کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی
سال هشتم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۳۹۹
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۰۷ تاریخ تأیید نهایی: ۱۳۹۸/۰۷/۰۱
صص: ۲۷-۱

مقالهٔ پژوهشی

بررسی مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای و انطباق آن با داده‌های باد در منطقه ریگ زرین

محمد شریفی پیچون[۱]، استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه یزد، ایران
کمال امیدوار، استاد گروه جغرافیا، دانشگاه یزد، ایران
زینب میری، کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، گروه جغرافیا، دانشگاه یزد، ایران

چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای واقع در ریگ زرین در شمال شرق شهر یزد و انطباق آن با داده‌های باد منطقه است. برای انجام این پژوهش، پس از ترسیم نقشه انواع اشکال تپه‌های ماسه‌ای، مورفولوژی آن‌ها با جهت باد غالب ایستگاه‌های پیرامون ریگ تطبیق داده شد. نتایج نشان داد که تپه‌های ریگ زرین، مورفولوژی متنوعی داشته و بیشتر انواع تپه‌ها شامل تپه‌های ساده، سیف، برخان، هرم، تپه‌های مرکب و پیچیده را شامل می‌شود. تنوع و پیچیدگی این تپه‌ها نشان‌دهنده تغییرپذیری شدید بادها به شکل فصلی، سالانه و دوره‌ای است و با داده‌های باد هیچ‌کدام از ایستگاه‌های پیرامون ریگ مطابقت ندارد. درواقع، به دلیل اختلاف ارتفاع کویرهای ایران مرکزی با مناطق کوهستانی بالادست، مناطق کویری ایران اغلب به‌عنوان مراکز کم‌فشار حرارتی در سطح زمین عمل می‌کنند. تجمع حجم زیادی از ماسه در بخش جنوب شرقی ریگ و شکل‌گیری تپه‌های ستاره‌ای مرتفع در آن نشان‌دهنده دخالت بادهای غالب شمال غربی در فصل گرم، بادهای فرعی جنوب‌شرقی منطقه و هم‌افزایی نیروی باد همگرای محلی است.

کلمات کلیدی: ریگ زرین، مورفولوژی، برخان، باد، تپه ماسه‌ای.

۱ - نویسنده مسئول: mscharifi@yazd.ac.ir

مقدمه

مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای، مهم‌ترین شاخص در بررسی ویژگی‌های این عارضه از نظر شرایط اقلیمی اثرگذار بر شکل‌گیری و توسعه آن (شامل بارش، رطوبت خاک، دما و مهم‌تر از همه باد)، شرایط توپوگرافیکی زیربنا و محیط پیرامون، میزان فعالیت یا عدم فعالیت تپه‌ها و مقدار جابجایی سالانه آن‌ها، جهت حرکت تپه‌ها در گذشته و حال و همچنین شرایط محیطی گذشته آن‌هاست. میدان‌های ماسه‌ای حدود ۵۰۰۰۰۰۰ کیلومترمربع از سطح کره زمین را پوشانده‌اند (لایوینگستون[1] و همکاران، ۲۰۱۰) که از تپه‌های ماسه‌ای مختلف تشکیل‌شده‌اند. تشکیل آن‌ها به دلیل روابط متقابل بین رژیم بادی و فرایند رسوب‌گذاری است (دانگ[2] و همکاران، ۲۰۱۳) تپه‌های ماسه‌ای، نهشته‌ای از ماسه‌های متفاوت از نظر شکل و اندازه بوده که بر اثر فعالیت باد به وجود می‌آیند (اسپاراویگنا[3]، ۲۰۱۳) و تا حدود ۲۵ درصد مناطق بیابانی را به خود اختصاص می‌دهند (گنگ، ۲۰۰۰). برحسب گزارش سازمان زمین‌شناسی ایالات‌متحده امریکا، تغییر و جابجایی تپه‌های ماسه‌ای مانند تغییرات اقلیمی در حال افزایش است (اسپاراویگنا، ۲۰۱۳). بعلاوه، تغییر اقلیم به‌صورت افزایش خشکی بر اثر افزایش دما، کاهش پوشش گیاهی و خشک‌سالی‌های پی‌درپی، سبب جابجایی و گسترش بیشتر تپه‌های ماسه‌ای می‌شود (رداستیر[4] و همکاران، ۲۰۱۱ و هرماس و همکاران، ۲۰۱۲، شریفی پیچون و همکاران، ۱۳۹۹). بین باد و مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای رابطه مستقیمی وجود دارد. بر این اساس، با تحلیل داده‌های بادسنجی یک ایستگاه، نوع تپه‌های ماسه‌ای شکل‌گرفته را می‌توان پیش‌بینی نمود و برعکس با دیدن تپه‌های ماسه‌ای به رژیم بادی منطقه پی برد (واسون و هاید[5]،۱۹۸۳). مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای اغلب تحت تأثیر دو پارامتر توپوگرافی زیربنا و مهم‌تر از آن ویژگی‌های باد است. باد به دو صورت در شکل‌گیری

[1] Livingstone
[2] Dong
[3] Sparavigna
[4] Redasteer
[5] Wasson & Hyde

این عارضه نقش دارد: جهت باد (باد غالب یا باد قوی و محلی)، به‌عنوان عاملی که مسیر و کشیدگی تپه‌های ماسه‌ای را شکل می‌دهد. همچنین، رژیم بادهای مختلف که شکل‌های مختلف تپه‌های ماسه‌ای را به وجود می‌آورد (مشهدی و همکاران، ۱۳۸۵). بدین روی، نوع مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای در هر منطقه تابعی از رژیم بادی آن منطقه، به‌ویژه جهت باد آن است. ازآنجاکه هر نوع از مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای در شرایط رژیم بادی متفاوتی توسعه می‌یابند، می‌توان بر اساس مطالعهٔ میزان ثبات و تغییر جهت باد در هر منطقه در مقیاس‌های سالانه و فصلی، شرایط توسعه مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای مختلف را مشخص نمود (شهریار و همکاران، ۱۳۹۶). بر این اساس، از نظر جوانا[1] و همکاران (۲۰۰۸) عوامل اقلیمی نقش اصلی را در کنترل مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای بر عهده دارند. به‌علاوه اثر تغییرات دوره‌ای جهت وزش باد سبب تغییر شکل و مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای می‌شود (تانیگوچی[2] و همکاران، ۲۰۱۲). مورفولوژی تپه‌های مختلف ماسه‌ای به‌طور مداوم تحت تأثیر تغییرات همیشگی باد، تغییر پیدا می‌کنند. چراکه وزش باد فرایندی است وابسته به زمان، به‌گونه‌ای که در هرلحظه سرعت و جهت آن تحت تأثیر سایر پدیده‌های جوی و اقلیمی و توپوگرافی تغییر کرده و وضعیتی متفاوت با لحظه قبل به خود می‌گیرد (صارمی نائینی و همکاران، ۱۳۸۵). به‌عبارت‌دیگر، نیروهای باد در طول سال و حتی در طول روز تا حد زیادی تغییر می‌کنند (زوبک[3]، ۱۹۹۱).

از نظر مورفولوژی، طبقه‌بندی‌های مختلفی روی تپه‌های ماسه‌ای انجام‌گرفته است. برید[4] (۱۹۷۹) تپه‌های ماسه‌ای را ازنظر مورفولوژی به سه طبقه ساده، مرکب و مختلط تقسیم‌بندی کرده است. مک‌کی[5] (۱۹۷۹) تپه‌های ماسه‌ای را به تپه‌های ماسه‌ای ساده، پیچیده و مرکب طبقه‌بندی نمود. لنکستر[6] (۱۹۹۵) تپه‌های ماسه‌ای را از نظر مورفولوژی به سه دسته تپه‌های ماسه‌ای عرضی، تپه‌های ماسه‌ای خطی و تپه‌های ماسه‌ای ستاره‌ای یا

[1] Johanna
[2] Taniguchi
[3] Zobeck
[4] Breed
[5] Mckee
[6] Lancaster

هرمی تقسیم نمود. وانگ[1] و همکاران (۲۰۰۵) نیز تپه‌های ماسه‌ای را به سه طبقه تپه‌های برخانی مرکب، تپه‌های ماسه‌ای زنجیره‌ای و تپه‌های ستاره‌ای تقسیم نمودند.

در مورد مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای، بررسی‌های زیادی به‌ویژه در چند دهه اخیر در سطح جهان انجام‌گرفته است. اولین بررسی‌ها و اندازه‌گیری تپه‌های ماسه‌ای و روابط مورفومتری آن‌ها توسط بگنولد[2] (۱۹۴۱: ۱۲۶) در صحرای بزرگ افریقا و فینکل[3] (۱۹۵۹: ۶۱۴) در جنوب پرو انجام شد. رابطه بین پارامترهای مورفولوژی برخان و میزان جابجایی آن توسط آل‌هارتی[4] (۲۰۰۲، ۳۶۰) بررسی شد. به باور او ارتفاع تپه‌ها به همراه سرعت و جهت باد مهم‌ترین عوامل مؤثر در حرکت آن‌ها بودند. دنیل و هیوقس[5] (۲۰۰۷: ۶۳۸) برخان‌های استرالیا و ارتباط آن‌ها با نوع رژیم فصلی باد را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که رژیم باد غالب یک‌جهت، برخان را به وجود آورده است و بادهای فرعی نقش کمی در ایجاد و حتی تغییر شکل آن‌ها داشته‌اند. دل‌واله[6] و همکاران (۲۰۰۸: ۴۱۱) ویژگی‌های مورفولوژی و جابجایی تپه‌های ماسه‌ای را در بیابان پاتاگونیای آرژانتین بررسی کردند. سیلوسترو[7] و همکاران (۲۰۱۰) مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای شرق تاماسیا را مطالعه نمودند و بر اساس آن مسیر حمل و منشأ آن‌ها را شناسایی و اذعان داشتند که تغییرات شدید در رژیم باد سبب پیچیدگی الگوی تلماسه‌ها شده است.

