Archive of SID

پژوهشهای جغرافیائی ـ شماره ۳۸، مهر ماه ۱۳۷۹
صص ۱۳۲-۱۱۵

ارتباط قطر ذرات ماسه و فراوانی سرعتهای آستانهٔ باد در منطقهٔ بندریگ کاشان

دکتر مجتبی یمانی ـ استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه تهران

چکیده

وسعت زیادی از پهنهٔ ایران را سطوح نسبتاً هموار و کم ارتفاعی تشکیل می‌دهد که بدلیل ارتفاع اندک و سایر عوامل، از شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک برخوردارند. فقر پوشش گیاهی و همواری نسبی، موجب غلبهٔ فرآیندهای کندوکاو و تراکم بادی در این مناطق شده است. میزان فرسایش بادی و حجم نقل و انتقال مواد، وابسته به ویژگیهای باد اعم از سرعت، جهت و فراوانی آن است. قدرت حمل مستقیم باد محدود به ذراتی می‌گردد که قطر آنها کمتر از ۲ میلیمتر باشد. هدف این تحقیق بررسی ویژگیهای باد در منطقهٔ بندریگ کاشان و ارتباط این ویژگیها با نسبت قطر ذرات ماسه می‌باشد. روش تحقیق مبتنی بر «روش تحلیلی» است و برای تجزیه و تحلیل ویافتن ارتباط از روش «اختلاف» استفاده شده است. «روش» کار دانه‌سنجی ذرات ماسهٔ نمونه‌برداری شده از پیرامون بندریگ می‌باشد و «تکنیک» کار مقایسهٔ ارتباط قطر ذرات ماسه و سرعتهای آستانهٔ باد از طریق شاخص بدست آمده در عملیات آزمایشگاهی است. نتایج نشان می‌دهند که قطر ذرات ماسه در محور شرقی بندریگ درشت‌تر از آستانهٔ بادهای ثبت شده در ایستگاه کاشان است و این مسأله بیانگر وجود بادهای شدیدتری از این سمت است که عمدتاً بدلیل مانع توپوگرافی بندریگ، در ایستگاه کاشان ثبت نمی‌گردد. وجود فعالیتهای انسانی در حاشیهٔ جنوبغربی بویژه در زمینهای زراعی و نیز مالچپاشی گسترده در تمامی حاشیهٔ شمالغربی، غرب و جنوبغربی طی ۳۰ سال گذشته موجب تغییر سیستم و فرآیند حمل و نقل بادی شده است. از اینرو ذرات ماسه با ویژگیهای باد، برازش نشان نمی‌دهند. تنها در نمونه‌های حاشیه شمالشرقی بدلیل توپوگرافی مساعد و عدم دخالتهای انسانی، بین سرعتهای آستانه با دامنهٔ دانه‌بندی، همبستگی نسبتاً قابل قبولی دیده می‌شود.

واژگان کلیدی: *بندریگ، ماسه، فرسایش بادی، تپه‌های ماسه‌ای، ریگ بلند کاشان، سرعت آستانهٔ باد، دانه‌سنجی ماسه*

مقدمه

در مقیاس ایران، پهنه‌بندی واحدهای مورفودینامیک در درجهٔ اول وابسته به حاکمیت شرایط اقلیمی[۱]

۱ـ عوامل تعیین کنندهٔ واحدهای مورفودینامیک ایران عمدتاً وابسته به میزان عملکرد و عوامل اقلیمی حاکم می‌باشد. این عوامل عبارتند از: ارتفاع، دوری و نزدیکی به دریا، سیستم‌های جوی، عرض جغرافیایی، جهت و امتداد ناهمواری که در این میان بویژه در ایران، ارتفاع نقش مهمتری را ایفا می‌نماید.

www.SID.ir

Archive of SID

است. این شرایط عموماً تابع ارتفاع هستند. بعبارتی با تغییر ارتفاع، فرآیندهای مسلط بویژه فرآیند فرسایش تغییر می‌کند. نواحی بیابانی ایران عمدتاً در پست‌ترین نقاط قرار گرفته‌اند و بدلیل حاکمیت شرایط اقلیمی خشک، فرآیندهای فرسایش بادی در این مناطق غلبه دارد.

از آنجا که فعالیت باد و اشکال حاصله از آن از عوامل محدود کنندهٔ فعالیتهای انسانی در مناطق خشک محسوب می‌گردد، لذا اجرای سیاستهای کنترل و تثبیت این فعالیتها در اولویت برنامه‌های عمرانی این مناطق قرار می‌گیرد.

حرکت ماسه‌های روان موجب کاهش درجهٔ آسایش ساکنین مناطق خشک و از سویی عامل تهدید اراضی زراعی، سکونتگاهها و ارتباطات می‌گردد. هرگونه برنامه‌ریزی بمنظور کنترل و تثبیت ماسه‌های روان، مستلزم شناخت ویژگیهای باد در هر منطقه است. جهت حرکت ماسه‌های روان تابع جهت حرکت باد و حجم نقل و انتقال ماسه‌ها وابسته به سرعت و تداوم وزش باد آن منطقه است.

میزان و شکل عملکرد باد وابسته به عوامل متعددی است. جدول شمارهٔ (۱) متغیّرهای مؤثر در سیستم فرسایش بادی و ارتباط آنها را بخوبی نشان می‌دهد. در این پژوهش صرفاً به پارامتر تأثیر قطر ذرات و ویژگیهای باد پرداخته شده است. علت این امر آنست که پارامتر فوق در تمام شرایط یکسان عمل می‌کند و بعبارتی این عامل، ویژگی مشترک فرآیند بادی در تمامی مناطق خشک است و نقش قطر ذرات، بعنوان یک متغیّر وابسته محسوب می‌گردد. در حالیکه سایر پارامترها از جمله ویژگیهای باد و متغیّرهای سطح فرسایش‌پذیر، همگی مستقل یا مداخله‌گر هستند. بعبارتی قابلیت حمل ذرات توسط باد وابسته به ویژگیهای باد و شرایط محیطی است و این شرایط میزان حمل ذرات را تعیین می‌کنند.

جدول ۱ ـ متغیّرهای مؤثر در سیستم فرسایش بادی

فرسایش پذیری		قدرت فرسایش‌دهی باد
متغیّرهای سطح فرسایش پذیر	**متغیّرهای وابسته به رسوب**	
+ ویژگیهای پوشش گیاهی شامل جهت، تراکم، ارتفاع، انعطاف پذیری و سطح پوشش	+ اندازه ذرات	ـ سرعت باد
	+ کلوخه‌بودن، تخلخل و نفوذپذیری	ـ فراوانی باد
+ خاک و رطوبت	ـ سایش پذیری	ـ تداوم وزش
+ همواری سطحی	ـ قابلیت حمل	ـ وسعت و بزرگی
ـ طول سطح هموار (fetch)	+ مواد ارگانیکی	ـ جهات وزش
± شیب سطحی		ـ آشفتگی و تلاطم
کلید متغیّرها	***(+) اگر کمیّت متغیّر افزایش یابد، میزان فرسایش کاهش می‌یابد***	
	(ـ) اگر کمیّت متغیّر کاهش یابد، میزان فرسایش کاهش می‌یابد	

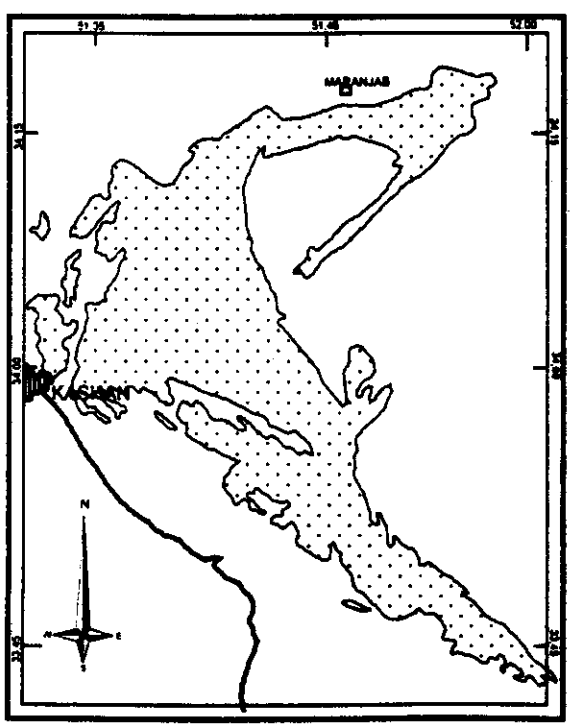
www.SID.ir

Archive of SID

در مناطق خشک و تحت تأثیر شرایط اقلیمی حاکم، اکثر متغیّرهای محیطی که عموماً نقش بازدارنده دارند (پوشش گیاهی، رطوبت، مواد ارگانیکی)، تضعیف می‌گردند؛ در مقابل امکان تقویت پارامترهای بادی را فراهم می‌سازند. از طرفی هر قدر ویژگیهای باد اهمیت بیشتری پیدا کند، به همان نسبت فرسایش بادی افزایش می‌یابد. قابلیّت فرسایش و نقل و انتقال مواد از طریق مقایسهٔ قطر ذرات و سرعت باد تعیین می‌گردد. بعبارتی هر قدر سرعت باد بیشتر گردد، قادر است ذرات درشت‌تری را جابجا نموده و در نتیجه حجم بیشتری از مواد جابجا می‌گردند. بنابراین برای حصول نتیجه و اندازه‌گیری میزان فرسایش بادی در هر منطقه، لازم است ابتدا قطر ذرات و ویژگیهای باد در آن منطقه مورد بررسی قرار گیرد. بدین ترتیب می‌توان میزان برداشت از واحد سطح را در طی دورهٔ معین و همچنین جهات جابجایی را تعیین نمود.

