

شناسایی مناطق برداشت رسوب در کانون فرسایش بادی غرب استان تهران (مطالعه موردی: شهرستان ملارد)

مهین حنیفه پور^۱، غلامرضا زهتابیان^۲، حسن احمدی^۳، علی اکبر نظری سامانی^۴ و حسن خسروی^{۴*}

۱- دکترای بیابان‌زدایی، گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲- استاد، گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۳- دانشیار، گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۴- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران، پست الکترونیک: hakhosravi@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۰۶

چکیده

فرسایش بادی و توفان‌های گردوغبار یکی از بلاهای طبیعی است که مناطق خشک و بیابانی ایران مرکزی به صورت روزافزون با آن مواجه است. همچنین مدیریت نادرست در عرصه منابع طبیعی نیز بر افزایش این پدیده تأثیر زیادی داشته است. یکی از اصول اولیه کنترل و مبارزه با فرسایش بادی، شناخت مناطق برداشت رسوبات است. هدف این پژوهش شناسایی مناطق برداشت رسوبات بادی، در رخصاره‌های منطقه ملارد در غرب استان تهران است. براساس نقشه‌های توپوگرافی، تصاویر ماهواره‌ای، نقشه زمین‌شناسی و همچنین بازدیدهای میدانی نقشه رخصاره ژئومورفولوژیکی منطقه تهیه گردید، سپس نمونه‌برداری انجام شد و نهایتاً در محیط GIS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تفسیر داده‌های بادسنجی با استفاده از بررسی گلباد و گل‌توفان نشان داد که جهت باد غالب و فرساینده از سمت شمال‌غربی است. نتایج حاصل از گلماسه ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه نشان‌دهنده این است که تغییرپذیری جهت باد شامل کم تا زیاد است و ایستگاه قزوین (نزدیک‌ترین ایستگاه به کانون‌های بحرانی) دارای شدت تغییرپذیری زیاد و شامل بادهای چند جهته مرکب با زاویه تند بوده است. ۸۳ نمونه از رخصاره‌های مختلف منطقه مورد مطالعه به روش ASTM (الک خشک) دانه‌بندی شده است. نتایج دانه‌بندی بیانگر محلی بودن منشأ برداشت است. نقشه اولویت‌بندی کانون‌های بحرانی منطقه نشان داد که ۱۶/۴ درصد از مساحت منطقه جزء شدت کم، ۳/۴ درصد شدت متوسط و ۳ درصد شدت زیاد را به خود اختصاص داده است. در نهایت مشخص شد که دق رسی شور و فاقد پوشش گیاهی یا با پوشش گیاهی اندک شورپسندها در دشت‌سر پوشیده، بیشترین درصد ذرات حساس به فرسایش بادی را دربر گرفته است.

واژه‌های کلیدی: فرسایش بادی، مناطق برداشت، دانه‌بندی، منطقه ملارد، کانون‌های بحرانی.

مقدمه

فرسایش توسط باد یکی از فرایندهای اصلی مرتبط با تخریب زمین در مناطق خشک است و نگرانی قابل توجهی برای مدیران و سیاست‌گذاران سرزمین در سطح جهان است

(Michael et al., 2019). طبق گزارش برنامه محیط‌زیست

سازمان ملل متحد در سال ۱۹۹۱، پدیده فرسایش بادی عامل اصلی بیش از ۴۶ درصد از تخریب کامل مناطق خشک بوده است (Zheng, 2009). اگرچه این پدیده یک

از طریق تأثیر بر زبری تصادفی بر شدت فرسایش بادی مؤثر است (Zhang, Bullock et al., 2001; Li et al., 2004). همکاران (۲۰۰۴) در بررسی زبری آبرودینامیکی خاک و آب زیرزمینی، تأثیر آن را بر فرسایش خاک توسط باد در تونل باد اعلام کرده‌اند که با افزایش اندازه کلوخه‌ها از ۱ به ۵ سانتی‌متر، شدت فرسایش از ۰/۹۸ به ۰/۴۶ کیلوگرم بر مترمربع در دقیقه کاهش می‌یابد. به بیان دیگر، افزایش ۵ برابری اندازه کلوخه‌ها، باعث ۲۱ برابر شدن کاهش در شدت فرسایش بادی می‌شود (Murillo et al., 2004). همچنین وجود زبری ناشی از وجود سنگ‌ریزه سطحی مانند سنگ‌فرش بیابانی نیز می‌تواند بر کاهش شدت فرسایش بادی تأثیرگذار باشد (Dong et al., 2002). برخی از مطالعاتی که در زمینه فرسایش بادی و دانه‌بندی رسوبات بادی انجام شده، بشرح زیر است. Mohammadi (۲۰۱۰) تعداد ۲۶ نمونه رسوب سطحی را برای مطالعات رسوب‌شناسی از نهشته‌های پلایای جازموریان برداشت کرد. نمونه‌ها در آزمایشگاه مورد آنالیزهای دانه‌بندی، کلسی متری، آنالیز عنصری، کانی‌شناسی و شناسایی نوع کانی‌های رسی قرار گرفت. بررسی‌های رسوب‌شناسی نشان‌دهنده این است که رسوبات بیشتر در اندازه سیلت و رس بوده و می‌توانند به وسیله باد و طوفان‌ها برای مسافت و مدت زمان زیادی حمل شوند. از مهمترین تیپ‌های رسوبی، انواع گل و گل‌ماسه است. مهمترین کانی‌های تشکیل دهنده رسوبات تالاب جازموریان براساس مقدار به ترتیب کلسیت، کوارتز، فلدسپات و هالیت هستند. Abbasi و همکاران (۲۰۱۰) برای منشأیابی تپه‌های ماسه‌ای بلوچستان، دانه‌بندی نمونه‌ها را با استفاده از روش‌های استاندارد ASTM تعیین و پارامترهای آماری رسوب‌شناسی را با استفاده از نرم‌افزار Gradistat محاسبه کردند. بررسی‌های دانه‌بندی نشان می‌دهد که رسوبات تپه‌های ماسه‌ای دارای جورشدگی خوب، بهتر از رسوبات رودخانه‌ای و دارای انحراف استاندارد کمتر از ۰/۵ می‌باشد. همچنین مطالعات کانی‌شناسی نمونه‌ها نشان می‌دهد که ۸۴ درصد ذرات متشکله از خرده سنگ‌هایی مانند کوارتزیت، گرانودیوریت و غیره و

عامل طبیعی همواره در تخریب چهره و سیمای طبیعی کره زمین دارای قدمتی برابر عمر آن می‌باشد. اما با افزایش جمعیت و تلاش برای رفع نیازهای بشری از یکسو و دست‌اندازی انسان بر منابع طبیعی به همراه مدیریت‌های غیراصولی از سوی دیگر باعث شده که در قرن بیستم تحقیقات علمی و عملی در رابطه با دینامیک و نحوه اثر فرسایش به همراه کنش و اندر کنش‌های موجود در بین عوامل معلول این پدیده مورد توجه محققان قرار بگیرد (Ahmadi, 2012). تخریب زمین ناشی از فرسایش بادی به شدت به بافت خاکی بستگی دارد؛ بنابراین نقشه‌برداری از تخریب نیاز به آگاهی از بافت لایه بالایی خاک در جزئیات مکانی مناسب دارد (Borrelli et al., 2014; Mez'osi et al., 2015). فرسایش بادی عامل اصلی فرسایش خاک در مناطق خشک کویری و صحرائی با انتقال دانه‌های میکروسکوپی به داخل جو باعث آلودگی هوا و محیط‌زیست می‌گردد. اصولاً باید در مراحل اولیه یا شروع فرسایش بادی به مقابله با آن پرداخت، زیرا با گذشت زمان شدت فرسایش و وسعت منطقه افزایش یافته و کنترل و مهار آن مشکل می‌شود (Ghoochani et al., 2012). مطالعات انجام شده در مناطق بیابانی ایران نشان می‌دهد که بهترین مرحله مبارزه با فرسایش بادی در مرحله برداشت است. مبارزه با فرسایش بادی در مرحله برداشت علاوه بر صرف هزینه کمتر با موفقیت بیشتری نسبت به دو منطقه دیگر همراه خواهد بود، هر چند که در برخی از مناطق به دلیل خسارت‌های ناشی از حمل رسوب‌گذاری به ناچار باید در این محل‌ها نیز عملیات اجرایی انجام شود (Golbabaei et al., 2004). نتایج پژوهش‌های گذشته نشان می‌دهد که خاک دانه‌های موجود در سطح خاک به‌ویژه ذرات درشت‌تر (Puget et al., 2000; Six et al., 2001) بر کنترل زبری تصادفی نقش مهمی دارند. از آنجا که خاک‌دانه‌های موجود در سطح خاک سرعت باد را تا ارتفاعی از سطح زمین به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد، بنابراین هر تغییری در زبری تصادفی، اختلاف قابل توجهی در شدت فرسایش بادی ایجاد می‌کند. در این زمینه، توزیع اندازه ذرات و خاک‌دانه‌ها

نتایج حاصل از دانه‌بندی نمونه‌های خاک سطحی واقع در واحد دشت سر‌اپانداژ نشان داد که در رخساره‌های فرسایش سطحی و دشت ریگی بیشترین فراوانی مربوط به ذرات درشت (در حدود ۱ میلی‌متر) بوده است؛ با این حال در رخساره مخروط‌افکنه و معادن و صنایع به دلیل فرسایش بیشتر، ذرات ریزتر از ۱/۲ میلی‌متر بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده‌اند. در رخساره‌های واحد دشت سرپوشیده، بیشترین فراوانی ذرات در محدوده ۳۰۰-۱۰۰ میکرون و بعد از آن ۱۰۰-۷۰ میکرون قرار دارد. با توجه به اینکه در رخساره اراضی شور دارای رسوبات بادی تقریباً تمام ذرات ریزتر از ۳۰۰ میکرون است، این رخساره بسیار فرسایش‌پذیر است. رهاسازی اراضی کشاورزی در منطقه مورد مطالعه باعث شده است که ذرات ریزتر از ۱۰۰ میکرون به مرور زمان افزایش یابد. در نتیجه رخساره اراضی کشاورزی رها شده در منطقه مورد مطالعه نیز جزو مناطق رو به تخریب و مستعد فرسایش بادی شناخته شد. طبق نظر Boroughani (۲۰۲۰) نتایج پراکنش کانون‌های برداشت گردوغبار در واحدهای ژئومورفولوژی در حوزه سیستان بیان‌کننده آن است که واحد دشت سر فرسایشی با درصد مساحت ۶۹/۳۵ (۴۸ کانون برداشت گردوغبار)، بیشترین کانون برداشت را در خود جای داده است. Qing و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی عوامل تأثیرگذار در فرسایش خاک در مرکز بیابان تاکلامکان ۱۷ نمونه از خاک منطقه مورد مطالعه را برداشت کردند که اندازه ذرات منطقه در حد شن متوسط و حدود ۱۳۶ میکرون بوده که نزدیک به کوچک‌ترین اندازه ذرات برای شروع فرسایش بادی بوده و این نشان می‌دهد که منطقه به شدت تحت تأثیر فرسایش بوده و شدت فرسایش بیش از سایر مناطق با همان سرعت باد بوده است. نتایج Baumgertel و همکاران (۲۰۱۹) در بررسی شناسایی مناطق حساس به فرسایش بادی در منطقه صربستان نشان داد که گروه حساسیت خطرناک تقریباً ۶۰/۴۱٪ از منطقه مورد مطالعه را پوشش می‌دهد، در حالی که گروه حساس متوسط ۳۶٪ منطقه را تشکیل می‌دهد. این یافته‌ها در درجه اول نتیجه کمبود پوشش گیاهی تقریباً در

۱۶ درصد بقیه از کانی‌های کوارتز، فلدسپات و کلسیت تشکیل شده است. محققان با استفاده از روش مورفوسکوپی، به بررسی رسوبات لسی استان گلستان در دو محدوده مطالعاتی پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که ۷۰ درصد کانی کوارتز در نمونه‌های گرفته شده، به صورت ذراتی زاویه‌دار بوده که این موضوع نشان‌دهنده محلی بودن و حمل ذرات موجود توسط باد از فاصله‌ای نزدیک است و اشکال هاله مانند و مات این ذرات نیز حکایت از حمل آنها از دریاچه‌های قدیمی است (Sanaye Ardakani, 2005). Hanifepour (۲۰۱۳) برای بررسی تأثیر فرسایش بادی در جنوب شرقی منطقه دامغان در تپه‌های ماسه‌ای تثبیت شده در گذشته که دوباره تشکیل شده، ۲۴ نمونه براساس وضعیت پوشش گیاهی مستقر در زمین از منطقه مورد مطالعه برداشت و دانه‌بندی (گرانولومتری) نمونه‌های برداشت شده به روش ASTM (الک خشک) انجام شد. نتایج حاصل از دانه‌بندی نمونه‌ها و نقشه‌های تهیه شده نشان از آن دارد که اندازه ذرات ماسه در حد ماسه درشت و خیلی درشت و جورشدگی بیشتر نمونه‌ها در حد ضعیف و متوسط بوده، کج شدگی منفی و به سمت ذرات درشت‌دانه و کشیدگی به صورت پهن بوده است. در حدود ۹۰ درصد از منطقه بیش از ۲۳ درصد کلوخه داشته است. براساس نتایج حاصل از مورفومتری و کلوخه‌های موجود در منطقه مورد مطالعه، منطقه مقاوم به فرسایش بوده است. Babadi Akashi (۲۰۱۶) در بررسی فرایند بادی و شناسایی منابع ماسه در جنوب سمنان با استفاده از تجزیه و تحلیل دانه‌بندی و مورفوسکوپی رسوبات بادی در منطقه برداشت و رسوب به این نتیجه رسید که میانگین قطر ذرات در تمام رخساره‌های منطقه بین ۲۷۹/۴ تا ۵۲۸/۵ میکرون متغیر می‌باشد که اندازه ذرات ماسه در حد ماسه متوسط تا درشت است. همچنین شاخص ضریب سایش (گردشدگی) کم تا متوسط (بین ۱۵۶ تا ۳۸۸) عناصر کوارتزی موجود در اشکال تراکمی حاصل شده است. Roghani (۲۰۱۸) در بررسی وضعیت فرسایش بادی در رخساره‌های ژئومورفولوژی شهر اصفهان ۶۴ نمونه از منطقه مورد مطالعه برداشت نمود که

امکان تصمیم‌گیری بهتر در مورد پیشگیری و کاهش فرسایش خاک توسط باد را فراهم می‌کند. در مطالعات انجام شده کانون‌های بحرانی بررسی نشده است.

