

تحلیل تغییرات ژئومرفولوژیک- انسانی منابع ماسه و گردوغبار (مطالعه موردی: ارگ دامغان)^۱

ناصر مشهدی^۲

استادیار مرکز تحقیقات بین المللی بیابان، دانشگاه تهران، تهران، ایران

مجید کریم‌پور ریحان

دانشیار مرکز تحقیقات بین المللی بیابان، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ ارسال: ۱۳۹۹/۰۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۶/۱۲

چکیده

طوفان ماسه و گرد و غبار در مواقعی رخ می‌دهد که سطوح خشک با خاک سست در معرض بادهای شدید، متلاطم و غیرقابل کنترل، قرار گیرند. این شرایط معمولاً با فعالیت انسان و تغییر کاربری اراضی در مناطق نیمه خشک و خشک تشدید می‌شود. منطقه دامغان به دلیل ساختار ژئواکولوژیک خود یک منطقه خاص را در نواحی خشک حوزه آبخیز بسته حاج علیقلی به وجود آورده است. در حال حاضر تعادل اکوسیستم منطقه تحت تأثیر بهره برداری‌های انسانی و فعالیت‌های باد می‌باشد. هدف این مطالعه، بررسی اولویت منابع ماسه در فرایند فرسایش بادی است. در این پژوهش، ترکیب و تغییرات اندازه دانه (دانه‌بندی) در واحدهای طبیعی سرزمین (لندفرم‌ها) و واحدهای تحت فعالیت انسان (لنداسکیپ) مورد مقایسه قرار گرفت. در هر واحد منبع ماسه، اقدام به برداشت نمونه خاک یا رسوب سطحی گردید. نتایج این مطالعه نشان داد که واحد زمین‌های کشاورزی حاوی بیش از ۶۰ درصد ذرات بزرگتر از ۲۰۰۰ میکرون هستند، در نتیجه، این واحد نسبت به واحدهای دیگر، در برابر فرسایش بادی مقاوم است. در حالی که، این مقدار برای حساسترین لندفرم (دشت آبرفتی همراه فرسایش آبی) به حدود ۱۵ درصد می‌رسد. در همین حال، نتایج دانه بندی ذرات زیر ۲۰۰۰ میکرون نیز نشان می‌دهد که واحد زمینهای کشاورزی حاوی بیشترین ذرات آسیب پذیر در برابر فرسایش بادی است. این به این معنی است که زمینهای کشاورزی پتانسیل بالایی برای تامین منابع ماسه در فرایند فرسایش بادی دارند.

واژگان کلیدی: دامغان، فرسایش بادی، لندفرم، دانه بندی، منابع ماسه

۱- این مقاله بر گرفته شده از طرح پژوهشی "مطالعه قابلیت فرسودگی اراضی جدید کشاورزی ایجاد شده در منابع ماسه (مطالعه موردی: دامغان)" با پشتیبانی و حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه تهران است.

۲- (نویسنده مسئول) nmashhad@ut.ac.ir

مقدمه

طوفان‌های ماسه و گرد و غبار^۱ (SDS) پدیده‌های شایع و فاجعه بار در مناطق خشک و نیمه خشک هستند (CAO Hui, 2015). شدت فرسایش بادی به طور کلی بستگی به دو فاکتور اصلی خصوصیات سطح زمین و خصوصیات مربوط به باد دارد (Mashhadi, 2018). پوشش گیاهی (Wolfe, 1993; Lancaster, 1998; Okin, 2008)، پوسته‌های فیزیکی و یا بیولوژیکی (Nield, 2015; Neave, 2007; Belnap, 2001)، گراول (سنگفرش) (Jianjun, 2001; Cooke, 1970)، و دیگر عناصر غیر فرسایش پذیر (Raupach, 1993) از عوامل سطح زمین هستند که روی فرایند باد موثر می‌باشند. بنابراین، باد به یک نسبت مناطق را تحت فرسایش قرار نمی‌دهد بطوریکه ابتدا مناطقی که دارای حساسیت زیاد به فرسایش خاک (قابلیت فرسودگی بالا) هستند فرسایش یافته و مناطق برداشت را تشکیل می‌دهند. از طرف دیگر، طوفان ماسه براساس اندازه ذرات از طوفانهای گرد و غبار متمایز می‌شوند. طوفان گرد و خاک از گروه زیادی ذرات بسیار کوچک در ارتفاعات بالا تشکیل شده است در حالیکه طوفان ماسه دارای اندازه ذرات بزرگتر و از ۰/۸ تا ۱ میلی‌متر متغیر هستند (Almazroui, 2013). شناخت منابع ماسه و گرد و غبار می‌تواند اطلاعات مهمی را در مورد نوع و مواد منابع ماسه (Hobbs, 2010)، محیط رسوبگذاری نهشته‌ها (Potocki, 2004)، تفسیر محیط و حوادث گذشته^۲ فعالیت بادی (Fitzsimmons, 2007) و دیگر عوامل فیزیکی و شیمیایی فراهم کند. در نتیجه می‌توان راه کارهایی برای تثبیت در این مناطق ارائه داد.

مابوت اعتقاد دارد که فاکتورهای مهمتر از اقلیم در گسترش بیابان‌های ماسه ای دخالت دارند که مشخصاً منابع ماسه را نام می‌برد (Mabbutt, 1977). او اصولاً منابع ماسه و گرد و غبار را در چند لندفرم اصلی می‌داند. که عبارتند از: آبرفتها، به عنوان منبع اصلی، که آثار آنها در لندفرمهای مختلف بیابان‌های ماسه ای موجود در فرا انتهای رودخانه‌های مناطق خشک بروز می‌کنند. ماسه پلایا^۳: مربوط به حوزه‌هایی می‌باشند که قبلاً توسط دریاچه اشغال شده اند و بسته به میزان املاح تبخیری آنها دارای ماسه‌های املاح دار می‌باشند. ماسه‌های تخریبی حاصل از تخریب فیزیکی بعضی از سنگ‌ها مانند ماسه سنگ‌ها.