محدودهٔ مورد مطالعه

منطقهٔ مورد مطالعه، بندریگ کاشان یا ریگ بلند کاشان نامیده می‌شود. (نقشه شماره ۱) این پهنه پوشیده از ماسه که از دیدگاه ژئومرفولوژی یک مجموعهٔ ماسه‌ای محسوب می‌گردد، یکی از معدود مجموعه‌های ماسه‌ای مهم ایران بشمار می‌آید. شهرهایی چون کاشان، آران و بیدگل، راوند و تعداد زیادی آبادیهای کوچک و بزرگ دیگر همراه با اراضی زراعی پیرامون آنها با سایر خدمات حاشیه‌ای درست در مجاور یا بعضاًدر درون این تودهٔ بزرگ ماسه‌ای استقرار پیدا کرده‌اند. این مجموعهٔ ماسه‌ای درست در جنوب دریاچهٔ نمک و در داخل حوضهٔ مسیله قرار گرفته است و دارای قوس هلالی شکلی است که تحدّب آن به سمت غرب می‌باشد. طول تحدّب خارجی آن با احتساب پیش تپه‌های ماسه‌ای شمالغربی حدود ۱۱۵ کیلومتر و طول قوس داخلی آن حدود ۶۰ کیلومتر است که شهر کاشان در غرب آن واقع شده است. این رشته از امتداد قوس جنوبی به مجموعهٔ ماسه‌ای ریگ اردستان در شرق اردستان می‌پیوندد و تا شمال نایین بصورت یک رشتهٔ باریک به عرض متوسط ۶ تا ۸ کیلومتر و طول بیش از ۲۴۰ کیلومتر امتداد می‌یابد؛ با این تفاوت که با ادامهٔ آن به سمت جنوبشرق و مشرق، انسجام و پیوستگی خود را از دست می‌دهد.



نقشه ۱ـ موقعیت و حدود جغرافیایی مجموعه ماسه‌ای بندریگ (ریگ بلند) کاشان

مجموعهٔ ماسه‌ای بندریگ در عرض ´۴۵ °۳۳ تا ´۱۵ °۳۴ و طول ´۳۰ °۵۱ تا ´۴۵ °۵۱ قرار گرفته است. مساحت آن حدود ۸۳۱ کیلومترمربع است. این رقم با احتساب تپه‌های پراکنده و مهم حاشیهٔ شرقی، با استفاده از پلانیمتر از روی نقشه‌های ۱:۵۰,۰۰۰ توپوگرافی بدست آمده است. بر اساس همین نقشه، حجم تقریبی ماسهٔ موجود بر

www.SID.ir

Archive of SID

اساس دامنهٔ ارتفاعی بین ۷۸۳ متر در مرنجاب و ارتفاع ۱۱۰۰ متر بلندترین نقطهٔ بندریگ برابر ۱۷۰ متر محاسبه گردیده است. براین اساس حجم تقریبی ماسه موجود با فرض مسطح بودن بستر مجموعهٔ ماسه‌ای حدود ۶ میلیارد متر مکعب (۵/۸۸ کیلومتر مکعب) برآورد می‌گردد.

اهداف تحقیق

قدرت باد محدود به سرعتهای معینی می‌گردد؛ بنابر این تنها می‌تواند ذراتی را جابجا نماید که اندازهٔ آنها عموماً کمتر از ۲ میلیمتر باشد (آستانه ۳۰ کیلومتر در ساعت). و از طرفی سرعتهای متفاوت باد رابطهٔ معینی را با اندازهٔ ذراتی که حمل می‌کنند، نشان می‌دهند. تداوم باد، حجم جابجایی را تعیین می‌کند. همچنین بادهای با تداوم زیاد ولی سرعت کم، تأثیر بمراتب کمتری را نسبت به یک باد قوی با تداوم کم دارند. در این میان، ذرات بسیار ریز بصورت معلق مسافتهای زیادی را طی می‌کنند، (نمودار شماره ۱). بنابر این اشکال تراکمی خاصی را ایجاد نمی‌کنند. بر این اساس چارچوب کلی تحقیق شامل ذراتی می‌گردد که قطر آنها بین ۰/۱۲۵ میلیمتر تا ۲ میلیمتر می‌باشد. طی اندازه‌گیری انجام شده در عملیات آزمایشگاهی (نمودار شماره ۱)، حداقل سرعت مورد نیاز برای جابجایی این ذرات با حداقل قطر ۰/۱۲۵ میلیمتر، آستانهٔ ۵ گره در ساعت می‌باشد (حدود ۹/۳ کیلومتر در ساعت).

هدف کلی این تحقیق آنست که بتواند بر اساس نمونه‌برداریهای انجام شده از پیرامون بندریگ یک مقایسهٔ علمی بین قطر ذرات ماسه موجود و شاخص تعیین شده در عملیات آزمایشگاهی (نمودار شماره ۱) و نیز سرعتهای آستانهٔ باد برای دامنه‌های تعیین شده با استفاده از آمار روزانهٔ ایستگاه سینوپتیک کاشان برقرار نماید. از طرفی این مقایسه ما را قادر خواهد ساخت که بتوانیم جهات حرکت ماسه را با مقایسهٔ مذکور فراهم سازیم و شاید در صورت داشتن تداوم‌های باد، حجم جابجایی نیز تعیین گردد. همچنین اندازه‌گیری قطر ذرات نمونه‌برداری شده از طریق گرانولومتری دانه‌ها و تعیین نسبت هر قطر می‌تواند تا حدودی وضعیت بادهای منطقه را مشخص نماید.

روش کار

تحقیق پیرامون اثر ویژگیهای باد در نقل وانتقال ماسه مستلزم پیمودن چهار مرحله در طرح تحقیق بوده است. این چهار مرحله عبارتند از:

الف ـ ابتدا گردآوری آمار باد روزانهٔ ایستگاه سینوپتیک کاشان بعنوان نزدیکترین ایستگاه، بنظر می‌رسد داده‌های آماری ایستگاه مذکور کاملاً واقعی باشد. زیرا ارتفاع نسبی پیرامون ریگ با ایستگاه قابل مقایسه است. همچنین توپوگرافی منطقه کاملاً هموار است و بنظر می‌رسد عوارض توپوگرافی پیرامون ریگ از جمله بقایای پادگانه‌های دریاچه‌ای و نیز تپه‌ها و ارتفاعات منفرد تأثیر چندانی روی پارامترهای باد نداشته باشند. از نظر بُعد مسافت نیز دورترین سایت نمونه‌برداری نسبت به ایستگاه هواشناسی حدود ۲۲ کیلومتر است. از طرفی موقعیت ایستگاه نسبت به پهنهٔ ریگ مناسب بوده و فواصل پیرامونی نسبتاً برابر می‌باشد (نقشه شماره ۲).

ب ـ مرحله دوم شامل نمونه‌برداری از ماسه‌های بندریگ بوده و طی آن ۴۲ نمونه ماسه از پیرامون بندریگ

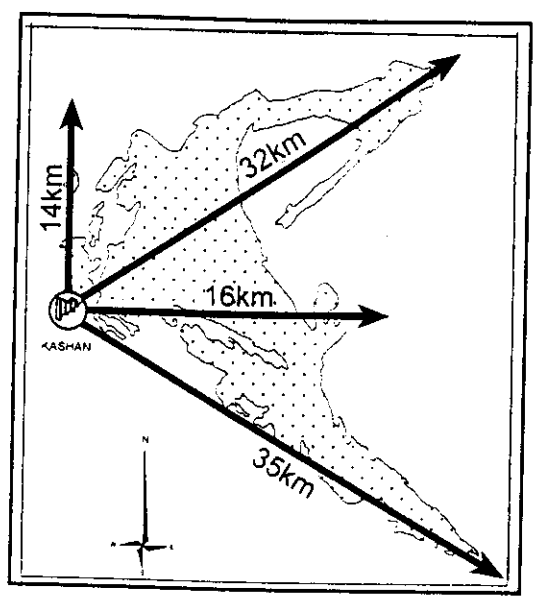
www.SID.ir

Archive of SID

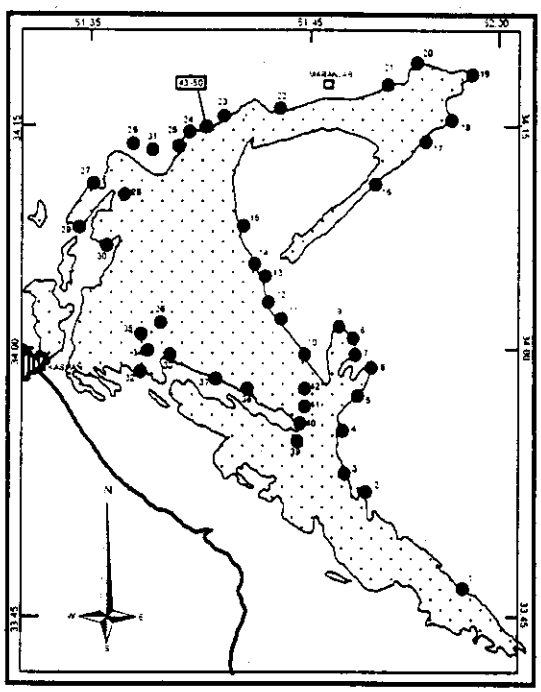
برداشت شده است (نقشه شماره۳). برای واقعی بودن نمونه‌ها مسائل زیر رعایت شده است:

ـ برای اینکه مقایسهٔ نمونه‌ها در مرحلهٔ تجزیه و تحلیل مصون از خطا باشد؛ سعی گردیده است تا مکان نمونه‌برداریها از نظر توپوگرافی سطحی یکسان انتخاب گردد. برای دستیابی به این هدف، نمونه‌های اصلی بلافاصله از منتهی‌الیه بخش پائینی دامنهٔ «کاو» پیش تپه‌های ریگ برداشت شده است.