در ایران نیز مطالعات نسبتاً خوبی در مورد مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای انجام‌گرفته است. مشهدی و همکاران (۱۳۸۵) مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای ارگ خارتوران را در شمال شرق ایران و جنوب غرب شهرستان سبزوار موردمطالعه و بررسی قراردادند و بیان داشتند که دو نوع تیپ تپه ماسه‌ای شامل تپه‌های هلالی و عرضی و تپه‌های خطی و طولی در منطقه قابل‌مشاهده‌اند که اولی در مناطق حاشیه‌ای و دومی در بخش داخلی

[1] Wang
[2] Bagnold
[3] Finkel
[4] Al-Harthi
[5] Daniell & Hughes
[6] Del Valle
[7] Silvestro

ارگ به وجود آمده‌اند. موسوی و همکاران (۱۳۸۹) تأثیر مؤلفه‌های مورفومتری برخان بر میزان جابجایی آن در ریگ چاه جم در جنوب و جنوب شرقی کویر حاج علی قلی سمنان را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که بین ابعاد تپه‌ها و میزان جابجایی آن‌ها رابطه معناداری وجود دارد. توکلی فرد و همکاران (۱۳۹۲) مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای ارگ کاشان را بر مبنای ویژگی‌های دانه‌بندی رسوبات مطالعه کرده و تپه‌های ماسه‌ای منطقه را بر اساس اشکال آن‌ها طبقه‌بندی نمودند. اختصاصی و دادفر (۱۳۹۲) رابطه بین تندبادهای سواحل جنوبی ایران با مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای را بررسی نمودند و بیان داشتند که بین جهت تندبادها و مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای رابطه معناداری وجود دارد. پریمی و همکاران (۱۳۹۴) رسوب‌شناسی و مورفومتری تپه‌های ماسه‌ای حاشیه کویر حاج علی قلی، واقع در جنوب دامغان را ارزیابی کردند. فتاحی و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی تطبیقی جهات باد و مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای در ریگ جن در جنوب سمنان پرداختند و تپه‌های ماسه‌ای واقع در این محدوده را به دو دسته تقسیم نمودند: رشته‌های طولی بلند در نیمه شمالی ارگ که با جهت باد شمال شرقی- جنوب غربی این نیمه منطبق است و تپه‌های شبکه‌ای و هرم‌های ماسه‌ای قسمت جنوبی ارگ که علاوه بر جهات بادهای چندگانه شمال غرب، شمال شرق، غرب و شرق، تحت تأثیر توپوگرافی منطقه نیز قرار داشته است. رضازاده و همکاران (۱۳۹۶) رابطه بین پارامترهای رسوب‌شناسی و مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای خطی شمال آهنگران در شرق ایران را بررسی نمودند و تپه‌ها را از نظر مورفولوژی به تپه‌های ساده و مرکب طبقه‌بندی نمودند که هر یک از این نوع تپه‌ها ویژگی‌های رسوبی متفاوتی داشتند. مقصودی و همکاران (۱۳۹۷) به بررسی مورفولوژی بر خان‌ها با استفاده از ویژگی‌های مورفومتری آن‌ها در غرب دشت لوت پرداختند و معتقد بودند که برخان‌های قدیمی از ابعاد بزرگتری برخوردارند.

درمجموع می‌توان گفت مطالعه‌ی موفولوژی تپه‌های ماسه‌ای می‌تواند در شناسایی جهت رسوب‌گذاری، جهت باد و حتی توسعه‌ی تپه‌های ماسه‌ای مؤثر باشد. علاوه بر آن

درصورتی‌که در یک منطقه، آمار هواشناسی و بادسنجی در دسترس نباشد، این عامل مطالعاتی می‌تواند به‌عنوان کارسازترین عامل در تعیین جهت رسوب‌گذاری مورداستفاده قرار گیرد (احمدی،۱۳۸۷). با توجه به اهمیت موضوع، در این پژوهش، مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای ریگ زرین موردبررسی قرارگرفته و با جهت بادهای غالب منطقه بر مبنای داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک تطبیق داده‌شده است.

داده و روش‌ها

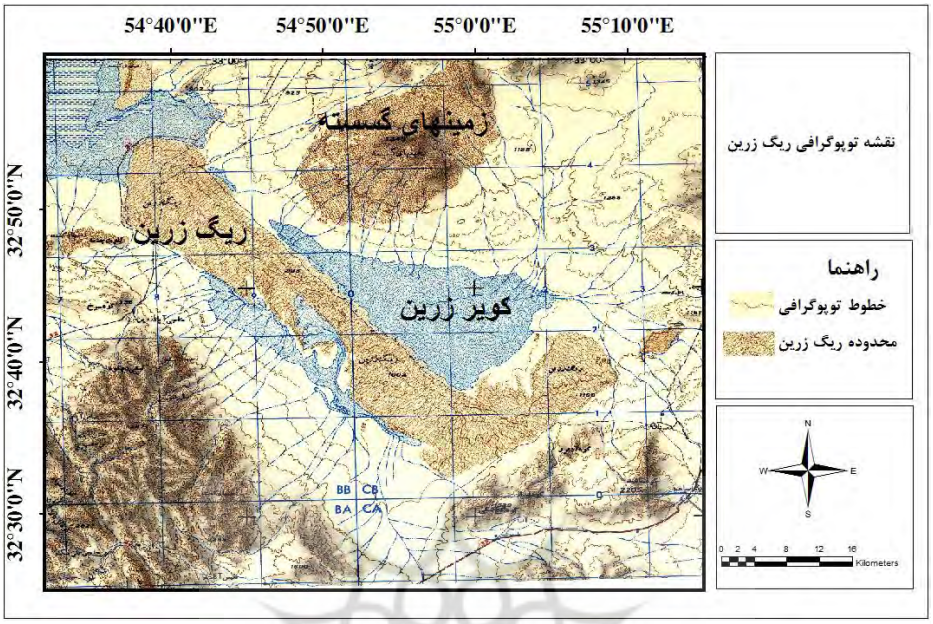
در این تحقیق به‌منظور بررسی مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای موجود در ریگ زرین از تصاویر ماهواره‌ای لندست و همچنین تصاویر گوگل ارث، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰، نقشه رقومی ارتفاعی (DEM) با قدرت تفکیک ۵ متر و درنهایت بازدیدهای میدانی استفاده‌شده است. برای رسم اشکال ریگ در ابتدا با استفاده از نرم‌افزار ElshayalSmart، تصویرهایی از Google Earth مربوط به ریگ زرین با قدرت تفکیک بالا استخراج شد. سپس، این تصاویر به نرم‌افزار GIS انتقال و به شیپ فایل تبدیل شدند. اشکالی که در ریگ زرین مشاهده‌شده است اغلب برخان عرضی، برخان طولی، تپه‌های مرکب، تپه‌های پیچیده و هرم‌ماسه‌ای هستند. برخان‌های این منطقه اغلب جهت شمال غربی- جنوب شرقی داشته و هرم‌های ریگ عمدتاً در جهت جنوب شرقی قرارگرفته و به‌صورت رشته‌ای از هرم‌های به‌هم‌پیوسته درآمده‌اند. این لند فرمها از بخش‌های میانی ریگ تا جنوب شرق آن کشیده شده‌اند. در قسمت‌های جنوب غرب و شمال غرب نیز هرم‌هایی با ابعاد کوچک‌تر نیز قابل‌مشاهده است. ازاین‌رو، می‌توان گفت تپه‌های ماسه‌ای این بخش‌ها مستعد تبدیل‌شدن به هرم‌های ماسه‌ای با ابعاد بزرگ‌تر می‌باشند. همچنین، به‌منظور بررسی ارتباط بین مرفولوژی تپه‌های ماسه‌ای واقع در ریگ زرین و رژیم بادی منطقه، آمار بلندمدت روزانه باد ایستگاه‌های سینوپتیک مجاور ریگ زرین شامل ایستگاه‌های رباط پشت بادام، بافق، عقدا و یزد از سازمان هواشناسی اخذشده و با استفاده

از نرم‌افزار WRPLOT، گلبادهای سالانه و فصلی هرکدام از ایستگاه‌های موردنظر رسم شده است.