مواد و روش

معرفی منطقه مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی شهرستان ملارد در غرب استان تهران است که از شمال و غرب به استان البرز، از جنوب به استان مرکزی و از شرق به شهرستان شهریار منتهی می‌شود. این شهرستان با وسعتی در حدود یک هزار کیلومتر مربع در عرض جغرافیایی ۳۹ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۳۹ درجه و ۵۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۴ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۵۰ درجه ۲۰ دقیقه شرقی واقع شده است. متوسط بارندگی سالیانه منطقه در طول دوره آماری ۳۰ ساله برابر ۲۶۸ میلی‌متر و حداکثر و حداقل بارش سالیانه در این دوره به ترتیب ۳۹۲ و ۱۰۵ میلی‌متر اندازه‌گیری شده است که نشان از نوسانهای شدید بارندگی از سالی به سال دیگر دارد. متوسط دمای سالیانه ۱۲/۵ درجه سانتی‌گراد و حداکثر و حداقل مطلق درجه حرارت به ترتیب ۴۲ و ۱۷- درجه سانتی‌گراد در ماه‌های تیر و دی است.

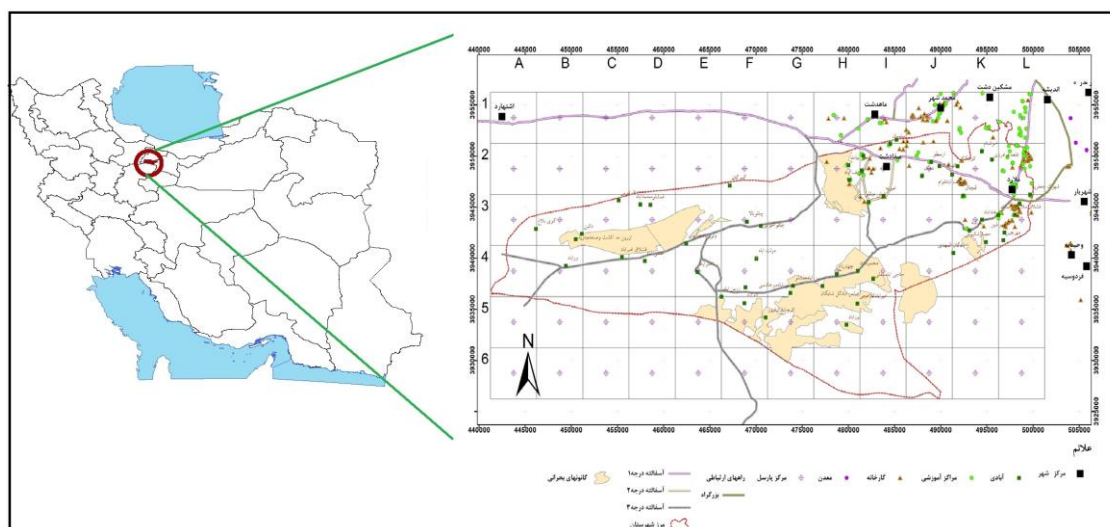
روش تحقیق

۱- آنالیز داده‌های بادسنجی

برای تجزیه و تحلیل داده‌های بادسنجی از اطلاعات ۴ ایستگاه سینوپتیک که نزدیک شهرستان ملارد قرار دارند، استفاده شده است (جدول ۱). گلبادها و گل‌توفان‌های سالانه و فصلی ایستگاه‌های مورد مطالعه با استفاده از نرم‌افزار WR-Plot ترسیم شدند. با استفاده از نرم‌افزار Sand Rose Graph گلماسه ایستگاه‌های مورد مطالعه برای محاسبه مقدار انرژی قابل حمل ماسه توسط باد ترسیم شد.

کل منطقه است، به‌ویژه در مناطق کشاورزی در معرض باد و بدون پوشش گیاهی که برای کاشت آماده می‌شوند. یکی دیگر از عواملی که چنین منطقه وسیعی را در معرض خطر قرار می‌دهد، آب و هوای نامساعد (به‌ویژه در قسمت‌های جنوب شرقی منطقه) و ویژگی‌های نامطلوب خاک در شمال است. نتایج مطالعات Katra (۲۰۲۰) در بررسی فرسایش خاک توسط باد و انتشار گردوغبار در خاک‌های نیمه‌خشک به دلیل فعالیت‌های کشاورزی نشان داد که کاربری‌های مختلف زمین با فعالیت‌های کشاورزی در خاک‌های لس نیمه‌خشک و همچنین پس از برداشت محصول تحت تأثیر چرا (عمل سنتی) یا عملیات مکانیکی (عمل متعارف) قرار گرفته که این موضوع در کوتاه‌مدت باعث افزایش قابل توجه انتشار گردوغبار در منطقه شده است. در این مورد نقش توزیع اندازه سنگدانه در انتشار گردوغبار حیاتی است. Macias و همکاران (۲۰۲۰) در بررسی قابلیت فرسایش بادی و انتشار گردوغبار در شمال مکزیک با استفاده از یک روش ارزیابی ساده نشان دادند که محتوای رطوبت خاک، سرعت باد و پوشش خاک عوامل اصلی مؤثر بر حرکت خاک هستند. وقتی خاک خشک و پوشش گیاهی کم باشد در نتیجه خاک مستعد جابه‌جایی توسط باد است، زیرا انسجام موجود در بین ذرات خاک کاهش می‌یابد و مقدار جابه‌جایی خاک توسط باد به ساختار فیزیکی ذرات اولیه خاک بستگی دارد.

مطالعات انجام شده در مورد فرسایش بادی نشان داد که اندازه ذرات خاک نقش مهمی را در جابه‌جایی ذرات و وقوع این پدیده داشته و می‌توان با مدیریت خاک سطحی و نقش آن در افزایش پایداری و اندازه ذرات خاک‌دانه برای مقابله با فرسایش بادی اقداماتی را انجام داد. هدف از این مطالعه شناخت نقاط برداشت یا منشأ با استفاده از نقشه ژئومورفولوژی و نمونه‌برداری از منطقه برداشت در رخساره‌های مختلف است که سیمای روشنی از وضعیت فرسایش بادی و منشأیابی رسوبات بادی را در عرصه مورد مطالعه به تصویر می‌کشد و نیز تهیه نقشه کانون‌های بحرانی با استفاده از بازدیدهای میدانی و پرسشنامه‌ای می‌باشد که



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

Fig 1- Location of the study area

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های سینوپتیکی غرب استان تهران

Table 1- Details of synoptic stations in the west of Tehran province

دوره آماری تا		دوره آماری از		عرض جغرافیایی latitude	طول جغرافیایی Latitude	ارتفاع Height	نام ایستگاه Station name
Statistical period up to	Statistical period of	Statistical period of	Statistical period up to				
سال Year	ماه Month	سال Year	ماه Month				
2016	12	2007	1	35 40	51 01	1162	شهریار Shahriar
2016	12	2006	1	36 00	50 45	1613	هشتگرد Hashtgerd
2016	12	1985	1	35 48	50 57	1293	کرج Karaj
2016	12	1959	1	36 15	50 03	1279	قزوین Qazvin

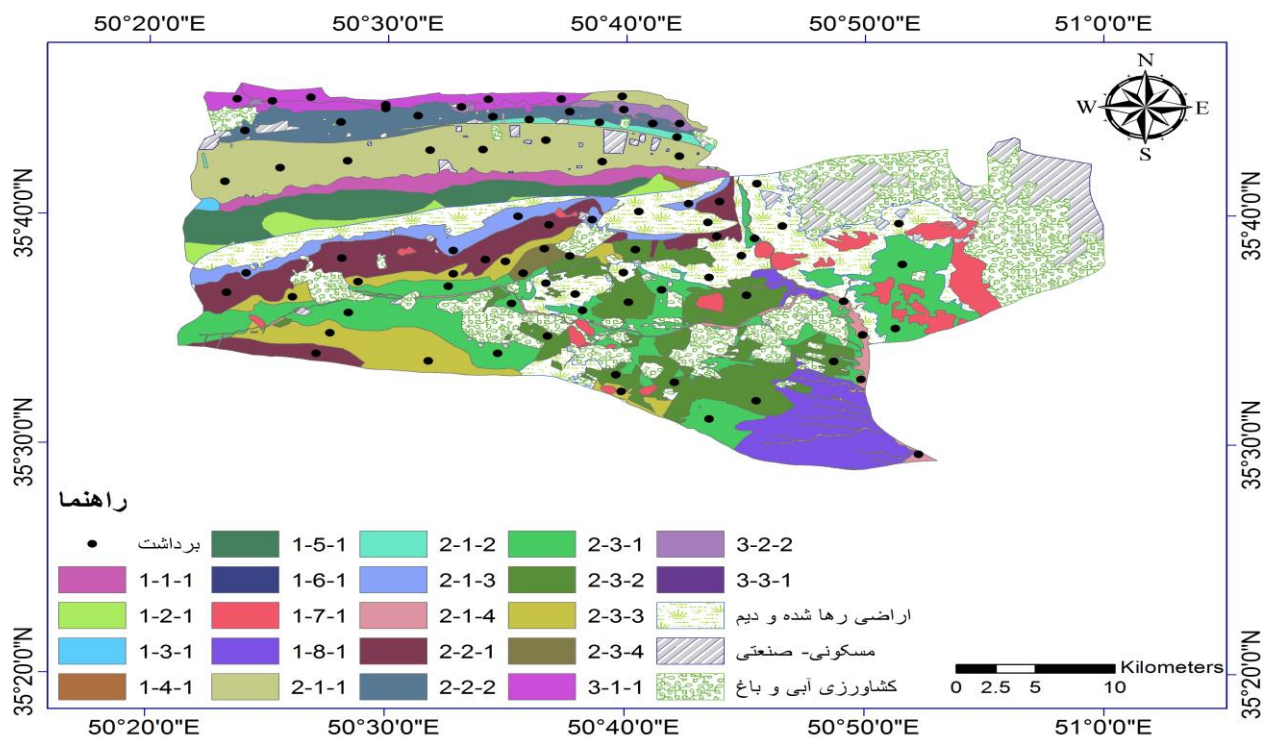
۲- تهیه نقشه ژئومورفولوژی و نمونه برداری از خاک سطحی پس از بررسی منطقه بر روی عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و مطالعات میدانی مرز منطقه مورد مطالعه مشخص شد. برای تهیه نقشه ژئومورفولوژی از نقشه‌های زمین‌شناسی، Google Earth، بازدیدهای صحرایی، عکس هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و نرم‌افزار ArcMap استفاده شده است (شکل ۲). نمونه برداری از خاک سطحی به عمق ۱۰ سانتی‌متر (عمقی که در معرض فرسایش بادی است) و در جهت باد غالب منطقه انجام شد و مختصات نقاط نمونه برداری با استفاده از GPS مشخص

گردید. در مجموع ۸۳ نمونه از رخساره‌های مختلف منطقه مورد مطالعه براساس مساحت و به صورت تصادفی جمع‌آوری شد (جدول ۲) و به آزمایشگاه ژئومورفولوژی منتقل گردید، حدود ۵۰۰ گرم از هر نمونه برای دانه‌بندی استفاده شد. بدین منظور از روش الک خشک براساس استاندارد ASTM استفاده شد و در ۸ طبقه دانه‌بندی با شماره‌های ۴۰۰۰-۲۰۰۰-۱۰۰۰-۵۰۰-۲۵۰-۱۲۵-۶۳ و کمتر از ۶۳ میکرون به مدت ۱۰ دقیقه توسط شیکر الک گردید.

