



سرپانداژ با رگ متوسط همراه با اوند می‌باشد. این مناطق دارای سرعت آستانه ۷ تا ۱۶ متر بر ثانیه می‌باشند.
واژه‌های کلیدی: گلباد، گل توفان، گل ماسه، رخساره، دشت سرپوشیده

مقدمه

توفان‌های گردوغبار و بادهای شدید فرایندی طبیعی است که در سراسر مناطق خشک و نیمه خشک دنیا رخ می‌دهد. زمانی که بادهای شدید با سرعتی بیش از سرعت آستانه فرسایش بادی می‌وزد، باد قادر به حمل ذرات خاک از سطح زمین می‌شود و توفان‌های گردوغبار به وقوع می‌پیوندد بنا به تعریف سرعت آستانه فرسایش عبارت است از حداقل سرعتی که باد قادر است ذرات خاک با یک اندازه معین را به حرکت درآورد. شرایط عمده‌ای که باعث ایجاد توفان‌های شن و فرسایش بادی در نقاط مختلف ایران می‌گردد به طور عمده مشابه‌اند. در این مناطق کمبود نزولات جوی، کم‌آبی، تغییر اقلیم، فقدان یا کمبود پوشش گیاهی، شوری و قلیائیت منابع آب و خاک و فعال بودن بادهای فرساینده از جمله عواملی هستند که استعداد طبیعی فرسایش بادی به حساب می‌آیند. در دهه‌های اخیر ابتدا با بوته‌کشی و در ادامه با چرای بی‌رویه و تردد زیاد دام و ماشین، بهره‌برداری بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی و افت سطح آب سفره‌های آبی و تغییر بی‌رویه کاربری اراضی باعث تشدید مشکلات فرسایش بادی و در برخی مواقع ایجاد بحران می‌گردد.

شهرستان بافق نیز از این قاعده مستثنی نیست و به طور تقریب اکثر موارد ذکر شده برای این محدوده نیز صادق است. از گذشته دور یکی از منابع عمده درآمد مردم منطقه، دامداری و کشاورزی بوده است. در دهه‌های اخیر وقوع خشکسالی، افزایش جمعیت و در نتیجه فشار بیش از حد بر منابع آب زیرزمینی و مراتع و متعاقب آن کاهش پوشش گیاهی، منجر به افزایش فرسایش به ویژه فرسایش بادی شده است. مقاومت خاک در مقابل فرسایش بادی به عوامل متعدد از جمله بافت، چسبندگی ذرات، رطوبت خاک، نوع کانی‌ها، وزن مخصوص، ریخت‌شناختی ذرات و شرایط آئرودینامیکی و وضعیت پستی و بلندی سطح زمین بستگی دارد. برآیند وزش باد و مقاومت خاک در هر منطقه باعث فرسایش می‌گردد.

اختصاصی و همکاران [۱]. در مطالعه خود با عنوان کاربرد گلباد، گل توفان و گل ماسه در تحلیل فرسایش بادی و تعیین جهت حرکت ماسه‌های روان در حوزه دشت یزد- اردکان به این نتیجه دست

شناسایی مناطق توفان خیز دشت‌های بیابانی با استفاده از تلفیق نتایج گلباد، گل توفان و گل ماسه (مطالعه موردی- دشت بافق)

محمدرضا اختصاصی^۱، صدیقه دادفر^۲، فروغ کامرانی^۳ و راضیه شاه‌بندری^۴
تاریخ دریافت: ۹۰/۰۲/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۰/۰۹/۰۶

