

## شناخت فرآیندهای مؤثر بر توسعه و تحول عوارض ماسه‌ای

(مطالعه موردی: عوارض ماسه‌ای چاله سیرجان)

دکتر مهران مقصودی - استادیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

دریافت مقاله: ۸۴/۳/۲۲

تأیید نهایی: ۸۵/۱/۲۸

### چکیده

شناخت عوامل مؤثر بر تحول عوارض ماسه‌ای بادی از موضوعاتی است که توسط محققان بسیاری در سطح جهان و ایران مورد توجه قرار گرفته است. نظر به این که کشور ما در کمربند آب‌وهوای خشک و نیمه خشک قرار دارد، بنا بر این در بسیاری از نقاط آن توسعه این عوارض را می‌توان شاهد بود. در محدوده حوضه آبریز کویر سیرجان به عنوان منطقه مورد مطالعه، عوارض ماسه‌ای به صورت محدود در سطح دشت دیده می‌شود، اما توسعه و تکامل آن از اشکال کلاسیک فاصله دارد. بررسی عکس‌های هوایی محدوده فوق به همراه عملیات میدانی، نمونه‌برداری و دانه‌سنجی نمونه‌ها نشان می‌دهد که توسعه اشکال بادی در مناطقی که منشاء رسوبات آن سیلاب‌های صفحه‌ای است به حداکثر می‌رسد. این در حالی است که در سایر مناطق می‌توان حالت‌های مختلفی از این فرآیند را شاهد بود؛ به طوری که در برخی مناطق اصولاً نقش باد را در فرسایش می‌توان نادیده گرفت و در برخی مناطق نیز حرکت محدود ذرات ماسه در سطح زمین دیده می‌شود. موارد فوق با تهیه نقشه پهنه بندی مناطق حساس به فرسایش بادی و مشخص شدن محدوده‌های مختلف با ویژگی‌های متفاوت تکمیل گردید. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که بالا بودن نسبت ذرات ماسه‌های کمتر از ۲۵۰ میکرون، ضعف پوشش گیاهی و کمی ریزش‌های جوی محیط مناسبی را جهت گسترش فرسایش بادی مهیا می‌سازد، به طوری که با کاهش این نسبت از شدت فرسایش نیز کاسته می‌شود. این مورد با بررسی نمونه‌های دانه‌سنجی، عملیات میدانی و مشاهده عکس‌های هوایی نیز تأیید می‌گردد.

**واژگان کلیدی:** مناطق خشک، ژئومرفولوژی، چاله سیرجان، ماسه‌های بادی، فرسایش بادی.

### مقدمه

کشور ما در کمربند خشک و بیابانی دنیا قرار دارد و دو سوم از وسعت آن در قلمرو مناطق خشک واقع شده است. وسعت نواحی خشک و فوق‌العاده خشک<sup>۱</sup> به ترتیب معادل ۴۷۲۵۶۶ و ۵۷۳۸۸۴ کیلومتر مربع است که حدود ۶۳/۵

<sup>۱</sup> - قلمروهای خشک و نیمه خشک بر اساس سیستم اصلاح شده دمارتون تعیین شده است. در این سیستم مناطقی که شاخص خشکی آنها بین ۵-۱۰ و ۰-۵ است به ترتیب جزء مناطق خشک و فرا خشک محسوب می‌شوند.

درصد کل مساحت کشور را تشکیل می دهد (خلیلی ۱۳۸۱، ص ۱). نواحی خشک از نواحی ای هستند که به علت حساس بودن اکوسیستم طبیعی آن، با کاهش قابلیت های محیطی مواجه هستند. بنابراین هر تغییر در شرایط طبیعی ممکن است کاهش قابلیت های زمین را بدنبال داشته باشد.

شناخت ویژگی های ژئومرفولوژیک عوارضی که در محیط های مرفوکلیماتیک نواحی خشک توسعه می یابند، می تواند ما را در برخورد با چنین محیط های حساسی آگاه ساخته و انسان را از اعمالی که ممکن است موجب تغییر اکوسیستم و موازنه طبیعی شود منع کند.

ویژگی های ژئومرفولوژیک عوارض نواحی خشک در واقع حاصل پویایی و تحول پذیری خاص آنها است. بنا بر این محدودیت هایی که این تحول می تواند در راه عمران ناحیه ای ایجاد نماید، می بایست شناخته شود.

در مناطق خشک عوارض گوناگونی وجود دارند که هر یک از این عوارض از نظر فرایندهای مؤثر در شکل گیری، وسعت و نحوه استقرار و پراکندگی با هم متفاوتند. عوارض ماسه ای یکی از موارد مذکور می باشد.

هنگام فراهم بودن شرایط (به ویژه شرایط اقلیمی و ژئومرفولوژیک)، عوارض ماسه ای از پویاترین عوارض این نواحی می باشد. مهم ترین این شرایط عبارتند از:

- وجود باد غالب (با سرعت بیش از ۴٫۵ متر بر ثانیه)
- خشکی هوا
- نبود یا تراکم اندک پوشش گیاهی
- وجود عناصر ریزدانه
- توپوگرافی مناسب

بدیهی است گسترش وسیع عوارض ماسه ای بستگی به وجود شرایط ذکر شده و شدت و ضعف آنها دارد. تحقیق حاضر به منظور شناخت هرچه بیشتر عوارض ماسه ای و چگونگی گسترش آن و فرایندهای مؤثر بر تحول آنها در حوضه آبریز کویر سیرجان انجام شده است.