جدول ۲- تعداد نمونه‌های برداشتی از رخساره‌های مختلف

Table 2-Number of samples taken from different facies

تعداد نمونه number of samples	مساحت Area	نام رخساره facies	کد code
3	639.15	فرسایش سطحی دشت سر فرسایشی Surface erosion, bare pediment	2-1-2
9	11614.58	مخروط افکنه دشت سر فرسایشی Alluvial fan, erosional or bare pediment	2-1-1
4	1391.24	فرسایش رودخانه‌ای دشت سر فرسایشی River erosion, erosional or bare pediment	2-1-4
5	2842.56	دشت ریگی خیلی درشت‌دانه با تراکم متوسط و زیاد توام با قلوه سنگ‌های درشت با تراکم زیاد دشت سر فرسایشی Very Coarse sandy plain with medium to high density and coarse rubble with high density, erosional pediment	2-1-3
6	4205.03	فرسایش سطحی دشت سر اپانداژ Surface erosion, Epan dage pediment	2-2-2
7	7333.55	دشت ریگی درشت و متوسط‌دانه با تراکم متوسط تا زیاد توام با قلوه سنگ با تراکم کم تا متوسط دشت سر اپانداژ Sandy plain with coarse and medium grain and medium to high density and rubble with low to medium density, Epan dage pediment	2-2-1
9	9283.39	فرسایش سطحی دشت سر پوشیده Surface erosion, covered pediment	2-3-2
10	13522.58	دشت ریگی ریز و متوسط‌دانه با پوشش گیاهی تخریب یافته دشت سر پوشیده Sandy plain with fine and medium grain and eroded vegetation, covered pediment	2-3-1
3	563.96	دق رسی شور و فاقد پوشش گیاهی یا با پوشش گیاهی اندک شور پسندها دشت سر پوشیده Playa without vegetation cover or with halophytes, covered pediment	2-3-4
5	2762.25	اراضی بایر پوسته نمکی پلایا Bare lands	3-1-1
3	757.04	فرسایش سطحی آبرفتی پلایا Alluvial surface erosion of Playa	3-2-2
2	15.09	فرسایش رودخانه‌ای ناحیه مرطوب پلایا River erosion of the wetland of Playa	3-3-1
10	13658.79	کشاورزی رها شده Abandoned agriculture	
7	5648.2	دشت ریگی متوسط دشت سر پوشیده Sandy plain with medium grain, covered pediment	2-3-3



شکل ۲- نقشه ژئومورفولوژی و نقاط نمونه برداری منطقه مورد مطالعه

Fig 2- Geomorphological map and sampling points of the study area

زیر محاسبه گردید. قطر میانه عبارت است از: قطر متوسط ذرات و یا قطر ۵۰٪ منحنی تجمعی که نصف ذرات درشت تر از آن و نصف دیگر کوچکتر هستند. قطر میانه می تواند تا حدی معرف اندازه (ریزی و درشتی) رسوب باشد. براساس قطر ذرات فاصله حمل ذرات مشخص شد (جدول ۳).

سپس محتوای رسوب باقیمانده بر روی هر الک به دقت وزن شد و بعد درصد وزنی و تجمعی هر یک از نمونه ها محاسبه و با استفاده از نرم افزار Gradistate و GRgraph پارامترهای آماری مانند قطر میانه، جورشدگی، کج شدگی و ... نمونه ها براساس روش جامع ترسیمی Folk (۱۹۷۱) به شرح

جدول ۳- رابطه قطر ذرات و فاصله حمل آنها در فرسایش بادی (Ahmadi, 2012)

Table 3- Relationship between particle diameter and transport distance in wind erosion (Ahmad, 2012)

فاصله جابجایی به کیلومتر Moving distance km	قطر ذرات به میلیمتر Particle diameter mm
کمتر از 1	۱ <
1-5	0.5-1
5-20	0.25-0.5
20-50	0.125-0.25
50-200	0.064-0.125
بیشتر از 200	0.064 >

کشیدگی یا بلندی منحنی (KU): کشیدگی عبارت است از ارتباط کشیدگی منحنی توزیع ذرات که از نسبت جورشدگی دنباله منحنی به جورشدگی قسمت وسط منحنی به دست می‌آید. کشیدگی منحنی اطلاعات زیادی در رابطه با جورشدگی و اندازه دانه‌ها می‌دهد که برای تعبیر و تفسیر محیط رسوبی و فرایندهای رسوب‌گذاری دارای اهمیت است. اگر قسمت وسط دارای جورشدگی بهتر باشد منحنی کشیده‌تر و اگر دنباله دارای جورشدگی بهتر از قسمت وسط باشد منحنی پهن‌تر است (Mousavi Harami, 2012). نسبت جورشدگی دنباله منحنی به جورشدگی قسمت وسط منحنی به شرح زیر به دست می‌آید.

$$KU = \frac{Q95 - Q5}{2.44 (Q75 - Q25)}$$

جورشدگی: شاخصی است که یکنواختی ذرات تشکیل دهنده رسوب و نزدیک بودن قطر آنها به یکدیگر را نشان می‌دهد (جدول ۴).

$$\phi = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_{5}}{6.6}$$

کج‌شدگی یا نامتقارن بودن منحنی تجمعی: این شاخص وضعیت تقارن منحنی‌های توزیع نرمال دانه‌بندی به سمت ذرات ریزدانه (کجی مثبت) و یا دانه درشت (کجی منفی) و یا متقارن (صفر) را مشخص می‌کند و از طریق فرمول کج‌شدگی ترسیمی جامع (فولک) که ۹۰ درصد منحنی دانه‌بندی را بررسی می‌کند به دست می‌آید (جدول ۴).

$$SKI = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_{5} + \phi_{95} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_{5})}$$

جدول ۴- طبقه‌بندی ضرایب شاخص‌های آماری

Table 4- Classification of statistical index coefficients

کشیدگی فولک Folk stretch		کج‌شدگی فولک (SKI) Folk Kurtosis (SKI)		جورشدگی فولک ϕI Folk sorting $I\phi$	
وضعیت منحنی دانه بندی	ضرایب کشیدگی فولک	وضعیت تقارن منحنی دانه بندی	ضرایب کج‌شدگی فولک (SKI)	جورشدگی	انحراف معیار بر حسب $Sd \phi$
The state of the granulation curve	Folk elongation coefficients	Symmetry status of the granulation curve	Folk Kurtosis coefficients	Sorting	
بسیار پهن Very wide	$0.67 >$	زیاد به سمت ذرات ریز دانه Lots of fine particles	+1 تا 0.3	بسیار خوب very well	$0.35 >$
پهن wide	0.9 تا 0.67	به سمت ذرات ریز دانه Towards fine-grained particles	0.1 تا 0.3	خوب Good	0.5-0.35
متوسط medium	1.11 تا 0.9	متقارن Symmetrical	-0.1 تا 0.1	نسبتاً خوب Relatively good	0.71 - 0.5
کشیده stretched	1.5 تا 1.11	به سمت ذرات درشت دانه Towards coarse particles	-0.3 تا -0.1	متوسط medium	1 - 0.71
بسیار کشیده Very stretched	3 تا 1.5	زیاد به سمت ذرات درشت دانه Too much towards coarse particles	-1 تا -0.3	بد Bad	2 - 1
بی‌نهایت کشیده Infinitely stretched	$3 <$			بسیار بد so bad	4 - 2
				بی‌نهایت بد Extremely bad	$4 <$

۳- تهیه نقشه کانون‌های بحرانی فرسایش بادی

ابتدا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مناطق تحت تأثیر فرسایش بادی با استفاده از تفسیر بصری تعیین شد. سپس براساس بازدید میدانی و با استفاده از جدول مبنای مدل ارائه شده (جدول ۵) در طرح شناسایی کانون‌های بحرانی، شدت منطقه برداشت و شدت کانون‌های بحرانی فرسایش بادی در منطقه مورد مطالعه تعیین گردید. برای شناسایی منشأ رسوبات بادی منطقه تحت تأثیر فرسایش بادی ملارد از روش منشأیابی تپه‌های ماسه‌ای در ایران (اختصاصی - احمدی) که شامل دو مرحله جهت‌یابی و مکان‌یابی مناطق برداشت است، استفاده شد. برای جهت‌یابی مناطق برداشت

از مورفولوژی رسوبات و تپه‌های ماسه‌ای برجای مانده، مطالعه رژیم باد و شناسایی بادهای فرساینده و مؤثر و همچنین از اطلاعات و تجارب ساکنان محلی برای تکمیل پرسش‌نامه‌های محلی در روستاهای تحت تأثیر فرسایش بادی برای شناسایی مسیر حرکت باد در منطقه استفاده گردید. مکان‌یابی مناطق برداشت با کمک بررسی و شناسایی رخساره‌های ژئومورفولوژی با تأکید بر مورفودینامیک باد محدوده‌هایی از اراضی که دارای بیشترین نقش در رسوبات بادی هستند شناسایی شد. بدین ترتیب مناطق برداشت (D) به مناطق برداشت با شدت زیاد (D1)، متوسط (D2) و کم (D3) تقسیم‌بندی می‌شوند.

جدول ۵- ارزیابی فاکتورهای میزان فعالیت (شدت) مناطق برداشت

Table 5- Evaluation of activity factors (intensity) of harvest areas

			فاکتور شدت برداشت
کم‌فعال (D3) Low active	نیمه‌فعال (D2) Semi-active	فعال (D1) active	Factor Harvest intensity
دشت سرلخت Bare plain	دشت سرآپانداژ با سنگ‌فرش کمتر از 40%	ساحل خشک Dry beach	
تپه ماهورهای با پوشش سنگفرشی بیش از 40%	Sarapandaj plain with paving less than 40%	بستر رودخانه‌های ریزدانه The bed of fine-grained rivers	
Satellite hills with paving more than 40%	تپه ماهور Mahur Hill	اراضی دشت سیلابی Flood plain lands	نوع اراضی و کاربری آن Type of land and its use
اراضی کویری با پوسته نمکی سخت یا کراست رسی Desert lands with hard salt crust or clay crust	مخروط‌افکنه‌های فعال و خشک Active and dry alluvial fans	دشت سرپوشیده Indoor plain	
زراعی بدون آیش و باغ Crop without fallow and garden	زراعت آیش (چند ماهه) Fallow cultivation (several months)	کشاورزی، زراعت (چند فصل آیش) Agriculture (several fallow seasons)	
0-5	5-10	10-15	0-15
آثار بادبردگی کم Increased surface soil gravel	آثار بادبردگی متوسط Medium wind effects	آثار بادبردگی خاک شدید است The effects of wind blowing are severe	آثار فرسایش سطحی در خاک Effects of surface erosion on soil
افزایش نسبت سنگریزه Increase the ratio of pebbles	آثار شلجمی و نیکا غیرفعال Shaljami and Nabka are inactive	کلوت و یاردانگ Klut and Yardang	
آثار نیکا کم است Nebka's works are few	افزایش سنگریزه خاک سطحی Increased surface soil gravel	آثار شلجمی شکل Turnip-shaped works	
		نیکا و ربدو فعال Nebka and Rabdo active	

			فاکتور شدت برداشت
کم فعال (D3) Low active	نیمه فعال (D2) Semi-active	فعال (D1) active	Factor Harvest intensity
0-5	5-10	10-15	0-15
15 -%/30	5 -%/15	<5% تراکم	تراکم پوشش گیاهی Vegetation density
0-3	3-7	7-10	0-10
40-%/60	15-%/40	<15% تراکم سنگریزه Vegetation density	الف) تراکم سنگریزه Vegetation density
وجود پوسته‌های نمکی یا رسی که در اثر عبور انسان یا نوک پا براحتی خرد نمی‌شود ولی می‌شکنند. Existence of salt or clay shells that do not break easily but break due to human or toe crossing	وجود پوسته‌های نمکی یا رسی که در اثر عبور انسان یا نوک پا براحتی خرد شده و از هم می‌پاشد. Existence of salt or clay shells that are easily crushed and disintegrated by human or toe crossing	وجود پوسته رسی یا نمکی که بر اثر عبور انسان یا ضربه نوک پا به‌طور کلی از هم پاشیده و پودر می‌شود. The presence of a clay or salt crust that is completely disintegrated and pulverized by human passage or a blow to the toe	ب) نوع سله Type of seal
0-6	6-14	14-20	0-20
شنی رسی گراولی رسی Sandy clay Gravelly clay	ماسه‌های درشت سیلتی رسی -رسی شن Coarse silty clay-sandy clay	ماسه‌های ریز سیلتی Fine-grained sand	بافت خاک سطحی Surface soil texture
0-3	3-7	7-10	0-10
برداشتن یک مشت خاک از سطح خاک بسیار دشوار است. It is very difficult to remove a handful of soil from the soil surface	برداشتن یک مشت خاک از سطح زمین به سختی انجام می‌شود. It is difficult to remove a handful of soil from the ground	به راحتی بوسیله دست یک مشت خاک را می‌توان برداشت A handful of soil can be easily removed by hand	مقاومت عمومی خاک General soil strength
0-3	3-7	7-10	0-10
وجود نمک‌های آهکی در خاک و عدم تورم و پوکی بعد از بارش Presence of calcareous salts in the soil and no swelling and hollow after rain	وجود نمک‌های گچ‌دار و تورم نسبی بعد از بارندگی و یا پوکی در مواقع خشکی شدید Presence of gypsum salts and relative swelling after rain or pus in severe drought	وجود نمک‌های پراکنده کننده در سطح خاک بعد از بارش باعث تورم و پوکی می‌شود، خاصه نمک‌های هالیت The presence of dispersing salts on the soil surface after precipitation causes swelling and pus, especially halite salts	نحوه و میزان نمک سطحی Manner and amount of surface soil salt
0-3	3-7	7-10	0-10
۱۰ < km	5-10 km	۵ > km	فاصله منشأ تا تپه‌های ماسه‌ای Distance of origin of sand dunes
0-3	3-7	7-10	0-10
0-31	31-69	69-100	جمع امتیازات Sum of points 0-100