فرسایش بادی در منطقه دامغان در یک حوزه آبخیز بسته بنام حاج علی قلی اتفاق می‌افتد و وسعت زیادی را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد. بنابراین فرایندی منطقه ای می‌باشد. منطقه دامغان به دلیل وضعیت زمین شناسی (ساختار تکتونیکی و ساختار سنگ شناسی)، ژئومورفولوژی، اقلیم شناسی و وجود بادهای دائمی و اغلب قوی، یک منطقه خاص را در حوزه آبخیز بسته حاج علی‌قلی بخود اختصاص داده است. فعالیتهای گسترده انسانی با توجه به پیشرفت تکنولوژی به ویژه در سالهای اخیر در روی تعادل طبیعی اکوسیستم، بویژه روی فرایند فرسایش بادی اثر گذاشته و فرایند بادی بویژه گرد و غبار و تپه‌های ماسه‌ای جدید را در شاخه شمالی ارگ دامغان فعال کرده است (Mashhadi,

1. Sand and Dust Storm

2. palaeoenvironments

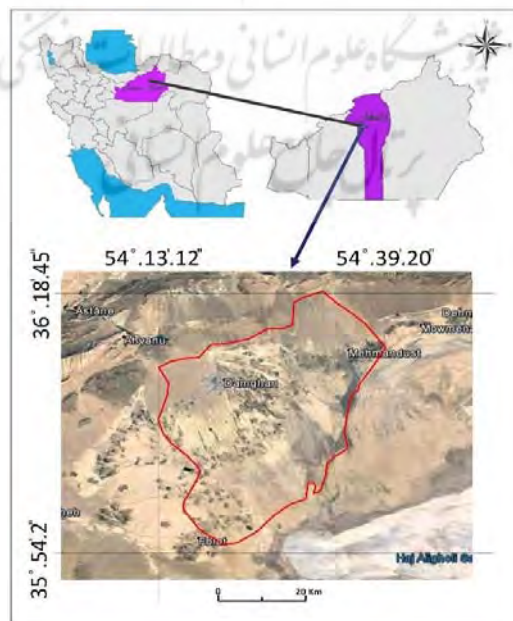
3. Playa Sand

(2018). هدف اصلی از این مطالعه، بررسی ژئومرفولوژیک لندفرمها جهت تعیین منابع ماسه و گرد و غبار و اولویت آنها در تامین و در دسترس قرار دادن رسوب می باشد.

در این پژوهش ابتدا اقدام به تعیین محدوده مطالعاتی بر اساس مرفولوژی مجموعه تپه های ماسه ای جدید در شاخه شمالی ارگ قدیم دامغان و مطالعات اقلیمی همانند منحنی آمبروترمیک به منظور تعیین ماه با بیشترین شدت خشکی و قویترین بادها در خشکترین ماه های سال، جهت نمونه برداری از خاک شد. با این مطالعه قطاع منابع ماسه و گرد و غبار مشخص و سپس مطالعه ژئومرفولوژی با استفاده از نقشه های زمین شناسی، تصاویر ماهواره و پیمایش صحرائی انجام شد. گام بعد، بازدیدهای میدانی، جهت تعیین موقعیت انواع لندفرمها، نمونه برداری خاک بود، که در خشکترین ماه سال صورت گرفت. نمونه برداری در هر لندفرم و تا عمق ۱۰ سانتی متری و حدود ۱۰۰ گرم انجام شد. نمونه های برداشت شده در آزمایشگاه توسط ترازو با دقت یک صدم گرم وزن گردیدند و سپس با مراعات نکات ارائه شده در الک خشک (Anderson, 2004)، در دو مرحله، دانه بندی شدند. یک مرحله جداسازی ذرات بزرگتر و کوچکتر از ۲ میلی متر (۲۰۰۰ میکرون) و مرحله دوم دانه بندی ذرات کوچکتر از ۲ میلی متر حاصل از مرحله اول بود. آنالیز نتایج دانه بندی و پارامترهای آماری با نرم افزار GRADISTAT (Blott, 2001) صورت گرفت.

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه محدوده ای در جنوب دامغان را در بر می گیرد که در پائین دست به شاخه شمالی ارگ دامغان ختم می گردد. از نظر موقعیت جغرافیایی در عرض ۳۵ درجه و ۵۴ دقیقه و ۲ ثانیه تا ۳۶ درجه و ۱۸ دقیقه و ۴۵ ثانیه شمالی و در طول ۵۴ درجه و ۱۳ دقیقه و ۱۲ ثانیه تا ۵۴ درجه و ۳۹ دقیقه و ۲۰ ثانیه شرقی قرار دارد. ارتفاع متوسط منطقه ۱۱۳۰ متر از سطح دریا می باشد. (شکل ۱). میانگین سالانه دما بر حسب درجه سانتیگراد ۱۶/۵ و مقدار میانگین بارندگی بر حسب میلی متر برابر ۱۵۹/۵ است. بر اساس روش تقسیم بندی اقلیمی دو مارتن و ضریب خشکی، اقلیم منطقه خشک بطرف نیمه خشک است.