ـ در نمونه‌برداریها بعد مسافت بین سایتها اهمیت نداشته است؛ بلکه شرایط عمومی توپوگرافی در نظر گرفته شده است.نقشه شماره ۳ موقعیت سایتهای نمونه‌برداری را بخوبی نشان می‌دهد. موقعیت این سایتها در زمان نمونه‌برداری با استفاده از دستگاه GPS اندازه‌گیری و در روی کارت نمونه‌ها ثبت شده است. در نهایت این موقعیتها با مختصات نقشهٔ ۱:۵۰,۰۰۰ منطقه تطبیق داده شده است.



نقشه ۲ـ فاصله امتداد بادگیر نسبت به ایستگاه سینوپتیک کاشان از پیرامون بندریگ



نقشه ۳ـ موقعیت و شمارهٔ ایستگاههای نمونه‌برداری ماسه در حاشیه و بلندیهای بند ریگ

ـ برای مقایسهٔ دانه‌بندی ماسه‌ها تعدادی‌از نمونه‌ها از بخشهای مرتفع بندریگ یا از قسمتهای داخلی برداشت شده است. هدف آن بوده است که اختلاف قطر دانه‌ها در رابطه با توپوگرافی و موقعیت سایتها ملموس‌تر باشد. علاوه بر این، در تجزیه و تحلیل به چنین نمونه‌هایی نیاز بوده است.

ـ در بعضی قسمتها فاصلهٔ سایتهای نمونه‌برداری زیاد شده است و یا بطورکلی در حاشیهٔ غربی و جنوبغربی، سایتهای نمونه‌برداری بسیار اندک یا بطورکلی فاقد نمونه‌برداری است (نقشه شماره ۳). علت آنست که چون فعالیتهای انسانی از جمله گسترش آبادیها، اراضی زراعی یا کشت مصنوعی بمنظور تثبیت ماسه صورت گرفته است، بنابراین چنانچه نمونه‌برداری صورت می‌گرفت، این نمونه‌ها نمی‌توانست مبنای یک معیار واقعی برای

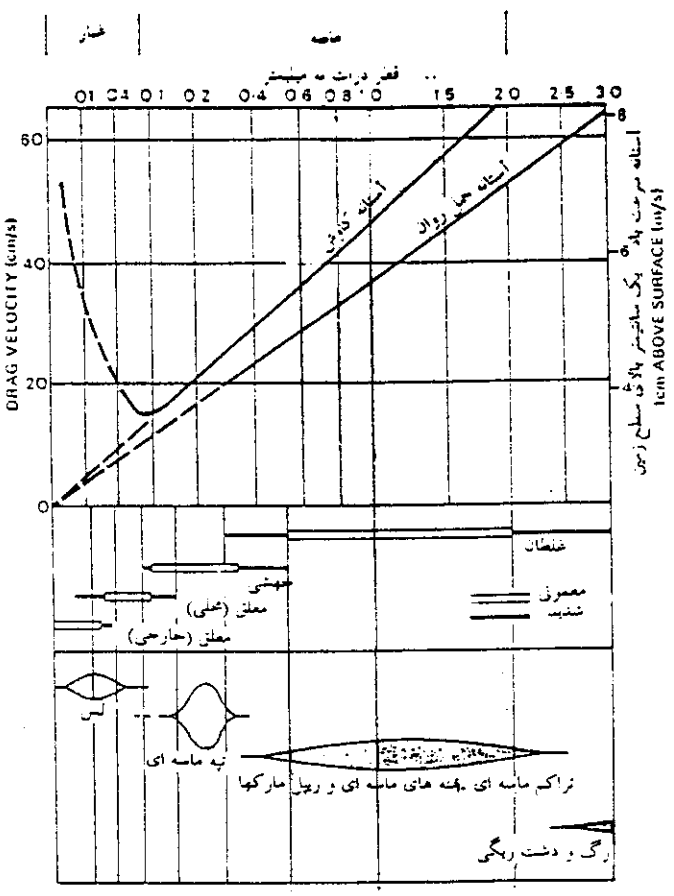
www.SID.ir

Archive of SID

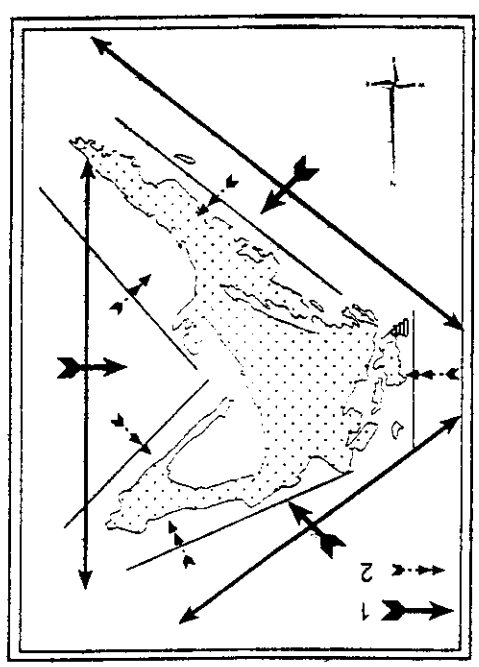
تجزیه و تحلیل و حصول نتیجه قرار گیرد؛ لذا از نمونه‌برداری در قسمت زیادی از بندریگ صرفنظر گردید.

ج ـ مرحلهٔ سوم، تجزیه و تحلیل آماری کمیت‌های مربوط به داده‌های باد و نیز دانه‌سنجی ذرات ماسه بوده است. در این میان با استفاده از تکنیک گرانولومتری، ذرات ماسه براساس شاخص موجود طبقه‌بندی و درصد وزنی هر قطر تعیین گردیده است. نکتهٔ مهم و قابل ذکر آنست که دامنهٔ قطر ذرات بین ۱۲۵ میکرون تا ۲ میلیمتر طبقه‌بندی شده است؛ زیرا سرعتهای اندازه‌گیری شده براساس شاخص موجود برای حداقل قطر ۱۲۵ میکرون آستانه، ۵ گره در ساعت است (نمودار شماره ۱).

د ـ در مرحلهٔ چهارم، استخراج نتایج و استدلال ارتباط سرعتهای آستانه و قطر ذرات ماسه با توجه به شاخص‌های از قبل تعیین شده که عموماً بصورت آزمایشگاهی بوده، انجام گرفته است. در این میان بنظر می‌رسد که بهترین روش تجزیه و تحلیل، کمّی باشد. برای دستیابی به این هدف، در یک اندازه‌گیری فضایی سه امتداد اصلی برای بندریگ در نظر گرفته شده است (نقشه شماره ۴) و سپس برای تجزیه و تحلیل جزئی‌تر این سه راستا به پنج راستای فرعی افزایش داده شده است. فرض آن بوده است که وزش بادهای غالب منطقه عمود بر امتداد فوق است.



نمودار ۱ـ[۱] شاخص ارتباط قطر ذرات ماسه و سرعتهای باد



نقشه ۴ـ جبهه‌های اصلی درجه یک و دو رو به باد در بندریگ کاشان

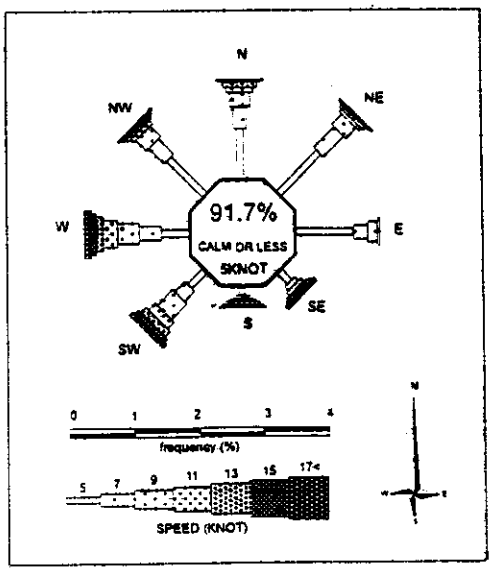
۱ـ با تغییر سرعت باد و اندازهٔ ذره، شکل جابجایی تغییر می‌کند. آستانهٔ نیروی باد برای کاوش و بلند کردن ذره رسوب، بیشتر از آستانهٔ حمل روان آن است، یعنی زمانی که ذرهٔ ماسه از محل منشاء حرکت نمود، برای تداوم حرکتش نیروی کمتری لازم دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

وضعیت باد غالب منطقه

گلباد شمارهٔ (۲) وضعیت باد منطقه را برای ۱۲ ماه از سال نشان می‌دهد. قابل ذکر است که بر اساس دانه‌سنجی انجام شده، حداقل سرعت مورد نیاز برای نقل و انتقال ماسه، سرعتهای پنج گره و بیشتر در نظر گرفته شده است. لذا با استناد به آمار روزانهٔ موجود، برای یک دورهٔ ۱۰ ساله (۱۹۹۷ ـ ۱۹۸۷) گلباد مذکور برای سرعتهای بالای ۵ گره ترسیم شده است و سرعتهای زیر ۵ گره بعنوان شرایط آرام محاسبه گردیده است.با توجه به گلباد مذکور وتجزیه و تحلیل آمار موجود مشاهده می‌گردد که باد غالب برای ماههای بهمن تا اردیبهشت از نیمه غربی است و بخش اعظم فراوانی‌های وزش را نیز بخود اختصاص می‌دهد. از ماههای خرداد تا اواخر مرداد جهت غالب از شرق و شمالشرق است و نسبت به شرایط قبل، از فراوانی بمراتب کمتری برخوردار است. ماههای شهریور تا اواخر بهمن وزش بادها از جهات مختلف بوده و فراوانی کمتری را نشان می‌دهند. در این میان، آذر ماه از شرایط نسبتاً آرامی برخوردار بوده و بندرت می‌توان سرعتهای ۵ گره و بیشتر را مشاهده نمود. لازم به توضیح است که جهات غالب، نقش تعیین کننده در جهت حرکت ماسه و در نهایت، مرفولوژی اشکال ماسه‌ای بعهده دارند.



