

## تعیین منابع ماسه براساس دانه‌بندی خاک یا رسوب سطحی (توان رسوب‌زایی)

ناصر مشهدی<sup>۱\*</sup> و حسن احمدی<sup>۲</sup>

\*۱ - نویسنده مسئول، استادیار مرکز تحقیقات بین‌المللی بیابان، دانشگاه تهران،

پست الکترونیک: nmashhad@ut.ac.ir

۲- استاد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۰/۲۵

تاریخ دریافت: ۸۷/۰۳/۱۱

نتیجه دینامیک باد، حمل ذرات خاک یا رسوب و ایجاد و تکامل اشکال ناهمواری‌های بیابانی براساس شدت فرسایش یا رسوب‌گذاری است. منطقه خارتوران به دلیل وضعیت زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی و اقلیم‌شناسی خود، یک منطقه خاص را در نواحی خشک حوزه آبخیز بسته دشت کویر بوجود آورده است. تعادل اکوسیستم منطقه تحت تأثیر بهره‌برداری‌های انسانی و فعالیت‌های باد بوده، بنابراین دارای ساختار ژئوآکولوژیک با الگوهای مخصوص به خود می‌باشد. ارگ خارتوران، حاصل فعالیت باد در اراضی بالادست و منابع ماسه آن می‌باشد. در این تحقیق، منطقه‌ای به وسعت حدود ۲۰۰۰۰۰ هکتار از این اراضی مورد مطالعه قرار گرفته است. مطالعات براساس نقشه‌های توپوگرافی، تصاویر ماهواره، نقشه زمین‌شناسی، عکس‌های هوایی و بازدیدها و نمونه‌های صحرائی صورت گرفت، ابتدا منطقه به شبکه‌های مربعی ۳ کیلومتر در ۳ کیلومتر تقسیم و در هر نقطه شبکه (۲۱۴ نقطه) اقدام به برداشت نمونه خاک یا رسوب سطحی گردید. نتایج حاصل از دانه‌بندی نمونه‌ها منتج به هفت نقشه توزیع اندازه‌های دانه شد که توان هر بخش از منطقه مورد مطالعه را در آورد رسوب در سرعت‌های مختلف باد نشان می‌دهد. همچنین این مطالعات نشان داد که بیشترین درصد توزیع ذرات بین ۰/۰۶۳ تا ۰/۱۵۰ میلی‌متر (آسیب‌پذیرترین) جمعیت ذرات در مقابل فرسایش بادی) قرار دارند. براساس مطالعات و نتایج بدست‌آمده می‌توان بیان کرد که فعالیت فرسایش بادی در منطقه در گذشته، بسیار بیشتر از زمان حال بوده و ارگ خارتوران نتیجه‌ای از فعالیت باد در گذشته می‌باشد. در حال حاضر میزان شدت جریان ماسه و تعادل بین فرسایش و رسوب‌گذاری، عوامل غالب در شکل‌گیری منابع ماسه هستند.

واژه‌های کلیدی: منابع ماسه، ارگ خارتوران، دانه‌بندی، توان رسوب‌زایی، فرسایش بادی، توزیع ذرات.

این مناطق بر پایه غالبیت فرآیند فرسایش یا رسوب‌گذاری توسط باد شکل می‌گیرند و تحول پیدا می‌کنند

- 1- Landform  
2- Landscape

فرسایش، حمل و متعاقب آن رسوب‌گذاری ماسه، گرد و غبار به وسیله باد، مهمترین فرآیندهای ژئومورفولوژی در بسیاری از مناطق بیابانی کره زمین هستند. ویژگیهای شکل ناهمواری‌ها<sup>۱</sup> و چشم‌اندازها<sup>۲</sup> در

ژئومرفولوژی و اقلیم‌شناسی، یک منطقه خاص را در حوزه آبخیز بسته دشت کویر بخود اختصاص داده است. وجود دشت‌های هموار و کفه‌های رسی-سیلنتی، بادهای نسبتاً قوی و فعالیت‌های وسیع و درازمدت انسانی به‌ویژه در سال‌های اخیر در روی تعادل طبیعی اکوسیستم اثر گذاشته و ساختار ژئواکولوژیکی با الگوهای مخصوص بخود را بوجود آورده است. وجود منابع ماسه در گذشته و حال، تأثیر قابل ملاحظه‌ای را بر ساختارهای طبیعی و اجتماعی گذاشته است. شناخت این منابع می‌تواند راهکارهای راهبردی را نشان دهد.

#### منطقه مورد مطالعه

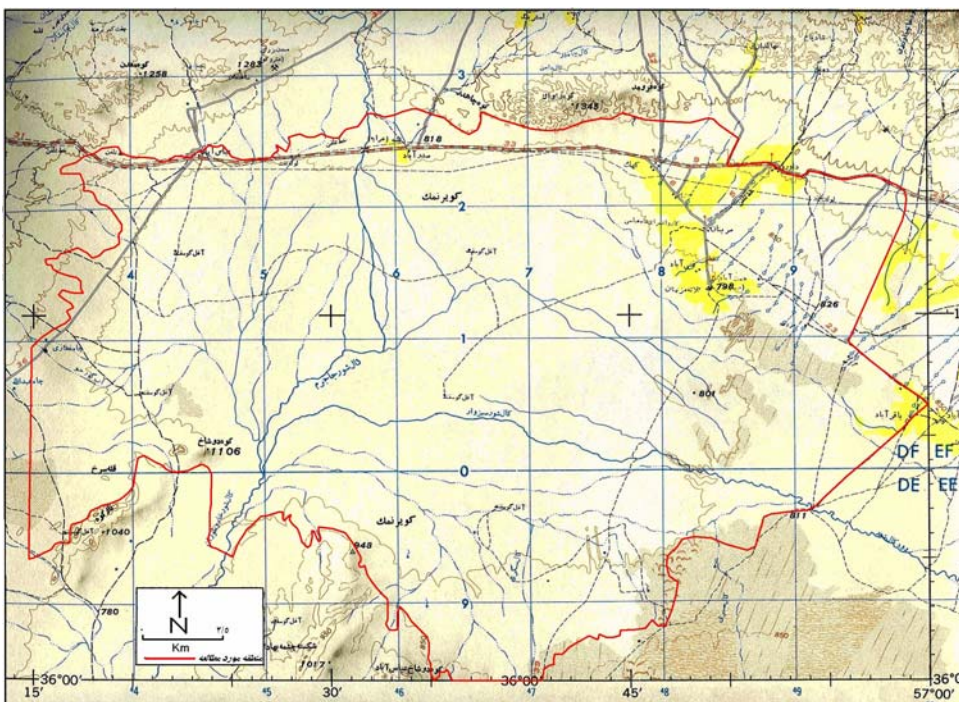
##### فیزیوگرافی

منطقه مورد مطالعه با نام عمومی خارتوران در شمال شرق ایران و در جنوب غرب شهرستان سبزوار واقع گردیده است. این منطقه دارای ۲۰۰۸۳۶ هکتار مساحت می‌باشد که از نظر موقعیت جغرافیایی در عرض ۳۶ درجه و ۰۰ دقیقه و ۰۰ ثانیه تا ۳۶ درجه و ۲۴ دقیقه و ۳۰ ثانیه شمالی و در طول ۵۶ درجه و ۱۵ دقیقه و ۰۰ ثانیه تا ۵۷ درجه و ۵۹ دقیقه و ۴۰ ثانیه شرقی قرار دارد (شکل ۱). این منطقه در بخش جنوب‌غربی حوزه آبخیز سبزوار با نام کویر مزیان یا کویر سبزوار واقع شده است (شکل ۲).

