر و گالدیس (۱۹۸۸) در پژوهشی به ارائه‌ی یک مدل کامپوتری برای شبیه‌سازی حرکت برخان‌ها پرداخته‌اند، آن‌ها با استفاده از این مدل علاوه بر شبیه‌سازی حرکت برخان‌ها به ارائه‌ی نمودارهای متعددی از اشکال برخان‌ها تحت تاثیر تغییرات سرعت باد پرداخته‌اند. آن‌ها عقیده دارند که این مدل جهت کارهای آزمایشگاهی ژئومورفولوژی بسیار مفید است.

موسوی و همکاران A (۱۳۸۹) در پژوهشی به بررسی تاثیر مولفه‌های مورفومتری برخان‌ها بر میزان جابه‌جایی آن‌ها (مطالعه موردی: ریگ چاه جم) پرداخته‌اند، و با استفاده از روش آنالیز رگرسیون، نوع و شدت ارتباط بین میزان جا به جایی و مولفه‌های مورفومتری برخان‌ها را بررسی کرده‌اند و چنین نتیجه گرفته‌اند که ارتباط بین میزان جا به جایی و مولفه‌های مورفومتری از روابط ساده‌ی خطی، توانی و نمایی پیروی می‌کند. موسوی و همکاران B (۱۳۸۹) در پژوهشی دیگر به تلفیق مدل‌سازی ریاضی و آماری ناهمواری برخان (مطالعه موردی: ریگ چاه جم) پرداخته‌اند و با استفاده از روش مدل‌سازی آماری، نوع و شدت روابط بین مولفه‌های ریاضی و مورفولوژی برخان را تعیین کرده‌اند که یکی از مهم‌ترین نتایج این پژوهش تبدیل دو روش مدل‌سازی ریاضی و آماری مورفولوژی برخان به یک دیگر است و چنین نتیجه گرفته‌اند که اگر فاصله‌ی کانونی برخان کم شود، دهانه‌ی آن تنگ تر و حالت واگرایی بازوهای برخان نیز کاهش می‌یابد.

#### منطقه‌ی مورد مطالعه

منطقه‌ی مورد مطالعه در قسمت شرق استان کرمان و در غرب دشت لوت در طول جغرافیایی ۵۷:۵۲:۱۵ تا ۵۷:۵۳:۱۵ شرقی و عرض ۳۲:۲۷:۰۰ تا ۳۲:۲۸:۰۰ شمالی با ارتفاع متوسط ۲۹۸ متر واقع شده است. این منطقه در بخش تکاب شهرستان کرمان در ۱۵ کیلومتری شرق شهر شهداد و در مجاورت روستاهای حجت آباد و اسلام آباد قرار دارد. در قسمت شرقی محدوده‌ی مطالعه، کله‌ت‌های دشت لوت به صورت کله‌تک‌هایی کوچک شروع می‌شود. (شکل شماره‌ی ۱).



شکل شماره ۱: موقعیت منطقه ی مورد مطالعه

### روش‌شناسی تحقیق

پژوهش مورد نظر را می‌توان از لحاظ روش کار به ۷ مرحله تقسیم نمود:

A: مشخص کردن محدوده‌ی مورد نظر از روی عکس‌های ماهواره‌ای و سپس بازدید میدانی از منطقه‌ی مورد مطالعه.

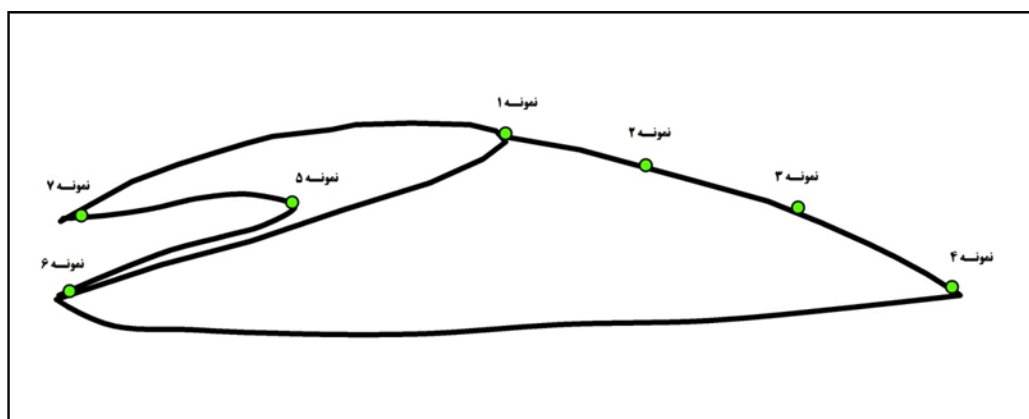
B: بازدید کلی چشم انداز منطقه و مشخص کردن خطوط ترانسکت جهت سهولت مطالعه و انتخاب برخان‌ها جهت برداشت های میدانی. در پژوهش حاضر با ترسیم ۳ ترانسکت نمونه های مورد نظر انتخاب و مطالعه بر روی آن ها صورت گرفت، در طول این ۳ ترانسکت حدود ۱۶ برخان مطالعه گردید(شکل شماره ۲).

C: برداشت ویژگی‌های مورفومتری برخان‌ها. در این پژوهش به بررسی ویژگی‌هایی از قبیل: ارتفاع مطلق (H)، طول (درازای L)، شیب دامنه‌ی رو به باد، شیب دامنه‌ی پشت به باد، طول دامنه‌ی رو به باد، طول دامنه‌ی پشت به باد، طول بازوی راست، طول بازوی چپ، فاصله‌ی بازوها از یک دیگر، مساحت و محیط آن پرداخته شده است.