چکیده

یکی از مهمترین فرایندهای طبیعی در مناطق نیمه‌خشک، خشک و فراخشک فرسایش بادی است. این فرایند در شرایطی رخ می‌دهد که علاوه بر وجود خاک حساس، باد دارای حاکمیت و سرعت قابل توجه باشد. شهرستان بافق از جمله مناطق خشک ایران مرکزی بوده که دارای بارندگی کم و پوشش گیاهی ضعیفی می‌باشد. وزش بادهای شدید بر سطح این اراضی بدون پوشش باعث فرسایش خاک شده و مشکلاتی را پدید می‌آورد. لذا شناسایی مناطق توفان خیز می‌تواند از خطرات و زیان‌های حاصله از آن بکاهد. به منظور شناسایی و کنترل مناطق توفان خیز در منطقه باید قبل از هر چیز سرعت آستانه فرسایش بادی برای رخساره‌های مختلف مشخص شود. در این پژوهش سرعت آستانه هر رخساره به کمک تونل باد قابل حمل اندازه‌گیری و نقشه هم سرعت آستانه فرسایش بادی تهیه شد. سپس به منظور تحلیل سرعت و جهت بادهای غالب و توفانزا در منطقه از داده‌های بادسنجی ایستگاه سینوپتیک بافق طی یک دوره آماری ۱۴ ساله (۱۳۷۲-۱۳۸۵) استفاده شد. با کمک نرم‌افزارهای گلباد و گل ماسه‌نما وضعیت بادهای فرساینده در منطقه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این بررسی‌ها نشان داد که بادهای فرساینده در این منطقه از سمت شمال غرب می‌وزند و حدود ۳۹ درصد از منطقه مورد مطالعه را تحت تاثیر قرار می‌دهند که شامل رخساره‌های دشت سرپوشیده با سطوح شلمجمی و نکا، تپه‌های ماسه‌ای، دشت سرپوشیده با باغات و مناطق مسکونی و دشت

۱- دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد، mr_ekhtesasi@yazduni.ac.ir
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت بیابان، دانشگاه تهران
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت بیابان، دانشگاه تهران
۴- نویسنده مسئول و دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت بیابان، دانشگاه تهران، rshahbandari@ut.ac.ir

استفاده از آمار بادسنجی ایستگاه سینوپتیک بافق طی دوره آماری ۱۴ ساله (۱۳۸۵-۱۳۷۲) و به کمک نرم‌افزارهای گلباد^۱ و گل‌ماسه‌نما^۲ وضعیت بادهای فرساینده در منطقه مورد بررسی قرار گرفت. برای رسم گل‌ماسه، نرم‌افزار ابتدا به کمک فرمول‌های پایه فرای برگر و لتو، توان بادهای مختلف پیش از سرعت آستانه فرسایش بادی را به یک واحد همگن تبدیل می‌کند. سپس با جمع‌برداری آنها جهت‌نهایی حمل ماسه در منطقه مشخص می‌شود. با استفاده از روش تفسیر بصری، با استفاده از تصاویر حاصل از گوگل ارث و کنترل زمینی، نقشه رخساره‌های منطقه تهیه شد. سپس با انتقال دستگاه سنجش فرسایش بادی (تونل باد قابل حمل^۳)، به هر رخساره اقدام به اندازه‌گیری سرعت آستانه فرسایش بادی گردید. در هر رخساره ۳ بار سرعت آستانه اندازه‌گیری شد و با توجه به همگن بودن شرایط در داخل هر رخساره میانگین سرعت‌های آستانه به دست آمده به عنوان ارزش عددی برای تهیه نقشه هم سرعت آستانه فرسایش بادی در همان رخساره منظور گردید. تونل باد سرعت آستانه فرسایش بادی را در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری سطح زمین اندازه‌گیری می‌کند در حالی که معمولاً استاندارد سرعت باد در ارتفاع ۱۰ متری بیان می‌شود. لذا سرعت‌های اندازه‌گیری شده در تونل باد به کمک معادله وان‌کارمن (رابطه ۱)، به ارتفاع ۱۰ متری تبدیل شدند.

$$V_1 = V_2 \times \frac{1}{k} \ln \frac{z}{z_0} \quad \text{رابطه (۱)}$$

به منظور ترسیم گلباد با استفاده از نرم‌افزار WRPLOT View لازم است ابتدا داده‌های بادسنجی ایستگاه مورد نظر با استفاده از نرم‌افزار WDconvert، به صورت یکی از قالب‌هایی که نرم‌افزار قادر به قرائت آن است، تبدیل شود. WDconvert در حقیقت نرم‌افزار واسطه‌ای است که با هدف تبدیل داده‌های بادسنجی ثبت شده در ایستگاه‌های هواشناسی کشور به فرمت‌هایی نظیر Lakes Format، CD144، SCRAM طراحی گردیده است، تا امکان قرائت داده‌های بادسنجی توسط نرم‌افزار WDconvert فراهم گردد. بعد از تبدیل داده‌ها به فرمت مورد نظر، گلبادهای سالانه و فصلی ایستگاه سینوپتیک بافق در جهت ۸ گانه ترسیم شد.