موقعیت جغرافیایی

ریگ زرین با مساحت حدود ۴۶۰ کیلومترمربع و با طول حدود ۶۰ کیلومتر در داخل یکی از چاله‌های ایران مرکزی در شمال شرقی شهر یزد و در غرب روستای ساغند قرارگرفته است. این ریگزار به شکل حرف L در داخل کویر زرین و در بخش‌های مرکزی آن در جهت شمال غرب- جنوب شرق قرارگرفته است. کویر سیاه کوه در غرب آن، کویر ساغند در شرق و کویر درانجیر در جنوب و جنوب شرقی این محدوده واقع‌شده است. کویر زرین یک چاله ساختمانی (گرابن) بوده و اطراف آن را ارتفاعات نسبتاً بلند (هورست) تشکیل داده است که تحت تأثیر گسل خوردگی‌های متعدد در این بخش از ایران مرکزی در امتداد شمال غرب- جنوب شرق شکل‌گرفته است. پیرامون کویر، کوه-های نسبتاً مرتفعی قرار دارد به‌نحوی‌که کوه‌های جنوبی، بالای ۳۰۰۰ متر ارتفاع دارند؛ درحالی‌که بخش‌های پست کویر ارتفاع ۷۷۰ متر را نشان می‌دهند (شکل ۱).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



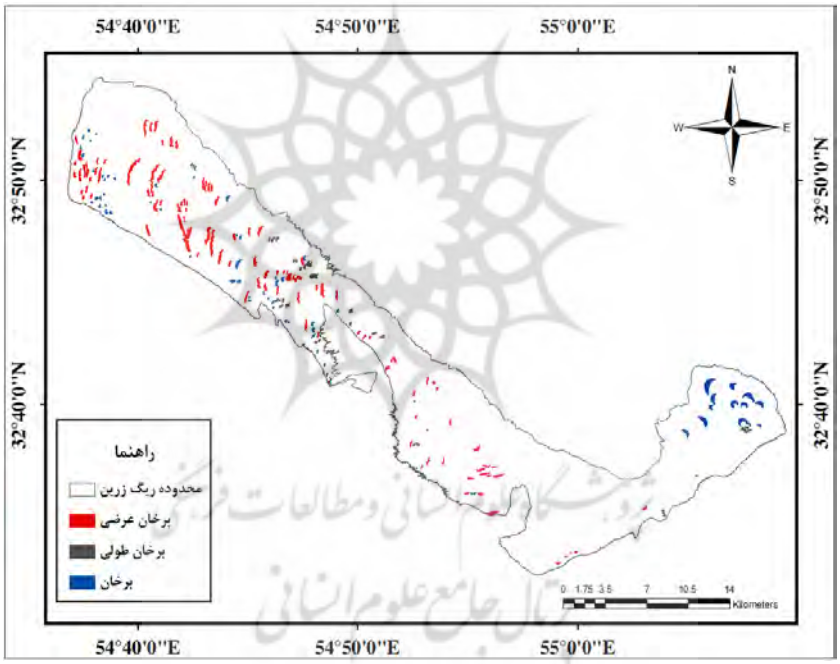
شکل ۱- نمایش موقعیت جغرافیایی و توپوگرافیکی ریگ زرین

نتایج و بحث

در این پژوهش انواع تپه‌های ماسه‌ای واقع در ریگ زرین مشخص‌شده‌اند. دو نوع غالب و چشمگیر آن‌ها برخان‌ها و هرم‌های ماسه‌ای هستند و سایر اشکال تپه‌ها مانند تپه‌های پیچیده و ستاره‌ای شکل نیز در این محدوده دیده می‌شود که نقشه همه آن‌ها، به‌صورت جداگانه‌ای ترسیم‌شده است. بعلاوه، با ترسیم گلبادهای چهار ایستگاه پیرامون ریگ زرین شامل رباط پشت بادام، بافق، عقدا و یزد، بادهای غالب و فرعی فصلی و سالانه مشخص‌شده و مورفولوژی تپه‌ها با آن‌ها مطابقت داده‌شده است.

اشکال برخان‌های ریگ زرین: بیشترین شکل تپه‌های ماسه‌ای ریگ‌زرین را برخان‌ها به خود اختصاص داده است. برخان‌ها در بخش‌های مختلف ریگ، ویژگی‌های متفاوتی را نشان می‌دهند. در بخش‌های شمال شرقی، برخان‌های منفرد و فعالی قرار دارند که جهت آن‌ها شمال شرق- جنوب غرب است. برخان‌های جنوب شرقی، جهت جنوب‌شرق-

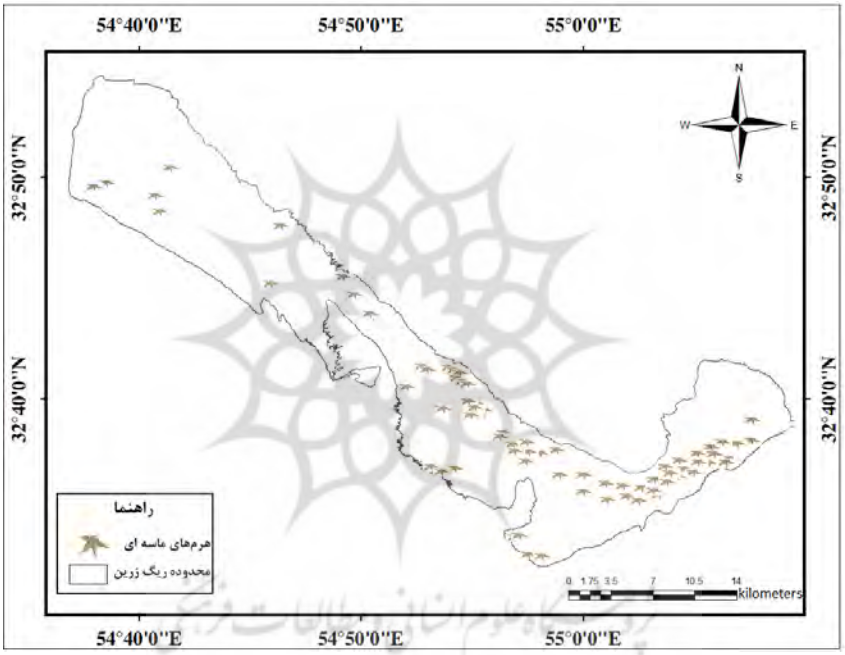
شمال‌غرب دارند و عمده آن‌ها تثبیت‌شده هستند. در این بخش از محدوده مطالعاتی، تپه‌های مرکب و پیچیده بیش از سایر اشکال تپه ماسه‌ای قابل‌مشاهده هستند. در بخش‌های غربی ریگ، برخان‌ها جهت شمال غرب- جنوب شرق پیدا می‌کنند و اغلب آن‌ها به‌صورت برخان‌های عرضی درآمده‌اند. در بخش‌های میانی، جهت تعدادی از برخان‌ها به سمت جنوب غرب- شمال شرق متمایل شده و اندازه برخان‌ها در بخش‌های شرقی و جنوب شرقی بزرگ‌تر از سایر بخش‌های ریگزار است. در بخش‌های شمال غرب ریگ نیز تپه‌های موازی به‌صورت متراکم، بخش محدودی را به خود اختصاص داده‌اند (شکل ۳).



شکل ۲- نقشه موقعیت برخان‌های ریگ زرین

اشکال هرم‌های ماسه‌ای ریگ زرین: تمرکز هرم‌های ماسه‌ای هم از نظر فراوانی و هم از نظر بزرگی ابعاد، در بخش‌های میانی متمایل به شرق محدوده دیده می‌شود. تپه‌هایی با ارتفاع بیشتر از ۱۰۰ متر و حداکثر ارتفاع ۲۲۰ متر قابل‌مشاهده بوده و عمده تپه‌های

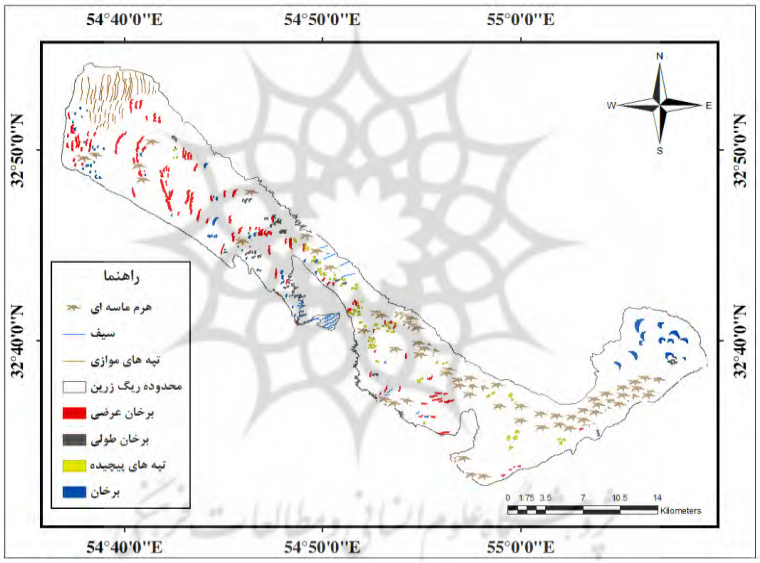
ماسه‌ای از هرم‌های نسبتاً بزرگی تشکیل‌شده است. این مسئله نشان‌دهنده تلاقی بادهای منطقه‌ای و محلی در این منطقه است. به‌طورکلی، هرم‌های ماسه‌ای اغلب در بخش‌های جنوب و جنوب شرقی ریگ زرین قرارگرفته‌اند و از تراکم و تمرکز بیشتری نسبت به سایر بخش‌های ریگ برخوردار می‌باشند. البته در بخش‌های شمال غربی و جنوب‌شرقی نیز هرم‌هایی مشاهده می‌شود که به دلیل بادهای منطقه‌ای، تپه‌های ماسه‌ای این مناطق، مستعد تبدیل به هرم‌های ماسه‌ای بزرگ‌تر هستند (شکل ۳).



