

نشریه مدیریت بیابان

www.isadmc.ir

انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ایران

برآورد فراوانی سرعت و جهت بادهای فرساینده و مولد طوفان‌های گردوغبار و ریزگردها در سطح استان یزد با استفاده از تحلیل گلباد، گلطوفان و گلماسه

محمدعلی صارمی نایینی^{۱*}

۱. استادیار دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد

* نویسنده مسئول: saremi.naeini@yazd.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۴/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۹/۱۳

چکیده

فرسایش بادی و وقوع پدیده ریزگردها از جمله معضلات استان یزد است که هرساله خسارات پیدا و پنهان فراوانی را به این استان وارد می‌نماید. تاکنون هزینه‌های زیادی صرف کنترل این رویداد شده و طرح‌ها و پروژه‌های موفق و ناموفق بسیاری در این خصوص در سطح استان انجام شده است. تحلیل وضعیت بادهای فرساینده و برآورد جهت نهایی جریان حمل ماسه از جمله مطالعات پایه‌ای است که می‌تواند در اجرای موفق‌تر طرح‌های مبارزه با فرسایش بادی کارساز باشد. لذا در این تحقیق تلاش گردید تا با استفاده از تحلیل فراوانی سمت و سرعت باد و محاسبه پتانسیل حمل ماسه توسط باد و بهره‌گیری از گلباد، گلطوفان و گلماسه چشم‌اندازی از سیمای فرسایش بادی در سطح استان یزد ارائه شود و با توجه به نتایج حاصل از تحلیل بادهای فرساینده و محاسبه توان حمل باد، جهت نهایی حرکت ماسه‌های روان و ریزگردها در سطح استان تعیین گردد. نتایج حاصل نشان داد که توزیع زمانی بادهای فرساینده به گونه‌ای است که عمده آنها در فصول بهار و تابستان رخ می‌دهد و در فصل پاییز میزان وقوع بادهای فرساینده در سطح استان دارای کمترین مقدار است. همچنین براساس این تحقیق میانگین درصد بادهای فرساینده و یا بادهایی که قادر به تولید گرد و غبار و ریزگرد می‌باشند در سطح استان بین ۶/۴ درصد در شهرستان یزد و ۲۳/۶ درصد در شهرستان هرات متغیر است که اگر به تعداد روزهای سال تعمیم داده شود به‌طور میانگین می‌توان ۴۴ روز طوفانی را در سطح استان انتظار داشت. لذا اگرچه فراوانی بادهای فرساینده و طوفانزای با سرعت آستانه بیش از ۶ متر بر ثانیه در سطح استان عموماً از ۱۴ درصد تجاوز نمی‌کند ولی با این حال مهم‌ترین نقش را در وقوع فرسایش و بروز گرد و غبار در سطح استان ایفا می‌کنند و حرکت و جابجایی حجم عظیمی از گرد و خاک را به دنبال دارند که عموماً از سمت جنوب غرب و غرب آغاز شده و به سمت شرق تا شمال شرق جریان دارند.

واژگان کلیدی: فرسایش بادی؛ گلباد؛ گلطوفان؛ گلماسه؛ باد فرساینده؛ ریزگرد؛ طوفان؛ یزد

■ مقدمه

باد از جمله عوامل اصلی ایجاد فرسایش و تخریب در سطح زمین، به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، است (۹). مطالعات انجام شده در سطح کشور نشان می دهد که بالغ بر ۲۴ میلیون هکتار از اراضی کشور تحت تأثیر فرسایش بادی می باشند (۱۱) لذا به منظور کنترل خسارات ناشی از آن در چنین گستره وسیعی از سطح کشور، مطالعه و بررسی وضعیت بادناکی و تحلیل بادهای فرساینده ضروری به نظر می رسد.

تسوار مقدار انرژی باد و رژیم بادناکی را از جمله مهم ترین عوامل مؤثر در فعالیت، پایداری و توسعه تپه های ماسه ای بیان کرده است (۱۲). مصباح زاده و همکاران به بررسی نقش رژیم بادی در میزان دبی و جهت انتقال رسوبات در بوشهر پرداختند و نتیجه گرفتند که رژیم بادناکی و سرعت آستانه فرسایش می تواند در فرسایش بادی نقشی به سزا داشته باشد (۱، ۷).

اختصاصی و همکاران (۱۳۸۵) با تجزیه و تحلیل داده های باد سنجی ایستگاه سینوپتیک یزد در یک دوره آماری ۲۰ ساله نتیجه گرفتند که جهت بادهای غالب در دشت یزد اغلب غربی تا شمال غربی است و پس از آن بادهای جنوب شرقی حائز اهمیت می باشند. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که با توجه به سرعت آستانه ۶/۵ متر بر ثانیه بادهای طوفان زا در دشت یزد- اردکان بیشتر از جهت شمال غرب می وزند و بادهای قطاع غربی از فراوانی کمتری برخوردار می باشند. بررسی توان حمل ماسه در دشت یزد- اردکان نیز نشان داد که بادهای شمال غربی و جنوب غربی به ترتیب از بیشترین توان حمل برخوردار می باشند و پس از آن بادهای غربی در اولویت قرار می گیرند (۵).