D: نمونه برداری از قسمت‌های مختلف برخان‌ها. در این پژوهش از هر برخان ۷ نمونه برداشت گردید. ۴ نمونه از دامنه‌ی روبه باد برخان. ۲ نمونه از بازوها و ۱ نمونه از دامنه‌ی پشت به باد (شکل ۲).

E: گرانولومتری رسوبات برداشت شده از برخان‌ها در آزمایشگاه و تحلیل دانه سنجی آن‌ها و هم چنین تحلیل همبستگی بین اجزای مورفومتری برخان‌ها با استفاده از نرم افزار Spss.

F: تحلیل بادهای منطقه و بررسی تاثیرات آن‌ها بر جا به جایی برخان‌ها. در تحلیل بادهای آمار ایستگاه سینوپتیک شهادت استفاده شده است.



شکل ۲: موقعیت نمونه‌های برداشت شده‌ی برخان‌ها

### تحلیل همبستگی پارامترهای مورفومتری برخان‌ها

جهت مشخص کردن همبستگی پارامترهای مورفومتری اندازه گیری شده برخان‌های مورد مطالعه، از همبستگی پیرسون استفاده شده است، بدین صورت که اطلاعات کمی مربوط پارامترهای مورد نظر، وارد نرم افزار SPSS شده و همبستگی پیرسون و سطح معناداری آن‌ها نسبت به یک دیگر مشخص شده است (جدول شماره ۱). نتایج نشان می‌دهد که بیش تر پارامترها در سطح ۹۹ درصد معناداری با یک دیگر قرار دارد بدین معنا که تغییر در یک پارامتر، تغییر در دیگری را سبب می‌شود. به طور مثال در رابطه با کلیه‌ی برخان‌ها این رابطه برقرار است که طول دامنه‌ی رو به باد با پهنای برخان در سطح ۹۵ درصد معناداری و با طول برخان (درازای برخان) در سطح ۹۹ درصد معناداری قرار دارد. هم چنین طول دامنه‌ی رو به باد با طول دامنه‌ی پشت به باد در سطح ۹۹ درصد معناداری با یک دیگر قرار دارد. نکته‌ی جالب توجه در رابطه با برخان‌های مورد مطالعه این است که طول دامنه‌ی پشت به باد، با طول بازوی راست در سطح ۹۹ درصد معناداری قرار دارد اما با طول بازوی چپ کم تر از ۹۵ درصد معنادار است و این ممکن است به خاطر فراوانی بادهای غالب منطقه در سمت بازوی راست برخان‌ها باشد. هم چنین طول دامنه‌ی پشت به باد با فاصله‌ی بازوها از یک دیگر و هم چنین پهنای و طول برخان (درازای برخان) در سطح ۹۹ درصد معناداری قرار دارد.

طول بازوی راست با طول بازوی چپ در سطح ۹۹ درصد معنادار است هم چنین طول بازوها با فاصله‌ی بازوها از یک دیگر نیز در سطح ۹۹ درصد معناداری قرار دارد و این بدان معناست که هر چقدر طول بازوها بیش تر شود، فاصله‌ی آن‌ها از یک دیگر بیش تر می‌شود و این مورد در رابطه با پهنا و طول برخان (L) (درازای برخان) نیز صادق است، یعنی با توجه به سطح ۹۹ درصد معناداری این پارامترها با افزایش طول بازوها، پهنا و طول برخان (L) (درازای برخان) نیز بیش تر می‌گردد.

جدول ۱: تحلیل همبستگی پارامترهای مورفومتری برخان‌های مورد مطالعه

طول (درازای) (L)	پهنا (W)	فاصله ی بازوها از یک دیگر	طول بازوی چپ (متر)	طول بازوی راست (متر)	طول دامنه ی پشت به باد (L1)	طول دامنه ی رو به باد (Ls)	
0.758	0.560	0.439	0.276	0.438	0.831	1	طول دامنه ی رو به باد (Ls)
**0.001	*0.024	0.089	0.301	0.090	**0.000		همبستگی پیرسون سطح معناداری
0.879	0.816	0.690	0.449	0.680	1	0.831	طول دامنه ی پشت به باد (L1)
**0.000	**0.000	**0.003	0.081	**0.004		**0.000	همبستگی پیرسون سطح معناداری
0.872	0.868	0.899	0.750	1	0.680	0.438	طول بازوی راست (متر)
**0.000	**0.000	**0.000	**0.001		**0.004	0.090	همبستگی پیرسون سطح معناداری
0.742	0.766	0.818	1	0.750	0.449	0.276	طول بازوی چپ (متر)
**0.001	**0.001	**0.000		**0.001	0.081	0.301	همبستگی پیرسون سطح معناداری
0.859	0.960	1	0.818	0.899	0.690	0.439	فاصله ی بازوها از یک دیگر
**0.000	**0.000		**0.000	**0.000	**0.003	0.089	همبستگی پیرسون سطح معناداری
0.918	1	0.960	0.766	0.868	0.816	0.560	پهنا (W)
**0.000		**0.000	**0.001	**0.000	**0.000	*0.024	همبستگی پیرسون سطح معناداری
1	0.918	0.859	0.742	0.872	0.879	0.758	طول (درازای) (L)
	**0.000	**0.000	**0.001	**0.000	**0.000	**0.001	همبستگی پیرسون سطح معناداری

Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed). \*\* (رابطه در سطح ۹۹ درصد معنادار است)

Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed). \* (رابطه در سطح ۹۵ درصد معنادار است)