گلباد فراوانی سمت و سرعت بادهای را در هر جهت نشان می‌دهد که به کمک آن می‌توان تا حدی به جهت و فراوانی شدیدترین بادهای منطقه پی برد. ولی گلباد شاخص مناسبی برای تحلیل و بررسی بادهای طوفانی و گردوخاک نیست، چرا که در محاسبات مربوط به رسم گلباد، کلیه بادهای با سرعت بیش از یک نات (۰/۵۴ متربرثانه) دخالت داده می‌شوند. به منظور رفع مشکل مذکور و تحلیل دقیق‌تر بادهای مولد توفان‌های گردوخاک، نمودار دیگری با عنوان گلتوفان برای هر رخساره ترسیم شد و مورد بررسی قرار

یافتند که بادهای شمال غربی و جنوب غربی از بیشترین قدرت و توان حمل ماسه بادی برخوردارند و پس از آن بادهای غربی در اولویت قرار دارند. بردار برآیند آن نیز از جنوب غرب تا غرب به سمت شمال شرق و شرق متغیر است. میری و همکاران [۷]، در مطالعه خود با عنوان بررسی تغییرات سرعت آستانه فرسایش بادی در دشت سیستان به کمک علم زمین آمار نقشه خطوط هم سرعت آستانه فرسایش بادی منطقه را به روش کریجینگ معمولی تهیه و به این نتیجه دست یافتند که دامنه تغییرات سرعت در منطقه از ۳ متربرثانه تا بیش از ۱۵ متربرثانه گستردگی دارد و کمترین سرعت آستانه مربوط به شمال شرقی منطقه، مجاور تپه‌های ماسه‌ای موجود و بیشترین مقدار مربوط به مناطق سله بسته شمال غربی و مناطق جنوبی با پوشش گیاهی تا حدودی تنک می‌باشد. صارمی نائینی و همکاران [۵]، در مطالعه خود با عنوان پهنه‌بندی مقادیر سرعت آستانه فرسایش بادی با استفاده از زمین آمار به این نتیجه دست یافتند که تغییرات سرعت آستانه در سطح یک رخساره به طور تقریب ناچیز بوده و می‌توان مقادیر سرعت آستانه برآورد شده در یک رخساره را به کلیه سطح آن رخساره تعمیم داد.

وانگ و فانگ [۸]، در پژوهشی انتشار و جابجایی گردوغبار را از نظر آماری و سینوپتیکی در آسیای شرقی مورد بررسی قرار دادند و دریافتند نظام‌های سینوپتیکی که به سمت مناطق بیابانی شمال آسیا می‌وزند، اگر در سطح زمین بادهایی با سرعت بیشتر از ۶ متربرثانه ایجاد کنند باعث گسترش توفان‌های گردوغبار می‌شوند.

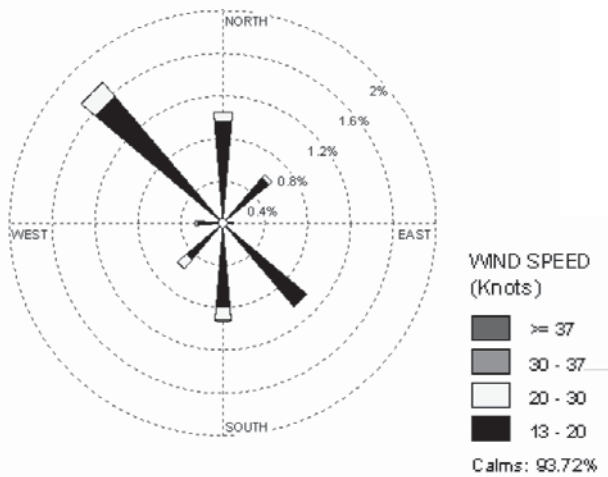
در این پژوهش سعی گردیده تا با تقسیم منطقه به رخساره‌هایی که دارای سرعت آستانه یکسان هستند، مناطق توفان‌خیز (حساس به فرسایش بادی)، مشخص شود و اولویت کنترل فرسایش بادی به این مناطق اختصاص یابد.