نمودار ۲ـ گلباد سالانهٔ ایستگاه سینوپتیک کاشان برای مجموع وزشهای ۱۰ ساله (۱۹۹۷-۱۹۸۷). این گلباد صرفاسرعتهای بالای‌آستانهٔ ۵گره‌وبیشتررانشان‌میدهد.

وضعیت بادها در طول روز

نمودارهای گلباد شمارهٔ (۳) وضعیت وزش بادها را با فواصل ۳ ساعت برای ساعتهای ۶/۵، ۹/۵، ۱۲/۵، ۱۵/۵ و ۱۸/۵ به وقت محلی نشان می‌دهد. این گلبادها بر اساس آمار روزانه برای دورهٔ آماری ۱۰ ساله و برای سرعتهای بالای آستانهٔ ۵گره در ساعت ترسیم شده است. همانگونه که دیده می‌شود جهات غالب عموماً از نیمهٔ غربی و شمالی است و وزش بادها در نیمروز شدیدتر بوده و در ساعت ۳/۵ بعدازظهر به حداکثر وزش خود می‌رسند.

باد حداکثر

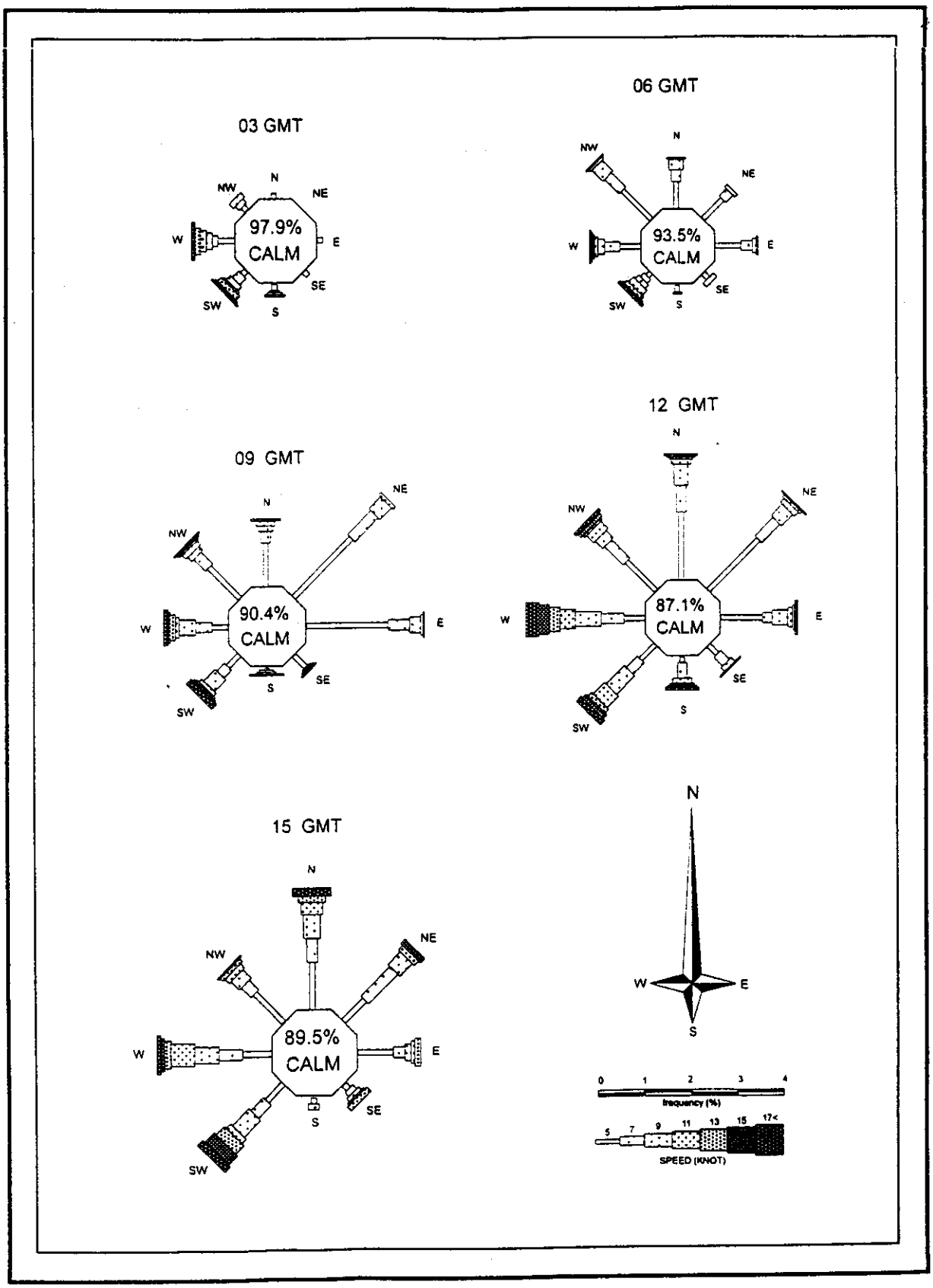
میزان وزش بادهای بالای ۱۹ گره در منطقه در طی دورهٔ ۱۰ ساله بسیار ناچیز بوده است و مقدار وزش آنها حدود ۰/۲ درصد از کل بادهای منطقه را بخود اختصاص داده است. جهات غالب وزش باد حداکثر در گلباد شمارهٔ (۴) نشان داده شده است. باد حداکثر درجهٔ یک با جهت جنوبغربی و سپس جهات جنوب، شمالغربی و غرب می‌باشد. از جهت جنوبشرقی سرعتهای وزش عموماً کمتر از ۱۶ گره بوده است.

لازم به یادآوری است که وزش بادهای سریع نقش بسیار زیادی در نقل و انتقال ماسه بعهده دارند. در واقع براساس شاخص موجود، تنها سرعتهای بالای ۱۹ گره قادر خواهند بود تا ذرات ماسهٔ با قطر بیش از ۲ میلیمتر را جابجا نمایند. علاوه بر این، یک باد سریع با تواتر بسیار کم می‌تواند حجم بسیار بیشتری از ماسه را نسبت به یک

www.SID.ir

Archive of SID

نمودار ۳ـ گلبادهای روزانه ایستگاه کاشان (۱۹۹۷ ـ ۱۹۸۷)

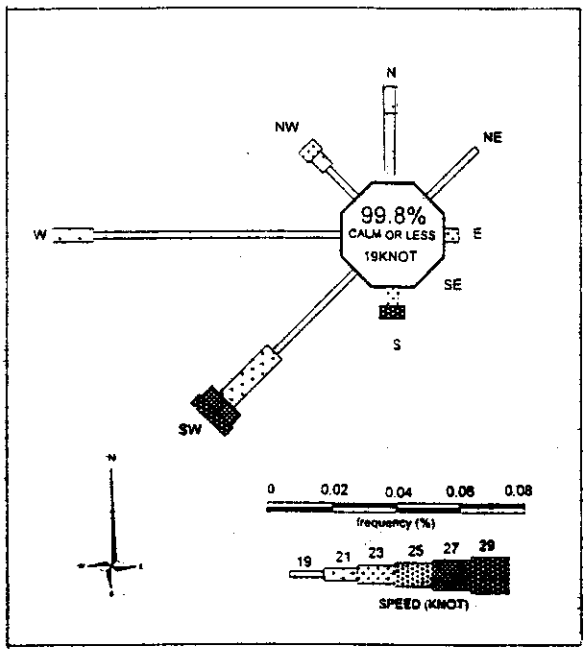


گلبادهای مذکور برای سرعتهای بالای ۵ گره ترسیم شده است. سرعتهای زیر ۵ گره برای شرایط آرام منظور شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

باد با سرعت کمتر ولی فرکانس بالاتر جابجا نماید؛ به گونه‌ای که سرعتهای زیر ۱۰ گره در ساعت، هر چند فراوانی آنها بخش اعظم وزش را بخود اختصاص دهند، ولی تنها می‌توانند ذرات کوچکتر از ۰/۱ میلیمتر را جابجا نمایند.