#### مواد و روش ها

از آنجا که هدف، شناخت فرایندهای مؤثر بر تحول اشکال ماسه ای در چاله سیرجان بوده، بنا بر این ابتدا با استناد به مطالعات پیشین و کتابخانه ای، آمار باد ایستگاه های سینوپتیک منطقه تجزیه و تحلیل شده است. تکنیک کار، مقایسه ارتباط اشکال مرفولوژی تپه ها و پهنه های ماسه ای موجود و وضعیت سرعت، جهت و فرکانس بادهای منطقه و نیز ارتباط تأثیر بادهای بر اساس دانه سنجی انجام شده بر روی بیش از هجده نمونه ماسه بادی برداشت شده از سطح منطقه بوده است. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات علاوه بر نتایج دانه سنجی ها از اطلاعات بدست آمده مانند حجم و ضخامت نسبی عوارض ماسه ای بادی، پوشش گیاهی، ویژگی های توپوگرافیکی، شواهد سیلاب های صغحه ای<sup>۱</sup> و مشاهدات میدانی استفاده شده است. ابزار کار علاوه بر روش های نمونه برداری و مشاهده میدانی استفاده از عکس های هوایی با دید

<sup>۱</sup> - Sheet flood

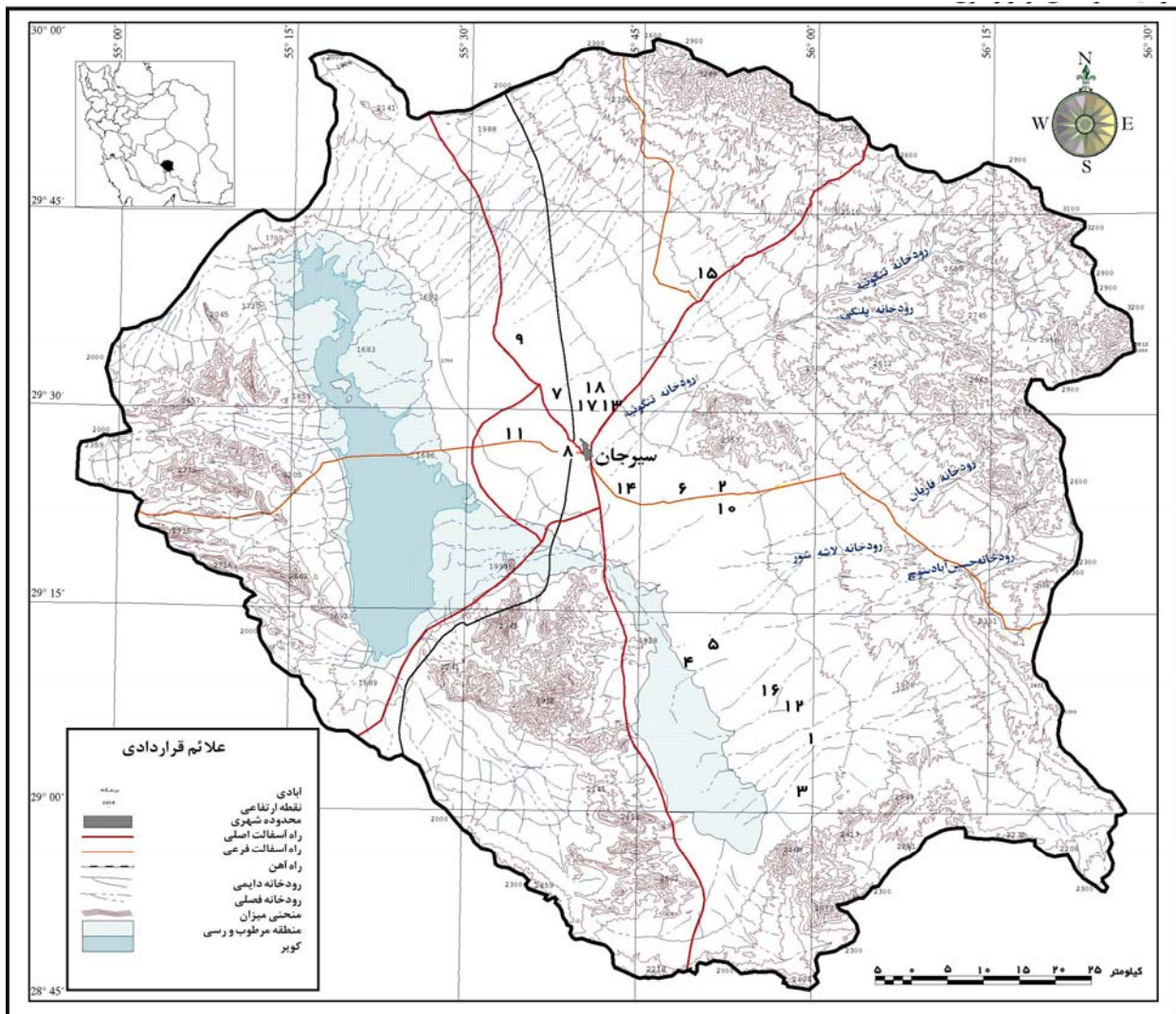
استرئوسکوپیک متعلق به دو دوره زمانی با فاصله ۳۷ ساله بوده است. علاوه بر این از نقشه های توپوگرافی برای تعیین موقعیت و حدود منطقه و در نهایت از نرم افزارهای کامپیوتری برای ترسیم گراف ها و نقشه ها استفاده شد.

### منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه، حوضه آبریز کویر سیرجان است. این حوضه آبریز حوضه ای بسته است که در جنوبی ترین قسمت چاله اصفهان - سیرجان قرار دارد.

موقع جغرافیایی این حوضه بین  $28^{\circ} 46'$  تا  $29^{\circ} 59'$  عرض شمالی و  $54^{\circ} 27'$  تا  $56^{\circ}$  طول شرقی قرار دارد. در شمال این حوضه، حوضه شهر بابک و حوضه های دیگری قرار دارد که دارای امتدادی همچون چاله اصفهان - سیرجان با جهت شمالغرب - جنوبشرق می باشد. در جنوب این حوضه نیز حوضه هایی قرار دارند که سطح اساس آنها خلیج فارس یا جازموریان است.

شکل ۱- موقعیت نمونه های گرانونومتری شده



زهکش های حوضه عمدتاً فصلی و یا اتفاقی هستند و تنها رودخانه دائمی، رودخانه تنگویی است. از نظر تقسیمات کشوری قسمت اعظم حوضه سیرجان در استان کرمان قرار دارد و فقط قسمت های بسیار کوچکی در مغرب و جنوب حوضه به استان های فارس و هرمزگان کشیده می شود.