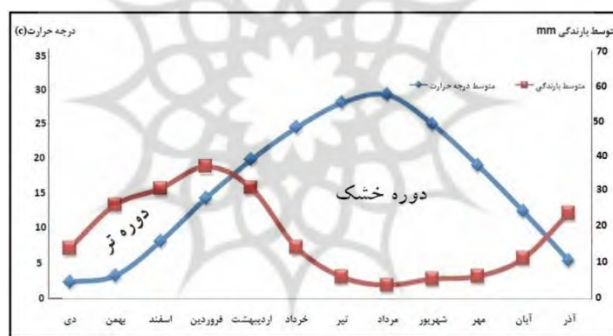


شکل (۱): منطقه مورد مطالعه (Source: Authors, MODIS, Google Earth 2020)

تحلیل یافته‌های پژوهش

- شرایط اقلیمی

بر اساس نتایج حاصل از آمار ایستگاه سینوپتیک دامغان، میانگین بارش سالانه در دوره آماری ۳۲ ساله، ۱۱۰ میلی‌متر بوده، که حداقل بارش مربوط به ماه شهریور و حداکثر بارش مربوط به ماه اسفند می‌باشد. میانگین دمای سالانه نرمال، ۱۶/۳ درجه سانتیگراد، گرمترین ماه سال تیرماه و سردترین ماه سال، دی ماه بوده است. مطالعه اقلیم منطقه براساس داده‌های ایستگاه گرمسار نشان داد که اقلیم منطقه براساس روش دومارتن خشک و بیابانی می‌باشد. بر اساس اقلیم نمای آمبروزه و ضریب بارندگی آمبروزه (Q)، منطقه مطالعه در اقلیم خشک سرد با بارش زمستانه قرار می‌گیرد. به منظور شناخت بهتر از مدت و شدت خشکی منطقه، نمودار آمبروترمیک ایستگاه گرمسار ترسیم شد (شکل ۲). بر اساس این نمودار، در حدود ۷ ماه از سال شرایط خشکی بر منطقه حاکم است که بیشترین شدت خشکی مربوط به ماه مرداد می‌باشد. این حاکمیت خشکی می‌تواند بر پارامترهای تشدید کننده فرسایش بادی همچون رطوبت خاک، پوشش گیاهی تاثیرگذار باشد. دوره مرطوب منطبق بر فصول سرد سال یعنی زمستان و پاییز می‌باشد.



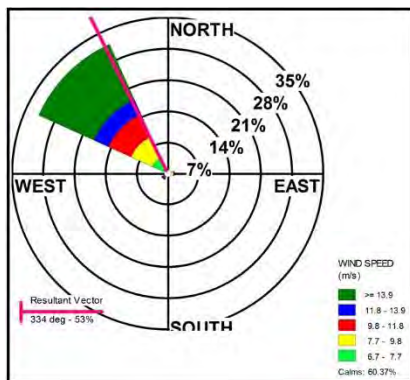
شکل (۲): نمودار آمبروترمیک ایستگاه دامغان. (Source: Authors, based on irimo data, 2020)

- ویژگی‌های باد

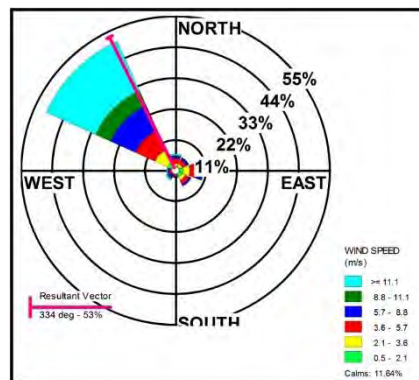
مطالعه بادسنجی منطقه شامل مطالعه گل‌باد و گل‌توفان، بر اساس داده‌های ایستگاه دامغان در یک دوره سی ساله و با نرم افزار WD convert و WR Plot انجام گرفت.

الف- گل‌باد: شکل ۳ گل‌باد سالانه ایستگاه دامغان را به صورت نرمال سی ساله نشان می‌دهد. همانگونه که شکل ۳ نشان می‌دهند، باد غالب در این ناحیه در یک جهت کاملاً روشن شمال غربی با بیشترین فراوانی وزیده می‌شود که بادهای میوزند. با توجه به حدود ۱۲ درصد مواقع باد آرام در کل سال، میتوان بیان داشت که ناحیه دامغان بادخیز می‌باشد.

ب- گل‌توفان: نتایج حاصل از محاسبه و ترسیم گل‌توفان سالانه نشان می‌دهد که منطقه دامغان به، طور عمده تحت تأثیر بادهای فرساینده و توفانزای وزیده شده از شمال غرب قرار دارد (شکل ۴). مقایسه گلاباد و گل‌توفان منطقه دامغان نشان می‌دهد که هم بادهای با فراوانی زیاد و هم بادهای فرساینده و توفانزا از شمال غرب وزیده می‌شوند که این نشان دهنده اثر زیاد و فزاینده فرایند باد در لندفرمهای بادی و فرسایش بادی است.



شکل (۴): گل توفان سالانه نرمال ایستگاه دامغان (Source: Authors,)
(based on, irimo data, 2020)



شکل (۳): گلباد سالانه نرمال ایستگاه دامغان (Source: Authors,)
(based on, irimo data, 2020)

-زمین شناسی

بر اساس نقشه زمین شناسی، تمامی منطقه مورد مطالعه دارای رسوبات کواترنری (Q) بوده و شامل واحدهای آبرفت در آبراهه های اصلی، پادگانه های جوان و قدیمی، کفه های سیلتی و رسی، کفه های رسی و مردابی است.

-ژئومورفولوژی

ژئومورفولوژی، مطالعه عملکردی است که عوامل طبیعی بیرونی زمین همچون باد، آب و گرانش، زمین را در اثر فرسایش، حمل و رسوب شکل میدهند، و واحدهایی به نام لندفرم را ایجاد می کنند. مطالعات ژئومورفولوژی پنج واحد کوهپایه های تراکمی، کوهپایه های فرسایشی (دشت سر)، باجادا، دشت های آبرفتی و پلایا را مشخص کرد (شکل ۵). در این مطالعه، اثرات انسانی به عنوان یک عامل موثر در شکل دهی لندفرم های سطح زمین نیز با عنوان لنداسکیپ در نظر گرفته شده است. بر این اساس دو نوع واحد اصلی تشخیص داده شد.