مواد و روش‌ها

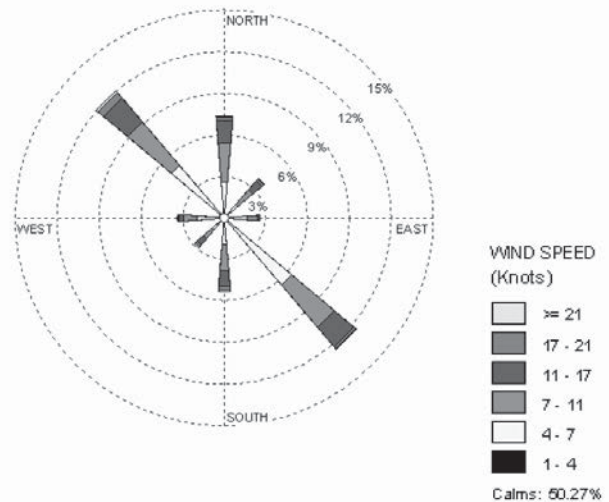
شهرستان بافق با وسعتی حدود ۱۵۲۹۸ کیلومترمربع در حداثال شمالی در ۵۴°۴۳' تا ۵۶°۳۸' طول شرقی و همچنین ۳۱°۰۷' تا ۳۲°۲۸' عرض شمالی در ۱۲۰ کیلومتری جنوب شرقی شهر یزد در حاشیه کویر مرکزی ایران قرار گرفته است. این منطقه تحت تأثیر ریخت‌شناختی عمومی ایران و در سلسله جبال کوه‌های شمالی و غربی آن سالانه رطوبت ناچیزی دریافت می‌کند و بازندگی آن کم و با پراکنش نامناسب است. منطقه دارای زمستان‌های سرد و خشک و تابستان‌های گرم و خشک طاقت‌فرسایی است. به علت نقصان رطوبت و کثرت تبخیر، پوشش گیاهی طبیعی محدود بوده و لذا باد بیشترین نقش را در تحول چشم‌اندازهای طبیعی ایفا می‌کند، به همین دلیل بیشتر به مطالعه عامل‌های باد توجه شده است.

شکل‌گیری توفان‌های گردوغبار از تباط نزدیک با ویژگی‌های باد هر منطقه دارد، بنابراین لازم است آمار بادسنجی در یک دوره آماری مناسب، در منطقه مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گیرد. در مطالعه حاضر به منظور شناسایی مناطق توفان‌خیز دشت بافق با

1- WRPLOT View 5.2.1
2- Sand Rose Graph 3.0
3- Wind Erosion Meter



شکل ۲- گل توفان سالانه بافق، ترسیم شده به کمک نرم افزار WRPLOT View (۱۳۸۵-۱۳۷۲)



شکل ۱- گلباد سالانه بافق، ترسیم شده به کمک نرم افزار WRPLOT View (۱۳۸۵-۱۳۷۲)

جدول ۱- سرعت آستانه فرسایش بادی رخساره‌های مختلف ژئومورفولوژی دشت بافق (متربرثانیه در ارتفاع ۱۰ متری سطح خاک)

درصد مساحت	مساحت (کیلومترمربع)	سرعت آستانه فرسایش بادی	نوع رخساره ژئومورفولوژی
۴/۵	9×10^7	۵/۵	تپه‌های ماسه‌ای
۱۱	21×10^7	۶/۵	دشت سرپوشیده با سطوح شلجمی و نیکا
۶	12×10^7	۷-۱۱	دشت سر اپانداژ با رگ ریز و نیکا
۴/۵	9×10^7	۱۱-۱۶	دشت سرپوشیده با باغات و مناطق مسکونی
۱۳	26×10^7	۱۱-۱۶	دشت سر اپانداژ با رگ متوسط همراه با اوند
۴۶	91×10^7	۱۶-۲۰	دشت سر لخت با رگ درشت
۱۵	30×10^7	>۲۰	کوه

نتایج

شکل (۱) گلباد و شکل (۲) گل توفان سالانه بافق طی دوره آماری ۱۴ ساله را نشان می‌دهد. تفاوت گلباد و گل توفان در نظر گرفتن سرعت آستانه می‌باشد، به طوری که به منظور ترسیم گل توفان سرعت آستانه هر رخساره در نظر گرفته می‌شود و بدین ترتیب هر منطقه دارای یک گلباد می‌باشد ولی به تعداد رخساره‌های موجود در آن گل توفان وجود دارد. گلباد نشان می‌دهد که جهت باد غالب منطقه جنوب شرقی است و بعد از آن بیشترین فراوانی بادهای در جهت شمال غربی است.