مورفومتری برخان‌های مورد مطالعه

در این پژوهش ویژگی‌های مورفومتری حدود ۱۶ برخان اندازه گیری شد که شامل طول دامنه‌ی رو به باد، طول دامنه‌ی پشت به باد، طول بازوی راست، طول بازوی چپ، فاصله‌ی بازوها از یک دیگر، پهنا و درازای برخان‌ها می‌شود. پس از اندازه گیری این پارامترها به بررسی آماری هر یک از این پارامترها پرداخته شد (جدول شماره ۲). تحلیل‌های آماری نشان می‌دهد که بیش ترین طول دامنه‌ی رو به باد حدود ۶۸ متر است که مربوط به برخان شماره‌ی ۷ بوده و کم ترین طول دامنه‌ی رو به باد ۸٫۲ متر است که مربوط به برخان شماره‌ی ۱۱ می‌باشد هم چنین میانگین طول دامنه‌ی رو به باد کلیه‌ی برخان‌های مورد بررسی ۳۱٫۱۹ متر است، علاوه بر این انحراف معیار طول دامنه‌ی رو به باد برخان‌های مورد بررسی ۱۵٫۳۹، واریانس ۲۳۷٫۰۷، چولگی آن‌ها ۰٫۷۲ و کشیدگی آن‌ها ۰٫۷۸ می‌باشد. در رابطه با طول دامنه‌ی پشت به باد نیز همانند رو به باد می‌باشد بدین صورت که بیش ترین طول مربوط به برخان شماره‌ی ۷ (۱۱٫۷ متر). کم ترین مربوط به برخان شماره‌ی ۱۱ (۱٫۴ متر) است و میانگین طول دامنه پشت به باد همه برخان‌ها ۶٫۵۳، میانه آن‌ها ۶٫۳۵، نما ۸٫۸، انحراف معیار ۳٫۰۵، واریانس ۹٫۳۱، چولگی ۰٫۱۳، کشیدگی ۰٫۸۴- و دامنه ۵۹٫۸ می‌باشد. تحلیل

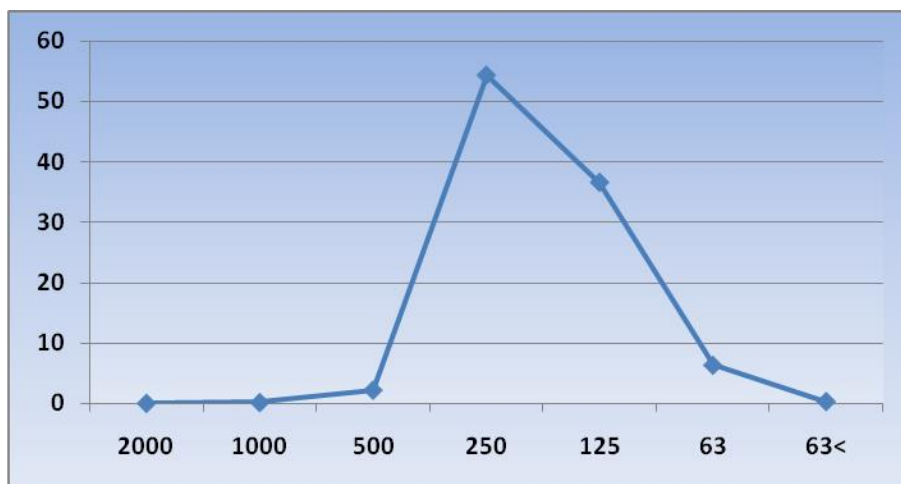
مورفومتری طول بازوهای راست و چپ در برخان‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که بیش-ترین طول بازوی راست مربوط به برخان شماره ۳ بوده که ۴۹,۳ متر است و کم‌ترین ۵,۷ متر است که مربوط به برخان شماره ۱۱ می‌باشد، در همین رابطه میانگی طول بازوهای راست همه برخان‌های مورد بررسی ۲۱,۴۸ بوده و انحراف معیار آن ۱۳,۱۹ است. واریانس بازوهای راست ۱۷۴,۲۳، چولگی ۰,۵۸ و کشیدگی ۰,۴۱ - می‌باشد. تحلیل مورفومتری طول بازوی چپ برخان‌ها نشان می‌دهد که بیش‌ترین طول ۶۱ متر است که مربوط به برخان شماره ۳ بوده و کم‌ترین طول ۴,۸ متر است که مربوط به برخان شماره ۱۱ می‌باشد. میانگی طول بازوهای چپ کلیه‌ی برخان‌ها ۱۵,۸ متر است. انحراف معیار آن‌ها ۱۳,۸۵، واریانس ۱۸۹,۲۱، چولگی ۲,۶۳ و کشیدگی آن‌ها ۸,۱۱ می‌باشد. در رابطه با طول بازوهای برخان‌ها لازم به ذکر است که در برخان شماره ۳ و ۱۶ یک استثنا وجود دارد که طول بازوی چپ بزرگ‌تر از راست می‌باشد، اما در دیگر برخان‌های مورد مطالعه طول بازوی راست بیش‌تر از بازوی چپ می‌باشد و همان‌طور که در میانگین طول بازوها گفته شد، میانگین طول بازوهای راست بیش‌تر از بازوهای چپ می‌باشد، و این نشان‌دهنده‌ی این موضوع بسیار مهم می‌باشد که بازوهای راست برخان‌های مورد مطالعه بیش‌تر در معرض بادهای غالب منطقه قرار دارد و در نتیجه دارای طول بیش‌تری نسبت به بازوهای چپ هستند. در بین برخان‌های مورد بررسی بیش‌ترین فاصله‌ی بازوها از یک دیگر ۸۰ متر است که مربوط به برخان شماره ۳ است و کم‌ترین ۶,۱ متر است که به برخان شماره ۱۱ تعلق دارد و میانگین فاصله‌ی برخان‌ها از یک دیگر ۲۸,۵۹، انحراف معیار ۱۹,۳۷، واریانس ۳۷۵,۴، چولگی ۱,۲۸ و کشیدگی ۱,۸۸ می‌باشد. بیش‌ترین پهنا و طول برخان‌ها به ترتیب ۹۰ و ۱۱۲ متر است که هر دو مربوط به برخان شماره ۳ می‌باشد و کم‌ترین ۱۱,۲ و ۱۳,۱ متر است که هر دو در برخان شماره ۱۱ ملاحظه می‌گردد. میانگین پهنای مجموعه برخان‌ها ۴۰,۶ متر بوده و میانگین طول آن‌ها ۵۶,۰۱ متر است. انحراف معیار پهنای برخان‌ها ۱۹,۳۷ و انحراف معیار طول ۲۵,۳۵ می‌باشد. واریانس پهنا ۳۷۵,۵۶ و واریانس طول ۶۴۲,۷۸ است. علاوه بر این میزان چولگی پهنا ۰,۹۳ و چولگی طول ۰,۳۸ بوده و کشیدگی پهنا ۱,۷۶ و کشیدگی طول ۰,۴۱ می‌باشد.