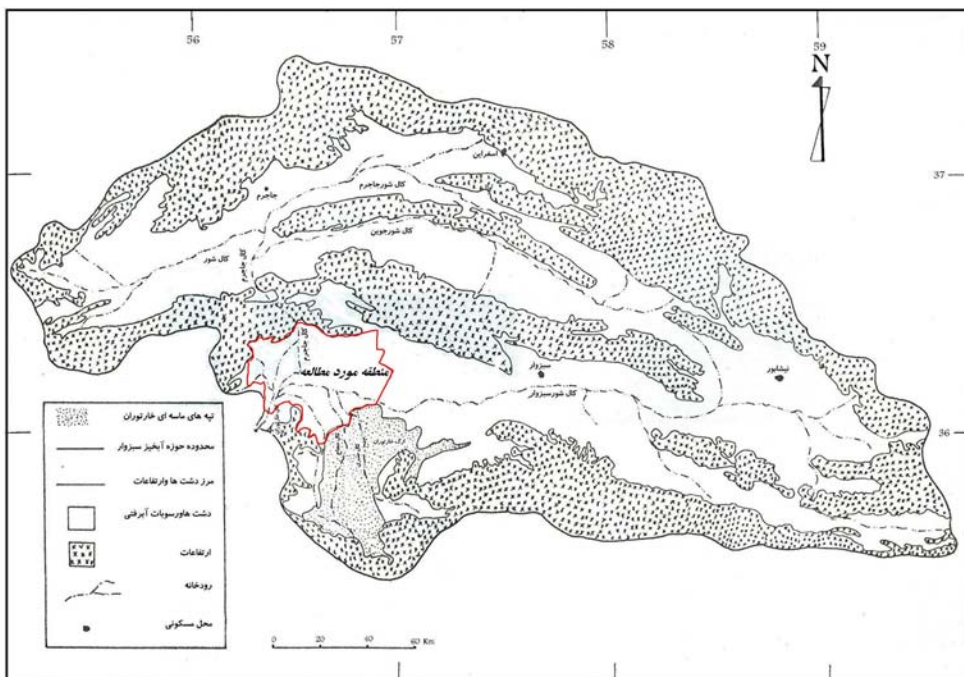
(Watson, 1989). روش مطالعه در مورد فرآیندهای فرسایشی (مناطق برداشت) به وسیله برداشت‌های زمینی تکمیل می‌گردد، برداشت‌های صحرائی می‌تواند منابع ماسه، تفاوت اندازه ماسه و یا زبری حاصل از وضعیت سطحی اراضی را مشخص سازد.

هرچند که نهشته‌های ماسه‌ای بخشی از تصویر چشم‌اندازهای مناطق بیابانی هستند ولی گسترش آنها با میزان خشکی قابل اندازه‌گیری نیست به‌طوری‌که آنها فقط حدود ۱۵٪ از بیابان‌های خشک را می‌پوشانند در صورتی‌که همین مناطق ۵۰ درصد از بیابان‌های مدیترانه‌ای استرالیا را پوشش می‌دهند (Mabbut, 1977). بنابراین عوامل مهمتر از اقلیم در گسترش بیابان‌های ماسه‌ای دخالت دارند که مشخصاً می‌توان منابع ماسه را نام برد. دانه‌بندی ذرات و تعیین منابع ماسه در یک منطقه می‌تواند اولویت این منابع را در برداشت توسط باد مشخص کند. همانطوری که مشخص است برداشت ذرات براساس ظرفیت و توان باد و جورشدگی آنها صورت می‌گیرد به‌طوری‌که هرچه ذرات ریزتر و منفصل‌تر باشند زودتر جدا شده و حمل می‌گردند.

ارگ خارتوران به مساحت حدود ۱۷۰۰۰۰ هکتار با تجمعی از اشکال مختلف تپه‌های ماسه‌ای، محصول عمل باد در منطقه‌ای با مساحت حدود ۴۰۰۰۰۰ هکتار در بالادست آن می‌باشد. این منطقه به‌دلیل وضعیت زمین‌شناسی (ساختار تکتونیکی و ساختار سنگ‌شناسی)،



شکل ۱ - موقعیت و وضعیت توپوگرافی منطقه مورد مطالعه



شکل ۲ - حوزه آبخیز سبزوار و منطقه مورد مطالعه

می‌روند دارای دانه‌بندی ریزتر می‌شوند ولی به صورت محلی، بخصوص در بخش غرب و جنوب‌غرب، نهشته‌های رسی در نهشته‌های ماسه‌ای و گراولی پیشروی کرده‌اند. جدیدترین رسوبات مربوط به آبرفت‌ها در بستر رودخانه‌ها و کال‌ها و قدیمی‌ترین آنها مربوط به رسوبات آبرفتی تراس‌های قدیمی است. براساس نقشه زمین‌شناسی (سازمان زمین‌شناسی کشور ۱۳۷۱) ترتیب رسوب‌گذاری آبرفت‌ها از قدیم به جدید به صورت زیر است (شکل ۳).

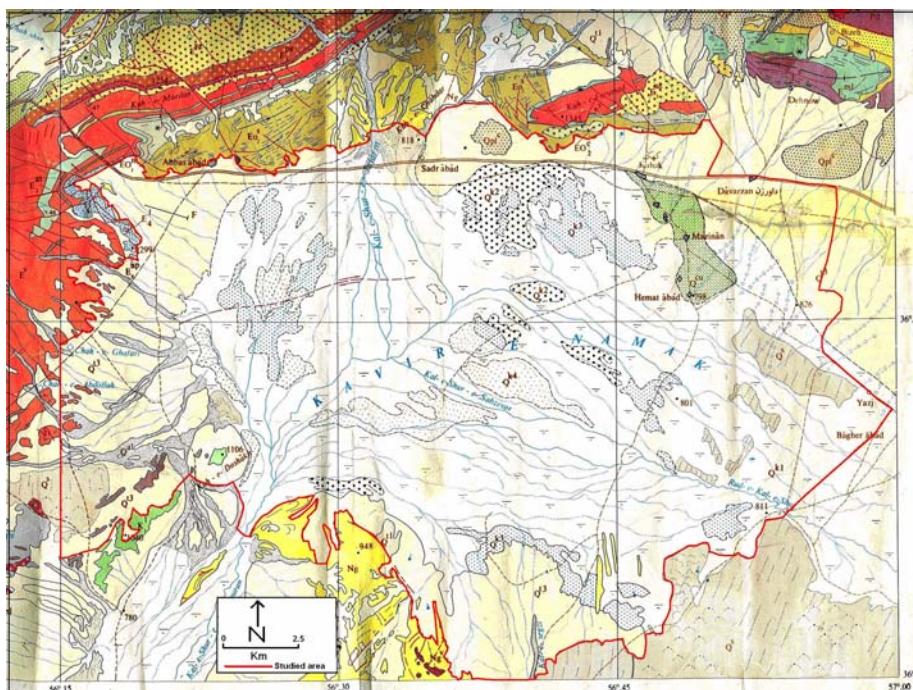
### مواد

در مطالعه مذکور از مدارک و اطلاعات زیر استفاده شد:  
- نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ به‌منظور تهیه نقشه پایه منطقه، ارتباط فیزیوگرافی بین شکل ناهمواری‌های مختلف از جمله مناطق کوهستانی، دشتی و منطقه ارگ خارتوران.

ارتفاع متوسط منطقه ۹۶۰ متر از سطح دریا است که بلندترین ارتفاع آن ۱۱۵۰ متر در بخش شمالی و پایین‌ترین ارتفاع آن در خروجی کال خارتوران با ۷۷۰ متر در جنوب‌غرب منطقه می‌باشد. شیب عمومی منطقه کمتر از ۳ درصد بوده و بیشترین توزیع مساحت در شیب‌های کمتر از یک درصد است. از نظر جغرافیای سیاسی، بخش غربی منطقه در استان سمنان و بخش شرقی آن در استان خراسان قرار دارد.

### زمین‌شناسی

تمامی سطح منطقه مورد مطالعه پوشیده از رسوبات آبرفتی می‌باشد (به جز سه اینسلبرگ<sup>۱</sup> موجود در منطقه). این رسوبات ناپیوسته، سخت‌نشده و با ضخامت‌های مختلف در منطقه پراکنده می‌باشند. هرچند که این رسوبات هرچه به طرف جنوب و جنوب‌غربی پیش



شکل ۳- نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

- تصاویر ماهواره گرفته شده از سایت Google Earth به منظور بررسی دوباره ویژگی‌های ژئومورفولوژی منطقه و مرفولوژی تپه‌های ماسه‌ای ( شکل ۴).

- تهیه آمار و اطلاعات هواشناسی ایستگاه‌های موجود در منطقه و اطراف آن به منظور مطالعات خصوصیات آب و هوایی و اقلیم منطقه

- استفاده از دستگاه G.P.S<sup>2</sup> به منظور مشخص کردن نقاط، بر روی زمین

- بازدیدهای صحرایی برای جمع‌آوری نمونه‌های خاک یا رسوب سطحی

- دانه‌بندی نمونه‌های صحرایی با استفاده از دستگاه تکان‌دهنده برقی<sup>۳</sup> و الک‌های نه‌گانه

- استفاده از نرم‌افزارهای Arc view 3.2 ، ILWIS به منظور وارد کردن اطلاعات و رسم نقشه‌های موردنظر

- نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ از این نقشه‌ها برای مطالعات جزئی‌تر و تعیین خصوصیات فیزیوگرافی منطقه از جمله مطالعه شیب و هیپسومتری، استفاده در بازدیدهای صحرایی، بدست آوردن مختصات جغرافیایی و UTM<sup>1</sup> نقاط، استفاده شد.

- نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ این نقشه‌ها به منظور تعیین سنگ‌شناسی منطقه، تعیین محدوده مطالعاتی، مطالعه خصوصیات سنگ‌شناسی و زمین‌ساخت حوزه سبزوار و ارتباط این دو در شکل‌گیری منطقه مورد مطالعه استفاده گردیدند.

- عکس‌های هوایی ۱:۵۵۰۰۰ و ۱:۲۰۰۰۰ براساس موزائیک عکس‌های مذکور و تفسیر سه بعدی آنها، خصوصیات ژئومورفولوژی منطقه و مرفولوژی تپه‌های ماسه‌ای مطالعه شد.



شکل ۴- موقعیت منطقه بر روی تصویر ماهواره‌ای Terra از سایت Google Earth

1 - Universal Transveres Mercator  
2 - Global Position System  
3 - Shaker

تپه‌های ماسه‌ای در ارگ خارتوران گردید. این تجزیه و تحلیل براساس مدل‌های ارائه شده که رابطه بین مرفولوژی و جهت باد را نشان می‌دهد انجام گرفت. براساس نتایج بدست‌آمده از این مطالعات، منطقه مورد مطالعه با توجه به نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی، مشخص گردید (شکل ۵).

### تعیین نقاط مطالعاتی

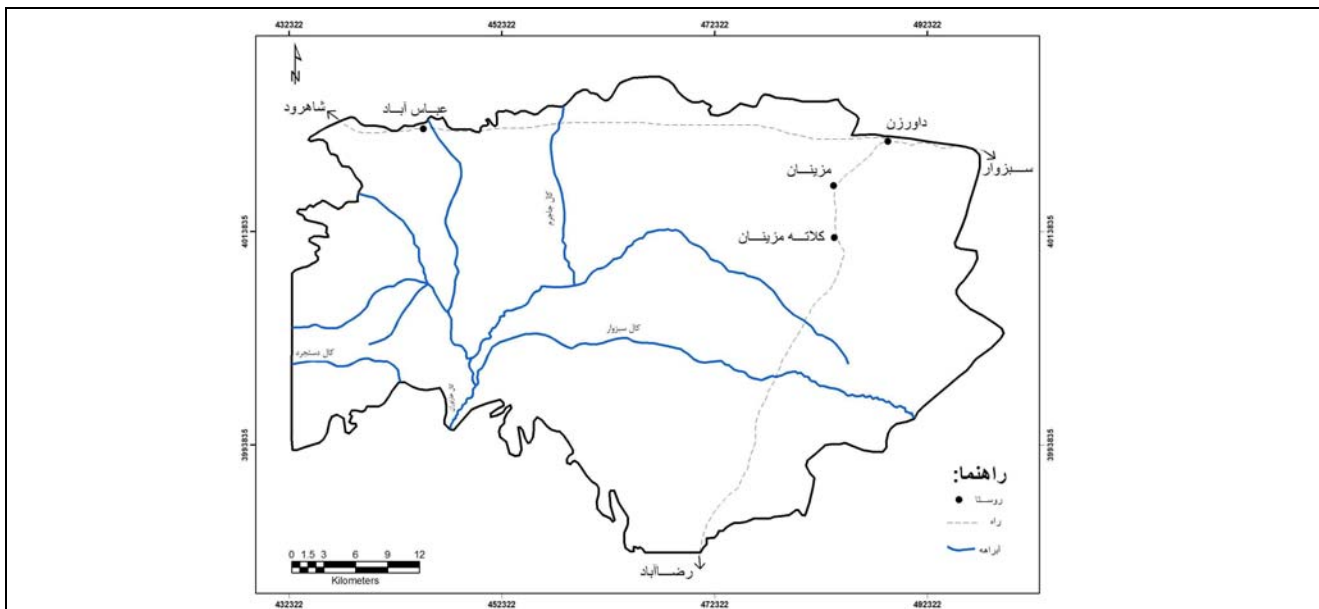
به منظور دانه‌بندی و تعیین توان رسوب‌دهی، منطقه مورد مطالعه براساس شبکه U.T.M شبکه‌بندی گردید. شبکه ارائه شده مربع و با فواصل ۳ کیلومتر در زمین یا ۶ سانتی‌متر در روی نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ بود. بعد از رسم شبکه بر روی نقشه، تقاطع شبکه، کدگذاری گردید و بر این اساس تعداد ۲۱۴ نقطه مشخص شد (شکل ۶).

با توجه به موضوع، هدف مطالعه و گستردگی منطقه مورد مطالعه و براساس مدارک و اطلاعات فوق، روش تحقیق را می‌توان به ترتیب زیر بیان کرد.

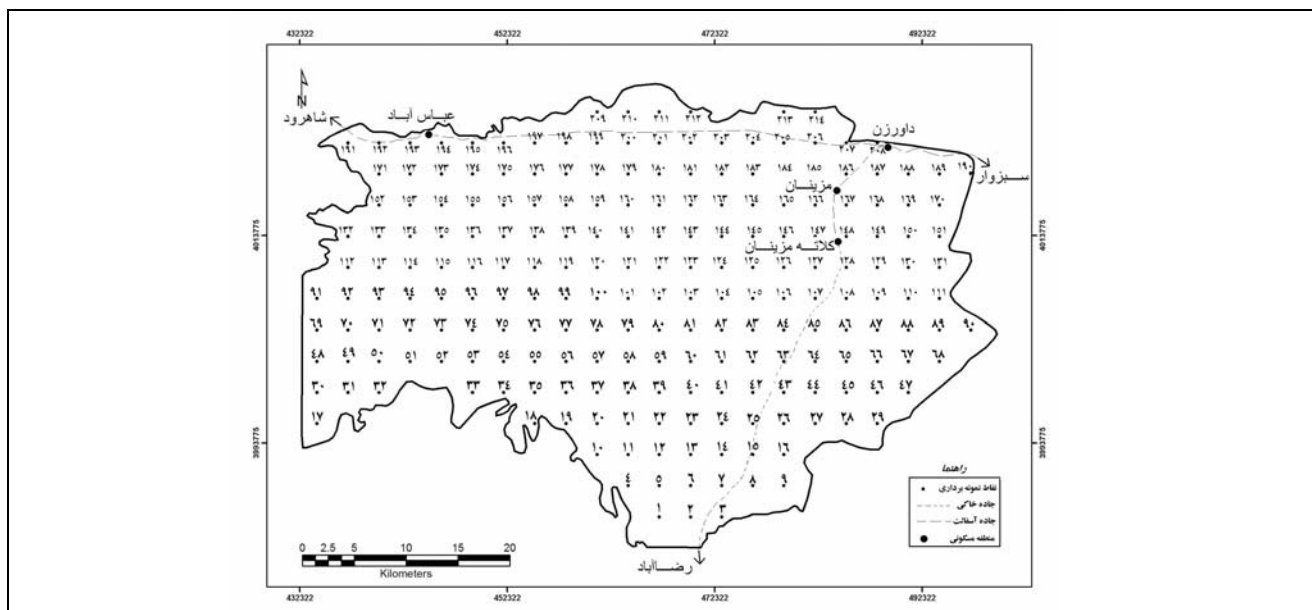
### مطالعه اقلیم

#### تعیین محدوده مطالعاتی بر پایه عملکرد باد

برای تعیین محدوده‌ای که باد در آن عمل می‌کند و براساس عملکرد آن ارگ خارتوران به جای گذاشته شده است، ابتدا مطالعه‌ای بر روی مرفولوژی تپه‌های ماسه‌ای ارگ خارتوران صورت گرفت. این مطالعه براساس نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰، عکس‌های هوایی ۱:۵۵۰۰۰ و ۱:۲۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره انجام شد. پس از مطالعه مرفولوژی تپه‌های ماسه‌ای، برای تعیین جهت باد غالب و قوی اقدام به تجزیه و تحلیل هریک از فرم‌های



شکل ۵- نقشه پایه



شکل ۶- پراکنش نقاط مطالعاتی

گردید. تک تک نمونه‌ها وزن گردیدند (دقت توزین تا هزارم گرم)، سپس هر نمونه با استفاده از دستگاه تکان‌دهنده برقی الک شدند.