الف: واحدهای تحت تاثیر عوامل طبیعی

این واحدها که به عنوان لندفرم در نظر گرفته شده است، شامل لندفرم های زیر است:

- لند فرم مخروط افکنه فعال

این لندفرم جز واحد کوهپایه های تراکمی بوده و در پائین دست واحد کوهستان قرار دارد. مخروط افکنه های فعال دارای شبکه آبراهه چند شاخه ای (شریانی) با جریانهای ضعیف هستند که در پاسخ به نهشته های رسوبی و آواری آورده شده از بالای مخروط افکنه مرتباً تغییر مسیر می دهند. بنابراین سطح این لندفرم را آبراهه های با عمق کم و با رسوب فراوان و نا پیوسته پوشانده اند. این مخروطها دارای فرایند فعالی از فرسایش رسوبات رودخانه ای با بستری فعال هستند. بر اساس این فرایندها، مخروط افکنه های آبرفتی فعال با مکان، ترکیب و ویژگی های سیل تعریف می شوند. از نظر سنی جوانتر از مخروط افکنه غیر فعال هستند.

- لند فرم مخروط افکنه غیر فعال

این لندفرم نیز از لندفرم های تراکمی کوهپایه ها است که از نظر زمین شناسی قدیمی تر هستند و بدون فرآیندهای

¹. Pediment

سیل همانند مخروط افکنه‌های فعال هستند. با بالا رفتن سن این مخروط‌ها سطوح آنها دارای شبکه‌های زهکشی با تراکم کم و با رسوبات تیره رنگ می‌شود. رسوبات آبرفتی درشت این سطوح در صورت فعالیت خیلی کم مخروط برنگ تیره و دارای ورنی بیابان می‌گردد.

-لندفرم دشت سر

این لندفرم به عنوان لندفرم فرسایشی کوهپایه‌ها، در بخش شمالی منطقه واقع شده است. این لندفرم یک سطح فرسایشی با پستی بلندی کم است که در پای ناهمواریهای شمالی و در رسوبات آبرفتی ایجاد شده است. در بیشتر بخشهای این لند فرم سنگ بستر که توسط فرسایش پدیدار شده، مشاهده میشود.

- لند فرم باجادا

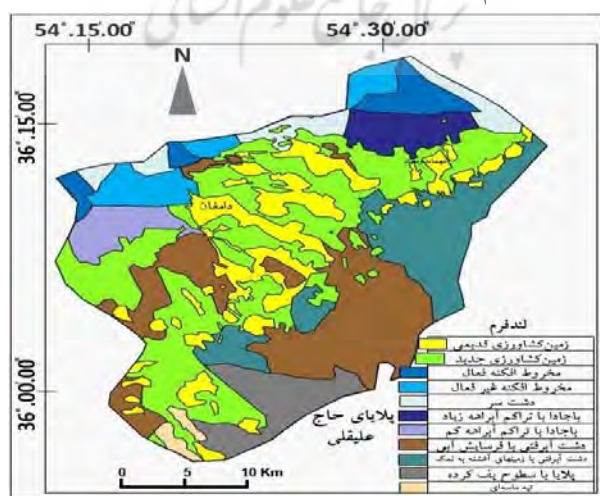
باجاداها یک محیط رسوبی آبرفتی شیب دار جانبی بهم پیوسته است که در بخش انتهایی کوهپایه‌های تراکمی (مخروط‌های آبرفتی)، با ذرات ریز دانه ایجاد شده است. شیب توپوگرافی کم شده و ذرات آن هرچه به طرف پائین دست می‌رود ریز دانه‌تر می‌شود. باجاداها در منطقه مورد مطالعه بر اساس تاثیر پذیری از نوع مخروط‌های بالا دست خود به دو نوع باجادا با تراکم آبراهه کم و یا با تراکم آبراهه زیاد تقسیم می‌شوند.

- لند فرم دشت‌های آبرفتی

در پائین دست لندفرم باجادا که ذرات بسیار ریز دانه شده و ذرات ماسه خیلی ریز، سیلت و رس غالب میشوند. این دشت‌ها شکل گرفته‌اند. بسته به شرایط توپوگرافی، این دشتها میتوانند دارای فرسایش آبی باشند در صورتیکه دارای شیب توپوگرافی مناسب باشند که به طور معمول در اراضی بالا دست می‌باشند. با کم شده شیب و ریزدانه شدن رسوبات، این دشتها همراه با رسوبات تبخیری همانند نمک در منطقه دشتهای رسی - سیلتی - نمکی را تشکیل می‌دهند.

- لند فرم پلایا

وجود رسوبات ریز دانه و آغشته به املاح لندفرمی را در انتهای شبکه زهکشی بوجود آورده که پلایا نامیده می‌شود. بسته به نوع نمک آغشته به رسوب، رخساره‌های گوناگونی در پلایا شکل می‌گیرند که در منطقه مورد مطالعه لندفرم پلایا از نوع اراضی پف‌کرده با نمک غالب سولفات سدیم است.



شکل (۵): ژئومرفولوژی (Source: Authors, 2020)

ب : واحدهای تحت تاثیر انسان

این لندفرمها که متأثر از فعالیت انسان در لند فرمهای طبیعی است، بنام لند اسکپ مورد بررسی قرار گرفته است. در این مطالعه تمام فعالیت انسان به عنوان یک واحد، با توجه به مقیاس مطالعه در نظر گرفته شده است، که شامل فعالیتهای زیستی همانند کشاورزی، باغداری و فعالیتهای غیر زیستی همانند مسکونی و صنعتی است.

-مقاومت یا حساسیت لندفرمها به فرسایش بادی

این مطالعه بر اساس توزیع اندازه ذرات خاک یا رسوبات لندفرمها در دو مرحله صورت گرفت. ابتدا نمونهها در دو اندازه بزرگتر از دو میلیمتر به عنوان ذرات مقاوم به فرسایش و ذرات کوچکتر از دو میلیمتر به عنوان ذرات حساس به فرسایش طبقه بندی شدند (جدول ۱) و سپس ذرات کوچکتر از دو میلیمتر نیز الک و توزیع گردیدند (جدول ۲).