نتایج بادسنجی

جنوب شرقی و جنوب در رتبه بعدی قرار دارد. گلبادهای فصلی ایستگاه نشان می‌دهد که فصل‌های پاییز، زمستان و بهار جهت باد غالب غرب و فصل تابستان جهت وزش باد غالب، جنوب می‌باشد. نتایج ترسیم گل توفان‌های ۴ ایستگاه سینوپتیک غرب استان تهران نشان داد که (شکل ۳) جهت باد غالب سالانه و فصلی در ایستگاه شهریار شمال غربی، ایستگاه کرج جهت باد غالب فرساینده شمال غربی، ایستگاه سینوپتیک قزوین جهت باد غالب فرساینده جنوب شرقی و در ایستگاه سینوپتیک هشتگرد جهت باد غالب فرساینده غربی است (جدول ۶).

نتایج ترسیم گلبادهای ۴ ایستگاه سینوپتیک غرب استان تهران نشان داد که جهت غالب وزش باد در گلباد سالانه و فصلی در ایستگاه شهریار و کرج از جهت شمال غربی است. جهت غالب وزش باد در گلباد سالانه در ایستگاه قزوین از سمت جنوب شرقی می‌باشد. بادهای فصلی نیز نشان‌دهنده این است که جهت غالب در پاییز، زمستان و تابستان از جنوب شرقی و در بهار از غرب است و در ایستگاه هشتگرد جهت غالب وزش بادهای در گلباد سالانه از سمت غربی می‌باشد و جهت باد

جدول ۶- درصد توزیع طبقات سرعت باد به صورت سالانه در ایستگاه سینوپتیک غرب استان تهران

Table 6- Percentage of wind speed classes distributed annually in the western synoptic station of Tehran province

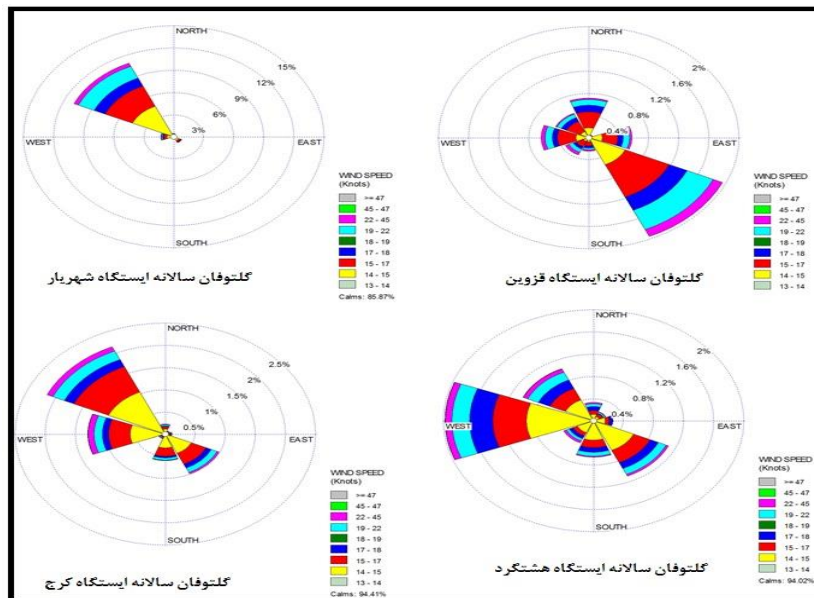
هشتگرد Hashtgerd	قزوین Qazvin	کرج Karaj	شهریار Shahriar	طبقات سرعت (m/s) Speed classes (m / s)
94	95	94.4	85.9	آرام
0	0	0	0	13-14
2.9	1.4	2.7	6.3	14-15
1.3	1.8	1.6	3.8	15-17
0.9	0.7	0.4	1.4	17-18
0	0	0	0	18-19
0.7	0.8	0.6	2	19-22
0.3	0.3	0.3	0.6	22-45
0	0	0	0	45-47
0	0	0	0	≥ 47

نشان‌دهنده قدرت متوسط فرسایش بادی می‌باشد. بنابر طبقه‌بندی فرای برگر و دین قدرت فرسایشی باد در تمامی مناطق کم دیده شد. جهت بردار برآیند توان حمل ماسه (RDD) را در منطقه مورد مطالعه نشان داد که رسوبات ماسه‌ای در منطقه شهریار و کرج از سمت شمال غربی به جنوب شرقی، هشتگرد از سمت غرب به شرق و در قزوین از سمت جنوب شرقی به شمال غربی بود. بررسی شاخص تغییرپذیری جهت باد در منطقه نشان داد که براساس

نتایج حاصل از تهیه گلماسه ایستگاه‌های مورد مطالعه در شکل ۳ نشان داده شده است. براساس جدول تقسیم‌بندی توان حمل ماسه (DPT) (Fryberger and Dean, 1979) در تمام ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه کمتر از ۲۰۰ است که این نشان‌دهنده قدرت فرسایشی کم می‌باشد. کمترین مقدار DPT مربوط به ایستگاه کرج (۵۹/۷۲۳ واحد برداری) و بیشترین DPT متعلق به ایستگاه شهریار (۱۷۵/۴۳۱ واحد برداری) است که

دارای بادهای دو جهته با زاویه منفرجه و قزوین با تغییرپذیری زیاد و بادهای چند جهته مرکب با زاویه تند بود.

طبقه‌بندی فرایبرگرودین (جدول ۷) منطقه با تغییرپذیری کم جهت باد دارای بادهای یک جهته بود. منطقه شهریار دارای بادهای یک‌جهته و تغییرپذیری جهت‌های باد کم بود. منطقه هشتگرد و کرج با تغییرپذیری متوسط جهت باد



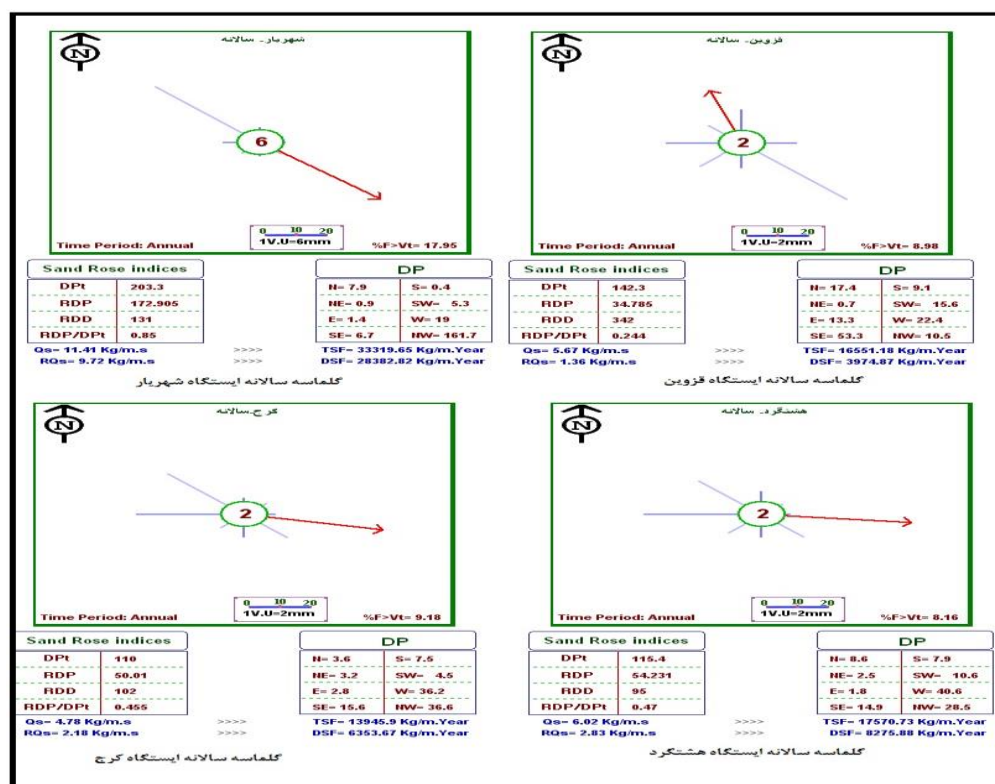
شکل ۳- گل توفان سالانه ایستگاه سینوپتیک غرب استان تهران

Figure 3- Annual storm rose in the western synoptic station of Tehran province

جدول ۷ - تغییرپذیری جهت باد (UDI) بر اساس طبقه‌بندی فرای برگر

Table 7- Wind direction variability (UDI) based on Fryberger classification

طبقه بندی جهات باد Classification of wind directions	تغییر پذیری جهات باد Variability of wind directions	UDI جدولهای محاسباتی UDI computational tables	نام ایستگاه Station name
بادهای یک‌جهته One-way winds	کم Low	0.85	شهریار Shahriar
بادهای دو جهته با زاویه منفرجه Two-way winds with aperture angle	متوسط Medium	0.47	هشتگرد Hashtgerd
بادهای دو جهته با زاویه منفرجه Two-way winds with aperture angle	متوسط Medium	0.455	کرج Karaj
بادهای چند جهته مرکب با زاویه تند High composite multi-directional winds with sharp angles	زیاد High	0.244	قزوین Qazvin



شکل ۴- ترسیم گلماسه‌های سالانه ایستگاه سینوپتیک غرب استان تهران

Figure 4- Drawing annual sand roses of synoptic station in the west of Tehran province

ضعیف بوده است.

ج) کج شدگی یا نامتقارن بودن منحنی: نمونه ماسه‌های بادی کج‌شدگی مثبت را در مقیاس فولک دارند که مقدار ذرات ریزدانه فراوان می‌باشد که منحنی تجمعی دانه‌بندی در رخساره‌های منطقه مورد مطالعه نیز به سمت راست (به سمت رسوبات ریزدانه) میل می‌کند (شکل، ۴).
د) کشیدگی: کلیه نمونه‌های ماسه بادی از نظر کشیدگی در مقیاس فولک بیشتر به صورت پهن و بسیار پهن بوده که نشان‌دهنده دنباله دارای جورشدگی بهتر از قسمت وسط منحنی است.