حوضه آبریز کویر سیرجان دارای وسعتی معادل ۱۲۶۲۸ کیلومتر مربع است. از نظر توپوگرافی، بیشتر قسمت های منطقه (به ویژه در حاشیه کویر سیرجان) با شیب کم (کمتر از ۳ درصد) به چاله سیرجان ختم می شود، به طوری که با سطحی نسبتاً هموار و بدون عارضه روبرو می شویم. این سطوح در حاشیه چاله سیرجان و همچنین اطراف آن امکان توسعه اشکال بادی را امکان پذیر می سازد؛ با این وجود در نواحی شرقی و غربی حوضه ارتفاعاتی وجود دارد که در نواحی شرقی تا ۳۶۰۰ متر نیز می رسد. این ارتفاعات از یک طرف منبع عناصر ریزدانه ای است که توسط فرایندهای اولیه تشکیل و سپس به وسیله آب های جاری از این نواحی خارج می گردد و از طرف دیگر منشاء تشکیل فراباره های محلی است که نقش عمده ای در حرکت ماسه ها دارند.

### تجزیه و تحلیل و بحث

بر اساس مطالعات انجام شده در حوضه آبریز کویر سیرجان، محدوده نسبتاً وسیعی تحت تأثیر عملکرد مرفودینامیک باد است و توسعه اشکال و عوارض ماسه ای به خوبی قابل مشاهده است. در واقع وجود سطوح هموار در قسمت وسیعی از حوضه آبریز کویر سیرجان و همچنین وجود عناصر ریزدانه که مواد لازم را جهت فرسایش بادی مهیا می سازد، نبود شرایط مساعد برای رشد گیاهان و حاکمیت خشکی هوا برای بیش از شش ماه از سال، امکان عملکرد فرایندهای بادی و حمل ماسه های روان را در منطقه فراهم می آورد. به طور کلی تجزیه و تحلیل بادهای منطقه نشان می دهد که در ماه های سرد سال به علت عدم وجود تفاوت های دمایی و فشار هوا، بادهایی با سرعت مناسب و فراوانی زیاد جهت فرسایش بادی وجود ندارد. در ماه های گرم سال به ویژه ماه های مه، ژوئن، ژوئیه، اوت و سپتامبر بادهایی با سرعت ۴,۵ متر بر ثانیه و بیشتر که اغلب از آستانه سرعت باد برای حمل ذرات ماسه است، افزایش می یابند. شایان ذکر است که در این خصوص باگنولد سرعت آستانه باد را برای اغلب بیابان های ماسه ای ۱۶ کیلومتر (۴,۴ متر بر ثانیه) ذکر نموده است (به نقل از رفاهی ۱۳۷۸). جهت این بادهای غالب که برای فرسایش بادی مناسب می باشند، عمدتاً شمالی است.

به طور کلی مناطقی که در محدوده مورد مطالعه تحت تأثیر باد هستند را می توان به سه دسته تقسیم نمود.

- ۱- مناطقی که از تپه های ماسه ای<sup>۱</sup> پوشیده شده است.
- ۲- مناطقی که پهنه های ماسه ای<sup>۲</sup> شکل غالب عوارض را تشکیل می دهند.
- ۳- مناطقی که عملکرد باد با توجه به کم بودن مواد و مصالح لازم و درشت بودن بافت ذرات ماسه به حرکت محدود ماسه در سطح زمین محدود می شود.

<sup>۱</sup> - Sand dunes

<sup>۲</sup> - Sand sheets

جدول ۱ - ویژگی بادها در ایستگاه سینوپتیک سیرجان

ماه	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
ژانویه	۴۴	۱/۵۶	۳۳	۱/۱۷۶	۸۸	۳/۱۵	۵۰۲	۱۷/۹۹	۲۰۹	۷/۴۸	۲۴۷	۸/۸۵	۱۱۵	۴/۱	۱۳۴	۴/۸
فوریه	۵۷	۲/۲۴	۴۴	۱/۷۳	۷۲	۲/۸۴	۴۵۷	۱۷/۹	۲۱۲	۸/۳۵	۳۱۶	۱۲/۴۵	۱۴۱	۵/۹۵	۱۵۱	۵/۹۵
مارس	۴۹	۱/۷۸	۳۵	۱/۲۷	۹۷	۳/۵۲	۴۱۱	۱۴/۹۲	۲۷۷	۱۰/۰۶	۴۳۷	۱۵/۸۷	۲۲۸	۸/۲۹	۱۹۳	۷/۰۰۶
آوریل	۸۶	۳/۰۷	۹۲	۳/۲۹	۸۸	۳/۱۴	۲۴۵	۸/۷۵	۱۶۱	۵/۷۵	۳۵۸	۱۲/۷۹	۲۹۵	۱۰/۵۴	۲۲۰	۷/۸۶
مه	۱۳۳	۴/۶۶	۱۵۱	۵/۲۹	۷۷	۲/۶۹	۱۴۵	۵/۰۸	۱۰۵	۳/۶۸	۲۴۹	۸/۷۳	۴۱۱	۱۴/۴۱	۳۰۳	۱۰/۶۲
ژوئن	۱۵۵	۵/۷۳	۱۷۸	۶/۵۹	۱۰۴	۳/۸۵	۱۳۹	۵/۱۵	۱۳۱	۴/۸۵	۲۶۲	۹/۷	۲۹۸	۱۱/۰۳	۲۰۲	۷/۴۸
ژوئیه	۴۲۰	۱۵/۳۱	۳۳۴	۱۲/۱۸	۱۴۲	۵/۱۸	۲۲۸	۸/۲	۱۰۵	۳/۸۳	۱۴۳	۵/۲۱	۱۸۳	۶/۶۷	۲۶۶	۹/۷
اوت	۴۵۴	۱۶/۴	۳۱۴	۱۱/۳۵	۱۵۷	۵/۶۷	۲۰۳	۷/۳۴	۹۶	۳/۴۶	۱۰۵	۳/۷۹	۲۲۲	۸/۰۳	۲۵۶	۹/۲۶
سپتامبر	۲۴۲	۸/۹۵	۲۶۵	۹/۸۱	۱۱۷	۴/۳۲	۱۳۶	۵/۰۳۶	۸۵	۳/۱۴	۱۵۹	۵/۸۸	۲۶۵	۹/۸	۲۶۵	۹/۸۱
اکتبر	۱۰۵	۳/۷۶	۱۲۴	۴/۴۵	۱۰۹	۳/۹	۱۵۷	۵/۶۳	۸۴	۳/۰۱	۱۴۸	۵/۳	۲۲۱	۷/۹۲	۱۸۶	۶/۶۷
نوامبر	۳۰	۱/۱۱	۳۴	۱/۲۶	۸۶	۳/۱۷	۲۷۹	۱۰/۳۴	۱۱۵	۴/۲۶	۱۶۳	۶/۰۴	۱۵۹	۵/۸۹	۱۰۷	۳/۶۹
دسامبر	۱۴	۰/۵۳	۲۵	۰/۹۵	۷۶	۲/۹	۴۱۱	۱۵/۱۲	۱۵۶	۵/۹۶	۱۸۵	۷/۰۷	۸۲	۳/۱۴	۱۰۵	۴/۰۲