احمدی و همکاران (۲۰۱۳) با مطالعه مناطق اطراف ایستگاه هواشناسی یزد تلاش نمودند تا با استفاده از گلطوفان و پهنه بندی سرعت آستانه فرسایش مناطق مستعد فرسایش بادی را در محدوده مورد مطالعه تفکیک نمایند (۲). همچنین مصباح زاده و احمدی با مطالعه پتانسیل حمل ماسه در دشت یزد اردکان به این نتیجه رسیدند که بادهای شمال غرب، جنوب غرب و غرب به

ترتیب دارای بیشترین پتانسیل حمل ماسه می باشند در حالی که بادهای مربوط به دیگر جهات دارای توان کمتری جهت حمل ذرات ماسه می باشند (۶).

نظری سامانی و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از گلباد، گلطوفان و گلماسه به بررسی طوفان های گرد و غبار در استان تهران پرداختند و به این نتیجه رسیدند که جهت بادهای غالب در این استان عموماً غربی است ولی در فصل تابستان این جهت جنوب- جنوب شرقی می گردد. در این تحقیق سرعت آستانه باد ۶/۵ متر در نظر گرفته شد و تحلیل فراوانی بادهای ثبت شده نشان داد که حدود ۱۲ درصد از بادهای در این استان دارای شرایط طوفانی می باشند (۸).

هدف و فرض اصلی از انجام این تحقیق تحلیل فراوانی بادهای فرساینده و برآورد جهت نهایی جریان حمل ماسه در سطح استان یزد با استفاده از داده های سری زمانی سمت و سرعت باد ثبت شده در ایستگاه های سینوپتیک واقع در سطح استان است. با این فرض که تحلیل بادهای بیشتر از سرعت آستانه فرسایش و استفاده از گلطوفان روش مناسب تری برای بررسی طوفان خیزی و پدیده گرد و غبار نسبت به گلباد است و همچنین جهت جریان ماسه در سطح استان تابع الگوی خاصی بوده و تقریباً دارای جهت مشخصی است. این جهت با توجه به امتداد شکل گیری رخساره های فرسایش بادی و همچنین نتایج حاصل از برخی تحقیقات و مشاهدات صورت گرفته احتمالاً از سمت غرب به شرق است.

■ مواد و روش ها

محدوده مورد مطالعه در این تحقیق استان یزد است که از نظر موقعیتی تقریباً در مرکز ایران واقع شده و براساس طبقه بندی اقلیمی دومارتن اصلاح شده دارای اقلیم فراخشک تا خشک سرد می باشد. این استان یکی از شاخص ترین استان های مبتلا به فرسایش بادی و طوفان های گرد و خاک بوده و وقوع پدیده ریزگردها در آن، به خصوص در سال های اخیر به دلیل بروز خشکسالی های طولانی و همچنین افزایش فعالیت های صنعتی و معدنی، حائز اهمیت است.

آماري کوتاه‌تر از ۱۶ سال برخی از ایستگاه‌ها به دلیل تأسیس آنها در سال‌های اخیر می‌باشد. در جدول ۱ ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه همراه با دوره آماری و خلاصه‌ای از وضعیت بادناکی آن‌ها ذکر شده است.

در راستای تحلیل بادناکی و بررسی بادهای فرساینده در سطح استان یزد از داده‌های هواشناسی ۱۱ ایستگاه سینوپتیک استفاده شد که دوره آماری آنها بین ۷ تا ۱۶ سال (۲۰۱۵-۲۰۰۰) می‌باشد. شایان ذکر است که دوره

جدول ۱- وضعیت بادناکی ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک استان یزد در دوره آماری ذکر شده

نام ایستگاه	طول جغرافیایی عرض جغرافیایی	دوره آماری	بیشترین سرعت باد ثبت شده	میانگین سرعت باد ثبت شده
ابركوه	۵۳ ۲۸	۱۳	۲۵/۲	۴/۹
عقدا	۵۳ ۳۷	۱۳	۲۷/۸	۴/۴
بافق	۵۵ ۲۶	۱۶	۲۵/۲	۴/۷
بهباد	۵۶ ۰۳	۷	۲۳/۱	۴/۴
گاریز	۵۴ ۰۶	۱۳	۲۰/۱	۴/۶
هرات	۵۴ ۰۴	۱۲	۲۹/۲	۵/۷
مروست	۵۴ ۱۵	۱۶	۲۶/۲	۴/۰
مهریز	۵۴ ۴۸	۱۳	۲۵/۲	۳/۸
میبد	۵۴ ۰۱	۱۴	۲۷/۸	۴/۳
رباط پشت بادام	۵۵ ۳۳	۱۶	۲۲/۱	۴/۴
یزد	۵۴ ۱۷	۱۷	۲۳/۱	۳/۳

گرافیکی دیگری تحت عنوان گلطوفان استفاده شد و با فرض اینکه اغلب رخسارهای ژئومرفولوژی واقع در سطح استان دارای حساسیت زیاد به فرسایش می‌باشند فراوانی کلیه بادهای با سرعت بیشتر از سرعت آستانه فرسایش ۶ متر بر ثانیه مورد محاسبه قرار گرفت.