جدول ۲: تحلیل آماری ویژگی‌های مورفومتری برخان‌های مورد مطالعه

شاخص آماری	طول دامنه‌ی رو به باد (LS)	طول دامنه‌ی پشت به باد (L1)	طول بازوی راست (متر)	طول بازوی چپ (متر)	فاصله‌ی بازوها از یک دیگر	پهنا (W)	طول (دراز) (L)
میانگین	31.1938	6.5344	21.4875	15.8094	28.5938	40.6063	56.0188
میانه	28.4000	6.3500	19.5000	12.2000	21.8000	38.0500	53.0000
نما	8.20	8.80	6.50	4.80	6.10	11.20	48.00
انحراف معیار	15.39725	3.05149	13.19974	13.75561	19.37543	19.37956	25.35319
واریانس	237.075	9.312	174.233	189.217	375.407	375.567	642.784
چولگی	0.721	0.138	0.589	2.632	1.286	0.931	0.382
کشیدگی	0.788	-0.844	-0.417	8.113	1.886	1.760	0.419
دامنه	59.80	10.30	43.60	56.20	73.90	78.80	98.90
حداقل	8.20	1.40	5.70	4.80	6.10	11.20	13.10
حداکثر	68.00	11.70	49.30	61.00	80.00	90.00	112.00
مجموع	499.10	104.55	343.80	252.95	457.50	649.70	896.30

## تحلیل گرانولومتری رسوبات برخان ها

جهت تحلیل گرانولومتری رسوبات برخان های منطقه ی مورد مطالعه، از حدود ۱۰ برخان نمونه برداری انجام گردید که از هر برخان ۷ نمونه برداشت شده و در مجموع ۷۰ نمونه از برخان ها گرفته شد که از این نمونه ها، ۴ نمونه از دامنه ی روبه باد برخان، ۲ نمونه از بازوها و ۱ نمونه از دامنه ی پشت به باد می باشد. سپس نمونه های برداشت شده در آزمایشگاه گرانولومتری شد. نتایج گرانولومتری نشان می دهد که بیش ترین فراوانی نمونه ها مربوط ماسه های با اندازه ۲۵۰ تا ۵۰۰ میکرون (۵۴,۴ درصد) می باشد و نمونه ۱۲۵ تا ۲۵۰ در مقام دوم (۳۶,۶۴ درصد) و نمونه ۶۳ تا ۱۲۵ میکرون در مقام سوم (۶,۳۱ درصد) فراوانی قرار دارد (شکل شماره ۲).



شکل ۲: میزان فراوانی رسوبات در اندازه های مختلف (به درصد)

در مرحله ی بعد، هر یک از نمونه های مشابه در کنار یک دیگر قرار نهاده شد، بدین صورت که همه نمونه های یک، در کنار هم، نمونه های دو، در کنار هم و تا آخر همگی به ترتیب در کنار یک دیگر قرار گرفته شد تا فراوانی هر یک از اندازه های رسوبات در هر ۷ نمونه به طور جداگانه بررسی شود (شکل شماره ۳ و جدول شماره ۳). نتایج نشان می دهد که در نمونه های یک، ذرات بین ۱۰۰ تا ۲۰۰۰ و بیش تر از ۲۰۰۰ دیده نمی شود، ذرات بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ حدود ۱,۷۲ درصد فراوانی دارد، بیش ترین فراوانی (۵۶,۰۱ درصد) مربوط به ذرات بین ۲۵۰ تا ۵۰۰ میکرون می شود و ذرات کم تر از ۶۳ میکرون دارای فراوانی ۰,۳۳۲ درصد می باشد. این موارد نشان می دهد که نمونه های شماره یک که از راس برخان ها برداشت شده است ذرات درشت دانه ی کمتری دارد، البته لازم به ذکر است فراوانی نزدیک به دو درصد ذرات بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ در نمونه ی یک، قابل توجه است.

در نمونه های شماره ی دو، بیش ترین فراوانی رسوبات مربوط به رسوبات بین ۲۵۰ تا ۵۰۰ میکرون (حدود ۵۲,۸۹ درصد) بوده و رسوبات بین ۱۲۵ تا ۲۵۰ میکرون در مقام دوم فراوانی (۴۰,۶۷ درصد) قرار دارد. لازم به ذکر است که ذرات بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ در این نمونه ۰,۲۹۵ درصد فراوانی داشته و ذرات کم تر از ۶۳ میکرون ۰,۲۷۲ درصد فراوانی دارد.