جدول ۱: توزیع ذرات کوچکتر و بزرگتر از دو میلیمتر

لندفرم	درصد ذرات بزرگتر از ۲ میلیمتر	درصد ذرات کوچکتر از ۲ میلیمتر
زمین کشاورزی قدیمی	۸۷/۳	۱۲/۷
زمین کشاورزی جدید	۵۸/۷	۴۱/۳
مخروط افکنه فعال	۳۹/۶	۶۰/۴
مخروط افکنه غیر فعال	۴۵/۳	۵۴/۷
دشت سر	۱۸/۸	۸۱/۲
باجادا با تراکم آبراهه زیاد	۲۶/۹	۷۳/۱
باجادا با تراکم آبراهه کم	۱۹/۵	۸۰/۵
دشت آبرفتی با فرسایش آبی	۱۴/۹	۸۵/۱
دشت آبرفتی با زمینهای آغشته به نمک و نیکا	۳۹/۷	۶۰/۳
پلایا با اراضی پف کرده	۳۹/۱	۶۰/۹

Source: Research findings, 2020

دادههای جدول ۱ تا حدودی وضعیت لند فرمها را از نظر فرسایش بادی روشن کرده و دید کلی از این وضعیت را نشان میدهند. برای تعیین شرایط واقعی لندفرمها در پتانسیل رسوبزایی در طوفانهای ماسه و یا گرد و غبار، ذرات با قطر زیر دو میلیمتر (دادهها در جدول ۱)، دو باره الک و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند (جدول ۲).

جدول ۲: نتایج آنالیز الک خشک برای نمونههای خاک یا رسوب لندفرمها در اندازه کمتر از دو میلیمتر به درصد

لندفرم	قطر روزه الک (μ)						
	جمع %	<۳۱	۳۱-۶۳	۶۳-۱۲۵	۱۲۵-۲۵۰	۲۵۰-۵۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰
زمین کشاورزی قدیمی	۱۰۰	۵/۷	۶/۶	۱۷/۹	۱۱/۳	۱۷/۹	۲۱/۷
زمین کشاورزی جدید	۱۰۰	۲/۳	۴/۶	۱۲/۹	۱۳/۸	۱۸/۴	۲۷/۰
مخروط افکنه فعال	۱۰۰	۳/۲	۲/۶	۱۴/۶	۱۰/۱	۱۴/۷	۲۸/۱
مخروط افکنه غیر فعال	۱۰۰	۱/۴	۴/۷	۲۲/۳	۱۶/۳	۲۰/۴	۱۹/۶
دشت سر	۱۰۰	۱/۶	۱/۲	۱۴/۴	۱۴/۳	۲۰/۴	۲۷/۶
باجادا با تراکم آبراهه زیاد	۱۰۰	۱/۴	۳/۰	۱۰/۷	۱۸/۲	۲۱/۲	۲۶/۷
باجادا با تراکم آبراهه کم	۱۰۰	۲/۸	۲/۶	۸/۷	۱۱/۴	۱۸/۱	۲۸/۳
دشت آبرفتی با فرسایش آبی	۱۰۰	۴/۶	۲/۲	۲۳/۹	۲۴/۳	۱۷/۶	۱۶/۲
دشت آبرفتی با زمینهای آغشته به نمک و نیکا	۱۰۰	۱/۱	۱/۵	۸/۹	۱۶/۷	۲۸/۵	۲۴/۹
پلایا با اراضی پف کرده	۱۰۰	۰/۸	۱/۲	۷/۶	۴۷/۱	۶/۲	۲۳/۶

Source: Research findings, 2020

بر اساس جدول ۲، تحلیل آماری نمونه‌ها صورت گرفت. پارامترهای آماری زیر بیشترین کاربرد را در این نتایج داشتند.

-متوسط قطر ذرات، به عنوان عاملی برای ریزی یا درشتی ذرات

-یکنواختی، جورشدگی یا انحراف معیار، به عنوان انتشار اندازه ذرات در اطراف میانگین

-چولگی به عنوان تقارن یا انتشار ذرات به یک طرف میانگین

- کشیدگی به عنوان درجه تمرکز ذرات در رابطه با میانگین و جور شدگی آنها در اطراف میانگین یا در اطراف ذرات ریز یا درشت

جدول ۳: تجزیه و تحلیل آماری خاک یا رسوب لندفرم‌ها در اندازه کمتر از دو میلیمتر (روش فولک و وارد)