شکل ۳- نقشه موقعیت تپه‌های ستاره‌ای ریگ زرین

اشکال تپه‌های ماسه‌ای در ریگ زرین: برای فهم دقیق‌تری از انواع تپه‌های ماسه‌ای ریگ زرین و مورفولوژی ریگ، همه انواع تپه‌های ماسه‌ای مشخص‌شده بر روی یک نقشه ترسیم شدند (شکل ۵). همان‌گونه که از نقشه پیداست هر یک از انواع تپه‌ها در بخشی از ریگ از تمرکز و تراکم بیشتری برخوردار هستند. به‌نحوی‌که در بخش‌های

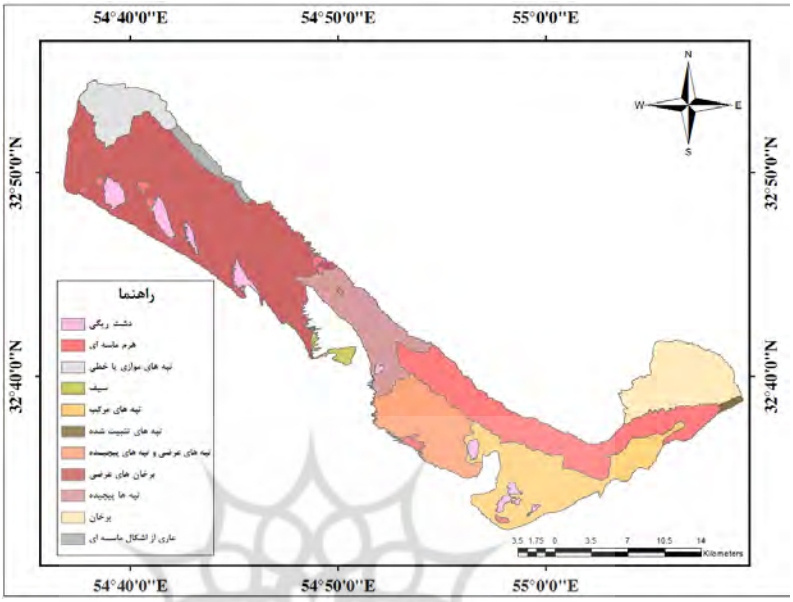
شمال شرقی ریگ، برخان‌ها حاکمیت دارند؛ اما در بخش‌های جنوب شرقی آن تپه‌های مرکب با ابعاد نسبتاً بزرگی تشکیل‌شده‌اند. بااین‌وجود، در بخش‌های غربی ریگ، مورفولوژی بیشتر تپه‌ها به‌صورت برخانهای عرضی است. هرچند که در بخش‌های شمال غربی، تپه‌های موازی در محدوده کوچکی در حاشیه ریگ به وجود آمده‌اند. همان‌طور که پیش‌تر ذکر گردید در ریگ زرین انواع تپه‌های ماسه‌ای بادی مانند هرم‌های ماسه‌ای، سیف، تپه‌های موازی، برخان عرضی، برخان طولی، تپه‌های پیچیده و برخان وجود دارند که در شکل زیر (شکل ۴) مهم‌ترین آن‌ها و منطقه تحت حاکمیت و تراکم آن‌ها آورده شده است.



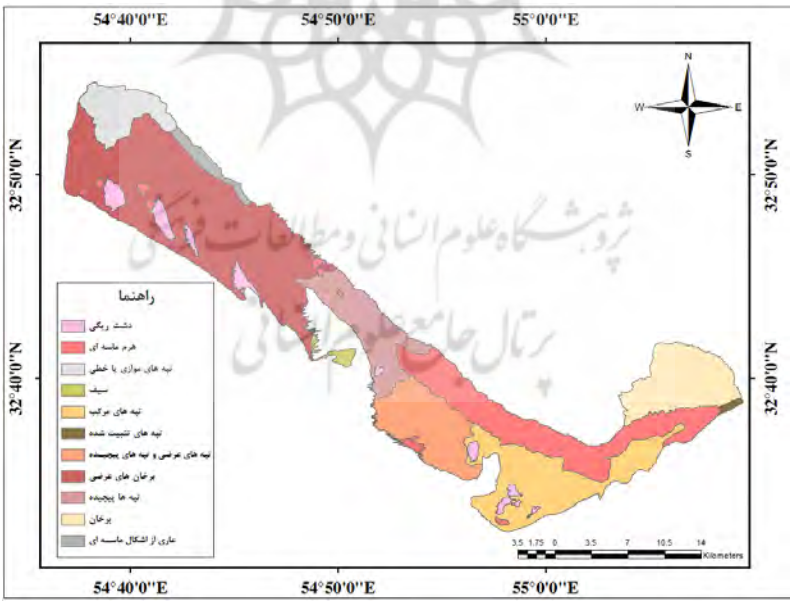
شکل ۴- نقشه نمایش انواع تپه‌های ماسه‌ای واقع در ریگ زرین

پراکندگی مکانی مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای ریگ زرین: هرچند که انواع تپه‌های ماسه‌ای در ریگ زرین قابل‌مشاهده است، اما هرکدام از انواع این لند فرم‌ها در بخش‌هایی از ریگ تراکم بیشتری دارند و نوع تیپیکی از این لند فرم‌ها را به وجود آورده‌اند. ازاین‌رو، در این پژوهش بخش‌های مختلف ریگ که تحت حاکمیت یک نوع لند فرم خاص

ماسه‌ای قرار داشته به شکل تفکیک‌شده و به‌صورت نقشه آورده شده است (



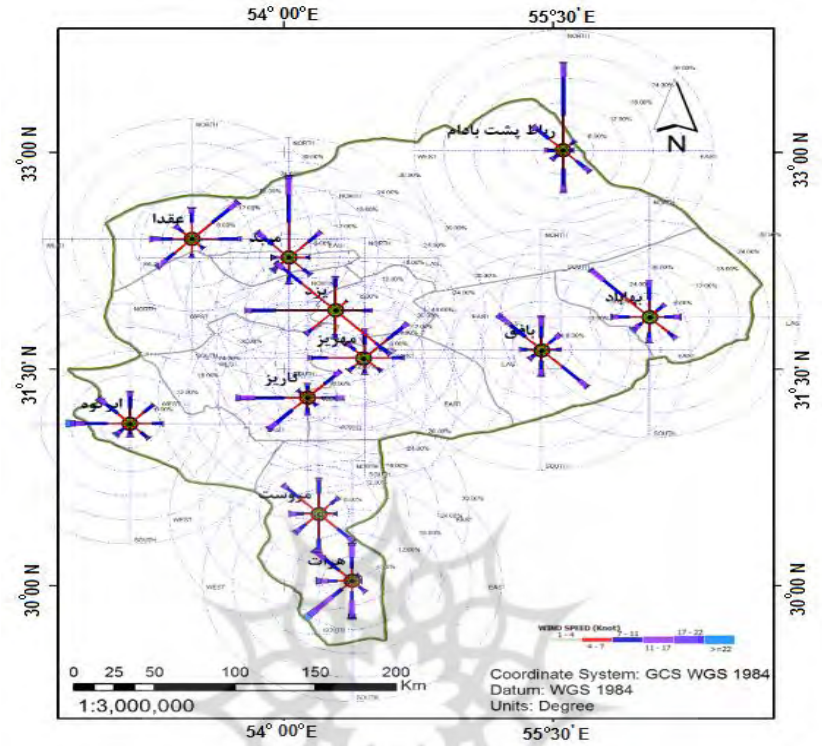
شکل ۵).



شکل ۵- نقشه پراکنش مکانی مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای ریگ زرین

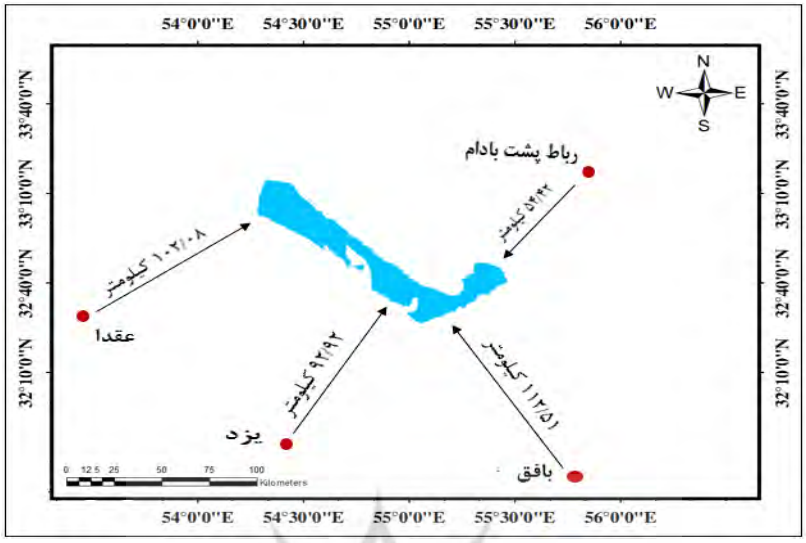
بررسی ویژگی بادهای منطقه: بررسی وضعیت بادهای استان یزد برحسب گلبادهای آن نشان می‌دهد که این استان مانند دیگر مناطق ایران مرکزی ازنظر شرایط باد بسیار متفاوت و متغیر است. به‌گونه‌ای که گلباد ایستگاه‌های فصلی و سالانه استان، نسبت به ایستگاه‌های مجاور هم تفاوت‌های چشمگیری را نشان داده و حتی وضعیت گلبادهای دو ایستگاه در هیچ جای استان چه به لحاظ جهت، فراوانی و شدت شباهتی به هم ندارند (شکل ۷). این امر حاکی از دخالت عوامل سطح زمین به‌ویژه توپوگرافی در ایجاد باد محلی در بخش‌های مختلف استان است. بدین ترتیب، جهت باد غالب در ابرکوه، غرب و شمال غرب، در بافق، شمال غرب و جنوب شرق، در بهاباد شمال غرب، در رباط پشت بادام و میبد شمالی، در عقدا شمال شرق و جنوب غرب، در یزد شمال غرب و غرب، در گاریز غرب و جنوب غرب، در مهریز شمال شرق و غرب و در هرات و مروست، جنوب غرب، شمال‌غرب و شمال می‌باشد (شکل ۶). بر این اساس، آشکارا انتظار می‌رود که شکل زایی ژنتیکی این بادها نیز در بخش‌های مختلف استان بسیار تفاوت داشته باشد. بااین‌وجود، آثار بادهای منطقه‌ای نیز بر روی گلبادها تا حدودی قابل‌مشاهده است (شکل ۶).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۶- توزیع مکانی گلبادهای سالانه و نمایش وضعیت باد ناکی در سطح استان یزد (اقتباس از صارمی، ۱۳۹۵)