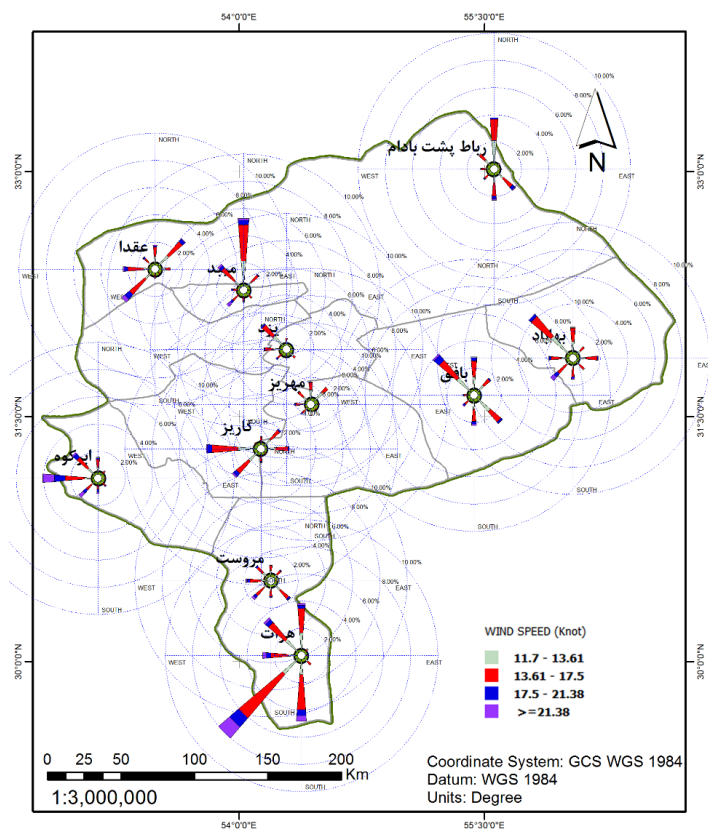
به منظور تحلیل توان حمل ماسه توسط باد و ترسیم گلماسه نیز سرعت آستانه فرسایش شش متر بر ثانیه در نظر گرفته شد و گلماسه‌های سالانه و فصلی ایستگاه‌های مورد بررسی بر اساس معادلات فرای برگر (۱۹۷۹) و با استفاده از نرم افزار گلماسه نما (۴) ترسیم گردید. شایان ذکر است که به منظور تحلیل فراوانی باد و ترسیم گلباد و گلطوفان نیز از نرم افزار Roseplot استفاده شده است.

نتایج

یکی از کاربردی‌ترین روش‌هایی که جهت نمایش نتایج حاصل از تحلیل فراوانی کلاس‌های سرعت باد در جهات مختلف جغرافیایی به کار می‌رود گلباد است که در

جهت تحلیل وضعیت بادناکی در سطح استان از نرم افزارهای Sandrose graph 3.0 و Rosepro 1.0 استفاده شد و سه مدل گرافیکی گلباد، گلطوفان و گلماسه ترسیم گردید. ابتدا با استفاده از ترسیم گلباد‌های سالانه و فصلی ایستگاه‌های سینوپتیک مورد مطالعه، وضعیت بادناکی در سطح استان مورد بررسی قرار گرفت و تلاش گردید تا با تحلیل فراوانی کلاس‌های مختلف سرعت باد در جهات هشتگانه جغرافیایی الگوی بادناکی نقاط مختلف سطح استان با توجه به بادهای دارای سرعت بیشتر از ۰/۵ متر بر ثانیه (یک نات) مشخص گردد.

همچنین با در نظر گرفتن فرسایش پذیری خاک سطحی، تلاش گردید تا ارتباطی بین وضعیت سطحی خاک و شرایط بادناکی منطقه برقرار گردد و بادهایی را که دارای توان فرساینده‌گی خاک سطحی بوده و منجر به تولید طوفان‌های گرد و غبار در سطح منطقه می‌گردند را تفکیک نموده و فراوانی آنها در جهات هشتگانه جغرافیایی مورد تحلیل قرار گیرد که برای این منظور از مدل



شکل ۲- توزیع مکانی گلطوفان های سالانه و نمایش وضعیت بادهای فرساینده در سطح استان یزد

جدول ۲- درصد فراوانی بادهای فرساینده بالاتر از ۶ متر بر ثانیه در ایستگاه های سینوپتیک استان یزد