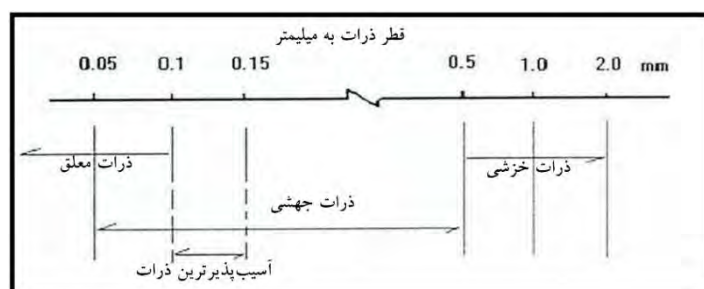
لندفرم	میانگین	میانگین	جورشدگی	جورشدگی	چولگی	چولگی	کشیدگی	کشیدگی
زمین کشاورزی قدیمی	۵۵۰/۸	مسه درشت	۲/۹۱۰	ضعیف	-۰/۴۶۹	به سمت ذرات خیلی ریز	۰/۵۷۱	خیلی‌پخ
زمین کشاورزی جدید	۶۸۴/۴	مسه درشت	۲/۴۹۱	ضعیف	-۰/۶۲۰	به سمت ذرات خیلی ریز	۰/۶۰۴	خیلی‌پخ
مخروط افکنه فعال	۷۰۲/۰	مسه درشت	۲/۳۸۵	ضعیف	-۰/۸۴۸	به سمت ذرات خیلی ریز	۰/۵۷۷	خیلی‌پخ
مخروط افکنه غیر فعال	۵۳۳/۰	مسه درشت	۲/۸۵۱	ضعیف	-۰/۲۱۳	به سمت ذرات ریز	۰/۶۵۱	خیلی‌پخ
دشت سر	۷۱۲/۶	مسه درشت	۲/۳۳۰	ضعیف	-۰/۵۵۴	به سمت ذرات خیلی ریز	۰/۵۵۹	خیلی‌پخ
باجادا با تراکم آبراهه زیاد	۷۳۸/۵	مسه درشت	۲/۲۷۶	ضعیف	-۰/۴۷۱	به سمت ذرات خیلی ریز	۰/۵۹۲	خیلی‌پخ
باجادا با تراکم آبراهه کم	۷۸۶/۸	مسه درشت	۲/۱۵۱	ضعیف	-۰/۸۷۲	به سمت ذرات خیلی ریز	۰/۷۰۶	پخ
دشت آبرفتی با فرسایش آبی	۴۸۶/۷	مسه متوسط	۲/۷۷۹	ضعیف	-۰/۰۳۶	متقارن	۰/۷۳۱	پخ
دشت آبرفتی با زمینهای آغشته به نمک و نیکا	۷۶۵/۷	مسه درشت	۲/۱۹۸	ضعیف	-۰/۴۰۵	به سمت ذرات خیلی ریز	۰/۶۵۰	خیلی‌پخ
پلایا با اراضی یغ کرده	۶۱۳/۸	مسه درشت	۲/۲۰۴	ضعیف	۰/۲۴۷	به سمت ذرات درشت	۰/۵۵۸	خیلی‌پخ

Source: Research findings, 2020

پارامترهای آماری اندازه دانه نشان می‌دهد (جدول ۳) که میانگین اندازه دانه‌ها در تمام نمونه‌ها، در محدوده مسه درشت است درشت دانه بودن اندازه ذرات در نمونه‌ها می‌تواند نتیجه چسبندگی ذرات توسط مواد آلی کودی، املاح و یا سنگریزه باشد. جورشدگی ضعیف با کشیدگی‌های پخ تا خیلی پخ نشان می‌دهد که ذرات در دم‌های انتهایی منحنی (ذرات درشت و یا ریز) بهتر از بخش مرکزی مرتب شده‌اند. تفسیرهای ارائه شده بالا، در مورد تاثیر بادهای با سرعت پائین در فرایند بادی منطقه نیز توسط میزان ذرات بزرگتر از ۲۰۰۰ میکرون (خاکدانه‌های خاک) تأیید شده است (جدول ۱).

-لندفرم‌های حساس و مقاوم به فرسایش بر پایه اندازه دانه کمتر از دو میلیمتر (پتانسیل رسوب زایی)

بررسی‌های دینامیکی و فیزیکی حرکت ذرات توسط باد نشان داده که ذرات با قطرهای مختلف دارای شکل انتقالی متفاوتی بوده و هریک از صور حمل، با سرعت‌های معین باد انطباق دارد.



شکل (۶): صور حمل در رابطه با قطر ذرات (Source: Bagnold, 1941)

بر این اساس و بر پایه اطلاعات جدول ۲، سه گروه ذرات با قطرهای بزرگتر از ۱۲۵ میکرون به عنوان ذراتی که جهت فرسایش بادی نیاز به باد با سرعت بالا دارند، ذرات با قطر بین ۱۲۵ تا ۳۱ میکرون به عنوان آسیب پذیرترین ذرات به فرسایش بادی برای توفانهای ماسه و نهایتاً ذرات با قطر زیر ۳۱ میکرون به عنوان ذرات مستعد برای توفان گرد و غبار ارائه شد (جدول ۴).

جدول ۴: درصد توزیع ارزش‌های اندازه ذرات

لندفرم	فراوانی ذرات با قطر بزرگتر از ۱۲۵ (μ)	فراوانی ذرات با قطر بین ۱۲۵ - ۳۱ (μ)	فراوانی ذرات با قطر کوچکتر از ۳۱ (μ) جمع
	فراوانی (درصد)		
زمین کشاورزی قدیمی	۶۹/۸	۲۴/۵	۵/۷
زمین کشاورزی جدید	۸۰/۲	۱۷/۵	۲/۳
مخروط افکنه فعال	۷۹/۶	۱۷/۲	۳/۲
مخروط افکنه غیر فعال	۶۸/۹	۳۷/۰	۱/۴
دشت سر	۶۱/۵	۱۶/۵	۱/۶
باجادا با تراکم آبراهه زیاد	۸۴/۹	۱۳/۷	۱/۴
باجادا با تراکم آبراهه کم	۸۵/۹	۱۱/۳	۲/۸
دشت آبرفتی با فرسایش آبی	۶۹/۳	۳۶/۱	۴/۶
دشت آبرفتی با زمینهای آغشته به نمک و نیکا	۸۸/۵	۱۰/۴	۱/۱
پلایا با اراضی پف کرده	۹۰/۴	۸/۸	۰/۸

Source: Research findings, 2020

نتیجه‌گیری و دستاورد علمی و پژوهشی

بررسیهای اقلیمی نشان داد که منطقه مورد بررسی جزو مناطق خشک از نوع سرد با بارش زمستانی است، بنابراین شرایط خشکی بر منطقه حاکم است. این حاکمیت خشکی می‌تواند بر فرایند بادی و پارامترهای تشدید کننده فرسایش بادی همچون رطوبت خاک، پوشش گیاهی تاثیرگذار باشد.

تجزیه و تحلیل اولویت مقاومت یا حساسیت لندفرمها به فرسایش بادی بر اساس داده‌های جدول ۱ در جدول ۵ آورده شده است. همانگونه که جدول ۵ نشان می‌دهد، بیشترین مقاومت در برابر فرسایش بادی را اراضی کشاورزی قدیم با حدود ۸۷ درصد ذرات بزرگتر از دو میلیمتر و کمترین مقاومت یا حساسترین خاک در مقابل فرسایش را دشت آبرفتی با فرسایش آبی با حدود ۱۵ درصد ذرات کوچکتر از دو میلیمتر دارند.