#### تعیین اندازه دانه

اندازه دانه یکی از اصلی‌ترین مشخصات ذرات رسوبی می‌باشد که در مرتب شدن، حمل و رسوب‌گذاری آنها اثر می‌گذارد. آنالیز اندازه دانه می‌تواند راهنمایی برای تعیین منبع رسوب، زمان حمل و شرایط رسوب‌گذاری باشد. روش‌های گوناگون فنی در تعیین اندازه دانه بکار برده می‌شود که شامل اندازه‌گیری مستقیم، الک خشک و تر، اندازه‌گیری سرعت‌های سقوط دانه‌ها در آب (رسوب‌گذاری)، اندازه‌گیری دانه توسط اشعه لیزر، آنالیزورهای اپتیکی (دوربین‌های تلویزیونی میکروسکوپی و تصاویر کامپیوتری دیجیتال) و گراف‌های رسوبی اشعه X می‌باشد. در این پروژه دانه‌بندی ذرات براساس روش الک خشک و با استفاده از دستگاه تکان‌دهنده برقی انجام شد.

#### برداشت‌های میدانی نمونه‌های خاک یا رسوب سطحی

در نقاط بوجود آمده از شبکه‌بندی منطقه، اقدام به نمونه‌برداری خاک یا رسوب سطحی شد. به دلیل عمل فرسایش باد در سطح زمین و ویژگی‌های هر لندفرم، عمق نمونه‌برداری ۱۰ سانتی متر انتخاب گردید. نمونه خاک یا رسوب به طور یکسان از صفر تا عمق ده سانتی‌متر برداشت شد. نمونه‌های برداشت شده در کیسه مخصوص ریخته و کدگذاری شدند.

#### دانه‌بندی نمونه‌های صحرائی

دانه‌بندی نمونه‌ها، براساس روش الک خشک<sup>۱</sup> که به نام آنالیز الک<sup>۲</sup> معروف است انجام گرفت (Anderson, 2004). بدین ترتیب که، هر نمونه برداشت شده از صحرا در سینی<sup>۳</sup> ریخته و از بقایای گیاهی و هر ذره اضافی پاک

- 1 - Dry sieve
- 2 - Sieve Analysis
- 3 - Pan

### حدود تغییرات اندازه دانه

مواد دانه‌ای می‌توانند محدوده‌ای از ذرات کلئیدی بسیار کوچک تا تخته سنگ را در برگیرند. در این محدوده ماسه و سیلت وضعیت خاصی را در فرآیندهای بادی به خود اختصاص می‌دهند.

بطور کلی اعتقاد بر این است که عموماً ذرات در حد اندازه سیلت و در حد اندازه ماسه توسط باد جابجا می‌شوند در حالیکه تحت شرایط خاص، ذرات رسی به هم پیوسته (Wasson, 1983 and Bowler, 1973) و دانه‌ها در حد گراول (Wilshire and Clements *et al.*, 1963) توسط باد نیز حمل شده‌اند. (et al., 1981)

همان‌طور که روش‌های گوناگونی برای اندازه‌گیری اندازه دانه‌ها ارائه گردیده است، حدود تغییرات اندازه دانه نیز در محدوده‌هایی از کلاس‌ها تعریف شده‌اند و به صورت الگوهای متعددی ارائه شده‌اند (جدول ۱). این الگوها نام‌های مختلفی را برای هر محدوده یا کلاس اندازه بیان کرده‌اند. معروف‌ترین این کلاس‌بندی‌ها، مقیاس Wentworth می‌باشد که در ایالات متحده مورد استفاده قرار می‌گیرد. مقیاس فی<sup>۱</sup> مقیاس دیگری است که توسط Krumbein ارائه شده است. این مقیاس، اصلاح شده مقیاس ونت ورث می‌باشد که توسط کرومبین ابداع گردید. مقیاس فی یک مقیاس لگاریتمی است که از معادله زیر محاسبه می‌گردد.

$$\phi = -\log_2(d)$$

یا می‌توان به صورت  $d = \frac{1}{2^\phi}$  نوشت که در آن  $d$

اندازه دانه به میلی‌متر است.

### تعیین منابع ماسه

تعیین منابع ماسه براساس محدوده اندازه ذرات سطحی خاک انجام پذیرفت.

### هواشناسی و اقلیم

مطالعه آب و هوا و اقلیم منطقه براساس تجزیه و تحلیل دو سری داده انجام گرفت. یکی تجزیه و تحلیل داده‌های ایستگاه سبزوار و دیگری تجزیه و تحلیل داده‌های ایستگاه‌های مجاور و موجود در حوزه آبخیز سبزوار و ایجاد روابط رگرسیون بین پارامترهای مورد استفاده در اقلیم. این مطالعات نشان داد که میانگین بارندگی سالانه ۱۹۳/۲ میلی‌متر و میانگین روزانه درجه حرارت ۱۶/۹ درجه سانتی‌گراد بوده و اقلیم منطقه براساس روش دومارتن، خشک و بیابانی می‌باشد.

### مطالعه باد و مرفولوژی تپه‌های ماسه‌ای ارگ

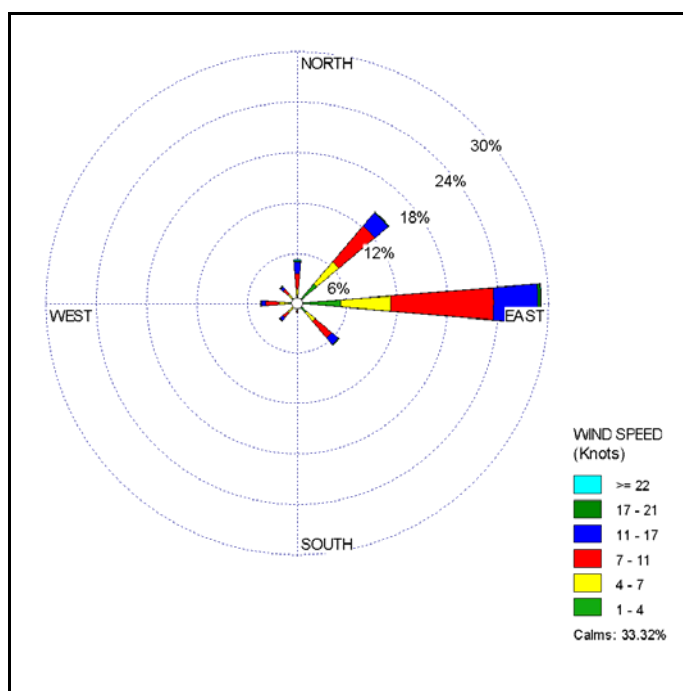
خارتوران به منظور تعیین محدوده مطالعاتی بر پایه عملکرد باد

با توجه به اینکه نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی موجود در محدوده مورد مطالعه، ایستگاه سبزوار می‌باشد؛ این ایستگاه انتخاب و داده‌های بادسنجی مربوط به ۱۰ سال دوره آماری (۱۹۹۶-۲۰۰۵) مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۷).



مقیاس درجه بندی رسوبات									
قطر (میلیمتر)		هاپکینز (۱۸۹۹)		اودن (۱۹۱۴)		ونت ورت (۱۹۳۳)		اداره خاک ایالات متحده	
2048									2048
1024							boulders تخته سنگ		1024
512		ریگ							512
256				خیلی درشت					256
128			boulders تخته سنگ	درشت			obbles قلوه سنگ بزرگ		128
64				ریز					64
32									32
16									16
8									8
4									4
2		gravel ریگ							2
1									1
1/2									1/2
1/4									1/4
1/8									1/8
1/16									1/16
1/32									1/32
1/64									1/64
1/128									1/128
1/256									1/256
1/512									1/512
1/1024									1/1024
1/2048									1/2048

جدول ۱- مقیاس طبقه بندی اندازه دانه



شکل ۷ - گلباد سالانه ایستگاه سبزوار

منطقه تحت تأثیر باد غالب شمالی منظم شده‌اند و بنظر می‌رسد که کشیدگی‌های غیرمنظم در برخی مناطق بیشتر تحت تأثیر توپوگرافی محلی باشند (همانند وجود کال صبری در وسط ارگ و کال حجاج و سگری در کناره آن). دوم رژیم بادهای مختلف، عاملی است که شکل‌های مختلف تپه‌های ماسه‌ای را بوجود می‌آورد. بدین ترتیب که بادهای یک جهتی باعث بوجود آمدن تپه‌های هلالی شکل<sup>۱</sup> و بارخان‌ها<sup>۲</sup> و یا بادهای با جهت‌های مخالف ولی با نیروی یکسان، باعث بوجود آمدن تپه‌های معکوس<sup>۳</sup> با شیب‌های متقارن و بادهای دوجتهی با زاویه تند باعث بوجود آمدن تپه‌های خطی<sup>۴</sup> یا سیف<sup>۵</sup> و بادهای بیشتر از دو جهت یا چند جهتی باعث بوجود آمدن تپه‌های ستاره‌ای<sup>۶</sup> می‌شوند.