نتایج نمونه‌برداری و دانه‌بندی منطقه برداشت نتایج حاصل از نمونه‌های منطقه مورد مطالعه، مانند شاخص‌های مورفومتری شامل: میانگین، جورشدگی، چولگی و کشیدگی در جداول (۸ و ۹) آورده شده است.
الف) متوسط ذرات: قطر میانگین ذرات منطقه مورد مطالعه بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ میکرون پراکنده شده است و اندازه ذرات ماسه در حد ماسه درشت و خیلی درشت می‌باشد. براساس میانگین قطر ذرات فاصله حمل ذرات بین ۱ تا ۵ کیلومتر و کمتر از ۱ کیلومتر بوده است.
ب) جورشدگی یا یکنواختی اندازه ذرات: در نمونه‌های مورد مطالعه جورشدگی تمام نمونه‌ها در حد

جدول ۸- توزیع دانه‌بندی رسوبات بر اساس قطر ذرات در منطقه برداشت

Table 8- Sediment grain size distribution based on particle diameter in the harvest area

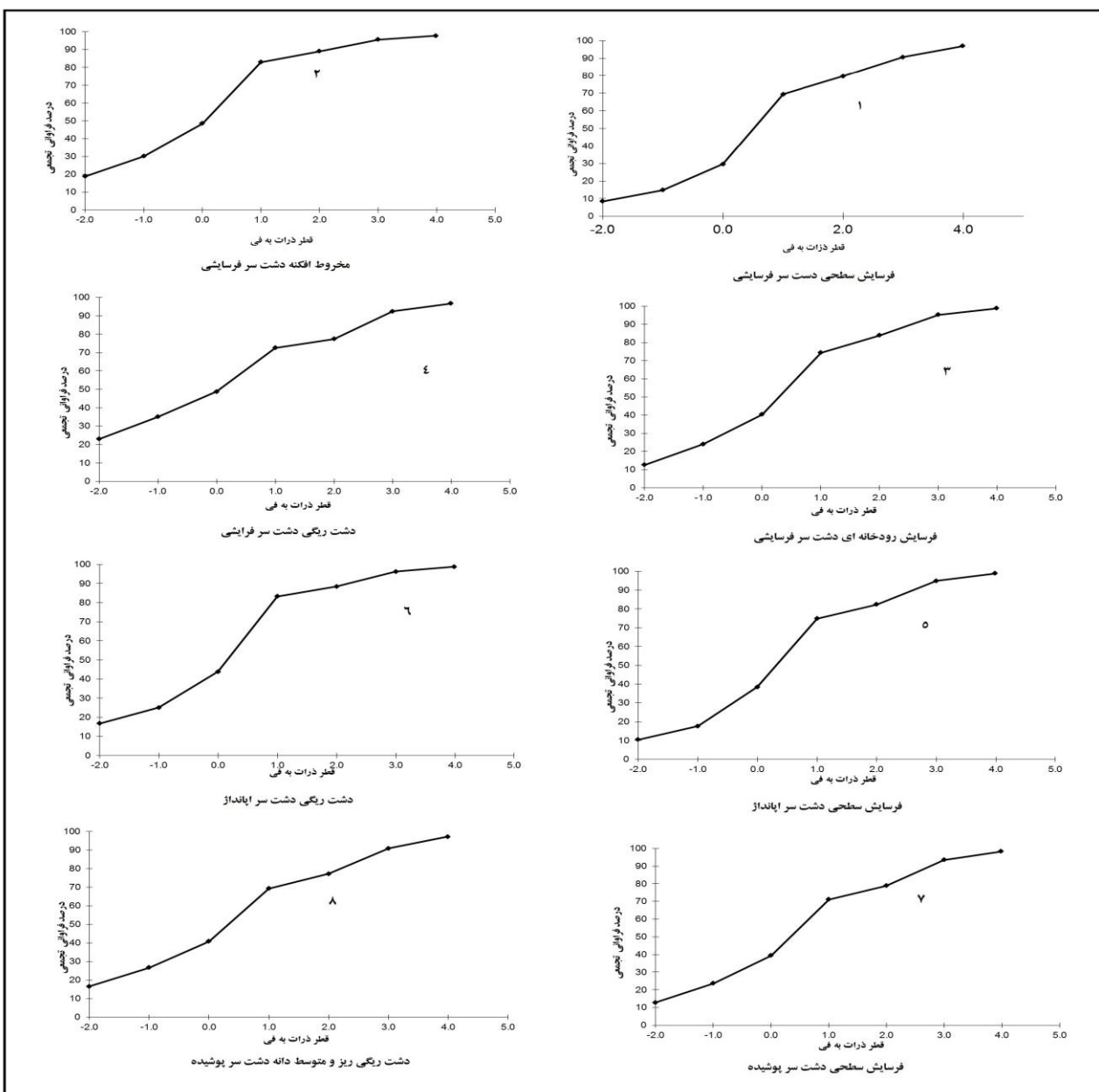
فاصله حمل Shipping distance	کیفی Quality	کمی (میکرون) Quantity(μ)	نام رخساره facies
1-5 کیلومتر 1-5 km	ماسه درشت Coarse sand	632.2	فرسایش سطحی دشت سر فرسایشی Surface erosion, bare pediment
کمتر از 1 کیلومتر Less than 1 km	ماسه خیلی درشت Very coarse sand	1118.7	مخروط افکنه دشت سر فرسایشی Alluvial fan, erosional or bare pediment
1-5 کیلومتر 1-5 km	ماسه درشت Coarse sand	874.4	فرسایش رودخانه‌ای دشت سر فرسایشی River erosion, erosional or bare pediment
1-5 کیلومتر 1-5 km	ماسه درشت Coarse sand	774.5	دشت ریگی خیلی درشت دانه با تراکم متوسط و زیاد توأم با قلوه سنگ‌های درشت با تراکم زیاد دشت سر فرسایشی Very Coarse sandy plain with medium to high density and coarse rubble with high density, erosional pediment
1-5 کیلومتر 1-5 km	ماسه درشت Coarse sand	754	فرسایش سطحی دشت سر اپانداز Surface erosion, Ependage pediment
کمتر از 1 کیلومتر Less than 1 km	ماسه خیلی درشت Very coarse sand	1154.7	دشت ریگی درشت و متوسط دانه با تراکم متوسط تا زیاد توأم با قلوه سنگ با تراکم کم تا متوسط دشت سر اپانداز Sandy plain with coarse and medium grain and medium to high density and rubble with low to medium density, Ependage pediment
1-5 کیلومتر 1-5 km	ماسه درشت Coarse sand	797.2	فرسایش سطحی دشت سر پوشیده Surface erosion, covered pediment
1-5 کیلومتر 1-5 km	ماسه درشت Coarse sand	815.6	دشت ریگی ریز و متوسط دانه با پوشش گیاهی تخریب شده دشت سر پوشیده Sandy plain with fine and medium grain and eroded vegetation, covered pediment
1-5 کیلومتر 1-5 km	ماسه متوسط Medium sand	701.8	دق رسی شور و فاقد پوشش گیاهی یا با پوشش گیاهی اندک شورپسندها دشت سر پوشیده Playa without vegetation cover or with halophytes, covered pediment
1-5 کیلومتر 1-5 km	ماسه درشت Coarse sand	651	اراضی بایر پوسته نمکی پلایا Bare lands
1-5 کیلومتر 1-5 km	ماسه درشت Coarse sand	969.5	فرسایش سطحی آبرفتی پلایا Alluvial surface erosion of Playa
1-5 کیلومتر 1-5 km	ماسه درشت Coarse sand	595.5	فرسایش رودخانه‌ای ناحیه مرطوب پلایا River erosion of the wetland of Playa
1-5 کیلومتر 1-5 km	ماسه درشت Coarse sand	689.8	کشاورزی رها شده Abandoned agriculture
1-5 کیلومتر 1-5 km	ماسه درشت Coarse sand	730.2	دشت ریگی متوسط دشت سر پوشیده Sandy plain with medium grain, covered pediment

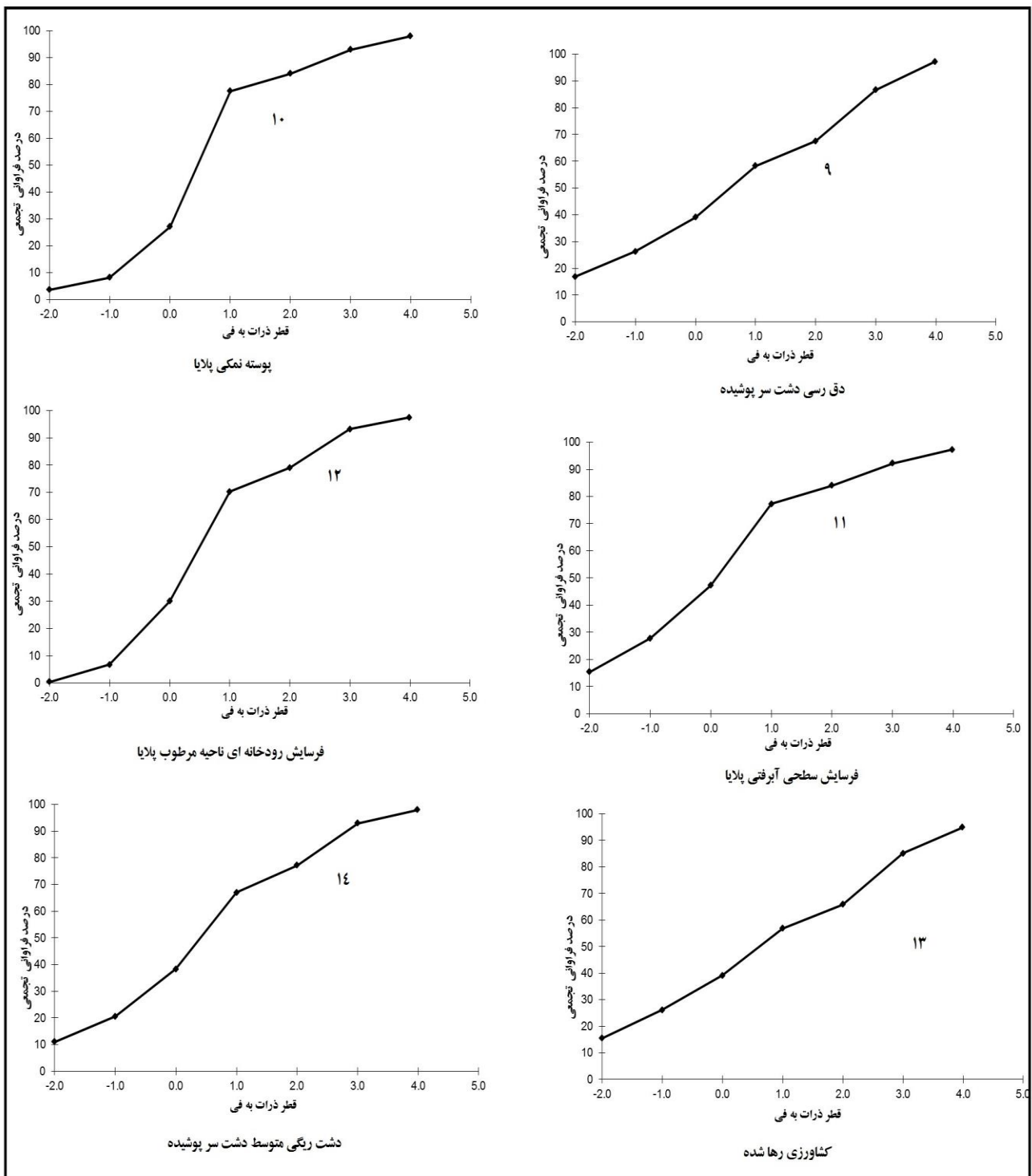
جدول ۹- نتایج دانه‌بندی نمونه‌های منطقه برداشت مورد مطالعه

Table 9- Granulation results of samples in the study area

کشیدگی stretch		چولگی Kurtosis		جورشدگی sorting		نام رخساره facies
کیفی Quality	کمی Quantity	کیفی Quality	کمی Quantity	کیفی Quality	کمی Quantity	
متوسط medium	1.078	به سمت ذرات ریزدانه Towards fine-grained particles	0.218	ضعیف Weak	1.565	فرسایش سطحی دشت‌سر فرسایشی Surface erosion, bare pediment
بسیار پهن Very wide	0.632	به سمت ذرات ریزدانه Towards fine-grained particles	0.225	ضعیف Weak	1.239	مخروط افکنه دشت‌سر فرسایشی Alluvial fan, erosional or bare pediment
پهن wide	0.769	به سمت ذرات ریزدانه Towards fine-grained particles	0.179	ضعیف Weak	1.499	فرسایش رودخانه‌ای دشت‌سر فرسایشی River erosion, erosional or bare pediment
بسیار پهن Very wide	0.494	زیاد به سمت ذرات ریزدانه Lots of fine particles	0.501	ضعیف Weak	1.570	دشت ریگی خیلی درشت‌دانه با تراکم متوسط و زیاد توأم با قلوه سنگ‌های درشت با تراکم زیاد دشت‌سر فرسایشی Very Coarse sandy plain with medium to high density and coarse rubble with high density, erosional pediment
متوسط medium	0.982	به سمت ذرات ریزدانه Towards fine-grained particles	0.219	ضعیف Weak	1.442	فرسایش سطحی دشت‌سر اپانداز Surface erosion, Epandage pediment
پهن wide	0.785	به سمت ذرات ریزدانه Towards fine-grained particles	0.102	ضعیف Weak	1.286	دشت ریگی درشت و متوسط‌دانه با تراکم متوسط تا زیاد توأم با قلوه سنگ با تراکم کم تا متوسط دشت‌سر اپانداز Sandy plain with coarse and medium grain and medium to high density and rubble with low to medium density, Epandage pediment
پهن wide	0.696	به سمت ذرات ریزدانه Towards fine-grained particles	0.225	ضعیف Weak	1.634	فرسایش سطحی دشت‌سر پوشیده Surface erosion, covered pediment
بسیار پهن Very wide	0.603	به سمت ذرات ریزدانه Towards fine-grained particles	0.273	ضعیف Weak	1.750	دشت ریگی ریز و متوسط‌دانه با پوشش گیاهی تخریب شده دشت‌سر پوشیده Sandy plain with fine and medium grain and eroded vegetation, covered pediment
بسیار پهن Very wide	0.508	به سمت ذرات ریزدانه Towards fine-grained particles	0.215	ضعیف Weak	1.852	دق رسی شور و فاقد پوشش گیاهی یا با پوشش گیاهی اندک شورپسندها دشت‌سر پوشیده Playa without vegetation cover or with halophytes,

کشیدگی stretch		چولگی Kurtosis		جورشدگی sorting		نام رخساره facies
کیفی Quality	کمی Quantity	کیفی Quality	کمی Quantity	کیفی Quality	کمی Quantity	
covered pediment						
بسیار پهن Very wide	1.966	به سمت ذرات ریزدانه Towards fine-grained particles	0.174	ضعیف Weak	1.418	اراضی بایر پوسته نمکی پلایا Bare lands
پهن wide	0.803	زیاد به سمت ذرات ریزدانه Lots of fine particles	0.306	ضعیف Weak	1.623	فرسایش سطحی آبرفتی پلایا Alluvial surface erosion of Playa
متوسط medium	1.094	به سمت ذرات ریزدانه Towards fine-grained particles	0.249	ضعیف Weak	1.449	فرسایش رودخانه‌ای ناحیه مرطوب پلایا River erosion of the wetland of Playa
بسیار پهن Very wide	0.539	به سمت ذرات ریزدانه Towards fine-grained particles	0.209	ضعیف Weak	1.938	کشاوری رها شده Abandoned agriculture
پهن wide	0.659	به سمت ذرات ریزدانه Towards fine-grained particles	0.213	ضعیف Weak	1.631	دشت ریگی متوسط دشت‌سر پوشیده Sandy plain with medium grain, covered pediment





شکل ۵- منحنی‌های تجمعی دانه‌بندی در رخساره‌های منطقه مورد مطالعه
 Figure 5- Cumulative aggregation curves in the facies of the study area

برداشت شده در رخساره‌های مختلف نشان می‌دهد.