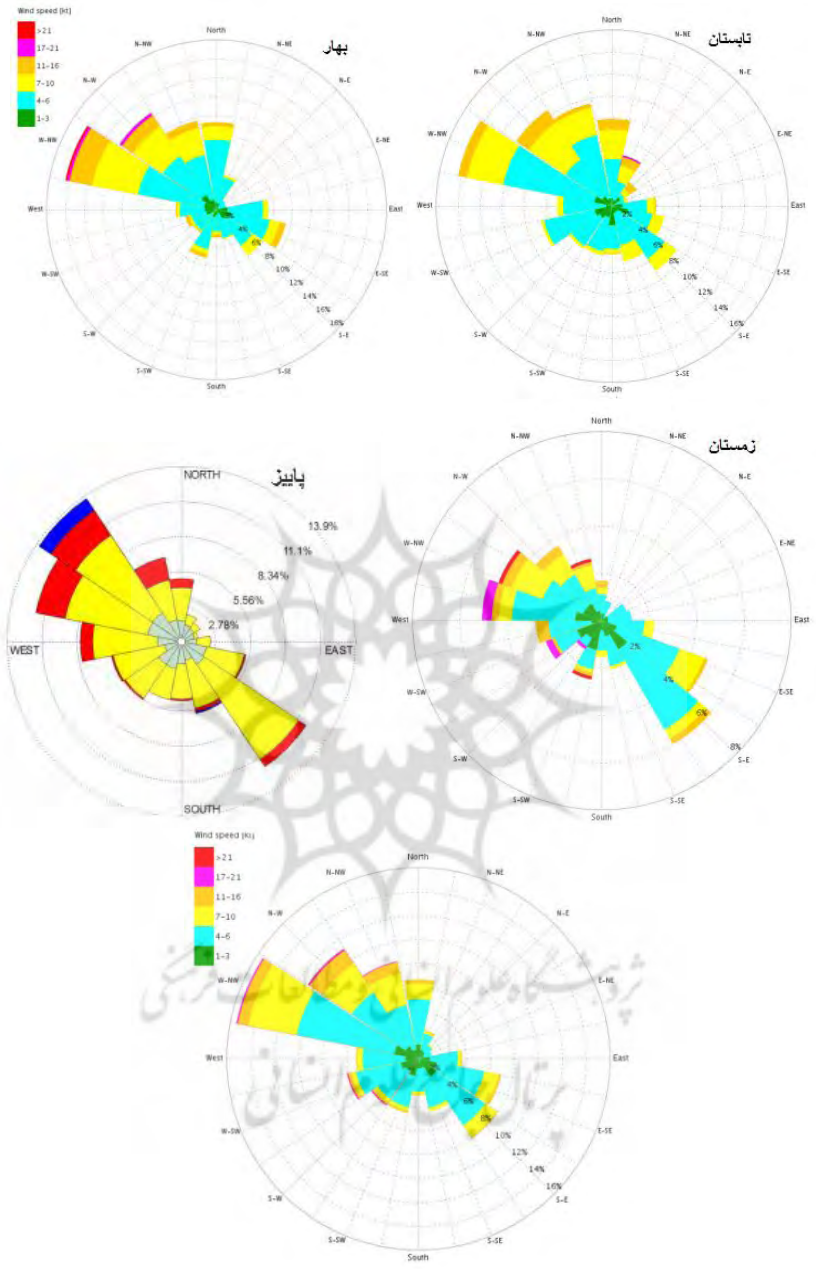
بااین‌وجود، به دلیل آنکه ایستگاه‌های سینوپتیکی رباط پشت‌بادام، عقدا، یزد و بافق از نظر مکانی، فاصله نزدیک‌تری به ریگ زرین داشتند (شکل ۷)، گلبادهای فصلی این ایستگاه‌ها به‌منظور بررسی دقیق‌تر آثار شکل زایی ژنتیکی آن‌ها تهیه و ترسیم گردید.



شکل ۷- نقشه‌ی موقعیت ایستگاه‌های سینوپتیک موردمطالعه نسبت به ریگ زرین

در ادامه به‌منظور تجزیه‌وتحلیل داده‌های بادسنجی، با استفاده از نرم‌افزار WRPlot گلبادهای سالانه و فصلی ایستگاه‌های موردمطالعه ترسیم گردیدند.

بررسی وضعیت بادهای فصلی و سالانه ایستگاه یزد: به‌منظور بررسی بادهای ایستگاه سینوپتیک یزد و شناسایی جهت وزش بادهای غالب، گلبادهای سالانه و فصلی یزد ترسیم گردید (شکل ۸). با توجه به شکل ۸ مشاهده می‌شود که باد غالب در بیشتر فصول جهت شمال غرب و غرب دارد. در فصل گرم سال (اسفند تا مرداد) باد جهت شمال غرب و غرب داشته و دارای سرعت و فراوانی و شدت بیشتر به نسبت میانگین سالانه می‌باشد و سرعت باد در ماه‌های اسفند، فروردین و اردیبشهت در برخی از روزها به بالای ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت می‌رسد. در اوایل پاییز نیز جهت بادها شمال غربی و غربی است، اما از اواسط پاییز تا دی‌ماه بادها جهت جنوب شرقی پیدا می‌کنند. در فصل زمستان نیز بادهای جنوب غربی دارای بیشترین فراوانی هستند (شکل ۸).



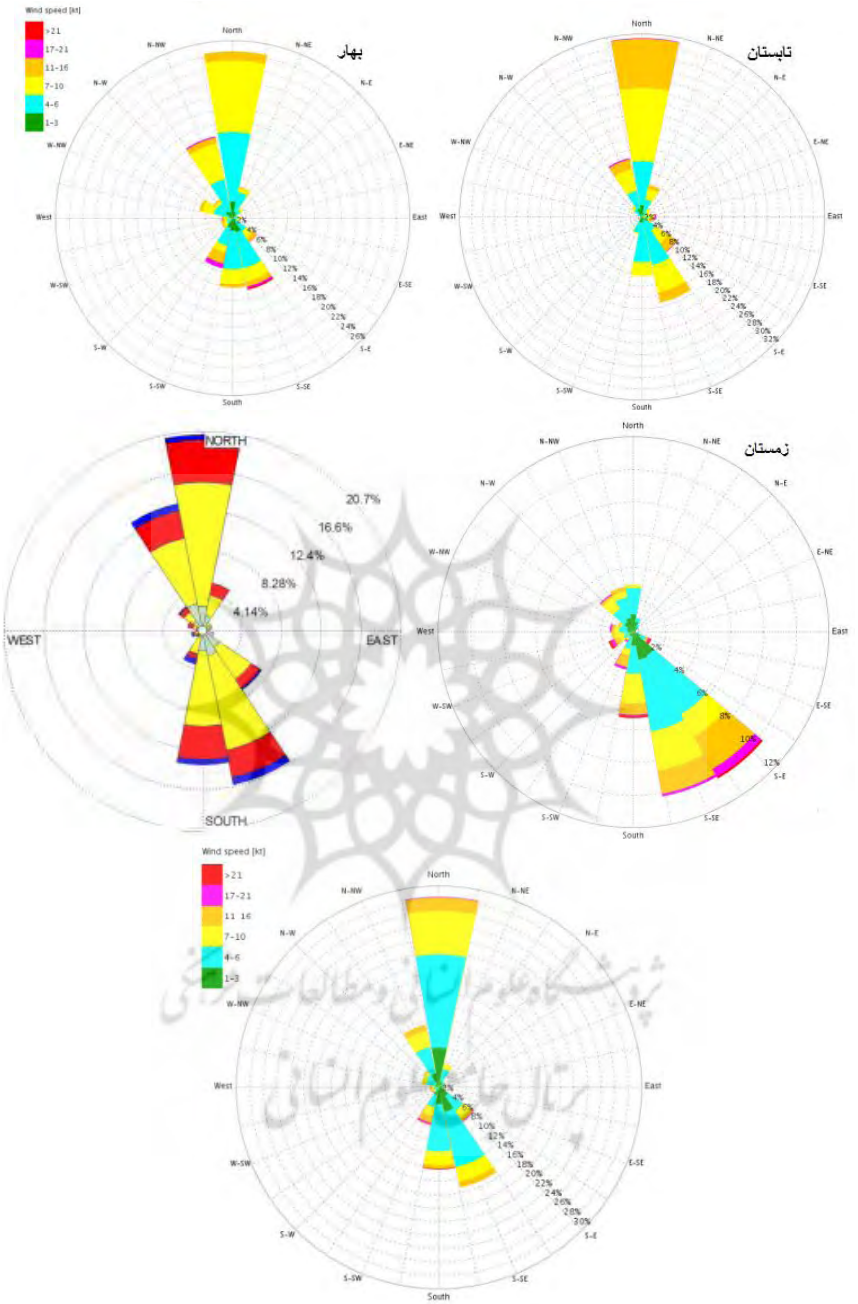
شکل ۸- گلبادهای فصلی و سالانه ایستگاه سینوپتیکی یزد