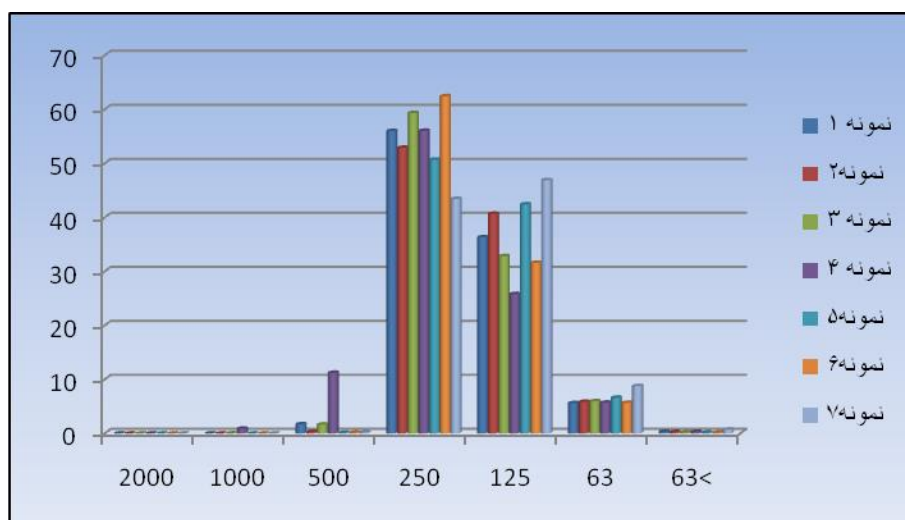
با توجه به این که هر چقدر از راس برخان به سمت پایین می‌رویم به طور معمول ذرات ماسه، دانه درشت تر می‌شود، در نمونه‌ی سه، ملاحظه می‌گردد که ذرات بین ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ میکرون دارای ۰,۰۲۶ درصد فراوانی بوده و ذرات بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ میکرون، ۱,۶۵ درصد فراوانی دارد. بیشترین فراوانی در این نمونه مربوط به ذرات بین ۲۵۰ تا ۵۰۰ میکرون بوده که حدود ۵۹,۳۴ درصد فراوانی و ذرات بین ۱۲۵ تا ۲۵۰ میکرون با ۳۲,۸۲ درصد در مقام دوم قرار دارد.

نمونه‌ی چهارم که در پایینترین قسمت دامنه‌ی رو به باد برخان برداشت شده است، دانه درشتترین نمونه در برداشت‌های برخان‌های منطقه است، به طوری که در آن نمونه‌های بالاتر از ۲۰۰۰ میکرون، حدود ۰,۰۰۵ درصد فراوانی را به خود اختصاص داده و ذرات بین ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ میکرون ۰,۸۹۶ درصد فراوانی دارند. هم‌چنین ذرات بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ میکرون با حدود ۱۱,۲۲ درصد فراوانی در بین همه نمونه‌های برداشت شده بی‌سابقه است. در این نمونه بیشترین فراوانی رسوبات مربوط به ذرات بین ۲۵۰ تا ۵۰۰ میکرون بوده و جالب توجه این است که ذرات کم‌تر از ۶۳ میکرون، حدود ۰,۳۰۴ درصد فراوانی دارد.

نمونه‌ی پنجم از دامنه‌ی پشت به باد برخان برداشت شده است، در این نمونه، ذرات بین ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ میکرون حدود ۰,۰۰۱ درصد فراوانی داشته و ذرات بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ میکرون ۰,۱۲۲ درصد فراوانی دارد. بیشترین فراوانی رسوبات در این نمونه مربوط به ذرات بین ۲۵۰ تا ۵۰۰ میکرون می‌باشد که ۵۰,۶۸ درصد می‌باشد و ذرات کم‌تر از ۶۳ میکرون ۰,۱۵۴ درصد فراوانی دارد.

نمونه‌ی ششم از بازوی چپ برخان برداشت شده است، در این نمونه بیشترین فراوانی مربوط به ذرات بین ۲۵۰ تا ۵۰۰ میکرون است (۶۲,۴۳ درصد) و ذرات بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ میکرون فراوانی ۰,۱۴۴ درصد را داشته و ذرات کوچک‌تر از ۶۳ میکرون ۰,۱۵ درصد فراوانی دارد.

نمونه هفتم از بازوی راست برخان برداشت گردیده است، در این نمونه ذرات بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ حدود ۰,۱۹۳ درصد فراوانی داشته و ذرات کم‌تر از ۶۳ میکرون ۰,۷۳۲ درصد فراوانی دارد. در این نمونه برخلاف دیگر نمونه‌ها، بیشترین فراوانی ذرات مربوط به ذرات بین ۱۲۵-۲۵۰ میکرون (۴۶,۸۹ درصد) بوده و ذرات بین ۲۵۰ تا ۵۰۰ میکرون با فراوانی ۴۳,۴۱ در مقام دوم فراوانی قرار دارد.



شکل ۳: فراوانی ذرات ماسه در هر یک از نمونه‌ها (به درصد)

جدول ۳: فراوانی ذرات ماسه در هر یک از نمونه ها (به درصد)