ماخذ: اطلاعات هواشناسی شهرستان سیرجان، هواشناسی منطقه کرمان

### ۱- تپه‌های ماسه‌ای

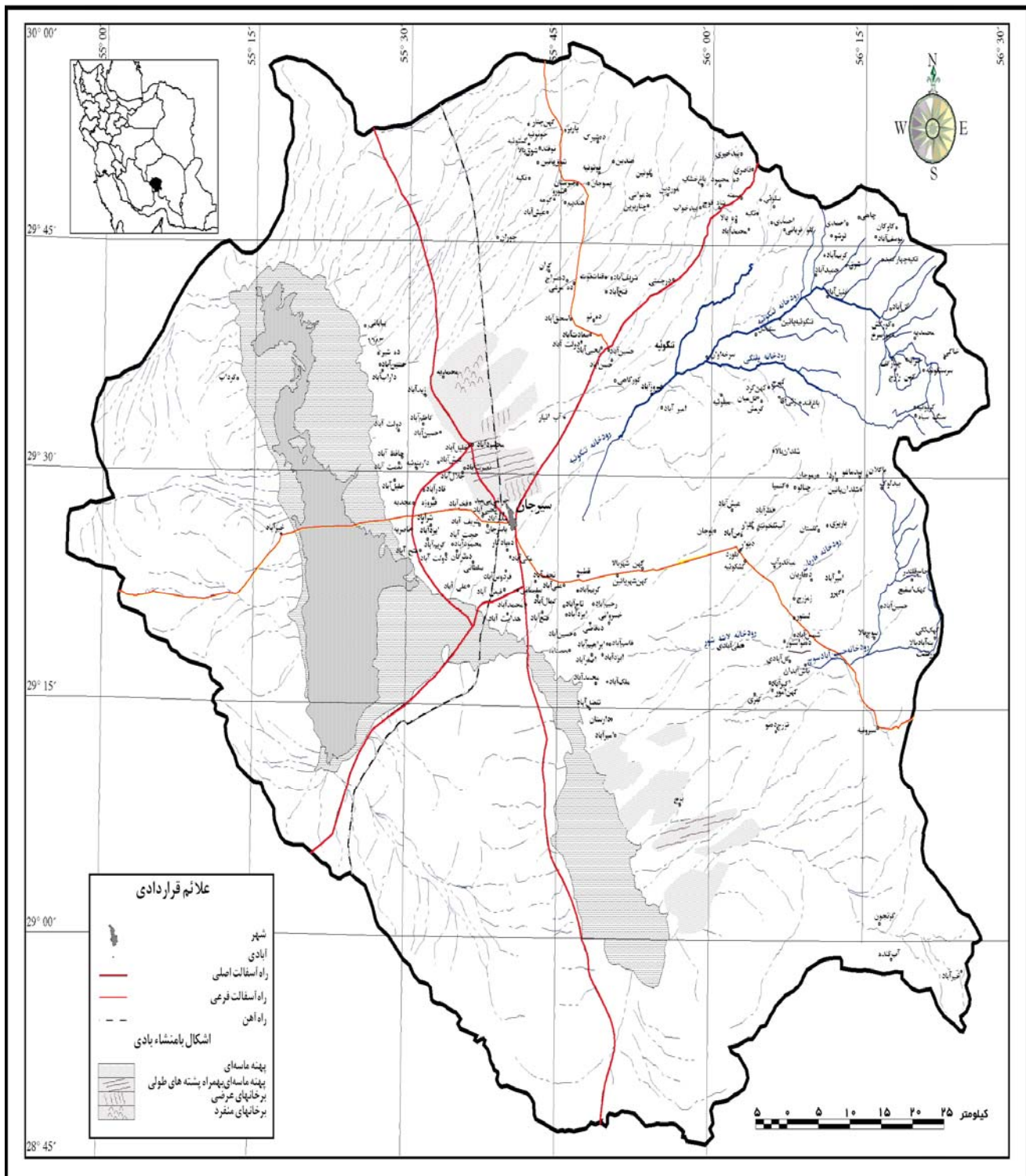
انواع تپه‌های ماسه‌ای گسترش یافته در سطح دشت از اشکال کلاسیک تپه‌های ماسه‌ای<sup>۱</sup> فاصله داشته و در ابعاد کوچک تری دیده می‌شود. تپه‌های فوق به صورت پراکنده و در وسعت‌های محدودی توسعه یافته است. از مناطق توسعه تپه‌های ماسه‌ای، به تپه‌های منفرد برخان در شمال شهر سیرجان (شرق زیدآباد) می‌توان اشاره نمود.

مورد دیگر گسترش این تپه‌ها در شمال شهر سیرجان در اطراف (شمال و شمالغرب شهر سیرجان) فرودگاه و ایستگاه راه‌آهن شهر است. تپه‌های ماسه‌ای فوق از نوع عرضی می‌باشد. به علت نزدیک بودن به شهر و تأسیسات شهری، عملیات تثبیت این تپه‌ها از سال ۱۳۴۵ شروع شده و تا سال ۱۳۷۲ ادامه یافته، به طوری که در عکس‌های هوایی سال ۱۳۳۵ و ۱۳۷۲ نیز به خوبی قابل مشاهده و عملیات تثبیت موفقیت آمیز بوده است.

مجموعه دیگری از تپه‌های ماسه‌ای که بیشتر به صورت نیکا دیده می‌شود، در جنوب‌غربی روستاهای امیرآباد و اردستان در نزدیک دق موجود در منطقه دیده می‌شود. ارتفاع نیکاهای فوق بین ۱ تا ۱/۵ متر است. توسعه نیکاهای در جنوب برج نیز دیده می‌شود. همچنین در حاشیه کویر سیرجان به صورت پراکنده نیکاهایی گسترش یافته که حاصل وجود گیاهان خشکی پسند و نیز عناصر ریز دانه است.