جدول ۵: اولویت مقاومت به فرسایش بادی لندفرمها بر اساس توزیع ذرات بزرگتر از دو میلیمتر

لندفرم	مقاومت به فرسایش بادی
زمین کشاورزی قدیمی	۸۷/۳
زمین کشاورزی جدید	۵۸/۷
مخروط افکنه غیر فعال	۴۵/۳
دشت آبرفتی با زمینهای آغشته به نمک و نیکا	۳۹/۷
مخروط افکنه فعال	۳۹/۶
پلایا با اراضی پف کرده	۳۹/۱
باجادا با تراکم آبراهه زیاد	۲۶/۹
باجادا با تراکم آبراهه کم	۱۹/۵
دشت سر	۱۸/۸
دشت آبرفتی با فرسایش آبی	۱۴/۹

Source: Research findings, 2020

پارامترهای آماری ذرات کوچکتر از ۲ میلیمتر (جدول ۳) نشان می‌دهد که میانگین اندازه دانه‌ها در تمام نمونه‌ها، ماسه درشت بوده و مد طبقات نیز از طبقه ماسه ریز تا طبقه خیلی درشت را پوشش می‌دهد. و از طرفی جورشدگی ضعیف نمونه‌ها نشان می‌دهد که توزیع ذرات در یک محدوده وسیع از ماسه ریز تا ماسه خیلی درشت صورت گرفته است، بنابراین، فعالیت فرایند باد در فرسایش بادی، بعنوان انتخاب کننده ذرات، باید در بادهای با انرژی و سرعت بالا اتفاق بیافتد. بررسی گل توفان منطقه این موضوع را تأیید می‌کند (شکل ۴). این تفسیر با توزیع چولگی به سمت ذرات خیلی ریز دانه یا به عبارتی مد توزیع دانه‌ها بطرف ذرات درشت دانه و کشیدگی پخ تا خیلی پخ، تأیید میشود.

با توجه به توزیع اندازه ذرات زیر دو میلیمتر و پارامترهای آماری آنها و همچنین بر اساس اصول ارائه شده در شکل ۶ و جدول ۴، اولویت رسوب‌زایی لندفرم‌ها برای توفان‌های ماسه با اندازه ذرات بین ۳۱ تا ۱۲۵ میکرون (جدول ۶) و توفانهای گردوغبار با اندازه ذرات کوچکتر از ۳۱ میکرون (جدول ۷) ارائه گردیده است.

جدول ۶: اولویت رسوب‌زایی لندفرم‌ها برای توفان‌های ماسه

لندفرم	(میکروانه ذرات با قطر بین ۱۲۵-۳۱)
مخروط افکنه غیر فعال	۲۷/۰
دشت آبرفتی با فرسایش آبی	۲۶/۱
زمین کشاورزی قدیمی	۲۴/۵
زمین کشاورزی جدید	۱۷/۵
مخروط افکنه فعال	۱۷/۲
دشت سر	۱۶/۵
باجادا با تراکم آبراهه زیاد	۱۳/۷
باجادا با تراکم آبراهه کم	۱۱/۳
دشت آبرفتی با زمینهای آغشته به نمک و نیکا	۱۰/۴
پلایا با اراضی پف کرده	۸/۸

Source: Research findings, 2020

جدول ۷: اولویت رسوب‌زایی لندفرم‌ها برای توفان‌های گرد و غبار

لندفرم	(میکروانه ذرات با قطر کوچکتر از ۳۱)
زمین کشاورزی قدیمی	۵/۷
دشت آبرفتی با فرسایش آبی	۴/۶
مخروط افکنه غیر فعال	۱/۴
مخروط افکنه فعال	۳/۲
باجادا با تراکم آبراهه کم	۲/۸
زمین کشاورزی جدید	۲/۳
دشت سر	۱/۶
باجادا با تراکم آبراهه زیاد	۱/۴
دشت آبرفتی با زمینهای آغشته به نمک و نیکا	۱/۱
پلایا با اراضی پف کرده	۰/۸

Source: Research findings, 2020

همانگونه که جدول ۶ و ۷ نشان میدهند سه لندفرم مخروط افکنه غیر فعال، دشت آبرفتی با فرسایش آبی، زمین کشاورزی قدیمی، با تفاوت‌های کم نسبت به هم، لندفرمهای رسوب‌زا در منطقه هستند.

مقایسه جدول ۵ با جداول ۶ و ۷ نشان می‌دهد که زمین‌های کشاورزی (قدیم یا جدید) به عنوان لنداسکیپ یا دخالت انسان در واحدهای طبیعی لندفرم، علیرغم اینکه مقاومت به فرسایش را نشان می‌دهند (جدول ۵)، ولی در رسوب‌زایی برای طوفانهای ماسه و گردوغبار اولویت اول تا سوم را به خود اختصاص داده‌اند. این می‌تواند به دلیل فعالیت‌های اصلاحی رخداده در زمینهای کشاورزی از جمله استفاده از کود و ... باشد که حاصل آن ایجاد خاکدانه‌ها است. داده‌های جدول ۶ و ۷ نشان و یاد آوری می‌کند که این اراضی طبیعتاً و ذاتاً حساس به فرسایش بوده یا به عبارت دیگر رها سازی و تغییر کاربری این اراضی می‌تواند فرسایش بادی را تشدید کند. گومز (۲۰۰۳) اعتقاد دارد که در دراز مدت، تغییر کاربری کشاورزی، باعث از دست رفتن ذرات غنی از مواد مغذی خاک شده در نتیجه کاهش حاصلخیزی خاک از طریق کاهش ظرفیت ذخیره سازی آب خاک و تخریب ساختار خاک صورت می‌گیرد (Gomes, 2003).