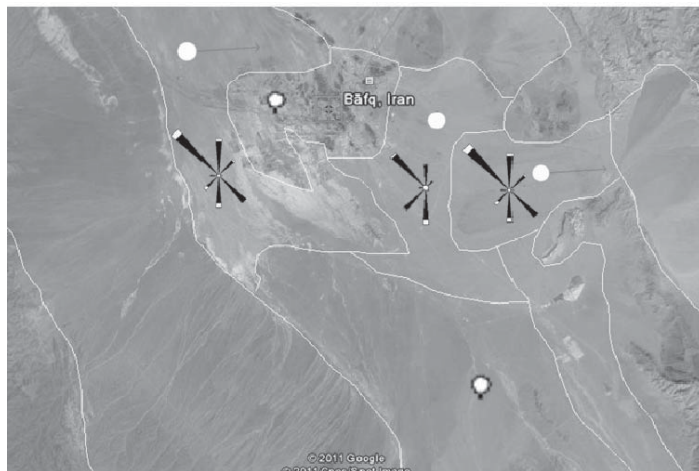
همچنین تجزیه و تحلیل سرعت و فراوانی بادهای به کمک نرم افزار WDconvert نشان می‌دهد که ۵۰/۲۷ درصد بادهای دارای سرعتی کمتر از ۰/۵۴ متربرثانیه هستند و به عنوان یاد آرام در نظر گرفته

گرفت که قادر است بادهای با شرایط گردوخاک و غبارناکی را بهتر از گلباد نشان دهد.

سیس گل ماسه‌های هر رخساره که نموداربرداری مقدار انرژی قابل حمل ماسه، توسط باد بوده و بیانگر توان فرسایش باد و مقدار نسبی حمل ماسه از جهت مختلف است ترسیم شد.

گل ماسه همانند گل توفان با توجه به میزان سرعت آستانه ترسیم می‌گردد. با این اختلاف که در گل ماسه بر خلاف گل توفان درصد فراوانی بادهای در نظر نبوده و به جای آن عامل دیگری تحت عنوان توانمندی حمل ماسه (DP) را، که در حقیقت بازگوکننده توان باد در حمل ذرات خاک می‌باشد، برای جهت مختلف محاسبه می‌کند.

1- Drift Potential



شکل ۳- رخساره‌های دارای گل ماسه و فاقد گل ماسه با سرعت‌های آستانه اندازه‌گیری شده به کمک تونل باد

توفان به کل منطقه مورد مطالعه حدود ۳۹ درصد است که شامل رخساره‌های دشت سرپوشیده با سطوح شلجمی و نیکا، تپه‌های ماسه‌ای دشت سرپوشیده با باغات و مناطق مسکونی و دشت سرپانداژ با رگ متوسط همراه با اوئد می‌باشد.

علیرغم اینکه مناطق مسکونی دارای سرعت آستانه بالاتر و توفان خیزی کمتر نسبت به دو رخساره دیگر می‌باشد ولی با توجه به موقعیتشان حساس‌ترین مناطق نسبت به فرسایش بادی و توفان‌های گرد و غبار هستند، لذا توفان‌های گرد و غبار بیشترین خسارت را در این مناطق بر جای می‌گذارد.

همچنین گل توفان‌ها نشان می‌دهند که جهت توفان‌ها بیشتر از سمت شمال غربی است در حالی که گلباد جهت باد غالب را جنوب شرقی و شمال غربی نشان می‌دهد. چنین نتیجه‌گیری می‌شود که بادهایی که از جهت شمال غربی می‌وزند نسبت به بادهای جنوب شرقی از کلاس‌های سرعت بالاتری برخوردارند و لذا ایجاد توفان خیزی بیشتری می‌کنند.