<sup>۱</sup> - منظور از اشکال کلاسیک، اشکال توسعه یافته ای مانند برخان‌های مرتفع، تپه‌های پارابولیک، تپه‌های ماسه‌ای ستاره‌ای شکل سیف و ... می‌باشد، به طوری که محدود برخان‌ها و تپه‌های ماسه‌ای عرضی منطقه ارتفاعی کمتر از دو متر دارند.

شکل ۲- پراکندگی عوارض ما سه ای در حوضه آبریز کویر سیرجان



**۲- پهنه‌های ماسه‌ای**

اشکال تراکمی باد در نواحی خشک فقط منجر به تشکیل تپه‌های ماسه‌ای نمی‌شود. سطوح پوشیده شده از ماسه در بسیاری از ریگزارها دیده می‌شود. این سطوح پهنه‌های ماسه‌ای نام دارند.

اصولاً، پهنه‌های ماسه‌ای در مکان‌هایی که شرایط برای تشکیل تپه‌های ماسه‌ای مناسب نیست، توسعه می‌یابند. چنین شرایطی ممکن است تحت تأثیر سطح ایستایی بالا، سیلاب‌های دوره‌ای، سخت شدن سطحی، درشت بودن دانه‌های ماسه و وجود پوشش گیاهی باشد. وجود ماسه‌های درشت، عدم وجود ساختمان و لایه بندی ضعیف بدون زاویه و سطوح هموار از دیگر ویژگی‌های پهنه‌های ماسه‌ای می‌باشد (گویتزر ۲۰۰۵).

به طور کلی پهنه‌های ماسه‌ای دارای ضخامت‌های متفاوتی می‌باشند که این ضخامت به ده تا سی سانتی متر می‌رسد و دارای برجستگی‌هایی است که طول موج آنها بسیار بزرگ (۱۳۰ تا ۱۲۰۰ متر) است (لانکستر ۱۹۹۵).

در حوضه آبریز کویر سیرجان نیز به علت نبودن شرایط ایده‌آل ایجاد تپه‌های ماسه‌ای، پهنه‌های ماسه‌ای بیشتر گسترش یافته است. در واقع به علت وجود پوشش گیاهی مناسب، دریافت بارش نسبتاً خوب، سیلاب‌های دوره‌ای و درشت بودن ذرات ماسه امکان گسترش مطلوب تپه‌های ماسه‌ای وجود ندارد. مناطق وسیعی در شمال شهر سیرجان تا زیدآباد از یک طرف و اطراف سعادت‌آباد از طرف دیگر، در محدوده گسترش پهنه‌های ماسه‌ای قرار دارند. در جنوب شهر سیرجان نیز در امتداد جاده سیرجان به ملک‌آباد و امیرآباد در حوالی روستاهای ملک‌آباد، دارستان و امیرآباد به سمت چاله سیرجان پهنه‌های ماسه‌ای را می‌توان مشاهده نمود.

**۳- مناطق با حرکت محدود ماسه**

مناطق فوق جزء پهنه‌ها و تپه‌های ماسه‌ای نیستند، اما به علت فراهم بودن ماسه، حرکت ماسه در سطح زمین دیده می‌شود. حرکت این ماسه‌ها موجب آزار و اذیت اهالی روستاهای موجود می‌شود. مناطق بین فیروزآباد تا سعادت‌آباد و همچنین کهن شهر در جنوب سیرجان با معضلات ناشی از حرکت ماسه مواجه هستند.

**نتایج**

با توجه به نمونه‌های برداشت شده از سطح ماسه‌های منطقه مورد مطالعه و همچنین ویژگی‌های پوشش گیاهی منطقه، میزان بارش، جنس سنگ و میزان فرسایش پذیری آنها در حوضه‌های آبریز و تفسیر چشمی عکس‌های هوایی سال‌های ۱۳۳۵ و ۱۳۷۲ مناطق مختلف حساس به فرسایش بادی در حوضه آبریز کویر سیرجان به چهار دسته تقسیم می‌شوند.

این چهار دسته عبارتند از:

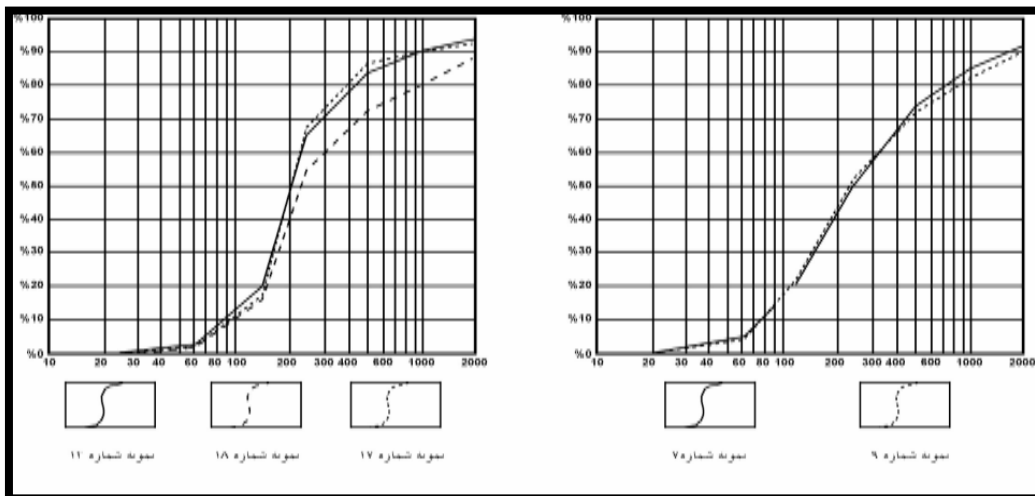
۱- مناطق فوق‌العاده حساس نسبت به فرسایش بادی