نام ایستگاه	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	سالانه
ایرکوه	۱۵/۹٪	۸/۷٪	۶/۳٪	۱۴/۵٪	۱۱/۳٪
عقدا	۱۵/۸٪	۱۳/۴٪	۵/۹٪	۱۲/۸٪	۱۱/۹٪
بافقی	۱۵/۳٪	۱۲/۶٪	۱۱/۴٪	۱۶/۴٪	۱۳/۹٪
بهباد	۱۶/۴٪	۱۶/۷٪	۸/۴٪	۱۵/۸٪	۱۴/۳٪
گاریز	۱۴/۸٪	۱۳/۹٪	۵/۸٪	۱۳/۲٪	۱۱/۹٪
هرات	۲۵/۳٪	۱۸/۹٪	۲۰/۰٪	۳۰/۵٪	۲۳/۶٪
مروست	۹/۸٪	۵/۹٪	۶/۳٪	۱۳/۸٪	۸/۹٪
مهریز	۸/۸٪	۸/۲٪	۲/۹٪	۷/۴٪	۶/۸٪
مید	۱۵/۵٪	۱۳/۵٪	۶/۷٪	۱۲/۳٪	۱۲/۰٪
رباط پشت بادام	۱۲/۸٪	۱۴/۳٪	۵/۷٪	۱۰/۵٪	۱۰/۸٪
یزد	۹/۵٪	۵/۴٪	۲/۷٪	۷/۹٪	۶/۴٪

سرعت آستانه انتخاب شده به صورت تبه صورت فصلی، ماهانه و همچنین سالانه برآورد گردید که نتایج حاصل در جدول ۳ به صورت فصلی و سالانه و در

فصول و ماههای دارای اهمیت بیشتر از نظر فرساینده گی باد، با توجه به فراوانی بادهای فرساینده مشاهده شده در آنها، مقدار فراوانی آنها نسبت به میانگین برر سی شده و فصول یا ماههایی که مقدار فراوانی آنها بیشتر از مقدار میانگین بوده است با زمینه نارنجی کم رنگ در جدول ۳ و

جدول ۴ مشخص شده اند.

جهت تحلیل بادهای فرساینده و ترسیم گلطوفان سرعت آستانه فرسایش بادی در سطح استان ثابت در نظر گرفته شد و مقدار آن ۶ متر بر ثانیه انتخاب گردید بنابراین، فراوانی کلیه بادهای با سرعت بیشتر یا برابر با

جدول ۴ به صورت ماهانه ذکر شده است.

لازم به توضیح است که در این جداول مقدار فراوانی فصول و ماههایی که دارای بالاترین فراوانی بوده اند به رنگ قرمز مشخص شده اند و فصل یا ماهی که از نظر میزان فراوانی در اولویت دوم قرار داشته است با رنگ نارنجی مشخص شده است. همچنین به منظور تعیین

جدول ۳- فراوانی بادهای فرساینده ایستگاههای مورد مطالعه به صورت فصلی و سالانه

نام ایستگاه	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	سالانه
ابرقوه	۱۵۰۷	۸۳۱	۵۸۸	۱۳۶۲	۴۲۸۸
عقدا	۱۴۹۶	۱۲۷۸	۵۵۹	۱۲۰۱	۴۵۳۴
بافق	۱۷۸۳	۱۴۸۷	۱۳۱۲	۱۸۹۴	۶۴۷۶
بهباد	۸۳۴	۸۵۹	۴۳۲	۷۹۸	۲۹۲۳
گاریز	۱۳۹۸	۱۳۳۳	۵۵۴	۱۲۳۴	۴۵۱۹
هرات	۲۲۱۳	۱۶۶۵	۱۷۶۰	۲۶۴۱	۸۲۷۹
مروست	۱۱۴۶	۶۹۱	۷۴۴	۱۵۹۲	۴۱۷۳
مهریز	۸۳۲	۷۸۵	۲۷۸	۶۹۰	۲۵۸۵
میبد	۱۵۸۴	۱۳۸۸	۶۹۴	۱۱۵۳	۴۸۱۹
رباط پشت بادام	۱۴۹۰	۱۶۷۲	۶۷۳	۱۲۰۹	۵۰۴۴
یزد	۱۱۰۹	۶۳۸	۳۱۳	۹۱۵	۲۹۷۵

با فصل تابستان و در برخی نیز این اولویت با فصل زمستان است ولی با توجه به اینکه عمده بارش استان یزد مربوط به فصل زمستان می باشد و میزان رطوبت خاک در این فصل بیشتر از سایر فصول است لذا میزان سرعت آستانه فرسایش در این فصل معمولاً بیشتر از ۶ متر بر ثانیه خواهد بود؛ بنابراین با توجه به دلایل فوق الذکر فصل تابستان، به دلیل خشکی تقریباً دائمی خاک

با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۳ ملاحظه می شود که در کلیه ایستگاههای مورد مطالعه فراوانی بادهای فرساینده در فصل بهار دارای یکی از اولویت های اول و دوم می باشد و در نتیجه این فصل از سال در سطح استان یزد از نظر فرسایش بادی بسیار حائز اهمیت است. پس از این فصل فصول تابستان و زمستان دارای بیشترین بادهای فرساینده می باشند که در برخی ایستگاهها اولویت

داده‌های بادسنجی تحلیل شده آن ۱۲ سال است ولی با این وجود فراوانی بادهای فرساینده آن به مراتب بیشتر از سایر مناطق است و پس از آن باقی با ۱۶ سال آمار دارای بالاترین میزان بادهای فرساینده در طول دوره آماری بوده است.