نتایج جدول ۱۰ میزان فراوانی ذرات درشت‌تر از یک میلی‌متر و حساس به فرسایش بادی را در نمونه‌های

جدول ۱۰- درصد ذرات حساس و مقاوم به فرسایش بادی

Table 10- Percentage of particles sensitive and resistant to wind erosion

درصد ذرات بزرگتر از ۱ میلی متر Particles larger % than 1 mm	درصد ذرات حساس به فرسایش بادی Particles sensitive % to wind erosion	نام رخساره facies
29.55	17.3	فرسایش سطحی دشت سر فرسایشی Surface erosion, bare pediment
48.49	8.64	مخروط افکنه دشت سر فرسایشی Alluvial fan, erosional or bare pediment
40.38	14.91	فرسایش رودخانه‌ای دشت سر فرسایشی River erosion, erosional or bare pediment
49.69	19.34	دشت ریگی خیلی درشت‌دانه با تراکم متوسط و زیاد توأم با قلوه سنگ‌های درشت با تراکم زیاد دشت سر فرسایشی Very Coarse sandy plain with medium to high density and coarse rubble with high density, erosional pediment
38.47	16.52	فرسایش سطحی دشت سر اپانداز Surface erosion, Epan dage pediment
43.85	10.42	دشت ریگی درشت و متوسط‌دانه با تراکم متوسط تا زیاد توأم با قلوه سنگ با تراکم کم تا متوسط دشت سر اپانداز Sandy plain with coarse and medium grain and medium to high density and rubble with low to medium density, Epan dage pediment
39.35	19.41	فرسایش سطحی دشت سر پوشیده Surface erosion, covered pediment
47.69	23.29	دشت ریگی ریز و متوسط‌دانه با پوشش گیاهی تخریب شده دشت سر پوشیده Sandy plain with fine and medium grain and eroded vegetation, covered pediment
39.04	29.72	دق رسی شور و فاقد پوشش گیاهی یا با پوشش گیاهی اندک شورپسندها دشت سر پوشیده Playa without vegetation cover or with halophytes, covered pediment
27.14	13.91	اراضی بایر پوسته نمکی پلایا Bare lands
47.24	13.18	فرسایش سطحی آبرفتی پلایا Alluvial surface erosion of Playa
30.02	18.47	فرسایش رودخانه‌ای ناحیه مرطوب پلایا River erosion of the wetland of Playa
39.15	29.02	کشاورزی رها شده Abandoned agriculture
38.32	20.86	دشت ریگی متوسط دشت سر پوشیده Sandy plain with medium grain, covered pediment

منطقه به فراوانی دیده می‌شود. با توجه به شواهد موجود جهت عمومی بادهای فرساینده در منطقه مورد مطالعه از شمال غرب و با شدت کمتر از غرب می‌باشد. براساس آمار و اطلاعات ایستگاه هواشناسی شهریار و کرج و بررسی‌های انجام شده در محل، عوامل خشکی هوا و کمی نزولات آسمانی و همچنین اختلاف درجه حرارت در طی شبانه‌روز باعث ایجاد اختلاف فشار هوا می‌گردد. به‌طور کلی شدت وزش باد در پاییز و زمستان آرام‌تر از بهار و تابستان است و جهت باد غالب شمال غربی است که نقش مهمی در بروز فرسایش بادی در منطقه دارد. همچنین بادهای غربی نیز نقش بارزی در فرسایش بادی در منطقه دارند.

۲- مکان‌یابی مناطق برداشت

بررسی و شناسایی رخساره‌های ژئومورفولوژی با تأکید بر مورفودینامیک باد نشان داد که برداشت ماسه در منطقه مورد مطالعه در شمالی‌ترین قسمت که اراضی کشاورزی رها شده شروع شده تا جنوبی‌ترین قسمت منطقه ادامه دارد. در قسمت شمال منطقه رودخانه شور قرار دارد که در اثر رسوب‌گذاری سال‌های متوالی اراضی نسبتاً مسطحی حاصل شده که دارای خاک عمیق با بافت سنگین رسی - نمکی می‌باشد. از حاشیه رودخانه به سمت شرق، خاک دارای بافت رسی - شنی است که اراضی کشاورزی بر روی آن واقع شده و سطح اراضی به صورت شخم‌خورده و بدون پوشش در معرض فرسایش باد غالب قرار گرفته است. نتایج بررسی منشأ رسوبات بادی در منطقه ملارد بیانگر این است که اصلی‌ترین عامل تغذیه رسوبات بادی منطقه ناشی از حمل رسوبات از اراضی زراعی رها شده منطقه است که بدون پوشش گیاهی و در معرض مستقیم باد قرار دارند. با بررسی‌های به‌عمل آمده از جهت‌یابی و مکان‌یابی مناطق برداشت مشخص شده است که از ۷۰۰۸۴ هکتار از محدوده مورد مطالعه ۲۱۵۵ هکتار دارای شدت زیاد (D1) (۳ درصد)، ۲۴۱۵ هکتار دارای شدت متوسط (D2) (۳/۴ درصد) و ۱۱۴۷۹ هکتار دارای شدت کم (D3) (۱۶/۴ درصد) می‌باشد (جدول ۸). شکل (۵) نقشه اولویت‌بندی کانون‌های بحرانی در منطقه را در حوزه نشان می‌دهد که طبق آن بخش زیادی از مساحت منطقه جزء کانون‌های بحرانی با شدت برداشت کم (۱۶/۴ درصد) است.

براساس نتایج به‌دست آمده از دانه‌بندی الک خشک در نمونه‌های برداشت شده، بیشترین درصد ذرات بزرگتر از ۱ میلی‌متر که در برابر فرسایش بادی مقاوم بوده در دشت سر فرسایشی در رخساره دشت ریگی خیلی درشت دانه با تراکم متوسط و زیاد توأم با قلوه سنگ‌های درشت با تراکم زیاد (۴۸/۶۹ درصد) است. همچنین حساس‌ترین رخساره در برابر فرسایش بادی در اراضی کشاورزی رها شده (۲۹/۰۲ درصد) می‌باشد. رهاسازی اراضی کشاورزی در منطقه مورد مطالعه باعث شده است که ذرات ریزتر از ۱۰۰ میکرون به مرور زمان افزایش یابد. در نتیجه این رخساره جزو مناطق رو به تخریب و مستعد فرسایش بادی شناخته شد. همچنین در تمام رخساره‌ها بیشترین فراوانی ذرات در محدوده ۵۰۰ میکرون است اما در اراضی کشاورزی بیشترین فراوانی ذرات در محدوده کمتر از ۱۲۵ میکرون می‌باشد. نتایج میزان فراوانی ذرات درشت‌تر از یک میلی‌متر و حساس به فرسایش بادی را در نمونه‌های برداشت شده در رخساره‌های مختلف نشان می‌دهد.

شناسایی منشأ کانون‌های بحرانی فرسایش بادی
شناسایی منشأ رسوبات بادی منطقه تحت تأثیر فرسایش بادی ملارد در دو مرحله جهت‌یابی و مکان‌یابی مناطق برداشت انجام شده است.

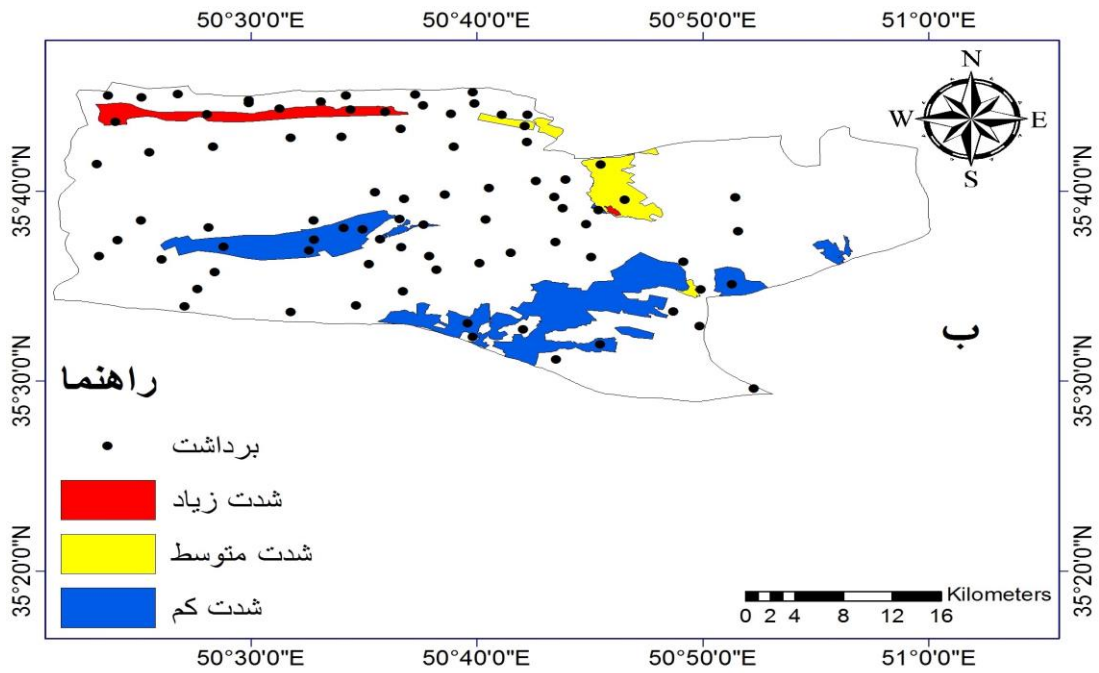
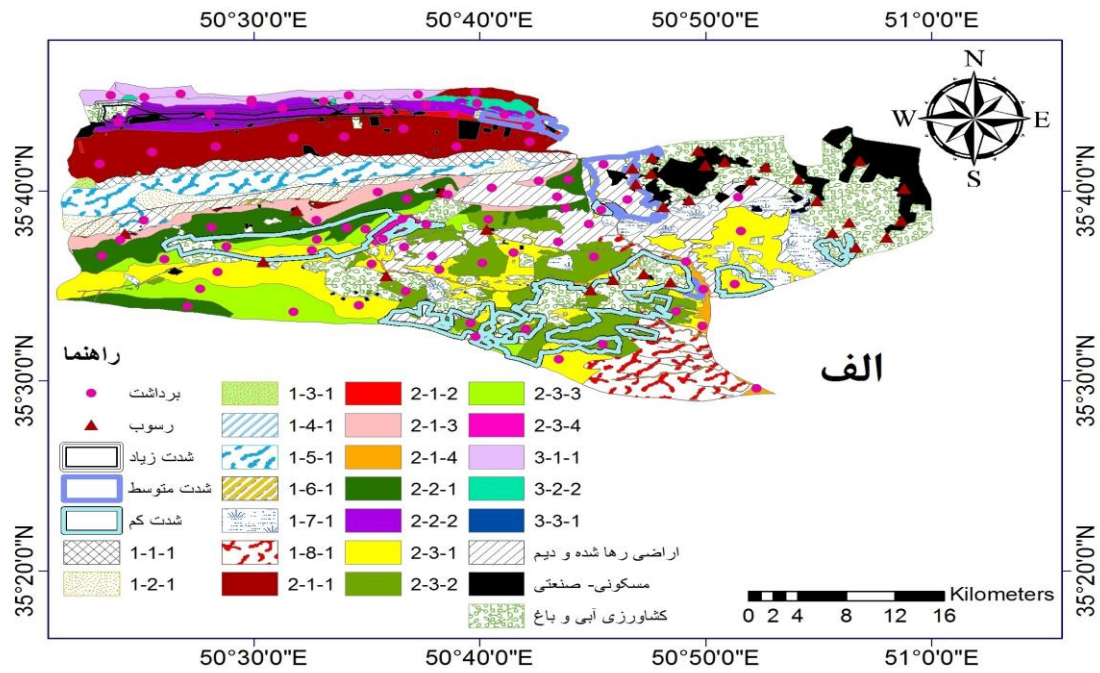
۱- جهت‌یابی مناطق برداشت