۲- مناطق بسیار حساس به فرسایش بادی

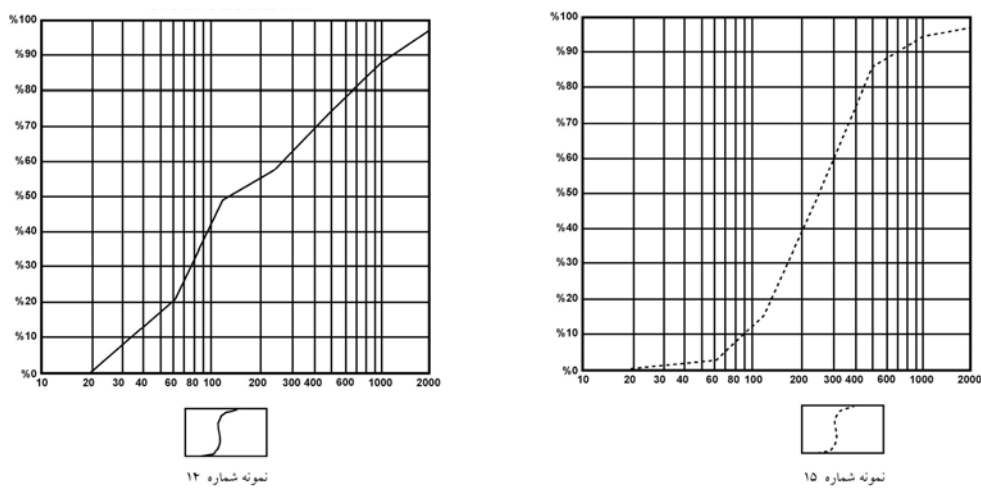
۳- مناطق حساس نسبت به فرسایش بادی

۴- مناطق با حساسیت کم

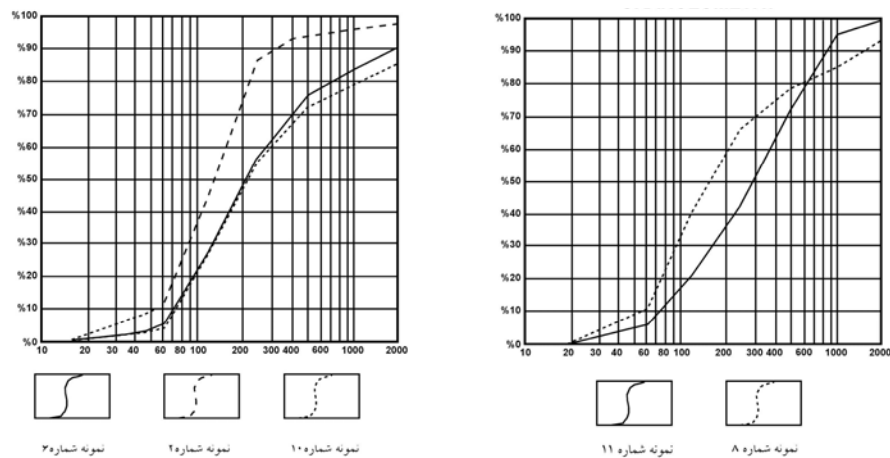
شکل ۳- نمودارهای دانه سنجی پهنه های ماسه ای (راست) و تپه های ماسه ای تثبیت شده (چپ) شمال سیرجان



شکل ۴- نمودار دانه سنجی انتهای مخروط افکنه تنگتویه

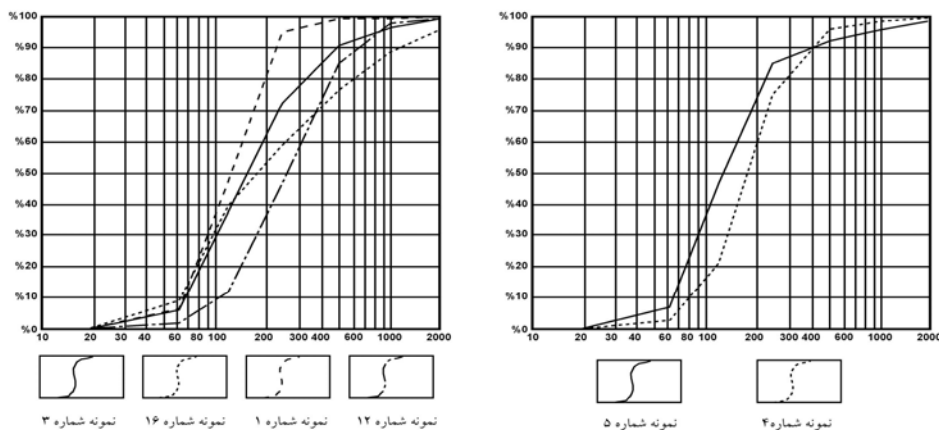


شکل ۵- نمودارهای دانه سنجی غرب شهر سیرجان (چپ) و مخروط افکنه های تنگتویه و بلورد (راست)





شکل ۶- نمودار دانه سنجی پهنه های ماسه ای جنوب حوضه



روش تقسیم بندی مناطق فوق بدین ترتیب بوده که کل منطقه بر اساس دانه سنجی ماسه ها، پوشش گیاهی، بارش، توپوگرافی، شیب، نزدیکی نواحی منشاء ماسه ها و همچنین جنس سنگ نواحی منشاء ارزش گذاری شد. در نهایت، مناطقی که با روی هم قرارگیری لایه های اطلاعاتی بیشترین ارزش را داشته اند دارای حساسیت بیشتری نسبت به فرسایش بادی بوده اند. البته در میان عناصر تأثیر گذار به اندازه دانه ها، درصد آنها و پوشش گیاهی وزن بیشتری داده شده است. در واقع با توجه به اینکه بیشترین حجم ماسه ها در فاصله کمی از سطح زمین جابجا می شود، پوشش گیاهی علاوه بر کاهش سرعت باد، از حرکت ماسه ها نیز جلوگیری می کند. جدول شماره دو برخی متغیرهای مؤثر بر میزان حساسیت مناطق به فرسایش بادی را مشخص نموده است. شایان ذکر است که در تمام نمونه های ذکر شده کمتر از ده درصد دانه ها کمتر از ۶۳ میکرون قطر داشته است.