سطحی، از اهمیت بیشتری در استان برخوردار است و بدین ترتیب می‌توان مستعدترین فصول جهت وقوع بادهای فرساینده و وقوع گرد و غبار را فصل‌های بهار و تابستان در استان یزد در نظر گرفت.

با توجه به مقادیر فراوانی بادهای فرساینده سالانه ملاحظه می‌گردد که شهرستان هرات علی‌رغم اینکه

جدول ۴. فراوانی بادهای فرساینده ایستگاه‌های مورد مطالعه به صورت ماهانه در طول دوره آماری هر ایستگاه

نام ایستگاه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
ابرقوه	۵۴۸	۵۷۰	۳۸۹	۳۳۷	۳۰۸	۱۸۶	۱۵۶	۲۰۵	۲۲۷	۲۹۵	۵۰۵	۵۶۲
عقدا	۵۳۰	۵۱۶	۴۵۰	۵۴۳	۴۳۱	۳۰۴	۲۲۸	۱۸۵	۱۴۶	۲۰۶	۴۰۰	۵۹۵
باقق	۴۸۷	۵۹۷	۶۹۹	۶۷۰	۴۸۳	۳۳۴	۳۶۱	۴۰۸	۵۴۳	۶۶۶	۶۷۳	۵۵۵
بهباد	۲۵۶	۲۷۱	۳۰۷	۳۶۳	۲۹۷	۱۹۹	۱۷۲	۱۳۴	۱۲۶	۱۹۴	۲۷۶	۳۲۸
گاریز	۴۸۸	۵۰۹	۴۰۱	۵۴۲	۴۹۰	۳۰۱	۱۹۲	۱۷۹	۱۸۳	۲۶۳	۴۲۶	۵۴۵
هرات	۸۷۰	۷۵۷	۵۸۶	۶۱۳	۶۱۵	۴۳۷	۴۵۶	۶۱۴	۶۹۰	۷۹۵	۸۸۰	۹۶۶
مروست	۴۸۶	۴۰۹	۲۵۱	۳۰۸	۲۴۱	۱۴۲	۱۲۲	۲۴۹	۳۷۳	۴۵۵	۵۲۴	۶۱۳
مهریز	۲۷۴	۳۰۷	۲۵۱	۲۸۸	۳۰۹	۱۸۸	۱۰۳	۸۴	۹۱	۱۲۳	۲۵۳	۳۱۴
میبد	۴۸۴	۵۴۱	۵۵۹	۶۲۷	۵۰۰	۲۶۱	۲۲۹	۲۳۸	۲۲۷	۲۴۸	۳۹۷	۵۰۸
ریات	۴۲۵	۴۸۸	۵۷۷	۷۶۷	۵۶۱	۳۴۴	۲۰۷	۱۹۹	۲۶۷	۲۹۱	۳۸۷	۵۳۱
یزد	۳۵۳	۴۲۴	۳۳۲	۳۱۹	۲۰۹	۱۱۰	۸۲	۱۰۲	۱۲۹	۱۶۷	۳۲۳	۴۲۵

نتایج حاصل از تحلیل بادهای فرساینده در ماههای مختلف)

می‌توان با توجه به توان حمل بادهای فرساینده در جهات مختلف به‌عنوان جهت جریان ماسه در نظر گرفت.

به منظور تحلیل توان حمل باد و برآورد جریان حمل ماسه از نرم‌افزار گلماسه نما (۴، ۱۰) استفاده شد و با استفاده از آن مقادیر توان حمل باد (DP) در جهات مختلف هشتگانه برآورد گردید و در نهایت برآیند مقادیر مربوط به جهات مختلف محاسبه شده و بدین ترتیب مقدار نهایی جریان حمل ماسه^۲ و جهت نهایی آن^۳ تعیین شد. شکل ۳ توزیع مکانی گلماسه‌هایی را که به صورت سالانه تهیه شده‌اند نشان می‌دهد همچنین در شکل ۴ نیز وضعیت حمل ماسه در فصول مختلف سال در سطح

جدول (۴) نیز نشان داد که بیشترین بادهای فرساینده در بازه زمانی بین بهمن ماه تا مرداد ماه اتفاق می‌افتد و میزان فراوانی بادهای فرساینده در سایر ماهها به میزان چشمگیری کمتر از مقدار میانگین می‌باشد.