همان‌گونه که گلباد ترسیم شده در این ایستگاه نشان می‌دهد جهت وزش باد غالب در سال از سمت شرق (E) می‌باشد و نشان می‌دهد که در بیشترین زمان از طول سال، شاهد وزش باد از این سمت خواهیم بود. لازم به ذکر است که بیش از ۳۸ درصد بادهایی که از این سمت جریان دارند دارای سرعت بالای ۷ نات می‌باشند.

بررسی‌های صحرایی و تفسیر عکس‌های هوایی اشکال مختلف تپه‌های ماسه‌ای نشان داد که کشیدگی و شکل تپه‌ها از شمال یا شمال‌غربی به جنوب یا جنوب‌شرقی است. مطالعات روی اشکال مختلف تپه‌های ماسه‌ای نشان داد که باد به دو صورت در شکل‌گیری آنها نقش دارد: اول جهت باد، عاملی است که مسیر و کشیدگی تپه‌های ماسه‌ای را شکل می‌دهد. بادهای غالب یا بادهای قوی و محلی، این کشیدگی را ایجاد می‌کنند. مطالعه روی کشیدگی‌های تپه‌های ماسه‌ای در ارگ خارتوران نشان داد که جهت باد غالب شمالی و گاه بصورت محلی یا قوی از شمال‌غرب می‌باشد. عمده تپه‌های ماسه‌ای

- 1- Crescent dunes
- 2- Barchans
- 3- Reversing dunes
- 4- Linear dunes
- 5- Seif
- 6- Star dunes

## ۳-۳- دانه بندی

کلاس های اندازه و نام مجموعه دانه ها فقط براساس اندازه آنها، نام گذاری گردیده اند. به عنوان مثال کلاس ۱/۱۹ تا ۱/۷۰ میلی متر، دانه ای را در بر می گیرد که در حد اندازه ماسه درشت<sup>۱</sup> می باشد که می تواند سنگ یا خاکدانه باشد.

در این پروژه دانه بندی ذرات براساس روش الک خشک و با استفاده از دستگاه تکان دهنده برقی انجام شد. کلاس های اندازه ذرات، بر پایه طبقه بندی ذرات رسوبات بادی بوده که در جدول ۲ آورده شده است. لازم به ذکر است که

جدول ۲ - مشخصات الک های بکار برده شده و کلاس اندازه دانه

نام مجموعه	جدول تغییرات اندازه (متریک - میلی متر)	مقیاس فی
ریگ خیلی ریز	۳/۳۵-۱/۷۰	-۱/۷۵ تا -۰/۷۶
ماسه خیلی درشت	۱/۷-۱/۱۹	-۰/۷۶ تا -۰/۲۵
ماسه درشت	۱/۱۹-۰/۷۰	-۰/۲۵ تا ۰/۵
ماسه متوسط	۰/۷۰-۰/۳۰	۰/۵ تا ۱/۷
ماسه ریز	۰/۳۰-۰/۱۵	۱/۷ تا ۲/۷
	۰/۱۵-۰/۰۷۵	۲/۷ تا ۳/۷
ماسه خیلی ریز	۰/۰۷۵-۰/۰۶۳	۳/۷ تا ۴
سیلت و رس	<۰/۰۶۳	>۴

جدول ۳ بخشی از نتایج آنالیز الک نقاط نمونه برداری را نشان می دهد.

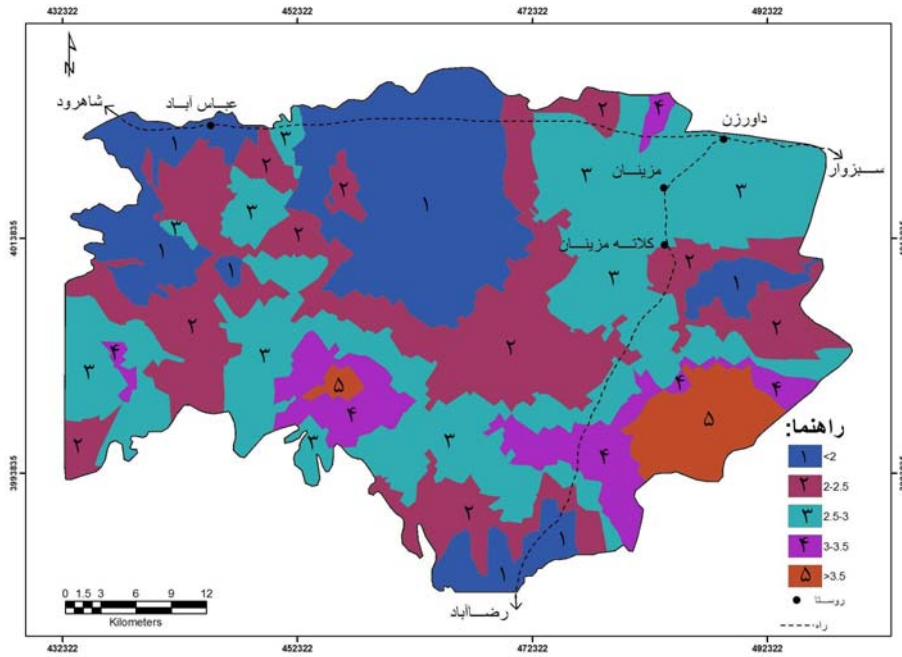
جدول ۳ - بخشی از آنالیز الک نمونه ها

جمع	Pan %	اندازه دانه mm								نقطه
		۰/۰۶۳ %	۰/۰۷۵ %	۰/۱۵۰ %	۰/۳۰۰ %	۰/۷۰۰ %	۱/۱۹ %	۱/۷۰ %	۳/۳۵۰ %	
۱۰۰	۰/۹	۵/۲	۱۹/۷	۲۴/۰	۲۵/۸	۱۳/۷	۶/۱	۴/۶	-	۱
۱۰۰	۳/۸	۵/۷	۲۵/۹	۳۴/۴	۲۱/۵	۵/۸	۱/۷	۱/۲	-	۲
۱۰۰	۲/۳	۳/۲	۱۹/۱	۳۴/۹	۲۹/۵	۷/۰	۲/۳	۱/۷	-	۳
۱۰۰	۱/۵	۵/۳	۲۳/۸	۲۶/۵	۳۰/۵	۹/۴	۱/۷	۱/۳	-	۴
۱۰۰	۲/۲	۳/۱	۱۶/۳	۳۱/۸	۲۹/۲	۱۰/۱	۴/۴	۲/۹	-	۵
۱۰۰	۰/۲	۲/۴	۲۵/۵	۲۷/۲	۱۶/۲	۱۱/۸	۱۱/۰	۵/۷	-	۶
۱۰۰	۰/۳	۳/۳	۳۰/۲	۲۵/۳	۱۶/۷	۱۱/۲	۸/۶	۴/۴	-	۷
										۸
										اینسلیبرگ

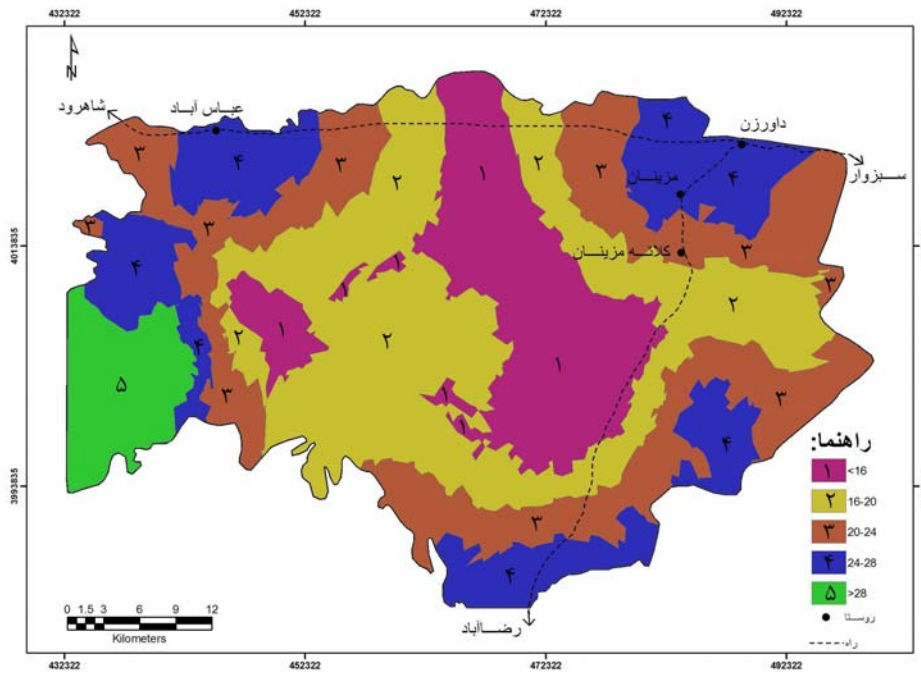
تعیین مناطق برداشت (منابع ماسه) بر پایه دانه‌بندی  
(پتانسیل رسوب‌زایی)

بررسی‌های دینامیکی و فیزیکی حرکت ذرات توسط باد نشان داده که ذرات با قطرهای مختلف دارای شکل انتقالی متفاوتی بوده و هریک از صور حمل، با سرعت‌های معین باد انطباق دارد.