جدول ۲- برخی متغیرهای مؤثر بر میزان حساسیت مناطق به فرسایش بادی

منطقه	دانه سنجی	پوشش گیاهی	متوسط بارش	توپوگرافی و شیب	نزدیکی نواحی منشأ ماسه ها و جنس سنگ نواحی منشأ
فوق العاده حساس	۹۵ درصد کمتر از ۲۵۰ میکرون	خیلی ضعیف با گرایش منفی	کمتر از ۱۴۰ میلی متر	شیب کمتر از یک درصد با سطوح بسیار هموار	وجود شواهد سیلاب های صفحه ای وسیع و سنگ های سست در نواحی منشأ
بسیار حساس	بیش از ۷۰ درصد کمتر از ۲۵۰ میکرون	خیلی ضعیف با گرایش مثبت	۱۴۰ تا ۱۵۰ میلی متر	شیب کمتر از یک درصد با سطوح نسبتاً هموار	وجود شواهد سیلاب های صفحه ای و سنگ های سست در نواحی منشأ
حساس	کمتر از ۷۰ درصد، ۲۵۰ میکرون	ضعیف	۱۵۰ تا ۱۶۰ میلی متر	شیب کمتر از یک درصد با سطوح نسبتاً هموار	وجود مخروط افکنه های وسیع و جریان های گیسویی و سنگ های نسبتاً سخت در نواحی منشأ
حساسیت کم	کمتر از ۵۰ درصد، ۲۵۰ میکرون	متوسط	۱۶۰ میلی متر و بیشتر	شیب بین یک تا سه درصد با سطوح نا هموار	وجود مخروط افکنه های کوچک و سنگ های نسبتاً سخت در نواحی منشأ

**۱- مناطق فوق العاده حساس نسبت به فرسایش بادی**

نمونه رسوب این مناطق از همگنی بسیار زیاد رسوبات خبر می دهند. بدین ترتیب در بعضی مناطق (مانند حوالی روستای کریم آباد که از حرکت ماسه های روان و حمله آنها به روستا رنج می برند) بیش از ۹۵٪ دانه ها دارای اندازه ای کمتر از ۲۵۰ میکرون می باشند (نمونه ۱). در این مناطق شواهد سیلاب های صفحه ای دوره ای که در محل اتفاق افتاده است موجب محدود شدن حرکت ماسه می شود (این سیلاب ها عناصر ریزدانه فراوانی را برای عملکرد باد فراهم می نماید) و خشکسالی های پیاپی مشکلات ناشی از حرکت ماسه را دوچندان می کند. شایان ذکر است که پوشش گیاهی این مناطق نیز از وضعیت مناسبی برخوردار نبوده و بسیار ضعیف می باشند. در این منطقه شیب توپوگرافی کمتر از یک در صد بوده و سطح توپوگرافی بسیار هموار است. بر این اساس عملکرد فرسایش بادی به حداکثر خود می رسد.

**۲- مناطق بسیار حساس نسبت به فرسایش بادی**

این مناطق دارای درصد دانه های ماسه کمتر می باشد. در این مناطق ۷۰٪ ذرات تشکیل دهنده نمونه ها کمتر از ۲۵۰ میکرون قطر دارند. نمونه های شماره ۲، ۳، ۴، ۵ دارای چنین وضعیتی هستند. در چنین مناطقی فرسایش بادی فعال است، اما تپه های ماسه ای فعال وجود ندارد. شایان ذکر است که نمونه های فوق در محل گسترش سیلاب های صفحه ای قرار دارند. این سیلاب ها عناصر ریزدانه فراوانی را در منطقه فراهم می آورند که زمینه فرسایش بادی را مهیا می سازند. در این منطقه پوشش گیاهی نسبت به منطقه یک از وضعیت نسبتاً بهتری برخوردار بوده و میزان بارش نیز بیشتر است.

**۳- مناطق حساس نسبت به فرسایش بادی**

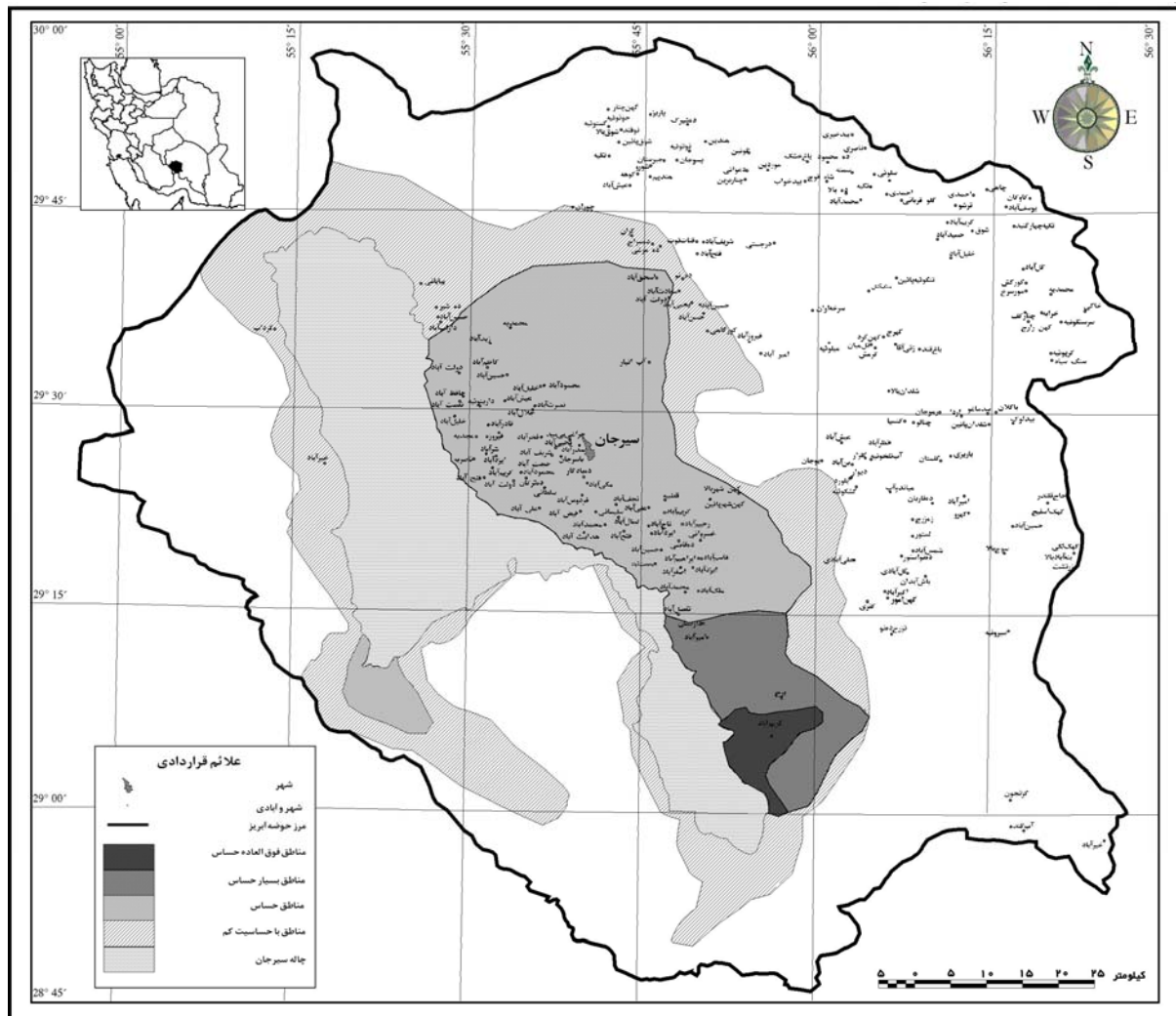
در این مناطق درصد دانه های درشت ماسه نسبتاً زیاد بوده و عموماً محل گسترش پهنه های ماسه ای و تپه های ماسه ای تثبیت شده می باشد. نمونه های شماره ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸ در این دسته قرار دارند. در نمونه های فوق کمتر از ۷۰٪ ذرات ۲۵۰ میکرون (و کمتر) قطر دارند. همچنین دانه های کمتر از ۶۳ میکرون، همان طور که قبلاً بیان شد کمتر از ۱۰ درصد وزن نمونه ها را تشکیل می دهند (بین ۲ تا ۹ درصد). این منطقه وسیع ترین منطقه از نظر گسترش عوارض ماسه ای در سطح حوضه آبریز کویر سیرجان است. از طرفی درشت بودن ذرات ماسه نشان دهنده این واقعیت است که فاصله محل تراکم ماسه از مناطق منشاء کم است. بدین ترتیب درشت بودن بافت ذرات ماسه، میزان ریزش های جوی و پوشش گیاهی نسبتاً مناسبی که در محل وجود دارد، گسترش پهنه های ماسه ای را در مناطق موجب شده است.