باتوجه به اینکه رژیم باد یک جریان آشفته است و سرعت و امتداد آن هر لحظه دستخوش تغییر می‌باشد لذا حمل رسوب در آن همانند جریان‌های آبی تحت تأثیر شیب توپوگرافی منطقه نیست و در نتیجه انتقال و جابجایی رسوبات دائماً در جهات مختلف جغرافیایی در حال رفت و برگشت می‌باشند که در مجموع برآیند آنها را

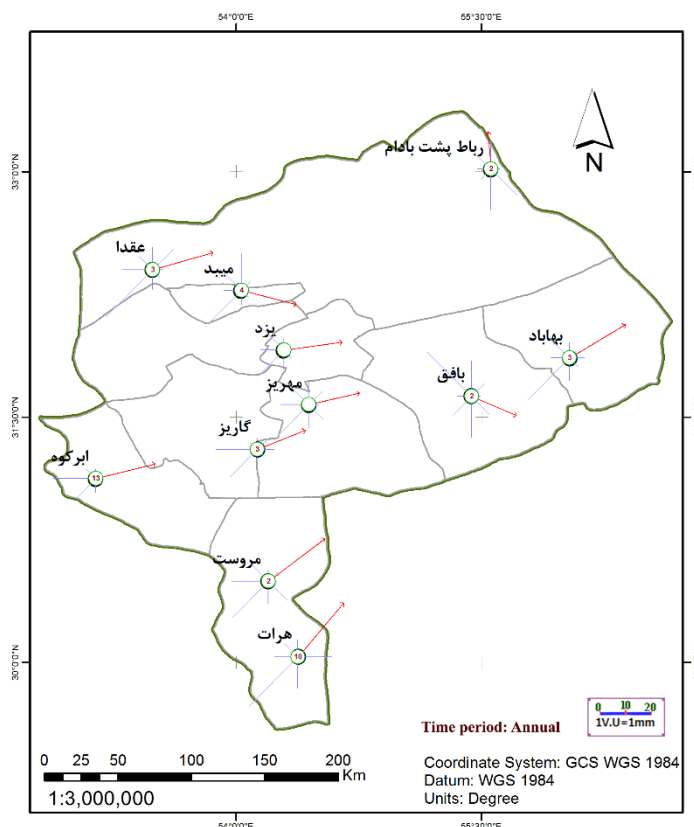
3 - Resultant Drift Direction (RDD)

1 - Sand drift potential

2 - Resultant Drift Potential (RDP)

کوهستانی در امتداد هم در دو سمت سمت شرق و غرب ایستگاه کانالیزه شدن باد در امتداد شمالی- جنوبی و تغییر در ساختار عمومی جهت باد را در منطقه سبب شده است. شایان ذکر است، هرچقدر از مرکز استان به سمت مناطق جنوبی تری استان (هرات و مروست) برویم جهت جریان تمایل بیشتری به سمت شمال شرقی پیدا می کند.

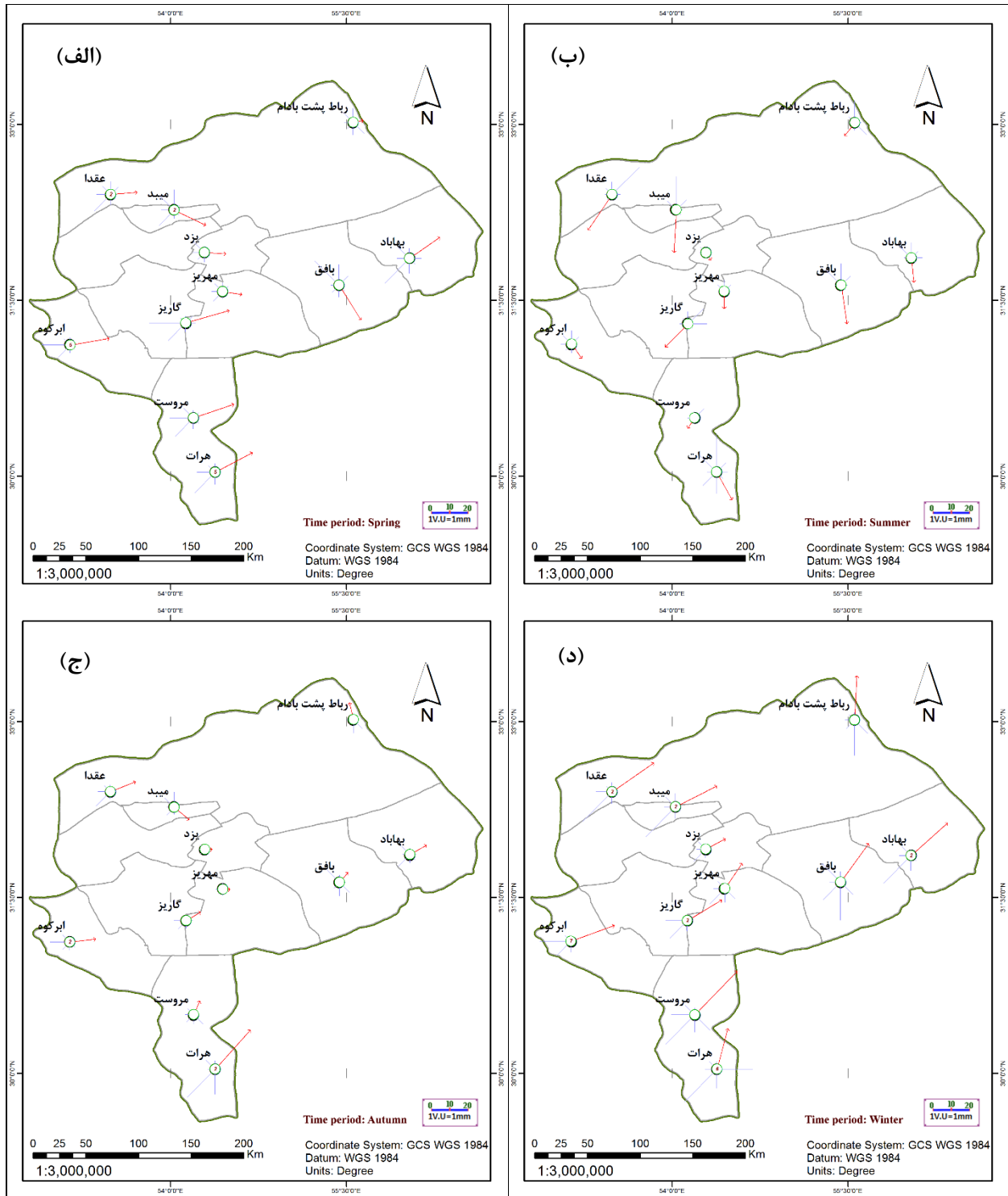
استان با استفاده از توزیع مکانی گلماسه های فصلی ایستگاه های سینوپتیک مورد مطالعه مشخص شده است. همانگونه که در شکل ۳ نشان داده شده است جهت جریان حمل ماسه تقریباً در کلیه ایستگاه های هواشناسی شرقی تا شمال شرقی است و تنها در ایستگاه رباط پشت بادام این جهت شکل شمالی به خود گرفته است که البته با توجه به موقعیت مکانی این ایستگاه و وجود دو واحد