با تکمیل پرسش‌نامه‌های مردمی و طبق نظر مردم محلی چندین باد در این منطقه وجود دارد. پرسش‌نامه‌های محلی تکمیل شده در محدوده روستاهای حاجی‌آباد، چهارباغ، اخترآباد، گمرگان، علی‌بیات و شریف‌آباد همگی حکایت از بادهای شمال‌غرب را دارد که گاهی به صورت طوفان‌های تیره و سیاه منطقه را می‌پوشاند. این بادهای در چهار ماه آبان تا بهمن می‌وزند و در هشت ماه دیگر بادهای بیشتر غربی - شرقی است. وجود این بادهای به‌ویژه باد شمال‌غرب نقش عمده‌ای را در ایجاد طوفان‌های ماسه‌ای در منطقه ایفا می‌کند. بررسی مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای منطقه نشان داد که عامل عمده شرایط موجود رها شدن اراضی کشاورزی به دلیل نبود آب کافی برای زراعت و خشکسالی‌های پی‌درپی است. وجود نیکا نهشته‌های ماسه‌ای در پای بوته‌های خارشنتر، آتریپلکس، گون و اسپند در سطح

جدول ۱۱- امتیازات اختصاص یافته و شدت برداشت مناطق تحت تأثیر فرسایش بادی در شهرستان ملارد

Table 11- Assigned scores and harvest intensity of areas affected by wind erosion in Mallard County

مساحت (هکتار) Area(ha)	شدت برداشت Harvest intensity	جمع امتیازات (0-100) Sum of points	سنگریزه یا سله در سطح خاک (0-20) Gravel or tuber on the soil surface	فاصله منشأ تا تپه‌های ماسه‌ای (0-10) Distance of origin of sand dunes	وجود نمک در خاک و پراکندگی (0-10) Presence of salt in the soil and dispersion	مقاومت عمومی خاک (0-10) General soil strength	بافت خاک (0-10) Surface soil	تراکم پوشش گیاهی (0-10) Vegetation density	آثار فرسایش سطحی در خاک (0-15) Effects of surface erosion on soil	نوع اراضی و کاربری آن (0-15) Type of land and its use	ردیف Row
2155	D1	70	۱۱	7	7	7	8	7	11	12	1
2415	D2	46	4	2	5	6	6	8	7	8	2
11479	D3	29	3	3	5	4	3	3	3	5	3



شکل ۶- نقشه کانون‌های بحرانی در محدوده رخساره‌های ژئومورفولوژی (الف) و نقاط برداشت (ب) در منطقه مورد مطالعه
 Fig 6- Map of critical foci in the range of geomorphological facies (a) and harvest points (b) in the study area

بحث

مطالعات انجام شده در مناطق بیابانی ایران نشان می‌دهد که بهترین مرحله مبارزه با فرسایش بادی در مرحله برداشت است. مبارزه با فرسایش بادی در مرحله برداشت علاوه بر صرف هزینه کمتر موفقیت بیشتری نسبت به دو منطقه دیگر خواهد داشت. نتایج به دست آمده از مطالعات بادی، نمونه برداری، دانه بندی منطقه برداشت و تهیه نقشه کانون‌های بحرانی به شرح ذیل است. ترسیم گلباد و گل‌توفان‌های منطقه نشان می‌دهد که جهت باد غالب منطقه با توجه به ایستگاه‌های سینوپتیک موجود در محدوده مورد مطالعه شمال غربی می‌باشد. نتایج حاصل از محاسبات و تهیه گلماسه ایستگاه‌های مورد مطالعه نشان داد که مقدار Dpt در تمام ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه کمتر از ۲۰۰ است که این نشان دهنده قدرت فرسایشی کم است. جهت بردار برآیند توان حمل ماسه (RDD) از سمت شمال غربی به جنوب شرقی و شاخص تغییرپذیری جهت باد یک جهته و چند جهته می‌باشد. نتایج به دست آمده از توزیع دانه بندی رسوبات بر اساس قطر ذرات در منطقه برداشت نشان داد که دقرسی شور و فاقد پوشش گیاهی یا با پوشش گیاهی اندک شورپسندها در دشت سر پوشیده بیشترین درصد ذرات حساس به فرسایش بادی و دشت ریگی در دشت سر اپانداژ بیشترین درصد کلوخه و قلوه سنگ را برای جلوگیری از فرسایش بادی دارد. همچنین رابطه غیرمستقیم بین قطر میانگین ذرات و فاصله حمل ذرات در تمام رخساره‌های منطقه مورد مطالعه نشان داد که فاصله حمل ذرات بین ۱ تا ۵ کیلومتر و کمتر از ۱ کیلومتر بوده که نشان دهنده محلی بودن منشأ برداشت است و با نتایج Ekhtesasi و همکاران (۱۹۹۶) و Mesbahzadeh و همکاران (۲۰۱۸) مطابقت دارد. با توجه به نتایج به دست آمده جورشدهگی ذرات بین ۱ تا ۲ است که از جورشدهگی ضعیفی برخوردار است و فاصله کم از منشأ این اجازه را نمی‌دهد که رسوبات مسیر زیادی را طی کنند و جورشدهگی بهتری داشته باشند. البته استناد به وضعیت جورشدهگی ذرات رسوبات بادی به عنوان یک شاخص مفید در تعیین دوری و نزدیکی منشأ ذرات، توسط

محققان دیگری مانند Maghsoudi و همکاران (۲۰۱۲) نیز تأکید شده است. نتایج به دست آمده از شاخص کج شدگی نشان داد که در تمامی نمونه‌ها دنباله منحنی به سمت مثبت و رسوبات دانه ریزتر و بادی است که نشان دهنده رسوب گذاری در محیط آرام می‌باشد. بنابراین از کج شدگی برای تعبیر و تفسیر محیط رسوبی و فرایندهایی که باعث حمل و نقل شده استفاده می‌شود. بررسی و تعیین دقت کاربری نظریه Chepil (۱۹۵۴) و پاسا در تشخیص قابلیت فرسایش پذیری بر اساس دانه بندی خاک یا رسوبات سطحی (عمق ۵ سانتیمتری)، طبق این نظریه در صورتی که فراوانی عناصر بزرگتر از ۱ میلی‌متر (۰/۸۴ میلی‌متر) در خاک سطحی تا عمق ۵ سانتی متری بیش از ۶۰ درصد باشد آن خاک به فرسایش بادی پایدار و در صورتی که ۵۰-۶۰ درصد باشد نسبتاً پایدار و در صورتی که کمتر از ۵۰ درصد باشد حساس است که طبق نتایج برآورد شده (جدول ۶) فراوانی ذرات بزرگتر از ۱ میلی‌متر کمتر از ۵۰ درصد است و منطقه به فرسایش بادی حساس و بسیار حساس می‌باشد و نیاز به عملیات حفاظتی دارد که با نتایج مطالعاتی Mesbahzadeh و همکاران (۲۰۱۸) در شهرستان آران کاشان و همچنین با نتایج Ranjbar و همکاران (۲۰۱۹) مقدار شن بیشتر از ۶۳ درصد و مقدار سیلت بیشتر از ۳۶ درصد در بخش مرکزی شهرستان مهران را به عنوان منشأ اصلی کانون‌های مولد گردوغبار شناسایی کردند، مطابقت دارد. بر اساس نقشه کانون‌های بحرانی این منطقه از نظر اولویت بندی مناطق برداشت به سه طبقه فعال، نیمه فعال و کم فعال تقسیم می‌شود که رخساره مخروطه افکنه جزو مناطق فعال محسوب می‌شود. حدود ۱۶ درصد از مساحت منطقه جزء کانون‌های بحرانی با شدت برداشت کم است که در رخساره‌های دشت ریگی دشت سر پوشیده و دشت سر اپانداژ قرار دارد. به این دلیل این مناطق نیز جزء کانون‌های بحرانی می‌باشد که بارش‌های کوتاه مدت و رگباری در آبراهه‌ها مقدار زیادی رسوبات ریزدانه از جمله سیلت و رس را انتقال می‌دهد که بعد از خشک شدن، مکان مستعدی برای فرسایش و جابه جایی توسط باد می‌باشند. از این رو، با توجه

در نهایت حرکت رسوبات به سمت شرق منطقه می‌شوند و پراکنش اراضی زراعی در بخش غرب و جنوب غربی منطقه که با توجه به لخت بودن این اراضی در بیشتر فصول سال، شیب کم این اراضی، داشتن بافت سنی و از همه مهمتر قرار گرفتن در معرض وزش باد غالب منطقه می‌تواند به عنوان یک کانون برداشت رسوبات در منطقه مطرح شوند که با نتایج به دست آمده از مطالعات منشأیابی رسوبات بادی Biabani و همکاران (۲۰۱۷)، Ekhtesasi و همکاران (۱۹۹۶) و Memarian (۲۰۰۵) مطابقت دارد. وجود خاک‌دانه‌های درشت و پایدار در سطح می‌تواند باعث کاهش شدت فرسایش گردد (Zhu, Qiang et al., 2007). همکاران (۲۰۲۰) نیز معتقدند که برنامه کاری برای به حداقل رساندن فرسایش بادی از جمله مدیریت مکانی متفاوت انجام شود، همچنین مطالعات عمیق‌تری در مورد تأثیرات فرسایش باد در بازیابی پوشش گیاهی، تنوع زیستی و بهره‌وری زمین انجام گردد.

با توجه به جدول‌های مبنا و پارامترهای موجود در این جدول و نتایج حاصل از دانه‌بندی، شهرستان ملارد از جمله کانون‌های بحرانی موجود در استان تهران بوده که باید روند انجام پروژه‌های اجرایی در این منطقه ادامه یابد. از جمله شاخص‌های در نظر گرفته شده برای این منظور، می‌توان به جمعیت بسیار زیاد، اراضی کشاورزی، خطوط مواصلاتی، تأسیسات اقتصادی (صنعتی - دامداری)، تخریب پوشش گیاهی و منابع زیستی و اقتصادی در محدوده‌های مورد نظر کانون بحرانی منطقه اشاره کرد که می‌تواند برای برنامه‌ریزی منطقی در مورد حفاظت از خاک و مدیریت خطر زیست محیطی استفاده شود.

منابع مورد استفاده

- Abbasi, M., Feiznia, S., Ahmadi, H. and Kazmei, Y., 2010. Study of sand dunes origin by geochemical trades of eolian sediment in Niatak. Journal of Arid Biom, 1(1): 33-44 (in Persian).
- Ahmadi, H., 2012. Applied Geomorphology, Vol. 2, Tehran University Press. 760 p (in Persian).