**منشاء ماسه های بادی منطقه**

با توجه به جهت باد غالب که عمدتاً شمالی است (جدول شماره ۱) و همچنین وجود رسوبات ریزدانه در انتهای مخروط افکنه های منطقه و محل پخش سیلاب های صفحه ای می توان ابراز نمود که قسمت اعظم ماسه های منطقه از محل گسترش سیلاب های صفحه ای و انتهای مخروط افکنه ها که رسوبات ریزدانه را فراهم می آورند، تأمین می گردد. در واقع رودهای منطقه بعد از خروج از کوهستان و طی مسیری در خط القعر اصلی رودخانه کم کم به سطح

آمده و در محل نقطه تقاطع<sup>۱</sup> همسطح زمین های اطراف خود شده و در سطح دشت پخش می شوند. عناصر ریزدانه ای که بدین ترتیب پخش می شوند، مواد خوبی را جهت فعالیت برداشت فراهم می آورند. نتایج بدست آمده نشان می دهد که هر جا سیلاب های صفحه ای گسترده تر بوده، فرسایش بادی نیز بیشتر بوده است. یکی دیگر از منابع تأمین ماسه، رسوبات خود چاله سیرجان است. در جایی که پوسته نمک و نقش حفاظتی آن وجود ندارد، به ویژه در جنوب شرق چاله سیرجان (دق ابراهیم آباد) این رسوبات تحت تأثیر شدید فرسایش بادی قرار می گیرند.

شکل ۷- پهنه بندی مناطق حساس به فرسایش بادی



#### منابع و مآخذ

- ۱- احمدی حسن (۱۳۶۷)، ژئومرفولوژی کاربردی، بیابان، فرسایش بادی، تهران، دانشگاه تهران.
- ۲- احمدی حسن (۱۳۷۸)، بررسی منشأ رسوبات بادی دشت نگار بردسیر، مجله منابع طبیعی ایران، تهران، شماره ۵۲.

<sup>۱</sup>-Intersection point

- ۳- احمدی، حسن (۱۳۷۵)، معیارهای شناخت بیابان، مجموعه مقالات دومین همایش ملی بیابان زایی ایران، تهران، موسسه تحقیقات جنگلها و مرتع.
- ۴- حسن غضنفرپور (۱۳۷۵)، بیابان زدائی و اثرات زیست محیطی آن، مطالعه موردی شهرستان سیرجان، مجموعه مقالات دومین همایش ملی بیابان زدائی، تهران، وزارت جهادسازندگی، ص ۳۲۱.
- ۵- حسین زاده، سید رضا (۱۳۷۸)، ژئومرفولوژی دشت های بیابانی، رساله دکتری، دانشگاه تهران.
- ۶- رفاهی، حسینقلی (۱۳۷۸)، فرسایش بادی و کنترل آن، تهران، دانشگاه تهران.
- ۷- عکس های هوایی ۴۰/۰۰۰: ۱ سال ۱۳۷۲ سازمان نقشه برداری کشور.
- ۸- عکسهای هوایی ۵۵۰۰۰: ۱ سال ۱۳۳۵، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.
- ۹- علی خلیلی (۱۳۷۱)، اقالیم خشک و فرا خشک ایران، مجموعه مقالات سمینار بررسی مسائل مناطق بیابانی و کویری ایران، تهران دانشگاه تهران، ص ۱۴.
- ۱۰- کردوانی، پرویز (۱۳۶۷)، مناطق خشک، دانشگاه تهران، تهران.
- ۱۱- وزارت جهاد سازندگی (۱۳۷۲)، طرح اصلاح کاربری اراضی حوضه آبریز سیرجان، کرمان.
- ۱۲- نقشه های توپوگرافی ۲۵۰/۰۰۰: ۱ و ۵۰/۰۰۰: ۱ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.
- ۱۳- نقشه های توپوگرافی ۵۰/۰۰۰: ۱ رقومی سازمان نقشه برداری کشور.
- 14-Donj. E Asterbrook,(1999), Surface proesses and landforms, USA, prentice hall.
- 15- Cooke R, Warren A and Goudie A,(1993), Desert geomorphology, London,UCL.
- 16- Nicholas Lancaster,(1995) , Geomorphology of desert dunes, London, Routledge.
- 17- Wang, Xunming & others,(2002), Geomorphology of sand dunes in Northeast Taklimakan Desert, Journal of geomorphology, 42.
- 18- Gutierrez – Elorza, Mateo & others,(2005), Origin and evolution of playa and blowouts in the semiarid zone of Tierra de Pinares(Spain), Journal of geomorphology,72.