شکل ۳. توزیع مکانی گلماسه های سالانه و نمایش جهت نهایی جریان حمل ماسه در استان یزد

جنوب غربی به خود می گیرند (شکل ۴-ب). در فصل پاییز نیز اگرچه جهت جریان ماسه عمدتاً شرقی تا شمال شرقی است ولی مقدار این جریان به نسبت فصول دیگر سال ناچیز است (شکل ۴-ج) و در نهایت در فصل زمستان نیز با فرض اینکه شرایط خاک سطحی در طول فصل خشک است جهت حرکت جریان ماسه در کلیه ایستگاه های مورد مطالعه به جز ایستگاه رباط پشت بادام جهت شمال شرقی خواهد بود (شکل ۴-د).

تحلیل و بررسی گلماسه های فصلی نیز نشان داد که در فصل بهار جهت جریان ماسه تقریباً به همان صورتی است که در گلماسه های سالانه استان مشاهده شد. همچنین در این فصل جهت جریان ماسه در رباط پشت بادام نیز جهت شرقی به خود می گیرد که البته مقدار جریان ماسه آن در این فصل چندان قابل ملاحظه نیست (شکل ۴-الف). در فصل تابستان جهت جریان ماسه در سطح استان کاملاً تغییر کرده و بیشتر جهت جنوبی تا



شکل ۴. توزیع مکانی گلماسه‌های فصلی و نمایش جهت نهایی جریان حمل ماسه در استان یزد

■ بحث و نتیجه‌گیری

می‌تواند به طور میانگین شرایط غبارناکی را برای حدود ۴۴ روز در سطح استان به همراه داشته باشد که البته این وضعیت با توجه به درصد فراوانی بادهای فرساینده بدست آمده در ایستگاه‌های مختلف، در سطح استان متغیر بوده و از ۲۳ روز در شهرستان یزد تا ۸۶ روز در شهرستان هرات متغیر است. همچنین احتمال وقوع بادهای

تحلیل بادهای فرساینده در سطح استان نشان داد که به جز شهرستان هرات که درصد فراوانی بادهای فرساینده در آن حدود ۲۴ درصد است در سایر ایستگاه‌های مورد بررسی درصد فراوانی بادهای فرساینده کمتر از ۱۴ درصد از کل بادهای ثبت شده است (جدول ۲)؛ که این امر

بررسی توان حمل ماسه مشخص گردید که جهت حمل ماسه در اغلب ایستگاه‌ها عمدتاً شرقی تا شمال شرقی است بدین مفهوم که بادهای غربی و شمال غربی بیشترین تأثیر را در جابجایی ماسه‌های روان دارا می‌باشند که این نتایج نیز با تحقیقات اختصاصی و همکاران (۱۳۸۵) و مصباح زاده و احمدی (۱۳۹۱) همخوانی دارد.