نمودار ۴ـ گلباد بادهای سریع منطقه

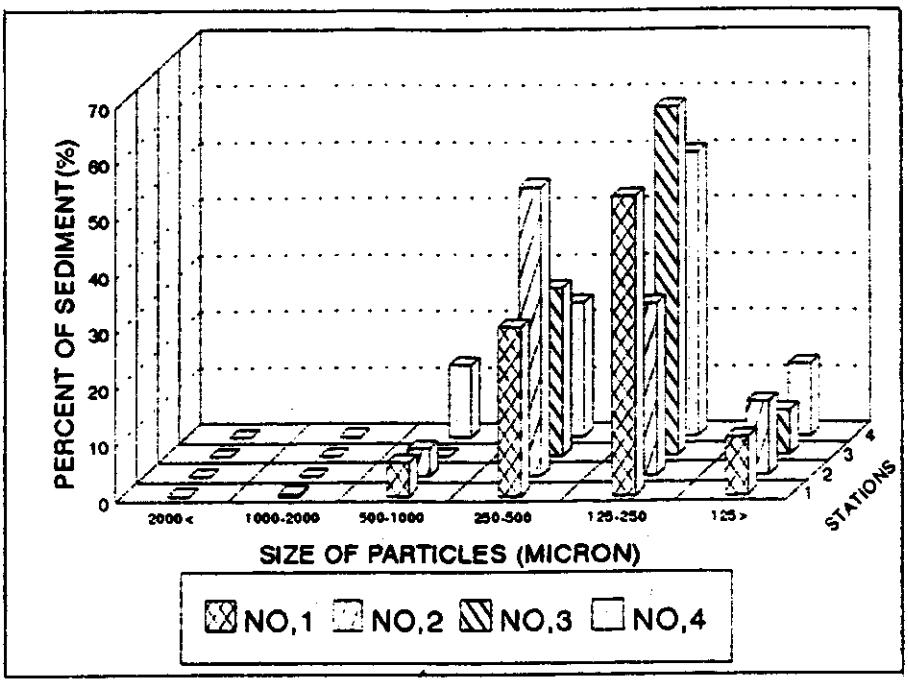
بافت ذرات ماسه

نمودار شمارهٔ (۵) میانگین قطر ذرات ماسه را در سه محور حاشیهٔ شمالی و شمالغربی، جنوبغربی و شرق بندریگ نشان می‌دهد. با مقایسهٔ میانگین نمونه‌های این سه محور با میانگین کل نمونه‌ها این نتیجه بدست می‌آید که بطور متوسط بخش اعظم دانه‌های ماسه در حاشیهٔ شمال و شمالغربی بندریگ یعنی حدود ۵۱ درصد دانه‌ها قطری بیش از ۰/۲۵ میلیمتر (۲۵۰ میکرون) دارند و این نسبت دانه‌بندی، برازش نسبتاً خوبی را با باد غالب منطقه نشان می‌دهد. در حالیکه میانگین نمونه‌برداریها در حاشیهٔ جنوبغربی نشان می‌دهد که حدود ۳۰٪ دانه‌های ماسه قطری بیش از ۰/۲۵ میلیمتر (۲۵۰ میکرون) دارند و با توجه به گلبادهای منطقهٔ این دانه‌بندی با جهت باد درجه یک منطقه که از جنوبغربی می‌وزد، برازش نشان نمی‌دهد و بنظر می‌رسد عوامل دیگری در این وضعیت نقش دارند. میانگین نمونه‌های حاشیهٔ شرقی نیز با میانگین کل نمونه‌برداریها تقریباً همخوانی دارد؛ با این تفاوت که قطر ذرات بین ۰/۵ تا ۱ میلیمتر (۵۰۰ تا ۱۰۰۰ میکرون) نسبت به میانگین نمونه‌های حاشیهٔ شمالغربی ۷۰٪ و نسبت به نمونه‌های حاشیهٔ جنوبغربی حدود ۹۵٪ بیشتر است. بنظر می‌رسد وجود بادهای حداکثر از حاشیهٔ شرقی در این دانه‌بندی ویژه نقش دارند.این در حالی است که ایستگاه هواشناسی کاشان طی دورهٔ ۱۰ ساله از نیمهٔ شرقی تنها یکبار باد با سرعت ۲۳ گره را ثبت نموده است و بر اساس شاخص (نمودار شمارهٔ ۱) این سرعت می‌توانسته است ذرات تا ۱/۵ میلیمتر را جابجا نماید. جدول شمارهٔ (۲) وضعیت میانگین دانه‌بندی ماسه را در محورهای سه گانه با میانگین کل نمونه‌ها نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

نمودار ۵ ـ میانگین قطر ذرات ماسه در حاشیهٔ بندریگ



میانگین قطر ذرات ماسه No1 کل نمونه‌برداریهای حاشیهٔ ریگ No2 در حاشیهٔ شمال و شمالغربی بندریگ و No3 در حاشیهٔ جنوبغربی بندریگ و No4 در حاشیهٔ شرقی بندریگ

جدول ۲ـ متوسط قطر ذرات ماسه در کل نمونه‌برداریها

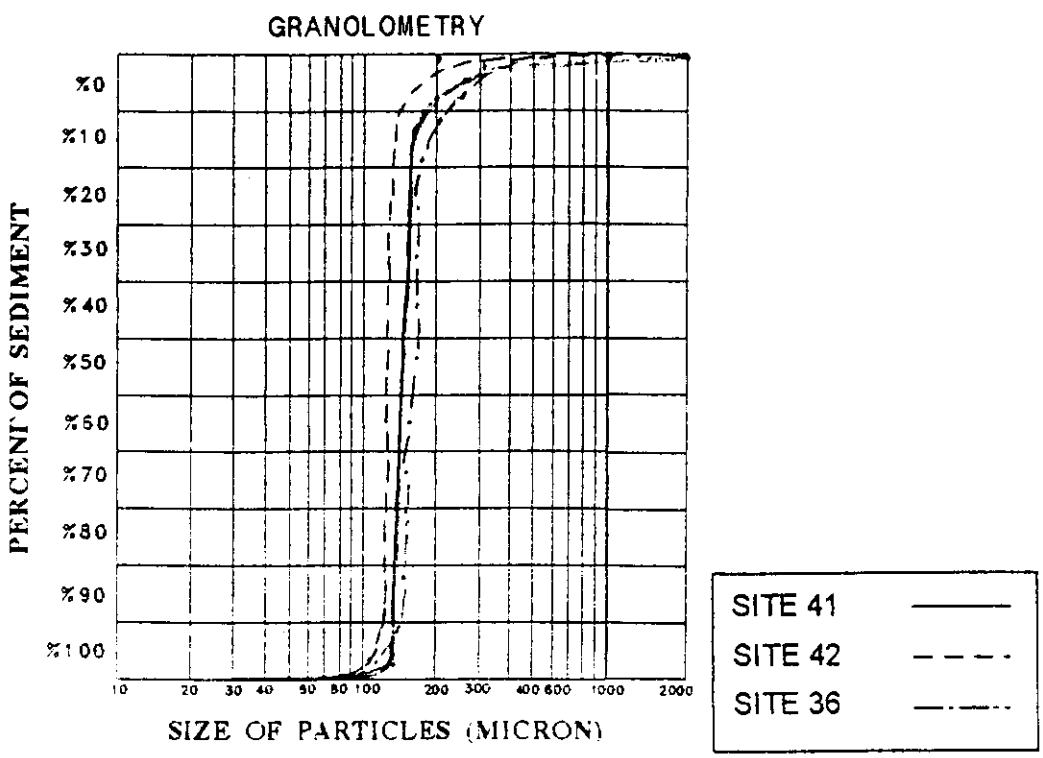
محل نمونه‌برداری	قطر ذرات (میکرون)	۲۰۰۰<	۱۰۰۰_۲۰۰۰	۵۰۰_۱۰۰۰	۲۵۰_۵۰۰	۱۲۵_۲۵۰	<۱۲۵
میانگین کل نمونه برداری	درصد تجمعی	۰	۰/۴۴	۶/۳۷	۳۶/۴۳	۸۹/۷۱	۱۰۰
	٪	۰	۰/۴۴	۵/۹۳	۳۰/۰۶	۵۳/۲۸	۱۰/۳
حاشیه شمال و شمالغربی	درصد تجمعی	۰	۰/۰۷	۵/۰۴	۵۶/۴۳	۸۶/۹۷	۱۰۰
	٪	۰	۰/۰۷	۴/۹۷	۵۱/۳۹	۳۰/۵۳	۱۳/۰۳
حاشیه جنوبغربی	درصد تجمعی	۰	۰	۰/۰۷	۳۰/۱۳	۹۲/۱۱	۱۰۰
	٪	۰	۰	۰/۰۷	۳۰/۰۶	۶۱/۹۸	۷/۸۹
حاشیه شرقی	درصد تجمعی	۰	۰/۰۹۲	۱۲/۹۶	۳۶/۸۶	۸۷/۲	۱۰۰
	٪	۰	۰/۰۹۲	۱۲/۸۷	۲۳/۹	۵۰/۳۴	۱۲/۸