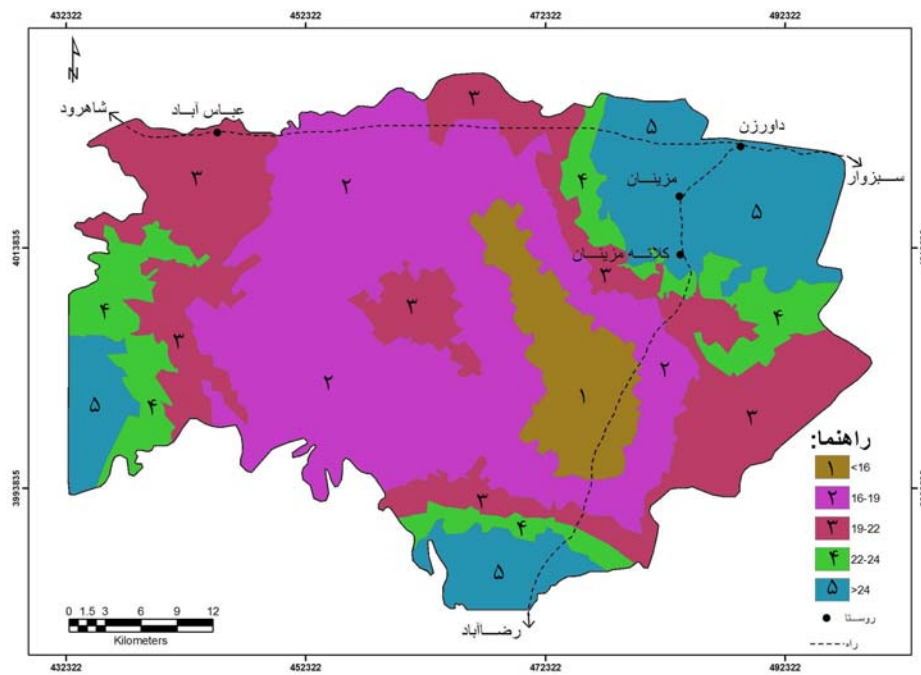
بر پایه تأثیر اندازه دانه در انتقال ذرات و بر پایه حدود تغییرات اندازه دانه‌ها (جدول ۳)، داده‌های بدست‌آمده از آنالیز الک خشک در هر محدوده اندازه، کلاسه‌بندی شدند و خطوط هم‌ارزش آنها رسم گردید (شکل‌های ۸ تا ۱۴). مهمترین این نقشه‌ها، نقشه خطوط هم‌ارزش ماسه خیلی ریز (۰/۱۵۰ تا ۰/۰۶۳ میلیمتر) می‌باشد (شکل ۹).