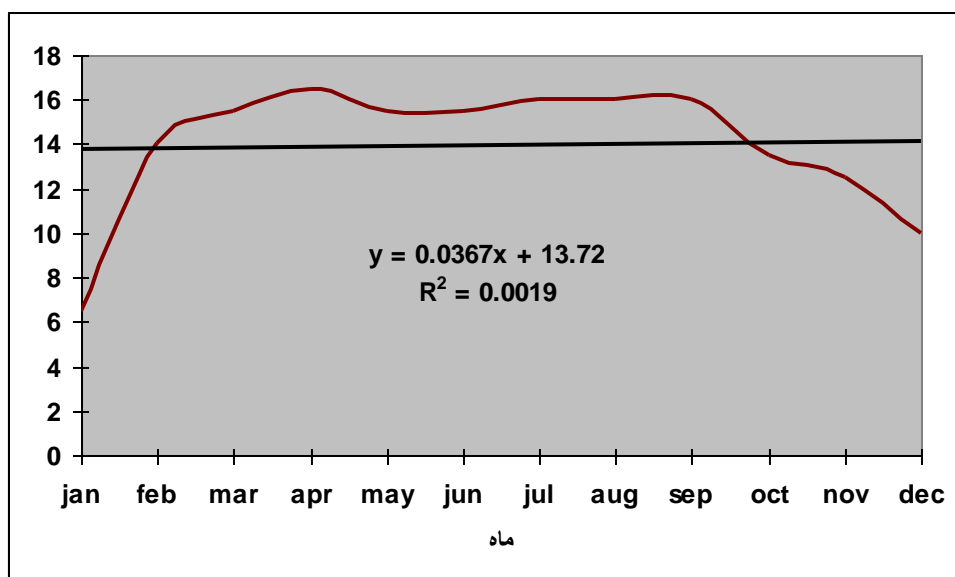
	2000	1000	500	250	125	63	63<
نمونه ی ۱	0	0	1.725	56.011	36.32	5.622	0.322
نمونه ی ۲	0	0	0.295	52.894	40.679	5.86	0.272
نمونه ی ۳	0	0.026	1.654	59.34	32.824	5.976	0.18
نمونه ی ۴	0.005	0.896	11.227	56.047	25.806	5.715	0.304
نمونه ی ۵	0	0.001	0.122	50.689	42.42	6.614	0.154
نمونه ی ۶	0	0	0.144	62.439	31.601	5.666	0.15
نمونه ی ۷	0	0	0.193	43.417	46.894	8.764	0.732

### تحلیل فراوانی سرعت بادها

آمار بادها از ایستگاه سینوپتیک شهرداد واقع در ۱۵ کیلومتری محدوده‌ی مورد مطالعه، تهیه گردیده است. مشاهده و تحلیل آمار بادها نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی بادها مربوط به بادهای شمالی و شمال غربی در منطقه است و سریعترین بادها در ماه‌های آوریل تا سپتامبر می‌وزد (جدول شماره ۵ و شکل شماره ۵).

جدول ۵: فراوانی سرعت بادها در ماه‌های مختلف سال با جهت‌های آن‌ها

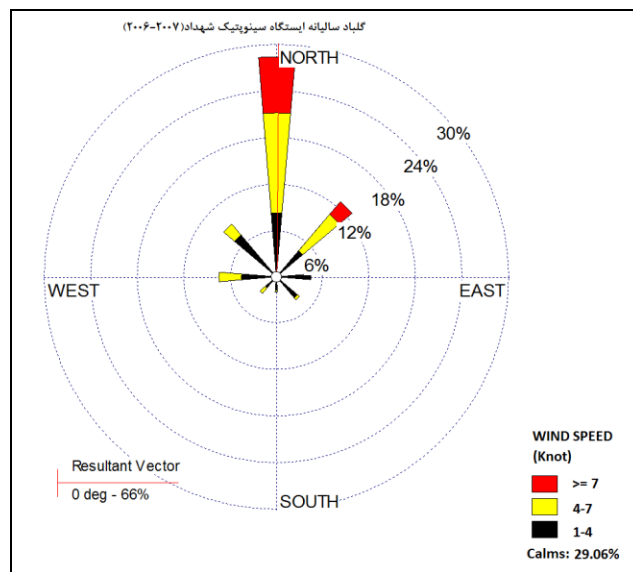
Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Speed	6.5	14	15.5	16.5	15.5	15.5	16	16	16	13.5	12.5	10
Direction	SW	NW	N	W	NW	N	N	N	N	N	N	N



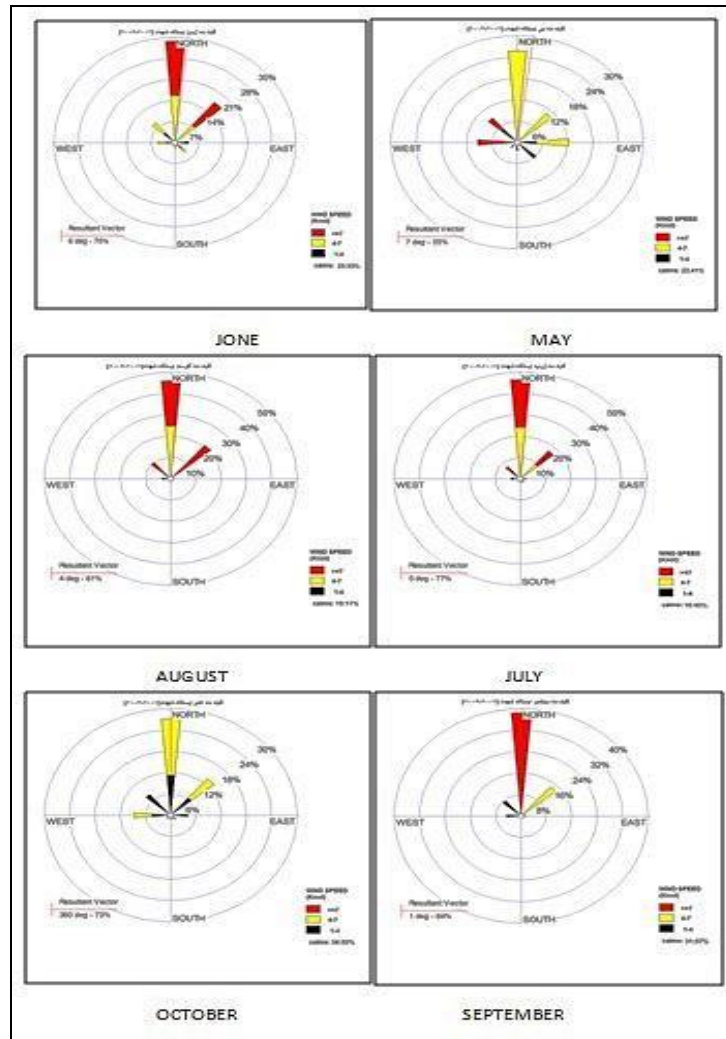
شکل ۵: فراوانی سرعت بادهای منطقه‌ی مورد مطالعه در ماه‌های مختلف