www.SID.ir

Archive of SID

مقایسهٔ قطر ذرات حاشیه و بلندیهای بندریگ

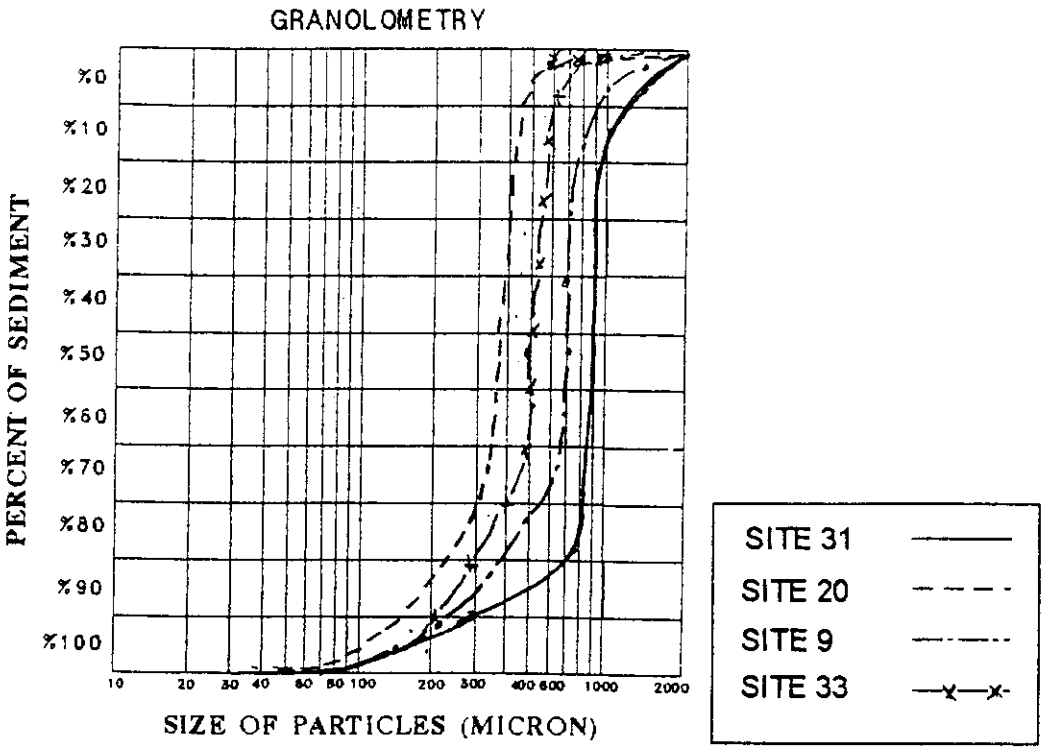
یکی از پارامترهای مؤثر در حمل و نقل بادی، میزان شیب و توپوگرافی سطحی است (جدول شماره ۱). مقایسهٔ نمونه‌برداریهای انجام شده در حاشیهٔ بندریگ و بلندیهای آن بوضوح نشان می‌دهد که ذرات درشت‌تر در بخشهای پائینی بندریگ از نسبت بیشتری برخوردار هستند؛ در حالیکه هر قدر از حاشیهٔ ریگ بسمت بخشهای مرتفع‌تر و نیز بخشهای مرکزی پیش رویم، ذرات ماسه همگن‌تر شده و دامنهٔ اختلافاتِ قطر کاهش می‌یابد. این دامنه بطور قطع در تمامی پهنهٔ بندریگ همبستگی کاملی را نشان می‌دهد. نمودارهای دانه‌سنجی شماره ۶ و ۷ اختلاف قطر ذرات ماسه را در این بخشها نشان می‌دهند.از این اختلاف دانه‌بندی می‌توان نتیجه گرفت که امکان عدم انتقال ذرات درشت‌تر از ۱۲۵ میکرون به بلندی‌های ریگ موجب می‌گردد که ذرات درشت‌تر در حاشیه تقریباً متوقف گردند. بنابراین با وجود اینکه نمونه‌برداریها از بخش سطحی حاشیهٔ ریگ و در شرایط مرفولوژی تقریباً یکسان برداشت شده‌اند، لیکن تراکم ذرات درشت‌تر نمی‌تواند مربوط به مقطع زمانی دورهٔ وزش باشد و می‌تواند همانند فرآیند تشکیل دشت ریگی (رگ)اما در مقیاس کوچکتر، ذرات درشت‌تر فاصله زمانی بیشتری را تحمل نموده باشند.



نمودار ۶ـ قطر ذرات ماسه در سایتهای شماره ۴۱، ۴۲ و ۳۶ در بخشهای مرکزی بلندیهای بندریگ (نقشه شماره ۳ موقعیت محل برداشت نمونه را نشان می‌دهد)

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۷ـ قطر ذرات ماسه در سایتهای نمونه‌برداری شماره ۳۱، ۲۰، ۹ و ۳۳ برداشت شده از محورهای شمالی ـ شمالغربی. (نقشه شماره ۳ موقعیت محل نمونه‌برداری‌ها را نشان می‌دهد)

تجزیه و تحلیل ارتباط قطر ذرات ماسه و سرعتهای باد

بر اساس دانه‌بندی ماسه‌های نمونه‌برداری شده از محورهای سه گانهٔ شمالغربی، شرق و جنوبشرقی بندریگ و ارتباط آن با پراکندگی ویژگیهای باد، منطقه را می‌توان بر اساس محورهای ذکر شده به شرح زیر تجزیه و تحلیل نمود:

- محور شمال و شمالغربی

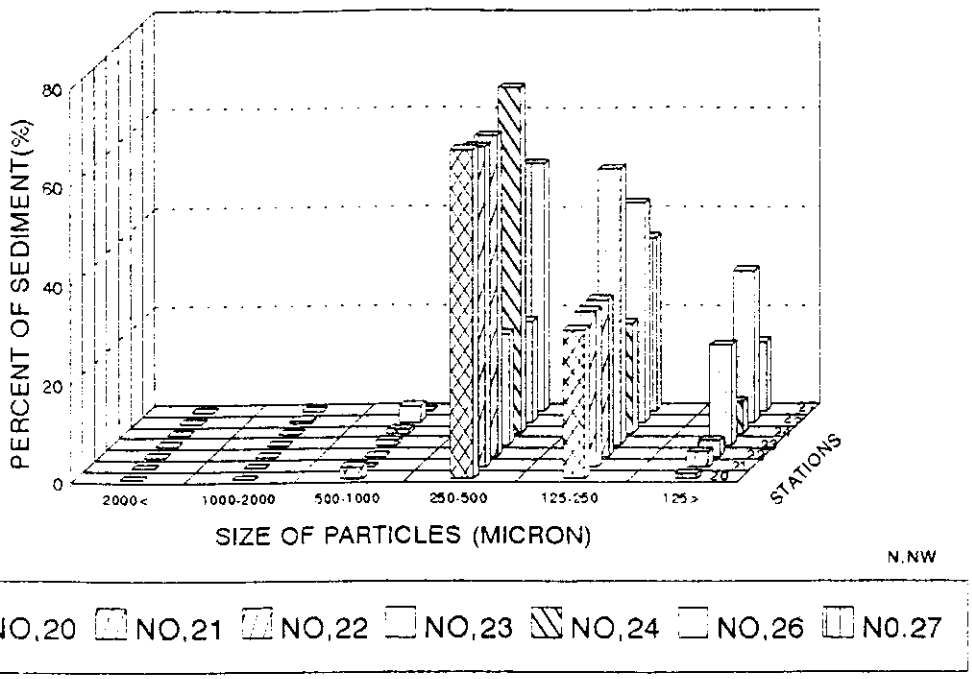
همانگونه که در نمودار شماره (۸) دیده می‌شود، طی مقایسهٔ نمونه‌های شمارهٔ ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۶ و ۲۷ از امتداد حاشیهٔ شمالغربی بندریگ می‌توان استنباط نمود که متوسط قطر ذرات، دامنهٔ ۲۵۰ تا ۵۰۰ میکرون را نشان می‌دهند و این مسئله با باد غالب منطقه و شاخص (نمودار شماره ۱) برازش دارد. در این بین نمونه‌های شماره ۲۰، ۲۱ و ۲۲ که مربوط به منتهی‌الیه شمال بندریگ و حاشیهٔ چالهٔ مسیله می‌باشد، از نظر بافت یکسان هستند؛ اما بسمت غرب یعنی بین نمونه‌های ۲۳، ۲۴، ۲۶ و ۲۷ اختلافات قابل توجهی‌نمایان است. با توجه به توپوگرافی این بخش و با وجود پادگانه‌های دریاچه‌ای حوضهٔ مسیله بنظر می‌رسد که افزایش ذرات ریز تا حد ۱۲۵ میکرون و کوچکتر با منشاء رسوبات این پادگانه‌ها باشد. از طرفی متقابلاً ذرات ۰/۵ تا ۱ میلیمتر نیز به همان

www.SID.ir

Archive of SID

نسبت افزایش می‌یابد. بنظر می‌رسد علت این امر کانالیزه شدن باد به راستای شمالی حد فاصل گردنهٔ قصب‌شکن که در واقع یک پادگانهٔ مرتفع می‌باشد و نیز امتداد طولی حاشیهٔ شمالغربی بندریگ باشد. شاهد این امر وجود برخانهای متعدد در این بخش است که راستای وزش باد را دقیقاً از سوی شمال و شمالشرقی نشان می‌دهند.

نمودار ۸ـ مقایسه دانه‌بندی نمونه‌های محور شمالی و شمالغربی



* توضیح اینکه شماره ایستگاههای ذکر شده در نمودار متعلق به نمونه‌هایی بوده است که از بلندیهای تپه‌های ماسه‌ای حاشیهٔ ریگ برداشت شده و بدلیل عدم تشابه توپوگرافی محل برداشت از تجزیه و تحلیل این بخش حذف گردیده‌اند.

ـ محور شرقی

نمودار شمارهٔ (۹) وضعیت دانه‌بندی نمونه‌های عمدهٔ برداشت شده از حاشیهٔ شرقی بندریگ را نشان می‌دهد. نمونه‌های مقایسه شده در این نمودار شامل نمونه‌هایی می‌باشد که از توپوگرافی یکسانی برخوردار هستند. بعبارتی تمامی آنها بلافاصله از نقطهٔ تغییر شیب کاو حاشیهٔ ریگ برداشت شده‌اند. همانگونه که دیده می‌شود، در مجموع نمونه‌ها برازش خوبی را با شاخص (نمودار شماره ۱) نشان نمی‌دهند. با توجه به مشاهدات میدانی و وضعیت باد منطقه می‌توان دو عامل مهم را در این پراکندگی موثر دانست.

الف ـ امتداد حاشیهٔ شرقی بندریگ یکنواخت نیست؛ شاید علت این امر انحنای حاشیهٔ ریگ و دخالت عامل پوشش گیاهی باشد، زیرا بوضوح نمونه‌هایی نظیر شماره‌های ۴ و ۸ و ۱۰ از نقاطی برداشت شده‌اند که بنظر می‌رسد حالت پناهگاهی داشته یا تراکم درختچه‌های تاغ و وجود یک چاله بستهٔ محدود مانع از انتقال ذرات درشت‌تر گردیده است.