(برگرفته از سایت هواشناسی استان یزد)

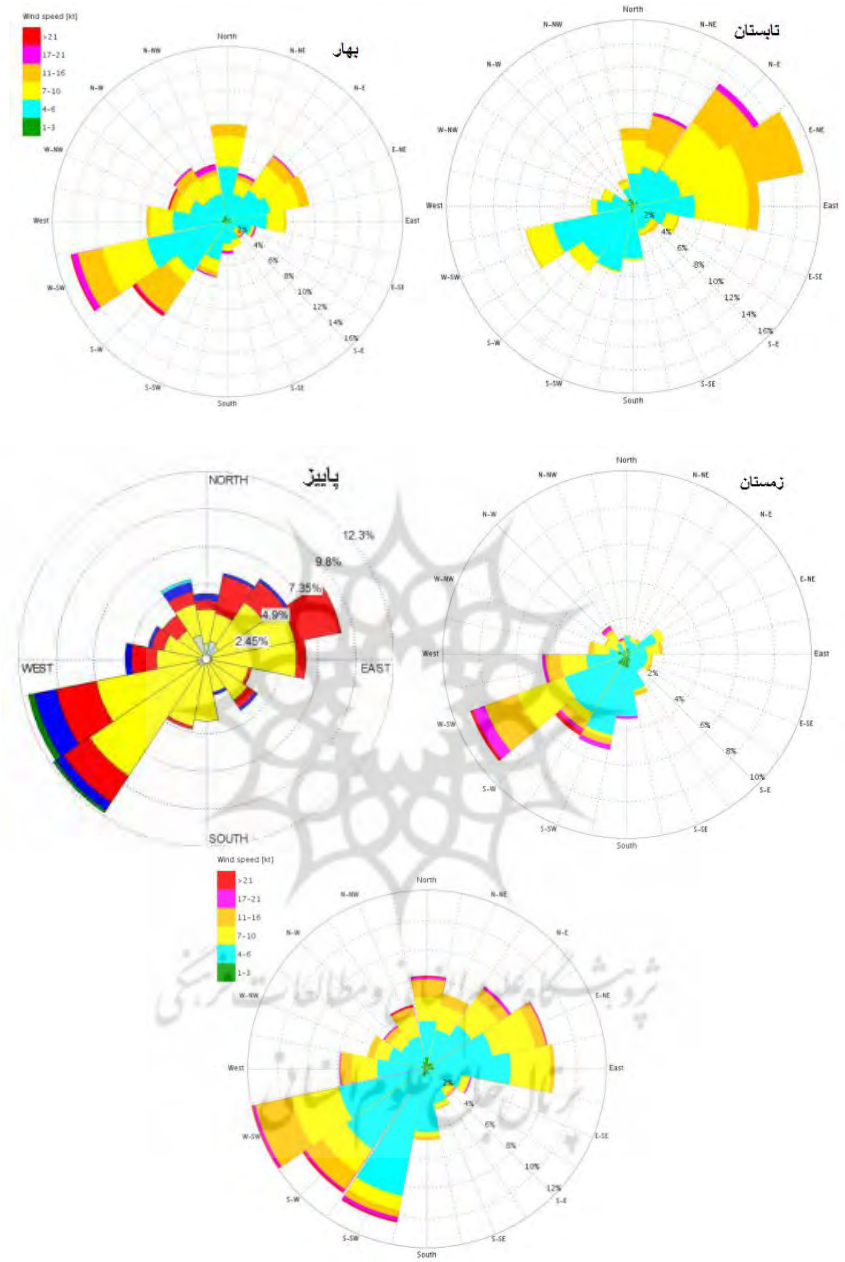
بررسی وضعیت بادهای فصلی و سالانه ایستگاه رباط پشت بادام

ایستگاه سینوپتیکی رباط پشت بادام به دلیل آنکه نزدیک‌ترین فاصله را با ریگ زرین دارد، از اهمیت بیشتری در تحلیل انتقال و جابجایی رسوبات ماسه‌ای و همچنین مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای برخوردار است. بر اساس گلبادهای فصلی و سالانه ترسیم‌شده از ایستگاه سینوپتیکی رباط پشت بادام، مشاهده می‌شود که باد غالب این ایستگاه شمالی است، اما جهت و شدت آن در طول فصول مختلف سال با تغییرات زیادی همراه است. در فصل بهار و تابستان (فصل گرم سال) جهت باد غالب شمالی است. در اوایل پاییز نیز باد هنوز جهت شمالی و با فراوانی کمتر جهت شمال غربی دارد، اما از اواسط پاییز و با سرد شدن هوا جهت آن تغییر اساسی پیدا نموده و جهت جنوبی و جنوب شرقی به خود می‌گیرد. همچنین شدت و سرعت آن‌ها در این فصل افزایش چشمگیری پیدا می‌کند. در فصل زمستان نیز جهت آن‌ها همچنان جنوب شرقی است (شکل ۹).

بررسی وضعیت بادهای فصلی و سالانه ایستگاه سینوپتیک عقدا: بر اساس شکل گلبادهای فصلی و سالانه ایستگاه سینوپتیکی عقدا می‌توان گفت که باد غالب در این منطقه جهت جنوب غربی دارد، اما در فصول مختلف سال جهت اصلی باد با تغییرات نسبتاً زیادی همراه است. در فصل بهار باد غالب با بیشترین فراوانی و بیشترین سرعت، جهت جنوب غربی دارد. هرچند که با فراوانی کمتر نیز در جهت غرب، شمال و حتی شمال شرقی دیده می‌شود؛ اما جهت باد در فصل تابستان به‌طور اساسی تغییر کرده و جهت شمال شرقی به خود می‌گیرد. در فصل پاییز وزش باد در همه جهات دیده می‌شود که البته جهت باد غالب همان جنوب غربی است. در اوایل پاییز نیز جهت باد همچنان شمال شرق، شمال و شمال غربی است و با سرد شدن هوا در نیمه‌های پاییز جهت آن کاملاً جنوب غربی شده و تا پایان بهمن نیز در همین امتداد می‌وزد (شکل ۱۰).



شکل ۹- گلبادهای فصلی و سالانه ایستگاه سینوپتیکی رباط‌پشت‌بادام (برگرفته از سایت هواشناسی استان یزد)

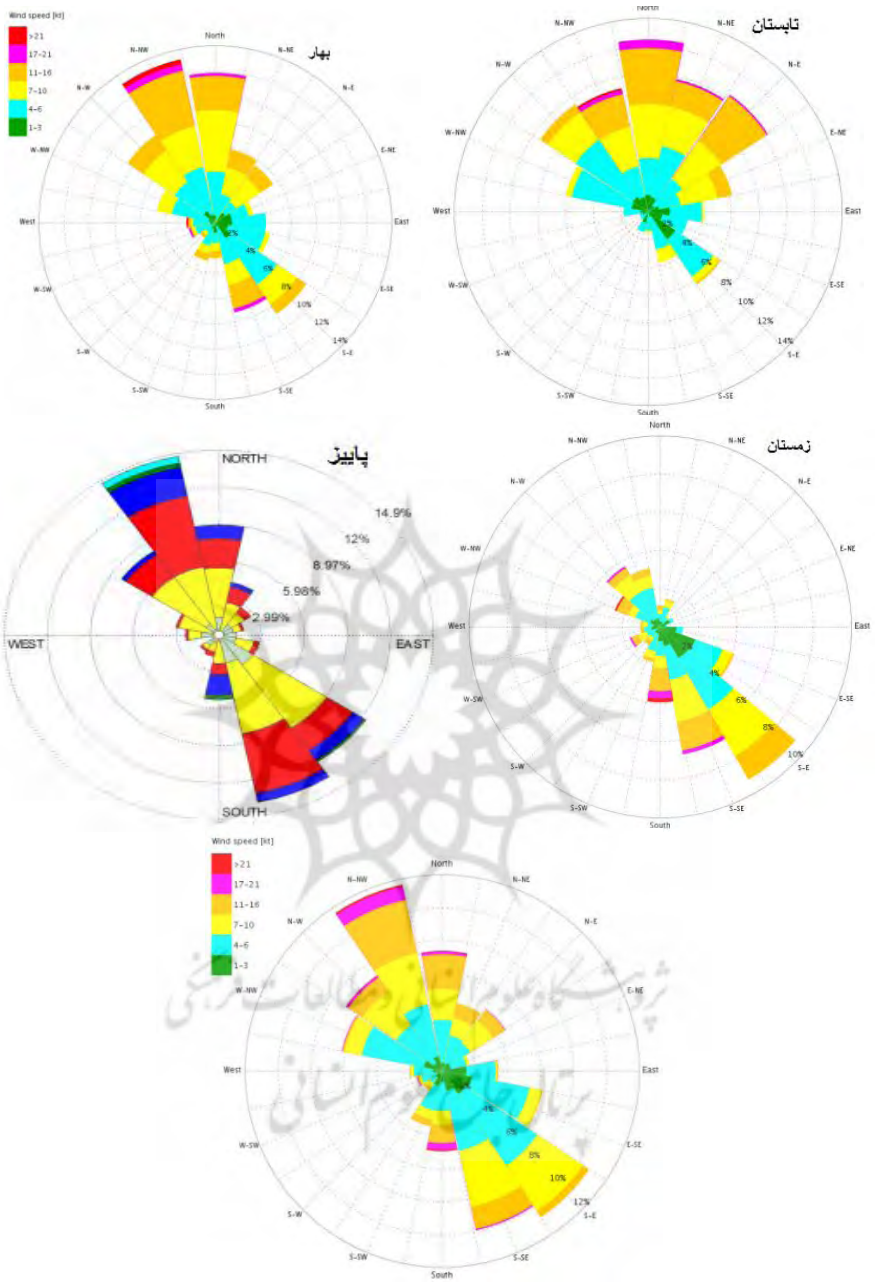


شکل ۱۰- گلبادهای فصلی و سالنه ایستگاه سینوپتیکی عقدا (برگرفته از سایت هواشناسی استان یزد)