گل ماسه مقدار نسبی حمل ماسه در هر جهت را نشان می‌دهد. دو رخساره دشت سرپوشیده با سطوح شلجمی و نیکا و رخساره تپه‌های ماسه‌ای که دارای کمترین سرعت آستانه هستند بیشترین توان حمل ماسه توسط باد (DP) را دارا می‌باشند به طوری که مقدار DPT که از مجموع مقادیر DP در جهات مختلف حاصل می‌آید و در واقع کل انرژی باد جهت ماسه در منطقه را نشان می‌دهد برابر با ۱۴۱/۸ است. برای رخساره‌های دشت سر لخت با رگ درشت و کوه گل ماسه فاقد بازو است و به علت مقاوم بودن سطح خاک باد، توانایی حمل ماسه را ندارد. نمایه RDD^۲ جهت خالص حرکت ماسه (جهت بردار منتجه) را در طول دوره آماری مورد نظر نشان می‌دهد. مقدار این مایه برای رخساره دشت سر پوشیده با سطوح شلجمی و نیکا و رخساره تپه‌های ماسه‌ای برابر با ۸۶ درجه می‌باشد و همان طور که مشاهده می‌شود جهت تپه‌های ماسه‌ای موجود در

می‌شوند. گل توفان شکل (۲) براساس سرعت آستانه ۱۳ نات و برای رخساره‌های دشت سرپوشیده با سطوح شلجمی و نیکا و تپه‌های ماسه‌ای ترسیم شده است. با در نظر گرفتن سرعت آستانه ۱۳ نات، ۹۳/۷۲ درصد از بادها دارای سرعتی کمتر از آستانه می‌باشند و در ایجاد توفان نقشی ندارند.

در جدول (۱) نتایج حاصل از اندازه‌گیری سرعت آستانه فرسایش بادی که به کمک تونل باد صحرایی در رخساره‌های مختلف دشت یزد صورت گرفته، نشان داده شده است. همچنین مساحت هر رخساره در محیط GIS تعیین و نتایج آن در جدول (۱) خلاصه شده است. مشاهده می‌شود که رخساره دشت سر لخت با رگ درشت با سرعت آستانه ۱۶ تا ۲۰ متر بر ثانیه که تا حدودی مقاوم به فرسایش بادی است، بیشترین وسعت منطقه را به خود اختصاص داده است. دلیل عمده مقاومت به فرسایش بادی وجود رگ دانه درشت می‌باشد که پوشش طبیعی مقاومی را بر سطح خاک ایجاد کرده است. سرعت آستانه فرسایش بادی به عوامل متعددی از جمله بافت، چسبندگی ذرات، رطوبت خاک، نوع کانی‌ها، وزن مخصوص، ریخت‌شناختی ذرات و شرایط آئرو دینامیکی و وضعیت پستی و بلندی سطح زمین بستگی دارد. لذا با تفکیک منطقه به رخساره‌هایی که دارای شرایط به طور تقریب یکسان و در نتیجه سرعت آستانه یکسان هستند می‌توان گل توفان و گل ماسه را برای هر رخساره براساس سرعت آستانه آن ترسیم کرد.

شکل (۳) گل توفان و گل ماسه‌های منطقه را به تفکیک رخساره‌های مختلف با سرعت‌های آستانه اندازه‌گیری شده به کمک تونل باد نشان می‌دهد. همان گونه که مشاهده می‌شود در رخساره‌های دشت سر پوشیده با سطوح شلجمی و نیکا و رخساره تپه‌های ماسه‌ای با سرعت آستانه فرسایش بادی ۵/۵ تا ۷/۵ متر بر ثانیه، گل توفان دارای بازوهای بلندتری بوده، بنابراین مستعدترین مناطق برای ایجاد توفان گرد و غبار است. در حالی که در دشت سر لخت با رگ درشت و کوهستان به طور اصولی گل توفان شکل نمی‌گیرد. با توجه به مساحت رخساره‌ها (جدول ۱) نسبت به مساحت مناطق تحت تاثیر

1- Total Drift Potential

2- Resultant Drift Direction

جدول ۲- مقادیر شاخص‌های استخراج شده از ترسیم گل‌ماسه به کمک نرم‌افزار Sand Rose Graph در ایستگاه سینوپتیک بافق (۱۳۷۲-۱۳۸۵)

کوه	دشت سر لخت با رگ درشت	دشت سر پوشیده با باغات و مناطق مسکونی و دشت سر اپانداژ با رگ متوسط همراه با اوئند	دشت سر اپانداژ با رگ ریز و نیکا	دشت سر پوشیده با سطوح شلجی و نیکا و تپه‌های ماسه‌ای	نمایه
-	-	۰/۷	۲۳	۱۴۱/۸	Dpt
-	-	۱	۱۰	۳۱/۰۶	RDP
-	-	۰	۳۷	۸۶	RDD (Degree)
-	-	-	۰/۴۴	۰/۲۲	UDI