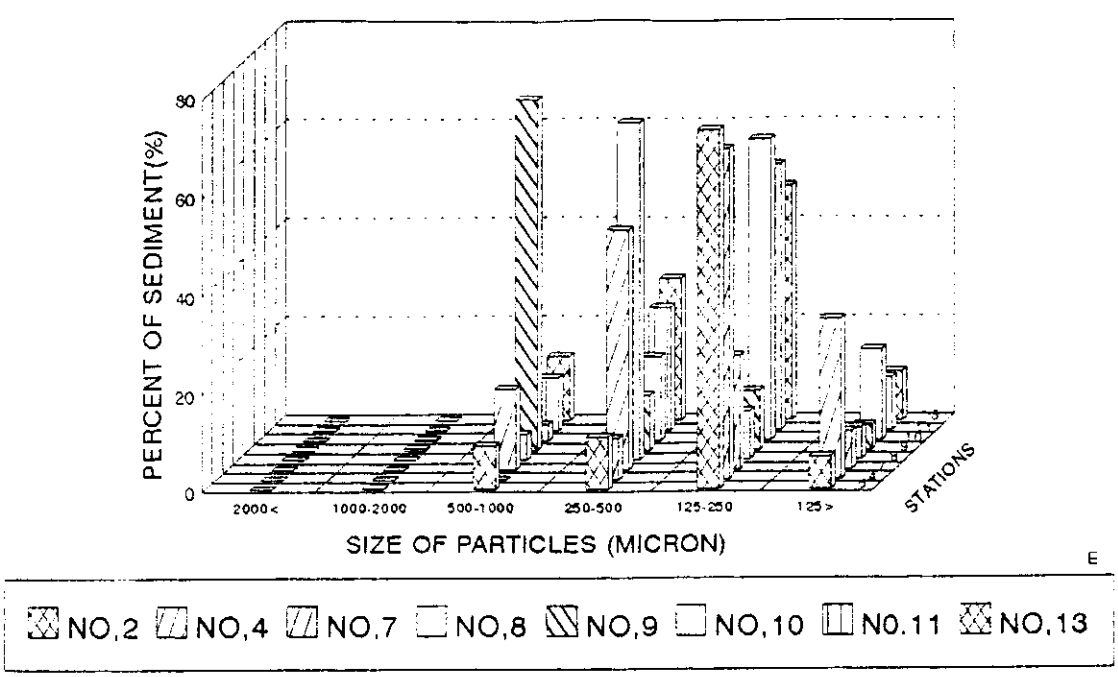
www.SID.ir

Archive of SID

ب ـ عدم دخالت فعالیتهای انسانی در حاشیهٔ شرقی بجز چرای دامها بطور پیوسته که تنها عامل مداخله‌گر بشمار می‌رود. بنظر می‌رسد که عامل چرا موجب تشدید رفت و روب بادی گردد؛ زیرا لگد مالی دامها باعث کاهش انسجام مواد سطحی شده و از طرفی چرای مراتع باعث کاهش تراکم پوشش گیاهی می‌گردد.

در ایستگاههایی که ذرات درشت‌تر نسبت بیشتری را به خود اختصاص می‌دهند نظیر نمونه‌های شماره ۲، ۷، ۹، ۱۱ و ۱۳ (نقشه شماره ۳) براساس مشاهدات میدانی، توپوگرافی سطحی هموارتر بوده و طول بادگیر بسیار طولانی‌تر است. بویژه نمونه‌های شماره ۹ و ۱۱ در قسمت سطحی بویژه در شیارهای بادگیر ذرات تا حد ۲ میلیمتر، فراوانی بسیار زیادی دارند؛ بگونه‌ای که سطح دامنه به رنگ سیاه کاملاً قابل تشخیص است. آنچه که مهم است قطر ذرات بویژه ذرات درشت نمونه‌های اخیر با وضعیت باد منطقه برازش ندارند و براساس شاخص، سرعت لازم برای نقل و انتقال چنین ماسه‌ای نیازمند سرعت ۸ متر در ثانیه است (حدود ۳۰کیلومتر در ساعت یا ۱۶گره در ساعت) لیکن طی‌دوره آماری (۹۷ ـ ۱۹۸۷) چنین بادی با آستانه بالای ۱۶گره مشاهده نشده است. بنظر می‌رسد دلیل عمده‌مربوط به بعد مسافت و توپوگرافی‌بالای ۱۰۰۰ متر ستیغ بندریگ باشد که درست حدفاصل ایستگاه کاشان و راستای وزش باد از سوی شرق قرار گرفته و این امر موجب تعدیل سرعت باد می‌گردد.البته کوتاهی دورهٔ آماری را نباید نادیده گرفت. نکته قابل اهمیت دیگر آنست که در سرعتهای زیر آستانه ۱۵گره ذرات ریزتر در حدفاصل ذرات درشت بسوی‌بلندیهای ریگ منتقل می‌گردند و این امر موجب تراکم بیشتر ذرات درشت درپای دامنه‌های ریگ می‌گردد؛ اما این امر انتقال این ذرات را توسط بادهای سریع منتفی نمی‌نماید.

نمودار ۹ـ مقایسهٔ دانه‌بندی نمونه‌های محور شرقی



* توضیح اینکه ایستگاههای ذکر نشده در محور شرقی متعلق به نمونه‌هایی بوده است که از ستیغ تپه‌های ماسه‌ای حاشیهٔ ریگ برداشت شده و بدلیل عدم تشابه توپوگرافی محل برداشت از تجزیه و تحلیل این بخش حذف گردیده‌اند.

www.SID.ir

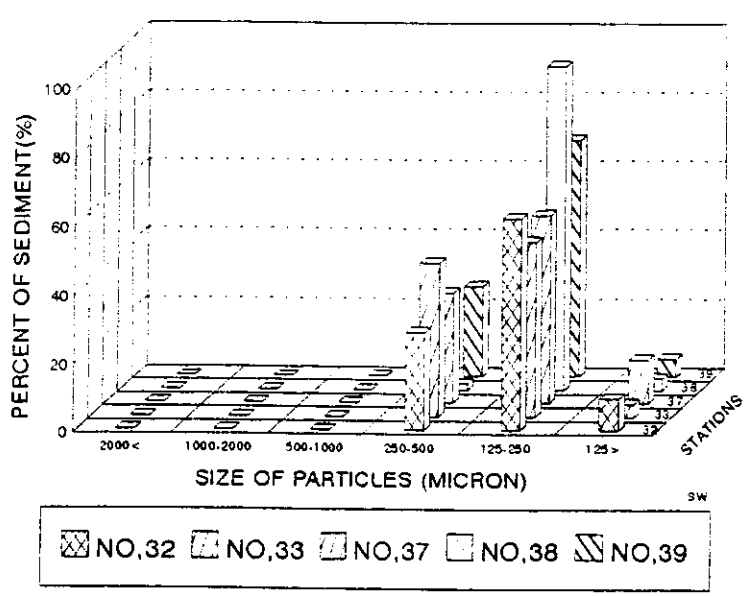
Archive of SID

ـ محور جنوبغربی

نمودار شمارهٔ ۱۰ وضعیت دانه‌بندی نمونه‌های برداشت شده از امتداد محور جنوبغربی را نشان می‌دهد. بخش اعظم نمونه‌ها قطری بین ۱۲۵ تا ۲۵۰ میکرون دارند. وضعیت بادهای جنوبغربی ایستگاه کاشان سرعتهای بالای آستانهٔ ۱۵ گره را در بیش از ۶ ماه از سال نشان می‌دهند. این بادها بر اساس شاخص قادرند ذرات تا ۲ میلیمتر را جابجا نمایند؛ در حالیکه در نمونه‌های برداشت شده ذرات درشت تر از ۵۰۰ میکرون بندرت وجود دارند. از طرفی دامنهٔ اندازه، دامنه‌ها در تمامی نمونه‌برداریها تقریباً یکسان است و اختلاف قابل توجهی را نشان نمی‌دهند. با توجه به مشاهدات میدانی، مهمترین دلیل برای عدم وجود ذرات درشت‌تر فعالیت‌های ۳۰ ساله گذشته بمنظور تثبیت ماسه‌ها در حاشیهٔ جنوبغربی بندریگ از شمال کاشان تامحل تلاقی به ریگ اردستان در جنوب ابوزیدآباد می‌باشد. در این امتداد سطح حاشیه تا ستیغ بندریگ مالچ پاشی شده و توسط کشت درختچه‌های انبوه تاغ، این بخش بکلی تثبیت گردیده است. فرآیند حمل و نقل بادی نیز بشدت کنترل شده و تنها حرکتهای مقطعی و محدودی در حد فاصل رویشگاههای تاغ دیده می‌شود. علاوه بر این، سراسر دشت توسط اراضی زراعی بویژه طرحهای جدید کشت و صنعت پسته و نظایر آن کنترل گردیده است. بطوریکه طی مصاحبهٔ محلی انجام شده، در این بخش حرکت ماسه‌های روان بکلی محدود شده و مشکلات عمده‌ای را ایجاد نمی‌کند.

با توجه به مطالب ذکر شده و مشاهدات، در این محور بجز معدود نمونه‌برداری انجام یافته، از سایر نقاط، نمونه‌برداری انجام نگردید؛ زیرا بنظر می‌رسید که بدلیل دخالت گستردهٔ فعالیتهای انسانی در امتداد این محور، نتایج تحقیق از واقعیت دور می‌شد. ذکر این نکته ضروری است که آثار کاوش بادی در بلندیهای بندریگ با وجود مالچ پاشی گسترده هنوز قابل تشخیص است؛ زیرا بسیاری از درختچه‌های کشت شده توسط باد ریشه‌کن گردیده یا بخش زیادی از ماسه‌های پیرامون گیاهان تخلیه شده و ریشه‌ها در پاره‌ای نقاط به ضخامت بیش از یک متر عریان گردیده‌اند.

نمودار ۱۰ـ وضعیت دانه‌بندی ماسه در محور جنوبغربی بندریگ



www.SID.ir

Archive of SID

نتایج

با تجزیه و تحلیل دانه‌بندی ماسه‌های بندریگ طی بیش از ۴۲ نمونهٔ برداشت شده از پیرامون و پهنهٔ بندریگ و مقایسهٔ آنها با شاخص و از طرفی مقایسهٔ آنها با ویژگیهای باد منطقه، نتایج زیر بدست آمده است. این نتایج به دو گروه کلی قابل تفکیک و بررسی هستند.