### گلباد منطقه‌ی مورد مطالعه

جهت ترسیم گلباد منطقه‌ی مورد مطالعه از آمار ایستگاه سینوپتیک شهداد واقع در ۱۵ کیلومتری شرق منطقه‌ی مورد مطالعه استفاده شده است. گلباد منطقه نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی بادها دارای جهت "شمالی" است و جهت‌های شمال شرق و شمال غرب در مقام‌های بعدی قرار دارد (شکل شماره ۹ و ۱۰). با توجه به این موارد، حرکت و جا به جایی ریگ مورد مطالعه به سمت جنوب و جنوب شرق به طور کامل توجیه پذیر است، زیرا ماسه‌های روان که بیشترین تراشکال پویایی مانند برخان‌ها در منطقه‌ی مورد مطالعه را ساخته است، تحت تاثیر بادها حرکت کرده و موجب جا به جایی ریگ در طی سال‌های متمادی می‌شود.



شکل ۹: گلباد سالانه‌ی ایستگاه شهداد



شکل ۱۰: گلباد ماه های گرم ایستگاه شهسار

### نتیجه گیری

فرآیند شکل زایی مسلط در مناطق بیابانی، فرآیندهای بادی است که باعث به وجود آمدن اشکال متنوعی تحت تاثیر جا به جایی و حمل ماسه می شود. در این مناطق بادها مسلح به ذرات ماسه بوده و به محض کاهش سرعت باد، رسوبگذاری ماسه ها آغاز می گردد. یکی از اشکال ماسه ای که در بیابان ها تحت تاثیر ماسه های حمل شده توسط باد ایجاد می شود برخان ها ست، برخان ها که به صورت تپه های هلالی شکل می باشد یکی از پویاترین اشکال ماسه های بادی بوده که در بیابان های کشور ایران به فراوانی دیده می شود. در این پژوهش به بررسی ویژگی های ژئومورفولوژیکی برخان های غرب دشت لوت پرداخته شده است. نتایج نشان می دهد که بیش تر پارامترها در سطح ۹۹ درصد معناداری با یک دیگر قرار دارد بدین معنا که تغییر در یک پارامتر، تغییر در دیگری را سبب می گردد. مثلا در رابطه با کلیه ی برخان ها این رابطه برقرار است که طول دامنه ی رو به باد با پهنای برخان در سطح ۹۵ درصد معناداری و با طول برخان (L) (درازای برخان) در سطح ۹۹ درصد معناداری قرار دارد. هم چنین طول دامنه ی رو به باد با طول دامنه ی پشت به باد در سطح ۹۹ درصد معناداری با یک دیگر قرار دارد. نکته ی جالب توجه در رابطه با برخان های مورد مطالعه این است که

طول دامنه‌ی پشت به باد با طول بازوی راست در سطح ۹۹ درصد معناداری قرار دارد اما با طول بازوی چپ کم تر از ۹۵ درصد معنادار است و این ممکن است به خاطر فراوانی بادهای غالب منطقه در سمت بازوی راست برخان‌ها باشد. هم چنین طول دامنه‌ی پشت به باد با فاصله‌ی بازوها از یک دیگر و هم چنین پهنا و طول برخان (L) (درازای برخان) در سطح ۹۹ درصد معناداری قرار دارد. بررسی ویژگی‌های مورفومتری برخان‌ها نشان می‌دهد که در رابطه با طول بازوهای برخان‌ها لازم به ذکر است که در برخان شماره ۳ و ۱۶ یک استثنا وجود دارد که طول بازوی چپ بزرگ تر از راست می‌باشد، اما در دیگر برخان‌های مورد مطالعه طول بازوی راست بیش تر از بازوی چپ می‌باشد و همان طور که در میانگین طول بازوها گفته شد، میانگین طول بازوهای راست بیش تر از بازوهای چپ می‌باشد، و این نشان دهنده‌ی این موضوع بسیار مهم است که بازوهای راست برخان‌های مورد مطالعه بیش تر در معرض بادهای غالب منطقه قرار دارد و در نتیجه دارای طول بیش تری نسبت به بازوهای چپ می‌باشد. در بین برخان‌های مورد بررسی، بیش ترین فاصله‌ی بازوها از یک دیگر ۸۰ متر است که مربوط به برخان شماره ۳ است و کم ترین ۶٫۱ متر است که به برخان شماره ۱۱ تعلق دارد و میانگین فاصله‌ی برخان‌ها از یک دیگر ۲۸٫۵۹، انحراف معیار ۱۹٫۳۷، واریانس ۳۷۵٫۴، چولگی ۱٫۲۸ و کشیدگی ۱٫۸۸ می‌باشد. بیش ترین پهنا و طول برخان‌ها به ترتیب ۹۰ و ۱۱۲ متر است که هر دو مربوط به برخان شماره ۳ است و کم ترین ۱۱٫۲ و ۱۳٫۱ متر است که هر دو در برخان شماره ۱۱ ملاحظه می‌گردد. میانگین پهنای مجموعه برخان‌ها ۴۰٫۶ متر بوده و میانگین طول آن‌ها ۵۶٫۰۱ متر است. انحراف معیار پهنای برخان‌ها ۱۹٫۳۷ و انحراف معیار طول ۲۵٫۳۵ می‌باشد. واریانس پهنا ۳۷۵٫۵۶ و واریانس طول ۶۴۲٫۷۸ است. علاوه بر این میزان چولگی پهنا ۰٫۹۳ و چولگی طول ۰٫۳۸ بوده و کشیدگی پهنا ۱٫۷۶ و کشیدگی طول ۰٫۴۱ می‌باشد. نتایج دانه سنجی نشان می‌دهد که بیش ترین فراوانی نمونه‌ها، مربوط به ماسه‌های با اندازه‌ی ۲۵۰ تا ۵۰۰ میکرون (۵۴٫۴ درصد) می‌باشد و نمونه‌ی ۱۲۵ تا ۲۵۰ در مقام دوم (۳۶٫۶۴ درصد) و نمونه‌ی ۶۳ تا ۱۲۵ میکرون در مقام سوم (۶٫۳۱ درصد) فراوانی قرار دارد.