تهیه نقشه خطوط هم سرعت آستانه فرسایش بادی منطقه نشان می‌دهد که دامنه تغییرات سرعت آستانه در منطقه از ۵/۵ متربرثانه تا بیش از ۲۰ متربرثانه گستردگی دارد و کمترین سرعت آستانه مربوط به رخساره‌های دشت سر پوشیده با سطوح شلجی و نیکا و رخساره تپه‌های ماسه‌ای و بیشترین مقدار مربوط به دشت سر لخت با رگ درشت و مناطق کوهستانی می‌باشد.

میری و همکاران [۵] نیز به این نتیجه دست یافتند که دامنه تغییرات سرعت در منطقه از ۵ متربرثانه تا بیش از ۱۵ متربرثانه گستردگی دارد و کمترین سرعت آستانه مربوط به شمال شرقی منطقه، مجاور تپه‌های ماسه‌ای موجود و بیشترین مقدار مربوط به مناطق سله بسته شمال غربی و مناطق جنوبی با پوشش گیاهی نسبتاً تنک می‌باشد. نتایج کار صارمی نائینی و همکاران [۷]، نشان داد که می‌توان مقادیر سرعت آستانه برآورد شده در یک رخساره را به کلیه سطح آن رخساره تعمیم داد. بنابراین برای هر رخساره یک سرعت آستانه در نظر گرفته شد و با توجه به آن گل‌توفان و گل‌ماسه هر رخساره ترسیم گردید. مشاهده شد در مناطقی با سرعت آستانه بیش از ۱۶ متربرثانه گل‌توفان و گل‌ماسه بدون بازوست، به عبارتی توفان گرد و غبار و جابجایی ماسه وجود ندارد. در مناطقی با سرعت آستانه کمتر از ۷ متربرثانه بیشترین توفان‌های گردوغبار و جابه‌جایی ماسه وجود دارد و به عنوان مناطق برداشت محسوب می‌شوند. مقادیر اندازه‌گیری شده جریان رسوب، بیانگر این نکته است که در اکثر نقاط دشت بافق بیشترین مقدار رسوب به سمت شرق و شمال شرق دشت یعنی به سمت تپه‌های ماسه‌ای منتقل می‌شود. در این میان جهت‌های شمال غرب و جنوب به ترتیب بیشترین مقدار رسوب حمل شده را شامل می‌شوند و جهت غرب، کمترین مقدار رسوبدهی را دارد.

مقایسه نتایج حاصل از گلباده‌ها و گل‌توفان‌ها نشان می‌دهد که بادهای شمال غربی به رغم فراوانی کمتر از شدت بیشتری برخوردار بوده و نقش بیشتری در فرسایش خاک و برداشت ماسه ایفا می‌کند و بادهای جنوب شرقی به طور عام در فرم‌دهی و تبدیل برخانها به بارخانوبید موثر می‌باشد. تجمع بارخانوبیدها در اطراف شهر بافق دلیلی بر صحت این نتایج است. مشاهده می‌شود که یافته‌های پژوهش

منطقه نیز با این راستا مطابقت دارد. نمایه دیگری که از ترسیم گل‌ماسه توسط نرم‌افزار گل‌ماسه‌نما حاصل می‌شود، نمایه همگنی جهت حمل ماسه (UDI) است^۱ که نسبت مقدار نهایی حمل ماسه (اندازه بردار منتهجه) به کل توان حمل ماسه را نشان می‌دهد.