الف ـ دانه‌بندی ماسه‌های حاشیهٔ غربی و جنوبغربی ریگ با سرعتهای آستانهٔ باد غالب منطقه که عموماً از نیمهٔ غربی می‌وزد انطباق نداشته و برازش قابل قبولی را ارائه نمی‌نمایند. علل این پدیده عبارتست از:

۱ ـ حاشیهٔ غربی و جنوبغربی بندریگ تا بلندیهای مسلط بر آن طی ۳۰ سال گذشته مالچ‌پاشی شده و تحت حمایت آن به کشت گستردهٔ جنگلهای تاغ اقدام نموده‌اند. این امر موجب کاهش سرعتهای آستانهٔ باد در سطح زمین شده و بنابراین موجب بهم خوردن تعادل اکولوژیکی گردیده و باعث شده تا نسبت ذرات درشت‌تر ماسه در حاشیهٔ ریگ که براساس شاخص، با سرعتهای بالای ۱۶ گره همخوانی دارد، کاهش یابد.

۲ـ در حاشیهٔ شمالغربی ریگ بدلیل وجود دریاچهٔ نمک قم و حوضهٔ مسیله، درست در حاشیهٔ بندریگ بطول حدود ۳۰کیلومتر و علیرغم داشتن سرعتهای با آستانهٔ بالای ۱۶ گره در بیش از نیمی از ماههای سال، نسبت اندازهٔ ذرات ماسه از شرق به غرب کاهش می‌یابد با توجه به کشیدگی برخانها در راستای شمالشرقی جنوبغربی، بنظر می‌رسد افزایش نسبت ذرات درشت‌تر در منتهی‌الیه شمالشرقی بندریگ تحت تأثیر وزش بادهای غالب شمالشرقی باشد. از سویی بادهای شمال و شمالغربی در دورهٔ گرم سال از بستر کویری چاله مسیله بسوی حاشیه بندریگ می‌وزند. این بادها بدلیل وجود رطوبت خاک کویر، عمدتاً قادرند تا ذرات ریزدانه‌تری را به حاشیهٔ بندریگ منتقل نمایند.

۳ـ وجود پادگانه‌های حوضهٔ مسیله که از آثار مرفودینامیکی دوره‌های مرطوب دوران چهارم می‌باشند و در بخش غربی ریگ، ارتفاع قابل توجهی دارند و نه تنها منشاء بخش عمده‌ای از ماسه‌های بندریگ می‌باشند، بلکه نقش هدایت، کنترل و کانالیزه کردن بادهای غربی و شمالغربی را در نزدیکی سطح زمین بعهده دارند. شاهد این امر افزایش نسبت ماسه‌های درشت دانه در منتهی‌الیه گردنهٔ قصب‌شکن می‌باشد (نمونهٔ شماره ۳۱).

۴ـ دانه‌بندی ماسه‌های حاشیهٔ جنوبغربی بندریگ با سرعتهای آستانهٔ باد همخوانی نداشته و برازش قابل قبولی را نشان نمی‌دهد. علت این امر گسترش فعالیتهای انسانی در زمینه های مختلف اعم از تثبیت ماسه، امور زراعی و سکونتگاهی است. گسترش این فعالیتها موجب کاهش نیروی باد در سطح زمین گردیده و توقف نسبی ذرات درشت‌تر را به همراه دارند؛ در حالیکه آثار کندوکاو و نقل و انتقال بادی در بخشهای مرتفع‌تر بندریگ در این راستا بوضوح قابل مشاهده است.

ب ـ دانه‌بندی ماسه‌های حاشیهٔ بندریگ در محور شرقی بر خلاف نیمهٔ غربی و جنوبغربی انسجام کمتری داشته و وجود ذرات درشت‌تر بیانگر وزش بادهای با آستانهٔ بالای ۱۶ گره می‌باشند. در صورتیکه آمار باد ایستگاه کاشان چنین وضعیتی را نشان نمی‌دهد. مشاهدات میدانی و تجزیه و تحلیل دانه‌بندی نمونه‌ها گویای این هستند که:

۱ـ فعالیتهای انسانی بویژه در زمینه‌های زراعی و نیز فعالیتهای تثبیت ماسه در حاشیهٔ شرقی بطورکلی وجود ندارد. از طرفی چرای دامها موجب تشدید رفت و روب بادی می‌گردد؛ زیرا لگدهای دامها باعث کاهش انسجام

www.SID.ir

Archive of SID

قشر سطحی ماسه و نیز چرای تاج گیاهان موجب تقویت فعالیت باد می‌گردند. بنابراین زمینهٔ نقل و انتقال مواد توسط باد در حاشیهٔ شرقی از این دیدگاه بیشتر است.

۲ـ هموارى نسبی توپوگرافی سطح دشت و وسیع بودن طول بادگیر در حاشیهٔ شرقی موجب افزایش نیروی فرسایشی باد می‌گردد.

۳ـ فقر پوشش گیاهی در حاشیهٔ شرقی نسبت به حاشیهٔ غربی موجب تشدید فعالیت باد می‌گردد.

۴ ـ بنظر می‌رسد رشتهٔ ماسه‌ای بندریگ با راستای شمالی ـ جنوبی و به ارتفاع بیش از ۱۰۰۰ متر و اختلاف ارتفاع نسبی حدود ۳۰۰ متر با ایستگاه کاشان سدی در مقابل وزش بادهای سطح زمین با راستای شرقی ـ غربی می‌گردد. بنابراین بنظر می‌رسد که آمار بادهای شرقی در ایستگاه کاشان متأثر از توپوگرافی بندریگ با سرعتهای واقعی قابل ثبت نیست و واقعی بنظر نمی‌رسد؛ زیرا وجود پهنهٔ وسیعی از ذرات ماسهٔ درشت‌تر از یک میلیمتر در حاشیهٔ شرقی بندریگ، حاکی از وزش بادهای شدیدتری است؛ زیرا براساس شاخص، سرعت لازم برای حرکت این ماسه‌ها باید بالای ۱۶ گره در ساعت باشد؛ در صورتیکه آمار ۱۰ سالهٔ ایستگاه کاشان چنین بادی را نشان نمی‌دهد.

۵ـ اختلاف قطر ذرات ماسه در حاشیه و بلندیهای بندریگ بسیار بارز است؛ بطوریکه در بخشهای مرتفع، ذرات درشت‌تر از ۲۵۰ میکرون بسیار نادر است. برعکس، در حاشیهٔ بندریگ بویژه در حاشیهٔ شرقی آن، ذرات ۱/۵ ـ ۱ میلیمتر حدود ۱۲ تا ۱۵ درصد ذرات را بخود اختصاص می‌دهند. یکی از علل عدم انتقال ذرات درشت‌تر به بخشهای مرتفع، وجود شیب توپوگرافی حاشیه است؛ زیرا ذرات درشت‌تر با جهش‌های کوتاه یا بصورت غلطان با توجه به وضعیت باد جابجا می‌گردند؛ بنابراین قادر نیستند از حاشیهٔ ریگ فراتر روند و لذا بنظر می‌رسد که تراکم آنها در سطح حاشیه، حاصل یک فرآیند درازمدت باشد. بعبارتی وزش بادهای شدید، ذرات ریزدانه را تا مرتفع‌ترین بخش ریگ منتقل می‌نمایند؛ اما طبق فرآیند تشکیل دشتهای ریگی، ذرات درشت در محل باقی می‌مانند. بنابراین تراکم آنها مربوط به وزش بادهای سریع در یک مقطع زمانی خاص نمی‌باشد.

۶ـ از آنجا که در حاشیهٔ شرقی بندریگ بیش از ۱۲ درصد از ماسه‌ها در نمونه‌های برداشت شده دارای قطری بیش از ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ میکرون می‌باشند. (۰/۵ تا ۱ میلیمتر)، بنابراین براساس شاخص، سرعت لازم برای حرکت ذرات ماسه با قطر ۱ میلیمتر باید بیش از ۱۴ گره باشد (۲۵ کیلومتر)؛ در حالیکه باد روزانهٔ کاشان طی سالهای آماری ۹۷ ـ ۱۹۸۷ چنین بادی را از راستای شرقی نشان نمی‌دهد (بجز یک مورد با سرعت ۲۳ گره اما با فراوانی کمتر از ۰/۰۱ درصد). بنابراین بنظر می‌رسد که وزش بادهای با سرعتهای بالای ۱۶ گره از نیمه شرقی، فراوانی بیشتری نسبت به آنچه که ایستگاه کاشان نشان می‌دهد، داشته باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع و مآخذ

۱ ـ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه توپوگرافی مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰، عملیات مشترک

۲ـ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه‌های ۱:۵۰,۰۰۰ توپوگرافی

۳ـ سازمان هواشناسی کشور، آمار باد ایستگاه هواشناسی سینوپتیک کاشان، سالهای ۱۹۸۷ تا ۱۹۹۷.

۴ـ معتمد، احمد، رسوبشناسی، جلد ۱، دانشگاه تهران، ۱۳۷۴.

۵ـ محمودی، فرج‌اله، طرح پژوهشی ریگزارهای مهم ایران، مؤسسه جغرافیای دانشگاه تهران، ۱۳۷۱.

6- Christopherson, Robertw., 1997, Geosystems, third Edition, Prentice Hall.

7- Goudie, Andrew and et all, 1990, Geomorphological Techniques, second Edition, unwin Hyman.

8- Lancaster, Nicholas, 1995, Geomorphology of Dunes, First Published, Routledge.

9- White, I.D. and et all, 1993, Environmental Systems, Second Edition, Chapman and Hall.

www.SID.ir