به وسعت زیاد دشت ریگی، وجود رسوبات ریزدانه در حد سیلت و رس و قابلیت کنده‌شدن و انتقال به وسیله باد و پوشش گیاهی اندک حتی گاهی از موارد بدون مناطق پوشش نتایج حاصل از مدل که نشان‌دهنده سهم بیشتر دشت ریگی در تولید گردوغبار ملارد است با نتایج Akbari-Mahdiabad (۲۰۲۰) در بررسی منشأیابی رسوبات بادی و گردوغبار دهستان بهادران مطابقت دارد. اصلی‌ترین عامل تغذیه رسوبات بادی منطقه ناشی از حمل رسوبات از اراضی زراعی رها شده منطقه است که بدون پوشش گیاهی و در معرض مستقیم باد قرار دارند. نتایج حساسیت زمین به فرسایش آبی و بادی در شرق قاره آفریقا نشان داد که در کشورهای سودان و مالی بیشترین مناطق مستعد فرسایش بادی وجود دارد که ناشی از پوشش گیاهی پراکنده و یا عاری از پوشش گیاهی است (AlmawFentaab et al., 2020). نظر محققانی مانند Rashki و همکاران (۲۰۱۵) و Lee و همکاران (۲۰۱۲)، که خشک شدن دریاچه‌ها، شرایط آب و هوایی خشک بیابانی و پوشش گیاهی ضعیف را سبب ایجاد کانون‌های برداشت گردوغبار می‌دانند با نتایج این تحقیق هم‌خوانی دارد. نتایج خصوصیات کانون‌های برداشت گردوغبار نشان‌دهنده آن است که بیشتر این کانون‌ها در زمین‌های بایر و مراتع فقیر که پوشش گیاهی ضعیفی دارند واقع شده است که با نتایج تحقیقات Miller و همکاران (۲۰۱۲)، Zobeck و همکاران (۲۰۱۳)، Boroughani و همکاران (۲۰۱۹) و Pourhashemi و همکاران (۲۰۱۹) که کاربری زمین‌های فاقد پوشش گیاهی یا دارای پوشش گیاهی فقیر را دارای بیشترین کانون برداشت گردوغبار می‌دانند هم‌خوانی دارد. در نتیجه می‌توان با استفاده از اقداماتی در راستای افزایش مقاومت سطح خاک و کاهش سرعت باد با فرسایش بادی مقابله کرد (Funk and Riksen, 2007). با توجه به نتایج به دست آمده از جهت‌یابی قطاع برداشت و مکان‌یابی نقاط برداشت با استفاده از مطالعات فرسایش بادی منطقه، عوامل مهم در ایجاد فرسایش بادی شامل: وجود بادهای شدید و فرساینده به‌ویژه در شمال غربی که موجب کاهش پوشش گیاهی، سست شدن خاک، کاهش رطوبت و

- 17-31.
- Ekhtesasi, M., Ahmadi, H., Baghestani Meybodi, N., Khalili, A. and Feiznia, S., 1996. The Formation of Sandy Hills of Yazd Plain of Ardakan. Institute of Forestry and Rangelands, 260 p. (in Persian).
 - Folk, R.L., 1971. Longitudinal dunes of the northwestern edge of the Simpson Desert, Northern Territory, Australia.1. Geomorphology and grain sizerelationships. *Sedimentology*, 16:5-54.
 - Fryberger, S.G. and Dean. G., 1979. Dune form Sand Wind regime. United States Geological Survey. In: Professional Paper, 137-140 p.
 - Funk, R. and Riksen, M., 2007. Measures to reduce wind erosion and related dust emissions, Conference paper, January.
 - Ghoochani, H., Yaghini, F. and Karimi, N., 2012. Effects of wind erosion on arid and semi-arid regions. The first national convention of the desert, 147 p.
 - Golbabaee, H., Khalilpour, A. and Tahmasbi Birgani, A., 2004. Identification of critical wind erosion centers in Tehran Province. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 11(3):274-255 (in Persian).
 - Hanifepour., M., 2013. The Effect of Periodic Agricultural Activities on Wind Erosion (Case Study: Damghan), M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, 233 p.
 - Katra, I., 2020. Soil Erosion by Wind and Dust Emission in Semi-Arid Soils Due to Agricultural Activities, *Agronomy*, 10(1): 89-101.
 - Lee, J., Baddock, M., Mbuh, M. and Gill, T., 2012. Geomorphic and land cover characteristics of aeolian dust sources in West Texas and eastern New Mexico, USA. *Journal of Aeolian Research*, 3(4): 459-466.
 - Li, F.R., Zhao, L.Y., Zhang, H., Zhang, T.H. and Shirato, Y., 2004. Wind erosion and airborne dust deposition in farmland during spring in the Horqin sandy land of eastern Inner Mongolia, China. *Soil Tillage Research*. 75: 121-130.
 - Macias, C., Maritza, A., Arriaga, G. E. and Sanchez-Cohen, I., 2020. Potential of wind erosion and dust emission in an arid zone of northern Mexico: A simple assessment method. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 44: 1-5.
 - Maghsoudi, M., Rahmati, M. and Ehtashami-Pour, K.H., 2012. Relationship between the diameter of sand particles and the frequency of wind speeds in the Hojat-Abad Rig, the first national conference on deserts (science, technology and development), University of Tehran, Karaj, Iran (in Persian).
 - Memarian, H., 2005. Origin of wind sediments in
 - Ahmadi, H. and Mesbahzadeh, T., 2011. Comparison of sand drifts potential estimating using momentum method and Fryberger velocity classes' method (Case study: Jask and Kerman). *Journal of Water and Soil*, 25(1): 11-18.
 - Akbari-Mahdiabad, M., 2020. Aeolian sediment and dust storm fingerprinting in Bahadoran village, Yazd. M.Sc. thesis, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, 127p (in Persian) .
 - Almafentaab, A., Tsunekawaa, A., Haregeweync, N., Poesend, J., Tsuboa, M., Borrellie, P., Panagosf, P., Vanmaerckeg, M., Broeckxd, J., Yasudaa, H., Kawaia, T. and Kurosakia, Y., 2020. Land susceptibility to water and wind erosion risks in the East Africa region. *Science of The Total Environment*, 703(10): 135016.
 - Babadi Akashi, Z, 2016. Surveying the wind process and identifying the sand resources (case study: sand formation forms in southern Semnan). M.Sc. thesis, Faculty of Agriculture and Natural Resources University of Tehran. 105 p (in Persian).
 - Baumgertel, A., Luki'c, S., Belanovi'c Simi'c, S. and Kadovi'c, R., 2019. Identifying areas sensitive to wind erosion, A CaseStudy of the AP Vojvodina (Serbia). *Applied Sciences*, 9(23):5601.
 - Biabani, L., Khosravi, H., Nazari Samani, A. and Hanifepour, M., 2017. Study of the ability to carry sand in the eastern margin of Lake Urmia, The fourth national conference on wind erosion and dust storms, Yazd Iran (in Persian).
 - Boroughani, M., Pourhashemi, S., Zarei, M. and Aliabadi, K., 2019. Spatial modeling of sensitivity of dust source area to its release in Eastern Iran using the BRT enhanced tree Model. *Journal of Arid Regions*, 9(35): 14-28 (in Persian).
 - Boroughani, M., 2020, Identification of dust collection centers in Sistan watershed and determination of their characteristics. *Iranian. Journal of Range and Desert Research*, 27(3): 617-631 (in Persian).
 - Borrelli, P., Ballabio, C., Panagos, P., and Montanarella, L., 2014 Wind Erosion Susceptibility of European Soils. *Geoderma*, 232: 471– 478.
 - Bullock, M.S., Larney, F.J., Izaurralde, R. and Feny, Y., 2001. Overwinter change in wind erodibility of clay loam soils in Southern Alberta. *Soil Science Society of America Journal*, 65(2): 423-430.
 - Chepil, W. S., 1954. Factors that influence clod structure and erodibility of soil by wind: III. Calcium carbonate and decomposed organic matter. *Soil Science*, 77: 473-480.
 - Dong, Z., Liu, X., and Wang, X., 2002. Aerodynamic roughness of gravel surfaces. *Geomorphology*, 43:

- center of Taklimakan Desert. *Journal of arid land*, 3(1): 9-14.
- Ranjbar, H., Bazgir, M., Namdar Khojasteh, D. and Rostami Nia, M., 2019. Identification of dust sources in Ilam province. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 26(3): 675-688 (In Persian).
 - Rashki, A., Kaskaoutis, D.G., Francois, P., Kosmopoulos, P.G. and Legrand, M., 2015. Dust-storm dynamics over Sistan region, Iran: Seasonality, transport characteristics and affected areas. *Journal of Aeolian Research*, 16: 35-48 (in Persian).
 - Roghani, R., 2018. Chemical properties of dust particles and determining the share of its productive resources in industrial, mineral and natural areas in the suburbs of Isfahan; Ph.D. Rthesis, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, 176 p (in Persian).
 - Sanaye Ardakani, S., (2005). Investigation of Lesi sediments of Gapan and Nahkarkhoran valleys of Golestan province in terms of morphoscopic-chemical characteristics and sedimentation analysis. *Journal of Agricultural Science*, 3: 27-38 (in Persian).
 - Six, J., Guggenberger, G., Paustian, K., Haumaier, L., Elliott, E.T. and Zech, W., 2001. Sources and composition of soil organic matter fractions between and within soil aggregates. *European Journal of Soil Science*, 52: 607-618.
 - Zhang, C.L., Zou, X.U, Gong, J.R., Liu, L. U. and Liu, Y. Z., 2004. Aerodynamic roughness of cultivated soil and water its influences on soil erosion by wind in a wind tunnel. *Journal of Soil & Tillage Research*, 75: 53-59.
 - Zheng, X., 2009. *Mechanics of wind-blown sand movements*, Springer- Verlag Berlin Heidelberg, 309 p.
 - Zhu, C., Fan, X. and Zhongke, B., 2020. Spatiotemporal Pattern of Wind Erosion on Unprotected Topsoil Replacement Sites in Mainland China, *Sustainability*, 12(8): 1-17.
 - Zobeck, T., Baddock, M., Pelt, R., Tatarko, J. and Acosta-Martinez, V., 2013. Soil property effects on wind erosion of organic soils. *Aeolian Research*, 10: 43-51.
 - Rafsanjan region. *Iranian Journal of Natural Resources*, 58(3): 542-531 (in Persian)
 - Mesbahzadeh, T., Ayazi, Z. and Soleimani Sardou, F., 2018. Evaluation of morphoscopy and granulation of wind sediments (Case study: Aran Kashan), *Range and Watershed Management, Iranian Journal of Natural Resources*, 71(3): 787-795 (in Persian).
 - Mez'osi, G., Blanka, V., Bata, T., Kovács, F., and Meyer, B., 2015. Estimation of regional differences in wind erosion sensitivity in Hungary, *Nat. Hazards Earth System Science*, 15: 97-107.
 - Michael, C., Duniway, A., Pfennigwerth, Stephen, E., Travis, W., Nauman, J. and Nichole N., 2019. Wind erosion and dust from US drylands: a review of causes, consequences, and solutions in a changing world. *Ecospher*, 10(3): 1-12.
 - Miller, M.E., Bowker, M.A., Reynolds, R.L. and Goldstein, H.L., 2012. Post-fire land treatments and wind erosion lessons from the Milford Flat Fire, UT, USA. *Journal of Aeolian Research*, 7(4): 29-44.
 - Mohammadi, A., 2010. *Geology and Geochemistry of Jazmourian Play Plants*, 1(1): 68-79 (in Persian).
 - Mousavi Harami, R., 2012. *Sedimentology*, Astan Qods Razavi Publications, 476p (in Persian).
 - Murillo, J.M., Moreno, E., Giron, I.F. and Oblitas, M.I., 2004. Conservation tillage: long term effect on soil and crops under rained conditions in south-west Spain (Western Andalusia). *Spanish Journal of Agricultural Resources* 2(1):35-43.
 - Pourhashemi, S., Boroughani, M., Amirahmadi, A., Zanganeh Asadi, M.A. and Salhi, M., 2019. Prioritizing dust harvesting areas using statistical models (Case Study: Khorasan Razavi). *Rangeland and Watershed Management*, 72(2): 343-358. (in Persian)
 - Puget, P., Chenu, C. and Balesdent, J., 2000. Dynamics of soil organic matter gassociated with particle-size fractions of water-stable aggregates. *European Journal of Soil Science*, 51: 595-605.
 - Qiang, M., Chen, F., Zhou, A., Xiao, S., Zhang, J., and Wang, Z., 2007. Impacts of wind velocity on sand dust deposition during dust storm as inferred from a series of observations in the northeastern Qinghai-Tibetan Plateau, China. *Powder Technology*, 175: 82-89.
 - Qing, H., XingHua, Y., Mamtimin, A., ShiHao, T., 2011. Impact factors of soil wind erosion in the

Identification of sediment harvesting areas in west wind erosion center of Tehran Province (Case Study: Malard County)

M. Hanifapour¹, G.H. Zehtabian², H. Ahmadi², A. A. Nazari Samani³ and H. Khosravi^{4*}

1- Ph.D. in Combating Desertification, Department of Arid and Mountainous Regions Reclamation, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

2- Professor, Department of Arid and Mountainous Regions Reclamation, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj Iran

3- Associate Professor, Department of Arid and Mountainous Regions Reclamation, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

4*- Coresponding author, Associate Professor, Department of Arid and Mountainous Regions Reclamation, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran, Email: hakhosravi@ut.ac.ir

Received:01/23/2020

Accepted:02/24/2021

Abstract

Wind erosion and dust storms are one of the natural disasters that are increasingly facing the arid and desert areas of central Iran. Improper management in natural resources has also had a high impact on this phenomenon. One of the basic principles of controlling and combating wind erosion is to know the areas of sediment harvesting. The purpose of this study is to identify the areas of wind sediment harvesting in the facies of the Mallard region in the west of Tehran province. Based on topographic maps, satellite imagery, geological map, and field surveys, the geomorphologic facies map was prepared and then the sampling was done and analyzed in a GIS environment. The interpretation of the anemometer data using Windrose & Stormrose showed the wind direction of the dominant and eroding from the northwest. The results obtained from the study's Sandrose indicated that variation in wind direction is low to high, and Qazvin station (the station closest to the critical centers) had high variability and included multi-directional winds with sharp angles. The 83 samples of different facies of the study area are graded by the ASTM (Dry Sieve) method. The granulation results indicate the local origin of the harvest. The prioritization map of the critical centers of the region showed that 16.4% of the area is low intensity, 3.4% medium intensity, and 3% high intensity. Finally, it was found that saline clay with no vegetation cover or with little vegetation covered with saline in the plain had the highest percentage of particles sensitive to wind erosion.

Keywords: Wind erosion, harvest areas, grading, Malard, critical point.