فرساینده در استان یزد در فصل بهار بیشتر از سایر فصول بوده و این احتمال در فصل پاییز کمتر از سایر فصول است که این امر در کلیه ایستگاه‌های مورد بررسی صادق است (جدول ۳).

نتایج تحلیل بادهای فرساینده در ایستگاه هواشناسی یزد نشان داد که جهت وزش بادهای فرساینده در این منطقه عمدتاً شمال غربی و غربی است که با نتایج اختصاصی و همکاران (۱۳۸۵) کاملاً منطبق است.

■ References

- Ahmadi, H. & Mesbahzadeh, T. (2013). The role of wind regime in drift potential and Resultant Drift Direction of sand dunes (case study: Ahvaz), in The third wind erosion and dust storm conference, (in Farsi).
- Ahmadi, H., Naeini, S. & Yadegari, M. (2013). Use of Anemometric Results and Threshold Velocities for Determination of Proper Regions Where Sand Storms are Generated (Case Study: Around the Synoptic Station of Yazd), *Desert*, vol. 17, no. 3, pp. 225–231.
- Ekhtesasi, M. R. (2004). Investigation of morphometric and morphodynamic of wind erosion facies in Yazd-Ardakan basin and determine the indices of this process for use in the assessment of desertification models, Ph.D Thesis. Faculty of natural resources. University of Tehran, (in Farsi).
- Ekhtesasi, M. R., Saremi Naeini, M. A. & Saremi naeini, A. (2005). Designing of Sandrose graph software, the processor of sand drift potential and sediment transport by wind, in The first wind erosion conference, (in Farsi).
- Ekhtesasi, M. R., Ahmadi, H., Khalil, A., Saremi Naeini, M. A & Rajabi, M. R. (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), *Iran. J. Nat. Resour.*, vol. 59, no. 3, p. , (in Farsi).
- Mesbahzadeh, T. & Ahmadi, H. (2012). Investigation of sand drift potential (case study: Yazd–Ardakan plain), *J. Agric. Sci. Technol.*, vol. 14, no. 4, pp. 919–928.
- Mesbahzadeh, T., Ahmadi, H. & Khosravi, H. (2013). The role of wind regime in drift potential and Resultant Drift Direction of sand dunes (case study: Bushehr), in the third wind erosion and dust storm conference, (in Farsi).
- Nazari Samani, A. A., Dadfar, S. & Shahbazi, A. (2013). A Study on Dust Storms Using Wind Rose, Storm Rose and Sand Rose (Case Study: Tehran Province), *Desert*, vol. 18, no. 1, pp. 9–18.
- Refahi, H. (2012). Wind erosion and its control, 6th ed. Tehran University, Iran, (in Farsi).
- Saremi Naeini, M. A. (2006). Analogical reasoning of local distribution of windrose, stormrose and sandrose in wind erosion studies with the use of GIS technique (case study: Yazd-Ardakan plain), Faculty of natural resources. University of Tehran, (in Farsi).
- Technical Office of stabilize sand and Desertification, (2002). Plan to identifying epicenter of wind erosion crisis and determining priorities for action in the country, Iran, (in Farsi).
- Tsoar, H. (2005). Sand dunes mobility and stability in relation to climate, *Phys. A Stat. Mech. its Appl.*, vol. 357, no. 1, pp. 50–56.

Estimation of the Frequency of Speed and Direction of the Erosive Winds and Dust storms in the Yazd Province, by Using Windrose, Stormrose and Sandrose

Mohammadali Saremi Naeini^{1*}

1. Assistant Professor, Faculty of natural resources and desert studies, Yazd University, Iran

* Corresponding Author: saremi.naeini@yazd.ac.ir

Received date: 10/07/2016

Accepted date: 03/12/2016

Abstract

Wind erosion and generation of dust is one of the most important problems in the Yazd province. To control this phenomenon and overcome the damages a lot of investment has been done for the implementation of many successful and unsuccessful projects across this province. Analysis of erosive winds and estimation of the Resultant Drift Direction (RDD) of sand flow is the fundamental study by which can lead to a more successful implementation of projects, to control wind erosion. In this study, by taking advantages of Wind-rose, Storm-rose and Sand-rose has been analyzed wind speed, wind direction and calculation of wind drift potential (DP) to represent a landscape of wind erosion in the Yazd province and with the results of these analysis, the Resultant Drift Direction (RDD) of sand flow and dust be estimated. The results showed that most of the erosive winds in the Yazd province occur in the spring and summer and the lowest erosion occurs in autumn. The results as well revealed that the average percentage of erosive winds which are capable of producing dust are between 6.4%, in Yazd city, and 23.6%, in Herat city, and on average, in 44 days there is the possibility of dust in the Yazd province. Therefore, although the prevalence of erosive winds with speed more than 6 meter per second generally does not exceed 14% but, it has the most important role in the occurrence of the wind erosion and dust generation in the Yazd province and the mobility of a large amount of dust is generally from the southwest and west to the north east and east.

Keywords: Wind erosion, Windrose; Stormrose; Sandrose; Erosive winds; Dust; Storm; Yazd