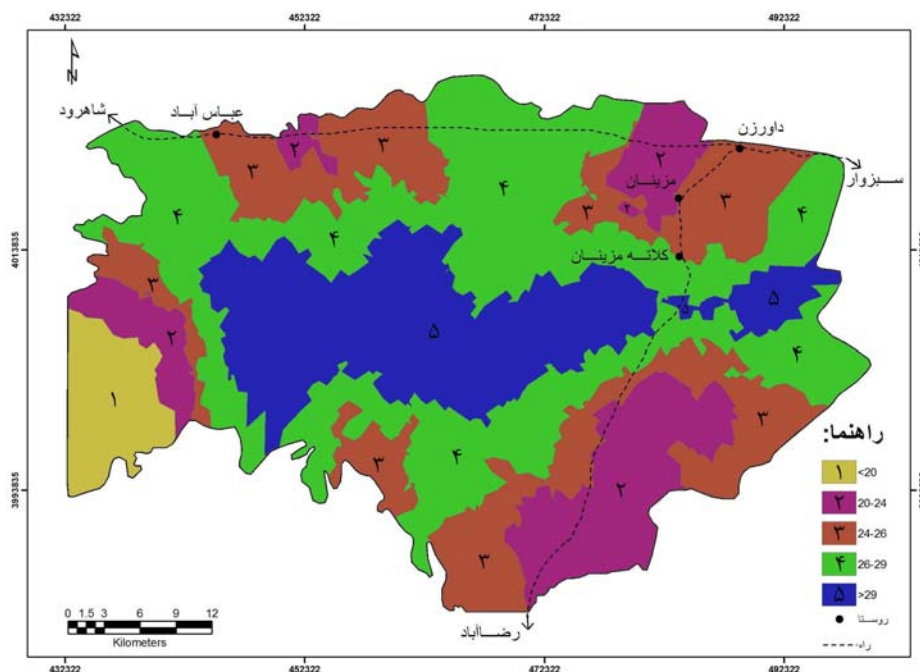
شکل ۸ - نقشه توزیع درصد سیلت - رس



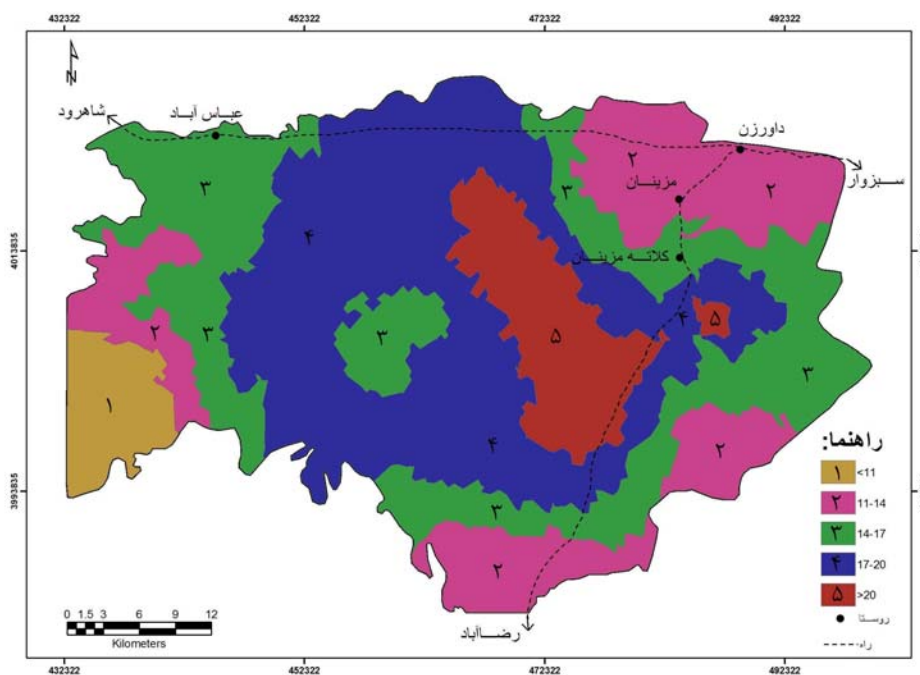
شکل ۹- نقشه توزیع درصد ماسه خیلی ریز



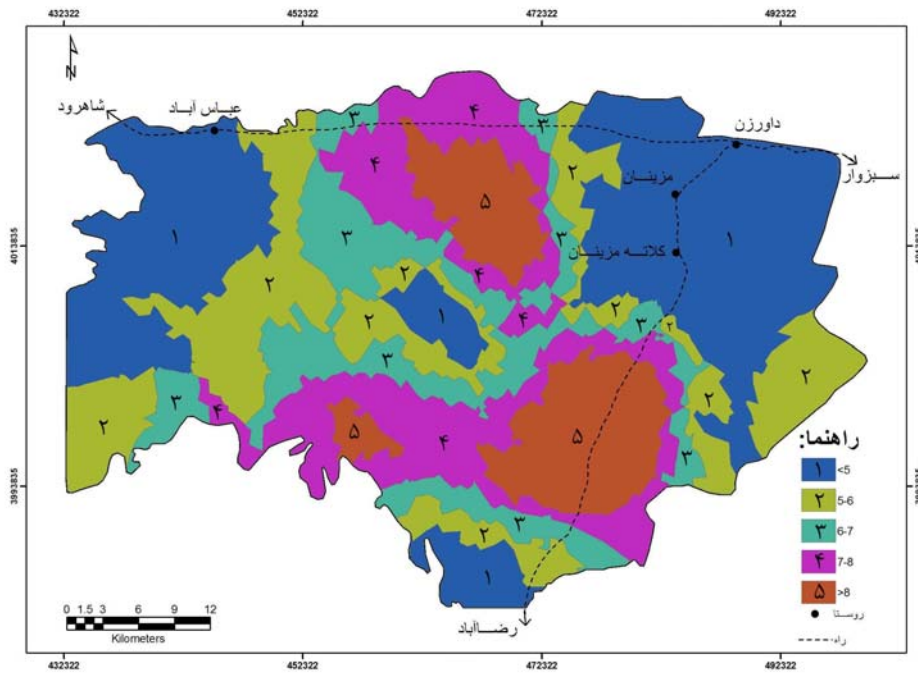
شکل ۱۰- نقشه توزیع درصد ماسه ریز



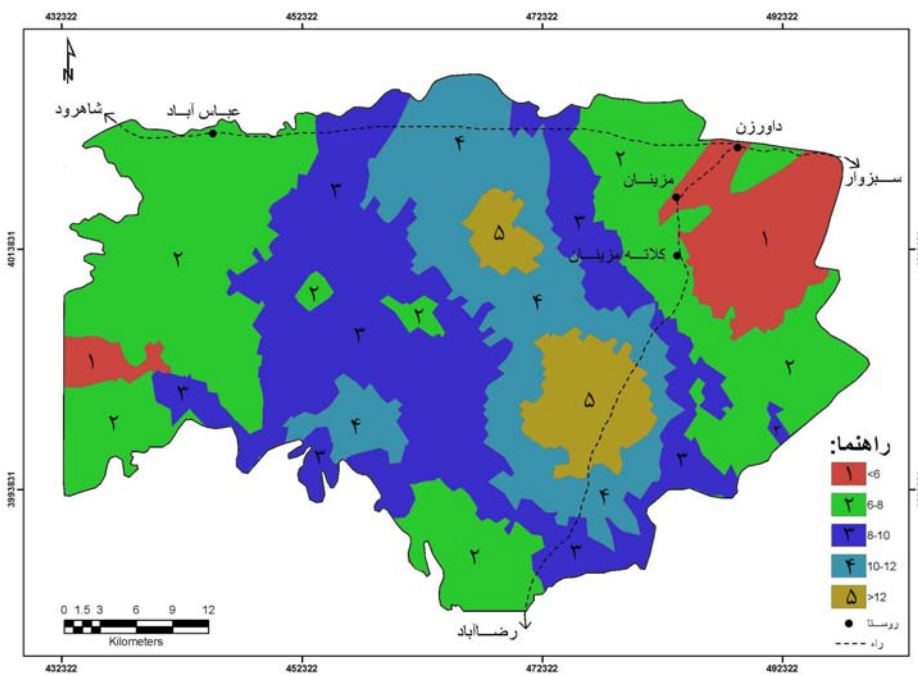
شکل ۱۱- نقشه توزیع درصد ماسه متوسط



شکل ۱۲- نقشه توزیع درصد ماسه درشت



شکل ۱۳- نقشه توزیع درصد ماسه خیلی درشت



شکل ۱۴- نقشه توزیع درصد ریگ خیلی ریز

تجزیه و تحلیل دانه‌بندی در هر نقطه، داده‌های مناسبی را برای تعیین منابع ماسه مشخص نمود و اولویت مناطق برداشت را تعیین کرد. (Mabbutt, 1977) وجود منابع ماسه را یکی از فاکتورهای بسیار مهمتر از اقلیم دانسته و (Mainguet, 1986) از منابع ماسه در ارائه طبقه‌بندی تپه‌های ماسه‌ای استفاده کرده است.

بازدیدهای صحرائی و مطالعه ژئومرفولوژی نشان داد که منطقه مورد مطالعه از دو واحد ژئومرفولوژی، دشت سر و پلایا تشکیل شده است، بطوری که واحد پلایا (پلایای سبزوار) معادل نیمی از مساحت منطقه را در برمی‌گیرد، بنابراین بطور معمول باید سهم بسزائی در آورد رسوب بادی داشته باشد ولی تطبیق نقشه‌های توزیع اندازه ذرات، نشان داد که بخشی عظیمی از پلایا در آورد رسوبات فرسایش بادی نقشی ندارد. پارامترهای زیر مؤید این موضوع می‌باشند:

- پلایای سبزوار از نوع پلایای بین شبکه زهکشی بوده بنابراین دارای مشخصات این نوع پلایاها از جمله داشتن سطح خشک (به دلیل زهکشی) و بدون شوری (زهکشی املاح با حلالیت بالا) می‌باشد. (Snyder, 1962) و (Motts, 1965) از این ویژگی‌ها در طبقه‌بندی پلایاهای باز وبسته و همچنین پلایاهای مرطوب و خشک استفاده کرده‌اند.

- ریزدانه بودن بافت سطوح این پلایا، منجر به ایجاد سطوح صاف بدون ناهمواری و با چسبندگی بالا می‌گردد. ژان تریکار (۱۹۶۶) معتقد است که باد در رس‌ها به علت چسبندگی زیاد بطور نامحسوس عمل کرده و حتی در حالت مرطوب هیچ برداشتی از آنها ندارد. (Bagnold, 1941) نیز در آزمایش تونل باد نشان داده که پودر سیمان

یقیناً در مناطق بیابانی، باد به‌عنوان عامل حرکت ذرات خاک نقش اساسی دارد. (Bagnold 1941) بعضی از تحقیقات اولیه علمی را به‌صورت دقیق و جزئی در رابطه با حرکت ماسه توسط باد انجام داده است.

مطالعه تجزیه و تحلیل اندازه دانه در محدوده‌های تعریف شده منتج به هفت نقشه گردید. این نقشه‌ها توان رسوب‌زایی منطقه را در هر کلاس اندازه بیان می‌کند (شکل‌های ۸ تا ۱۴). مهمترین این نقشه‌ها، نقشه خطوط هم‌ارزش ماسه خیلی‌ریز (۰/۱۵۰ تا ۰/۰۶۳ میلی‌متر) می‌باشد (شکل ۹). این نقشه در حقیقت، پتانسیل هر نقطه را از نظر حمل ماسه خیلی ریز توسط باد نشان می‌دهد. همان‌طور که شکل ۹ نشان می‌دهد، منابع ماسه‌ای که بیشترین ماسه را در اختیار باد می‌تواند قرار دهد در غرب منطقه پراکنده می‌باشند. هرچند شکل ۹ توزیع درصد ماسه خیلی ریز را در منطقه نشان می‌دهد ولی به این مفهوم نیست که هر جا ماسه خیلی‌ریز بیشتری است، فرسایش بادی بیشتری دارد، بلکه فقط پتانسیل بیشتری برای در اختیار گذاشتن ماسه در عمل فرسایش بادی دارد. درحقیقت، با توجه به سرعت باد مناسب منطقه، اگر شرایط زمینی مساعد گردد (برای مثال از بین بردن سنگفرش یا تغییرات در سختی سطح کفه‌های رسی) فرسایش بادی در این بخش‌ها بیشتر عمل می‌کند. از طرفی دیگر این نقشه‌ها مؤید این است که در هر بخش از منطقه مورد مطالعه، حرکت ذرات به چه شکل صورت می‌گیرد. همچنین می‌توان از این نقشه‌ها اشکال فرسایش و یا رسوب‌گذاری توسط باد را در سطح زمین (رخساره‌های ژئومرفولوژی) حدس زد.



توانسته بوسیله بادی که قادر به حمل ذرات حتی با قطر ۴/۶ میلی متر بود حمل نشود.

- به دلیل حاکم بودن شرایط آب و هوایی خشک و کمبود بارش، درصد املاح با حلالیت کم و دارای کاتیون‌های دو ظرفیتی مانند کربنات کلسیم  $\text{CaCO}_3$ ، غالب شده و این فرآیند رسوب گذاری شیمیائی، باعث سخت شدن سطح پلایا می گردد (Mabbutt, 1977). (Mabbutt, 1977) این فرآیند رسوب گذاری را مانع فرآیندهای فرسایشی باد همانند بادبردگی می داند. شکل ۹ که توزیع آسیب پذیرترین ذرات و شکل ۱۴ که توزیع درشت ترین ذرات را نشان می دهند این موضوع را تأیید می کنند.