بررسی وضعیت بادهای فصلی و سالانه ایستگاه سینوپتیک بافق: گلبادهای سالانه ایستگاه بافق، جهت باد غالب را شمال غربی نشان می‌دهد که از بیشترین سرعت و فراوانی برخوردار هستند. بر این اساس، جهت باد غالب در فصل گرم، شمال غربی و با فراوانی کمتر شمالی است. با شروع فصل سرما و کاهش چشمگیر دما، جهت باد نیز به‌طور اساسی تغییر پیدا می‌کند و جهت جنوب شرق به خود می‌گیرد. در اوایل زمستان بادها همچنان جهت جنوب شرقی دارند و با افزایش دما در اسفندماه مجدداً بادها جهت شمال غربی پیدا می‌کنند. البته باید توجه داشت که در همه فصول، بادهای دیگری نیز با فراوانی کمتری در این ایستگاه می‌وزد (شکل ۱۱).

نتیجه‌گیری

مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای تحت تأثیر پارامترهایی چون توپوگرافی زیربنا، میزان رطوبت مواد رسوبی، میزان ماسه در دسترس و مهم‌تر از همه ویژگی‌های باد است. جهت باد غالب، رطوبت و توپوگرافی زیربنا سبب تجمیع و سپس کشیدگی ماسه‌ها در یک میدان و محل مشخصی می‌شوند. در ادامه، رژیم باد و تغییرپذیری آن انواع مختلفی از اشکال تپه‌های ماسه‌ای را به وجود می‌آورد؛ بدین شکل که بادهای یک‌جهتی سبب شکل‌گیری تپه‌های هلالی شکل، بادهای دو جهتی با زاویه تند سبب به وجود آمدن تپه‌های خطی یا سیف، بادهای مختلف‌الجهت تپه‌های معکوس با شیب‌های متقارن و بادهای بیشتر از دو یا چند جهت، تپه‌های هرمی یا ستاره‌ای را تشکیل می‌دهند. بر پایه این نظر، وجود انواع تپه‌های ماسه‌ای در یک میدان، نشان از تغییرپذیری زیاد رژیم بادی در طی فصول مختلف، سال و یا دوره‌های مختلف اقلیمی دارد. به‌طورکلی، وزش باد فرایندی است وابسته به زمان، به‌گونه‌ای که در هرلحظه سرعت و جهت آن تحت تأثیر سایر پدیده‌های جوی و اقلیمی و توپوگرافی تغییر کرده و وضعیتی متفاوت با لحظه قبل به خود می‌گیرد (صارمی نائینی و همکاران، ۱۳۸۵). به‌عبارت‌دیگر، نیروهای باد در طول سال و حتی در طول روز تا حد زیادی تغییر می‌کنند (زوبک، ۱۹۹۱) که این مسئله تغییرات مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای را در پی دارد.



شکل ۱۱- گلبادهای فصلی و سالانه ایستگاه سینوپتیکی بافق (برگرفته از سایت هواشناسی استان یزد)

مورفولوژی تپه‌های ریگ زرین از این نظر دارای اهمیت زیادی است که نه‌تنها در داخل و پیرامون این ریگزار و سایر ریگزارهای ایران مرکزی، ایستگاه‌های سینوپتیک و بادسنجی قرار ندارد، بلکه به دلیل صعب‌العبور و پرهزینه بودن تا کیلومترها دورتر نیز چنین ایستگاه‌های ایجاد نشده است؛ بنابراین، بررسی مورفولوژی تپه‌ها می‌تواند ویژگی‌های باد مانند جهت، فراوانی و شدت و حتی برخی از ویژگی‌های دیگر اقلیمی مانند دما و رطوبت را نمایان سازد.

مطالعه مورفولوژی ریگ زرین نشان داد که این ریگ ازجمله ریگ‌های فعال بوده و انواع تپه‌های ماسه‌ای شامل سیف، برخان و انواع آن، هرم‌ها یا تپه‌های ماسه‌ای ستاره‌ای شکل و همچنین تپه‌های مرکب در آن دیده‌شده و هر یک از این نوع تپه‌ها در بخش‌هایی از ریگ، استقرار و تمرکز پیداکرده‌اند. از نظر پراکنش مکانی، تپه‌های ساده و برخانهای کوچک در حاشیه‌های ریگ در همه جهات قرار دارند و این نشان می‌دهد که بادهای یک‌جهت سبب شکل‌گیری آن‌ها شده‌اند. بادهای یک‌جهت در چهارگوشه ریگ حاکی از وجود بادهای محلی و تحت تأثیر ارتفاعات پیرامونی است، چراکه باد غالب تنها در یک سمت ریگ قادر به ایجاد چنین شکلی از تپه‌هاست. تجمع هرم‌های ماسه‌ای حجیم و مرتفع در بخش‌های جنوب شرقی حاکی از همگرایی بادهای منطقه‌ای و محلی در این بخش است. جایی که بیشترین فعالیت تپه‌ها در آن انجام می‌گیرد (شریفی پیچون و همکاران، ۱۳۹۹). درواقع، بادهای منطقه‌ای با جهت شمال غرب، حجم زیادی از ماسه‌ها را به سمت جنوب شرق ریگ سوق داده که با کمک بادهای متقابل و چند جهتِ محلی (در امتداد ارتفاعات پیرامونی) در جنوب شرق ریگ، تپه‌های ستاره‌ای نسبتاً بزرگی[۱] را به وجود آورده است. بعلاوه، وجود تپه‌های مرکب و پیچیده، حاکی از تغییرات شدید رژیم باد به شکل فصلی، سالانه و دوره‌ای است.

بررسی و تحلیل گلبادهای استان یزد و به‌ویژه گلبادهای ایستگاه‌های پیرامون ریگ زرین شامل رباط پشت بادام، بافق، عقدا و یزد نشان می‌دهد که مورفولوژی تپه‌ها با

[۱] – بزرگترین آنها با دستگاه GPS ارتفاع حدود ۲۲۰ متر را نشان داد.

هیچ‌یک از بادهای این ایستگاه‌ها انطباق کامل ندارد. بعلاوه، شایان‌ذکر است که جهت باد غالب و بادهای فرعی و شدت و سرعت آن‌ها در ایستگاه‌های استان بسیار متفاوت و متغیر است (شکل‌های ۸-۱۱). این امر حاکی از اثرات توپوگرافی بر جهت، سرعت و شدت بادهای منطقه‌ای و مهم‌تر از آن ایجاد بادهای محلی در مقیاس کوچک‌تر است. درواقع، به دلیل اختلاف ارتفاع کویرهای ایران مرکزی با مناطق کوهستانی بالادست، مناطق کویری این بخش از ایران اغلب به‌عنوان مراکز فشار حرارتی در سطح زمین عمل می‌کنند (محمودی، ۱۳۸۱؛ شریفی پیچون و میری، ۱۳۹۶) و تپه‌های ماسه‌ای حاشیه آن‌ها همواره تحت تأثیر این بادها جابجا می‌شوند (شریفی و میری، ۱۳۹۶). از سوی دیگر تغییرات اقلیمی، سبب تغییر در میزان فرسایش بادی، جهت حرکت تپه‌های واقع در ریگزارها و مورفولوژی آن‌ها می‌شود، به همین دلیل، باوجود فعالیت شدید این میدان‌های ماسه‌ای، محدوده ریگزارها تقریباً ثابت باقی‌مانده است (محمودی ۱۳۷۳ و مال امیری ۱۳۹۶).

بدین روی، به دلیل نبود ایستگاه‌های هواشناسی، به‌ویژه ایستگاه‌های سینوپتیک از یک‌سو و تغییر جهت بادها در فصول مختلف و حتی در طول روز بر اثر تفاوت دمای بین کوه و چاله پست کویر زرین از دیگر سو، شناخت ویژگی‌های باد به شکل دقیق تنها از طریق مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای امکان‌پذیر است. بر اساس مورفولوژی تپه‌ها می‌توان اظهار داشت که بادهای محلیِ متأثر از ارتفاعات پیرامونی، عامل اصلی شکل‌گیری تپه‌های ماسه‌ای واقع در ریگ زرین هستند. در اطراف ریگ نیز دشت ماسه‌ای و تپه‌های ماسه‌ای کوچک خطی و برخانهای کوچک دیده می‌شوند. به سمت بخش‌های داخلی، تپه‌های مرکب و پیچیده قرارگرفته‌اند و در بخش‌های مرکزی ریگ، به‌ویژه در جنوب شرقی آن، تپه‌های ماسه‌ای ستاره‌ای نسبتاً مرتفعی به وجود آمده‌اند. این در حالی است که بادهای غالب شمال غرب و جنوب شرق در فصول گرم و سرد سال نیز در تجمع و جابجایی ماسه‌ها نقش زیادی ایفا کرده‌اند.

منابع

Ahmadi, H. (1995). Applied Geomorphology (Wind Erosion), Tehran, Tehran University press, (in Farsi).