هر چه این مقدار به عدد یک نزدیک‌تر باشد، بادهای یک جهتی در منطقه زیادتر بوده و به تبع آن تپه‌های ماسه‌ای از نوع بارخان می‌باشد و بر عکس هر چه مقدار این نسبت به سمت صفر تمایل پیدا کند، بادهای قدرتمند چند جهتی بر منطقه حاکم خواهند شد در نتیجه تپه‌ها از نوع تپه‌های ستاره‌ای یا قورد می‌باشند. در شکل‌گیری ابعاد تپه‌ها عوامل گوناگونی از جمله نیروی باد و جهت باد دخالت دارد به طوری که تپه‌های ماسه‌ای خطی در بادهای شدید که از دو جهت می‌وزند یعنی نمایه به صفر نزدیک‌تر است، دارای ابعاد بزرگتر بوده ولی فاصله آنها از یکدیگر نسبت به بادهایی که از یک جهت می‌وزند، کمتر می‌باشد. مقدار نمایه UDI در محدوده تپه‌های ماسه‌ای برابر با ۰/۲۲ می‌باشد و این امر نشان‌دهنده چند جهته بودن بادهای منطقه است. نتایج حاصل از بازدیدهای میدانی و تصویر حاصل از گوگل ارث از منطقه مورد نظر (شکل ۳) نیز نشان می‌دهد که غالب تپه‌های ماسه‌ای موجود در ارگ نزدیکی سد قطروم از نوع تپه‌های طولی یا سیلک و در ارگ حسن‌آباد از نوع تپه‌های ستاره‌ای و قورد می‌باشد [۳]. جدول (۲) مقادیر نمایه‌های استخراج شده از ترسیم گل‌ماسه را برای سایر رخساره‌ها نشان می‌دهد.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که بادهای توفان‌زا و فرساینده، بیشتر قطاع شمال غربی دشت بافق را تحت تاثیر قرار می‌دهند که با یافته‌های اختصاصی و همکاران [۱] در دشت یزد اردکان مطابقت دارد. آنها به این نتیجه دست یافتند بادهای شمال غربی و جنوب غربی از بیشترین قدرت و توان حمل ماسه بادی برخوردارند و پس از آن بادهای غربی در اولویت قرار دارند. بردار برآیند آن نیز از جنوب غرب تا غرب به سمت شمال شرق و شرق متغیر است.

1- Uni Directional Index

dune (Case study: bafgh), 2nd National Conference on Wind Erosion and Dust Storms in yazd.

4. Technical Report, 2002, Office of the desert, Iran Forest, Rangeland and Watershed, management Organization, Investigation of wind erosion crisis centers.

5. Miri Soleiman, J., A. Fakhire, M.R. Ekhtesasi and A.R.Rashki, 2007. Study on the threshold velocity Wind erosion in Sistan Plain Using the R.S , Proceedings of the tenth Iranian Soil Science Congress.

6. Saremi Nayini, M.A., 2006. Comparative analyses on spatial distribution of wind rose, storm rose and sand rose in wind erosion studies of Yazd plains lands- Ardakan using GIS technique, M.s thesis in Tehran University.

7. Saremi Nayini, M. A., M.Zareian jahromi, M. R. Ekhtesasi and A. Mohamadian Behbahani, 2007. Zonation of the threshold velocity values wind erosion Using the R.S , Proceedings of the tenth Iranian Soil Science Congress.

8. Wang, W., Z. Y., Fang, 2006. Numerical simulation and synopticanalysis of dust, emission and transport.

حاضر با نتایج طرح کانون‌های بحرانی فرسایش بادی انطباق دارد [۴]. از آنجا که مرکز محدوده مورد مطالعه یعنی رخساره‌های دشت سر پوشیده با سطوح شلجمی و نبکا و همچنین اراضی کشاورزی آیش و رها شده اطراف بافق در مرکز یا کانون بادهای شمال غربی و جنوب شرقی حاکم بر دشت بافق قرار دارند، حفاظت خاک و کنترل فرسایش در این اراضی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند.

منابع

1. Ekhtesasi, M.R., H. Ahmadi, A. Khlili, M. A. Saremi Naeini and M. R. Rajabi, 2006. An Application of Wind Rose, Storm Rose, and Sand Rose in the Analysis of Wind Erosion and Determining the Direction of Moving Sands (Case Study Area: Yazd – Ardakan Basin). Journal of the Iranian Natural Res. 59(3) 533 – 541.

2. Ekhtesasi, M. R., M. R., Daneshvar, M. Abolghasemi, S. Feiznia and M. A. Saremi Naeini, 2007. Measurement and Mapping of Aeolian Sand Flowthrough Sediment Trap Method (Case Study: Yazd-Ardakan Plain). Journal of the Iranian Natural Res. 59(4) 773-781.

3. Ekhtesasi, M. R., S. Dadfar, M. Tajamolian, R. Shahbandari and F. Kamrani, 2010. Study on the relationship UDI index with morphology of sand