بطور کلی می توان بیان کرد که منطقه مورد مطالعه از نظر فرآیندهای فرسایش بادی به یک تعادل نسبی تری بین متغیرهای مکانی (از جمله توزیع ذرات خاک یا رسوب سطحی) با خصوصیات باد نسبت به گذشته رسیده است، براساس مطالعات و نتایج بدست آمده می توان بیان کرد، که در گذشته، یا فعالیت باد و یا منابع ماسه بیشتر از زمان حال بوده است. (Ganser, 1955) معتقد است که ارگ خارتوران حاصل عمل باد در رسوبات دریاچه ای دور پلیوسن می باشد. ویژگی های ارگ خارتوران نیز نشان می دهد که این ارگ نتیجه ای از فعالیت باد در گذشته می باشد. (Krinley, 1970) با توجه به شواهد زمینی و وسعت ارگ نتیجه می گیرد که این رویدادها احتمالاً در زمانی صورت گرفته که در منطقه، زمستانی پر بارش و تابستانی پر بادتر از زمان حال وجود داشته است. در حال حاضر میزان شدت جریان ماسه و تعادل بین فرسایش و رسوب گذاری، عوامل غالب در شکل گیری رخساره های ژئومورفولوژی منطقه، توسط باد هستند.

- احمدی، ح. ۱۳۸۵. ژئومورفولوژی کاربردی، جلد ۲، فرسایش بادی. انتشارات دانشگاه تهران.
- اختصاصی، م.ر.، ۱۳۸۳. بررسی مورفومتری و مورفودینامیک رخساره های فرسایش بادی دشت یزد - اردکان و تعیین شاخص های این فرایند جهت کاربرد در مدل های ارزیابی بیابان زایی. رساله دکتری در رشته آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- تریکار، ژ. ترجمه صدیقی، م. و پورکرمانی، م.، ۱۳۶۹. اشکال ناهمواری در نواحی خشک. انتشارات آستان قدس رضوی.
- خداجو، م.ع.، ۱۳۸۰. بررسی رخساره های برداشت و حمل رسوبات ارگ خارتوران. پایان نامه کارشناسی ارشد، مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی ایران.
- خلیلی، ع.، ۱۳۷۰. تقسیمات اقلیمی ایران. طرح جاماب، انتشارات وزارت نیرو.
- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح؛ ۱۳۶۸. نقشه های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰.
- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح؛ ۱۳۳۵. عکس های هوایی ۱:۵۵۰۰۰.
- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح؛ ۱۳۴۶. عکس های هوایی ۱:۲۰۰۰۰.
- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح؛ ۱۳۷۰. نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰.
- سازمان زمین شناسی کشور؛ نقشه زمین شناسی؛ ۱۳۷۱.
- صارمی نائینی، م.ع.، ۱۳۸۵. تحلیل مقایسه ای بر توزیع مکانی گلباد، گلطوفان و گلماسه در مطالعات فرسایش بادی با استفاده از تکنیک GIS (مطالعه موردی: دشت یزد - اردکان). پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته بیابان زدایی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- کریمپور ریحان، م.، مشهدی، ن.، اقبالی، م.ت. و رنجبر، ع.، ۱۳۷۷. بررسی گیاهان ماسه دوست تپه های ماسه ای زمان آباد توران. معاونت پژوهشی دانشگاه تهران.

- Mashhadi, N., 2008. The study of removal (detachment) and transitional regions of wind erosion upon ground indicator (Case study: Khartouran Erg). *DESERT Journal*, Vol.13, 2008, 75-87.
- Motts, W.S., 1965. Hydrologic types of playas and closed valleys and some relation of hydrology to playa geology. *Geology, Mineralogy, and Hydrology of U.S. playas*. (Ed.). Neal. J.T.
- Snyder, C.T., 1962. A hydrologic classification of valleys in the Great Basin, Western United State. *Int.Assn.Hydrologists*.
- Udden, J.A., 1941. Mechanical composition of clastic sediments. *Bulletin of the Geological Society of America*, 25:655-744.
- Wasson, R.J., 1983. Dune sediment types, and colour, sediment provenance and hydrology in the Strzelecki -Simpson dunefield, Australian. In: Brookfield, M.E. & Ahlbrandt, T.S. (Ed.). *Eolian Sediments and Processes*. Elsevier, Amsterdam.
- Watson, A., 1989. windflow characteristics and aeolian entrainment. In: David S. G. Thomas.(Ed). *Arid zone geomorphology*.
- Wentworth, C.K., 1920. Methods on mechanical analysis of sediments. *University of Iowa studies in Natural history*, Vol. XI, No. 11.
- Wentworth, C.K., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediment. *Journal of Geology*, Vol. XXX.
- Wilshire, HG., Nakata, J.K. and Hallet, B., 1981. Field observation of the December 1977 windstorm, San Joaquin valley, California. In: Pewe. T.L., (Ed). *Desert dust*. Geological Society of America.
- کرینسلی، د.، ترجمه پاشایی، ع.، ۱۳۸۱. کویرهای ایران و خصوصیات ژئومورفولوژیکی و پالتوکلیماتولوژی آن. انتشارات سازمان جغرافیایی وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح.
- مشهدی، ن.، امیراصلانی، ف. و کریمپورریحان، م.، ۱۳۸۵. مطالعه مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای ارگ خارتوران، بیابان، جلدیازدهم شماره ۱: ۲۱۱-۲۲۱.
- Anderson, J.R., 2004. Sieve analysis lab exercise. University of Georgia.
- Bagnold, R.A., 1941. *The physics of blown sand and desert dunes*. Methuen, London.
- Bowler, J.M., 1973. Clay dunes; their occurrence, formation and environmental significance. *Earth Science Reviews*. 9:315-38.
- Clements, T., St1385 one, R.O., Mann, J.F.Jr. and Eymann, J.L., 1963. A study of windborne sand and dust in desert areas. *US Army Natick Laboratory, Tec.Rep*.
- Folk, R.L., 1971. Longitudinal dunes of the northwestern edge of the Simpson Desert, Northern Territory, Australia. 1. *Geomorphology and grain size relationships*. *Sedimentology*, 16:5-54
- Gansser, A., 1955. New aspects of the geology of Central Iran. *Proceedings of the 4th World Petroleum Congress*, Section 1, p. 297.
- Krinsley, D.P., 1970. A geomorphological and palaeoclimatological study of playas of Iran. *US geological survey, final scientific report*.
- Krumbein W.C., 1934. Size frequency distributions of sediments. *Journal of sedimentary petrology*.
- Mabbutt, J.A., 1977. *Desert landforms*. The MIT press, Cambridge.
- Mainguet, M., 1986. The wind and desertification processes in the Saharo-Sahelian and Sahelian regions: 210-239. In: El-Baz.F., (Ed.). *Physics of desertification*.

## Sand sources determination based on granulometry of surface soils or sediment (sediment generation potential)

Mashhadi, N.<sup>1\*</sup> and Ahmadi, H.<sup>2</sup>

1\*-Corresponding Author, Assistant Professor, International Research Center for Living with Desert, University of Tehran, Tehran, Iran Email: nmashhad@ut.ac.ir

2- Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

Received:31.05.2008

Accepted:14.01.2009

### Abstract

The results of wind dynamic are transport of soil or sediment particles and subsequently evolution of desert landforms according to the intensity of either erosion or sedimentation process. Geology, geomorphology and climatology conditions of the *Khartouran* region create a special situation on the closed basin of Dasht-e-Kavir. It is evident that the ecosystem balance of the region is affected by anthropogenic exploitation and wind activity, so this area has a geoecological structure with special features. The Khartouran Erg is resulted of wind activity on sand sources. The study area is located on the southwest of Sabzevar city with a total area about 200000 hectares. The study was carried out based on topographic, geologic maps, satellite images, aerial photographs, field observation and sampling. Based on the information and data, the study area was divided into grid cells of 3 km × 3 km. Surface soil or sediment of corner points of each grid was sampled (214 points). The results of granulometry analysis of soil or sediment samples were presented in seven maps. These maps show grain size distribution and consequently determine sand supplement potential of each point in different wind velocities. The granulometry analysis of samples showed that particle size with a range of 0.063 to 0.150 mm (the most vulnerable sand particle size to wind erosion) comprised the most percentage of distribution. Based on the results it may be concluded that these regions were affected by wind erosion in the past more rather than of current time and Khartouran Erg is result of wind activity in the past. Currently, the rate of sand movement intensity and the balance between erosion and sedimentation are dominant factors in shaping geomorphologic facies (Aeolian landforms).

**Key words:** sand sources, Khartouran Erg, granulometry, potential of sedimentation, wind erosion, grains distribution