Al-Harthi, A, A. (2002). Geohazard assessment of sand dunes between Jeddah and Al-Lith, western Saudi Arabia. Environmental Geology, 42, 360-369.

Breed, C. S., & Breed, W. J. (1979). Dunes and other wind landforms of central Australia (and a comparison with linear dunes on the Moenkopi Plateau, Arizona). Earth Observations and Photography: ApolloSoyuz Test Project Summary Science Report, NASA Spec. Publ., SP-412.

Bagnold, R.A. (1941). The Physics of Blown Sand and Desert Dunes, London Methuen press.

Daniell, J., and Hughes, M. (2007). The morphology of barchan-shaped sand banks from western Torres Strait. Northern Australia. Journal of Sedimentary Geology, 202, 638-652.

Del Valle, H.F., Rostagon, F.R.C.M., Coronato, F.R., Bouza, P.J., and Blanceo, P.D. (2008). Sand dune activity in north-eastern Patagonia. Journal of arid Environment, 72, 411-422.

Dong, Z., Qian, G., Lv, P., HU, G. (2013). Investigation of the sand sea with the tallest dunes on Earth. China's Badain Jaran Sand Sea. Earth-Science Reviews, 120, 20–39.

Ekhtesasi, M. R., Dadfar, S. (2013). Investigation on Relationship between Coastal Hurricanes and Sand Dunes Morphology in South of Iran. Phisical Geography Researches, 45, 61-72, (in Farsi).

Fattahi, Y., Nazari Samani, A. A., Abbasi, H. R., Ahmadi, H. (2018). A comparative study of wind directions and sand dunes morphology of Jen erg. Journal of researches of earth science 8, Pp. 1-17, (in Farsi).

Finkel, H.J. (1959). The barchans of southern Peru. Journal of Geology 67, 614–647.

Hermas, E., Leprince, S., and El-Magd, I. A. (2012). Retrieving Sand Dune Movements Using Sub-Pixel Correlation of Multi-Temporal Optical Remote Sensing Imagery, Northwest Sinai Peninsula, Egypt. Remote Sensing of Environment 121, PP. 51-60. DOI:10.1016/j.rse. 2012.01.002.

Johanna C. S., Hamish A. M., & David T. N. (2008). Meteorological controls on sand transport and dune morphology in a polar-desert: Victoria Valley, Antarctica. Earth Surf. Process. Landforms 33, 1875–1891.

McKee, E. (1979). A study of global sand seas. United States Geological Survey, Professional Paper 1052, Washington, D. C..

Lancaster, N. (1995). The Geomorphology of Desert Dunes. Routledge, London (290 p.).

Livingstone, I., Bristow, C., Bryant, R.G., Bullard, J., White, K., Wiggs, G.F.S., Baas, A.C.W., Bateman, M.D., Thomas, D.S.G. (2010). The Namib

Sand Sea Digital Database of aeolian dunes and key forcing variables. Aeolian Research 2, 93–104.

Maghsoudi, M., Mehdi Baharvand, M., Mahboobi, S., Zahra Khanbabaei, Z., Mohammadi, A. 2018. Analysis of Barchan morphology in the west of Loot desert using morphometric features. Geographical Research on Desert Areas 6, Pp. 175-197, (in Farsi).

Mahmoudi, F. (1995). Geographical distribution of important ergs of Iran, Geographical researches 34, 5-35, (in Farsi).

Mashhadi, N., Amirsalani, F., & Karimpour Reyhan, M. (2006). "Morphology study of the sand dunes of Kharturan Erg", Journal of the Desert, 11, 223-225, (in Farsi).

Mousavi, H., Vali, A. A., Moayeri, M. (2010). The effectiveness of Barchan morphometric parameters on its movement rate (Case study Chah Jam Erg), Geography and Environmental Planning, 21, 101-1118, (in Farsi).

Parimi, M., Khanebad, M., Mousavi Herami, R., Mahboubi, A. (2015). Sedimentology and morphometric study of sand dunes (Barchan type and nebkha dunes) in the margin of Haj Aligholi Desert, South of Damghan 1, Pp. 255-264, (in Farsi).

Qong, M. (2000). Sand Dune Attributes Estimated from SAR Images,Remote Sensing of Environment 74, 217-228.

Rezazadeh Balgori, B., Amini, A. , Mirab Shabestari, G.R. (2018). Determination of relationship between sedimentological parameters and morphology of linear sand dunes in north of Ahangaran, east of Iran. Iranian Journal of Geology 44, 65-78, (in Farsi).

Redsteer, M. H., Kelley, K. B., and Francis H. (2011). Monitoring and Analysis of Sand Dune Movement and Growth on the Navajo Nation, Southwestern United States. USGS Survey Fact Sheet 2011-3085. http://pubs.usgs. gov/fs/2011/3085/.

SaremiNainy, M. A., Ahmadi, H., Khalili, A., Ekhtesasi, M. R. (2006). Comparative analysis on the spatial distribution of Wind Rose, Storm Rose, and Sand Rose in the study of Wind Erosion using GIS technique: (Case Study Area: Yazd – Ardakan Basin). Master's Thesis, Faculty of natural sources, Tehran University, (in Farsi).

SaremiNainy, M. A. (2017). Estimate the frequency of speed and direction of erosive winds and generating dust storms in Yazd province by using Windrose, Stormrose and Sandrose. Desert Management 4, Pp. 96-106, (in Farsi).

Shahriar, A., Taherinejad, K. (2018). The Role of Wind Direction and Unidirectional Index in the Time Development and Determining the Sand Dunes Morphology (Case Study: Sadegh Abad Erg-Bafq). Quaternary journal of Iran 4, Pp. 187-198, (in Farsi).

Sharifi Paichoon, M., Ghafarian, H. R., Miri, Z. (2020a). Evaluation of spatio-temporal variations of sand dunes surface using time series satellite observations of Landsat imageries (Case study: Rig-Zarin). Geography and development Iranian Journal 18, 45-58, (in Farsi).

Sharifi Paichoon, M., Ghafarian, H. R., Miri, Z. (2020b). Study of elevation changes of Rig-e-Zarrin using time series of satellite images (during 1977-2016). Quantitative Geomorphological Researches, 8, 192-206, (in Farsi).

Sharifi Paichoon, M., Miri, Z. (2017). Assessment of the role of local winds in wind erosion (Case study: Zarrin Erg). 4 national conference of wind erosion and dust storms, Yazd University, (in Farsi).

Silvestro, S., Achill Di, G. and Ori, G.G. (2010). Dune morphology, sand transport pathways and possible source areas in east Thaumasia Region (Mars). Geomorphology, 121, 84-97.

Sparavigna, A. C. (2013). A Study of Moving Sand Dunes by Means of Satellite Images. the International Journal of Sciences 2, (8), 33-42.

Taniguchi, K., Endo, N., Sekiguchi, H. (2012). The effect of periodic changes in wind direction on the deformation and morphology of isolated sand dunes based on flume experiments and field data from the Western Sahara. Geomorphology 179(15), 286-299.

Tavakkoli Fard, A., Nazari Samani, A. A., Ghasemieh, H., Mashhadi, N. (2013). Application of Aeolian Sediments Granulometry Characteristics to Determine the Morphology of Homogenous Sand Dunes through Multivariate Data Analysis (Case Study: Kashan Erg). Desert Management 2, 13-26, (in Farsi).

Wang, X., Dong, Z., Yan, P., Zhang, J. and Chen, G., 2005. Wind Energy Environments and Dune Field Activity in the Chinese Deserts. Geomorphology, 65, 33-48.

Wasson, R. J., Hyde, R., 1983, Factors Determining Desert Dune Type, Nature, 304, 337- 339.

Zobeck, T.M. (1991). Soil properties affecting wind erosion. Journal of Soil and water conservation 46, 112-118.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

The Journal of Geographical Research on Desert Areas
8th Year – No. 1- Spring and Summer 2020
Original Research Article

Morphological study of the sand dunes in Zarrin Erg and its adaptation to the regional wind data

Mohamad Sharifi Paichoon[1]**,** Assistant Prof. of Geomorphology, Department of Geography, Yazd University
Kamal Omidvar, Professor of Climatologylogy, Department of Geography, Yazd University
Zeynab Miri, M Sc. of Geomorphology, Department of Geography, Yazd University

Received: 29-07-2019 Accepted: 23-09-2019

Abstract

The purpose of this study is to investigate the morphology of the sand dunes located in Zarin Erg in the northwest of the city of Yazd and its accordance with the wind data provided by the surrounding synoptic stations. The results showed that the sand dunes have different morphologies, including simple dunes, seif, barchans, star, and complex dunes. The complexity and variety of the dunes indicates the drastic variation of wind regimes seasonally, annually as well as periodically. Also, they do not match with any wind data of the surrounding synoptic stations. The presence of barchans in the quadrilateral erg is indicative of directional winds. The local winds are the main cause of the formation of these dunes and their morphology. Indeed, due to the difference of height between the central Iranian playas and upstream mountainous, the playas of this part of Iran often serve as thermal low-pressure centers on the Earth surface, and their marginal sand dunes are always moved by these winds. The accumulation of large amounts of sand in the southeastern part of the erg and the formation of star dunes with a height of more than 200 meters are signs of prevailing north-west winds in the warm season and the severe winds of the southeast in the cold season. These winds reinforce the power of local convergent winds.

Keywords: Zarrin Erg, Morphology, Barchan, Sand dune, Wind.

[1] Corresponding Author Email: mscharifi@yazd.ac.ir