## منابع

۱. مقصودی مهران، حاجیزاده عبدالحسین، مرادپورزهر، ۱۳۹۲. مطالعات ژئومورفولوژی و توسعه‌ی فیزیکی روستاها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی مطالعه‌ی موردی: روستای پشوئیه‌ی استان کرمان، اولین همایش کواترنری ایران، تهران.
۲. موسوی سید حجت. ولی، عباسعلی و مسعود معیری A. ۱۳۸۹. تاثیر مولفه‌های مورفومتری برخان‌ها بر میزان جا به جایی آن‌ها (مطالعه‌ی موردی: ریگ چاه جم). مجله‌ی جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی. سال ۲۱. شماره ۱. پایانی ۳۸. شماره ۲.
۳. موسوی سید حجت. معیری مسعود و عباسعلی ولی B. ۱۳۸۹. تلفیق مدل سازی ریاضی و آماری ناهمواری برخان (مطالعه‌ی موردی: ریگ چاه جم). پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. شماره ۱. ۷۳.
4. A.D. Howard, J.B. Morton. 1978. *Sedimentology* 25, p 307.
5. Bagnold R. A., 1941. *The Physics of Blown Sand and Desert Dune*. London: Methuen & Co. Ltd. 172 - 218.
6. Besler, H., 1992. *Geomorphology der ariden Gebiete*. Wiss.Buchges, Darmstadt.
7. Brookfield, T.S., Ahlbrandt, M.E., 1983. *Eolian Sediments and Processes*. Elsevier, Amsterdam.
8. D. J. akel, *Zeitschrift fur*. 1980. *Geomorphologie* N.24. p 141.

9. Fisher P. F., Peter Galdies. 1988. A computer model for barchan-dune movement. *Computers & Geosciences*, Volume 14, pp 229-253.
10. G.Kocurek, M.Townsley, E.Yeh, K.Havholm, M.L. Sweet, J. 1992. *Sedimentary Petrology* 62, p 622.
11. H.J. Finkel, J. 1959. *Geology* 67, p614.
12. Hersen. P. 2004. On the crescentic shape of barchan dunes. *Eur. Phys. J. B* 37, pp 507–514.
13. J.A. Jimenez, L.P. Maia, J. Serra, J. Morais, Brazil. 1999. *Sedimentology* 46. p 689.
14. Kocurek, G., 1996. Desert aeolian systems. In: Reading, H.G. Ed., *Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy*. 3rd edn. Blackwell, Oxford, pp. 125–153.
15. Lancaster, N., 1995. *Geomorphology of desert dunes*. Routledge, London.
16. Li Houqiang, AiNanshan, 1992. Turbulent theory for wind-accumulated landform formation. *Journal of Desert Research*, 12
17. Ling Yuquan, 1990. Flow field characteristics and their relationship to the intensity of drifting sand activity in the Taklimakan Desert. In: DIEERDE, Berlin. 6: 113-121.
18. Liu Zhenxing, 1960. Movement of dune under the action of wind. *Acta Meteorologica Sinica*, 31 (1): 84 - 91. (In Chinese).
19. Mckee E. D. , 1979. A Study of Global Sand Sea. Washington: U. S. Govement Printing Office. 8 - 19.
20. MehranMaghsoudi, Ghasem Lorestani, Ali Shahriar and Ahmad Hosainzadeh. 2010. Relationships between Effective Parameters in Barchans' Shape (Case Study: South-West of Maranjab), *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 8 (3): pp 245-252
21. Nickling, W.G., 1986. *Aeolian Geomorphology*. Allen and Un-win, London.
22. P.A. Hesp, K. Hastings. 1998. *Geomorphology* 22, p 193.
23. Pye, K., Tsoar, H., 1990. *Aeolian Sand and Sand Dunes*. Unwin Hyman, London.
24. S. Hastenrath, *Zeitschrift fur*. 1967. *Geomorphologie* 11, p300.
25. S. Hastenrath, *Zeitschrift fur*. 1987. *Geomorphologie* , p167.
26. Sauermann, G., J.S. Andrade Jr. , L.P. Maia , U.M.S. Costa , A.D. Arau ´ jod, H.J. Herrmanna. 2003. Wind velocity and sand transport on a barchan dune. *Geomorphology* 54. pp245–255.
27. Sauermann, G. P. Rognon. Poliakov . H.J. Herrmann. 2000. The shape of the barchan dunes of Southern Morocco. *Geomorphology* 36. pp 47–62.
28. Schwammle, V. and H.J. Herrmann. 2005. A model of Barchan dunes including lateral shear stress. *Eur. Phys. J. E* 16, pp 57–65.
29. Zhu Zhenda, Wu Zhen, Liu Shu et al. , 1980. *Desert in China*. Beijing: Science press. 36-55 (ir~ Chinese).