مقایسه بین جداول فوق، همچنین نشان می‌دهد که دشت آبرفتی با زمینهای آغشته به نمک و نمک، پلایا با اراضی پف کرده، علیرغم اینکه باید به نظر برسند که سهم به سزایی را در طوفانهای ماسه و گردوغبار داشته باشند ولی کمترین سهم یا پائین‌ترین اولویت را در رسوب‌زایی دارند که می‌تواند به دلیل شرایط طبیعی این لندفرمها از جمله ریز دانه بودن ذرات، خاصیت چسبندگی بین ذرات، رطوبت بالا حاصل از سطوح آبهای زیر زمینی و ترکیبات املاح باشد.

ریز دانه شدن بافت این سطوح منجر به ایجاد سطوح صاف بدون ناهمواری و با چسبندگی بالا می‌گردد. تریکار (۱۹۶۹) معتقد است که باد در رس‌ها (رسوبات ریزدانه) به علت چسبندگی زیاد بطور نامحسوس عمل کرده و حتی در حالت مرطوب هیچ برداشتی از آنها ندارد (Tricart, 1969). بگنولد (۱۹۴۱) نیز در آزمایش تونل باد نشان داده که پودر سیمان توانسته بوسیله بادی که قادر به حمل ذرات حتی با قطر ۴/۶ میلیمتر بود حمل نشود (Bagnold, 2012). به دلیل حاکم بودن شرایط آب و هوایی خشک و کمبود بارش در منطقه، املاح منتقل شده از بالا دست، در مناطق پائین دست غالب شده و این فرایند رسوبگذاری شیمیائی باعث سخت شدن این سطوح می‌گردد (Mabbutt, 1977). مابوت این فرایند رسوبگذاری را مانع فرآیندهای فرسایشی باد همانند بادبردگی می‌داند. از طرفی تحقیقات گائو (۲۰۱۹) در چین نشان داده است که افزایش سطح مزارع و مصرف آب مسکونی ناشی از فعالیتهای انسانی باعث افزایش فرسایش باد در مناطق مرطوب پلایا نیز شده است (Gao, 2019).

با توجه به نتیجه‌گیری فوق می‌توان بیان کرد، منابع ماسه ارگ دامغان در بخش شمالی ارگ، منطقه وسیعی را از پای‌کوه تا ارگ پوشش می‌دهد. فرایند باد در منطقه را می‌توان در دو موضوع انرژی باد جهت برنامه‌ریزی پتانسیل حرارتی و برقی (Dehghani, 2019) و فرایند باد از نظر فرسایش و آلودگی هوا (Bahiraii, 2012) و تغییرات کاربری بحث کرد. در این مطالعه فرایند باد در بحث فرسایش در دو بازه زمانی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. بازه زمانی اول، فعالیت فرایند باد قبل از تثبیت تپه‌های ماسه‌ای یعنی قبل از سال ۱۳۵۰ می‌باشد. در این بازه منابع ماسه وسیعی از اراضی بالا دست در اختیار باد بوده است و فرایند بادی بطور طبیعی عمل می‌کرده و یک تعادل

نسبی بین فرسایش و رسوبگذاری وجود داشته است. بازه دوم، زمان بعد از تثبیت ارگ که همراه با تغییرات گسترده کاربری سرزمین به دلیل شرایط زمین ترکیب منطقه و پیشرفتهای تکنولوژی در استحصال آب زیر زمینی و گسترش زمینهای کشاورزی بوده است.

مطالعات نشان داد که، این چنین تغییرات وسیع، دو تاثیر قابل ملاحظه روی تعادل طبیعی فرایند بادی داشته است، یکی تغییرات گسترده مکانی و سرزمینی از لندفرمهای طبیعی به لندفرمهای زیستی - انسانی (لنداسکیپ)، بطور واضح تغییرات کاربری از اراضی مرتعی به زمینهای کشاورزی که حساس‌ترین و رسوب‌زاترین لندفرم‌ها را شکل داده است، و دیگری تغییر زمانی و مکانی فعالیت باد از مناطق برداشت قدیمی به مناطق برداشت جدید، به طور واضح تحت تاثیر قرار گرفتن لندفرم دشت آبرفتی با زمینهای آغشته به نمک، نمکا و پلایا با اراضی پف کرده در مناطق پائین دست بوده است.

تحلیل ژئومورفولوژی لندفرمهای منابع ماسه نشان داد که سه ویژگی ظرفیت حمل باد، تامین رسوب و قابلیت دسترسی به رسوب برای باد، می‌توانند محورهای مطالعه برای اولویت بندی منابع ماسه در نگرش فرایند باد باشند. با توجه به پراکنش زیاد ارگ (مجموعه تپه ماسه‌ای) در ایران از طرفی و تغییرات گسترده مکانی و زمانی کاربری اراضی، دستاوردهای این پژوهش را می‌توان در مناطق دیگر نیز به کار برد. همچنین دستاورد این پژوهش نشان می‌دهد که هر گونه تغییر در منابع ماسه، به صورت جدی سیمای لندفرم را تغییر و آشفتگی‌ایی در لندفرمهای طبیعی به وجود می‌آورد، که به طبع آن، فرایند جدید و جدی را در برنامه‌ریزی منطقه‌ای با رویکرد پایش و ارزیابی منابع ماسه، طلب می‌کند.

References

- Almazroui, M. (2013). Climatology and Monitoring of Dust and Sand Storms in the Arabian Peninsula. Center of Excellence for Climate Change Research (CECCR), King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia, 1-12.
- Aerial photographs, scale 1/55000, 1934. National Geography Organization of Iran.
- Bagnold, R. A., 1941. The physics of blown sand and desert dunes, Methuen, London.
- Bahiraii, H., Ayazi, M., Rajaii, M., Ahmadi, H., (2012). Synoptic statistical analysis of dust phenomenon in Ilam province. Quarterly of New Attitudes in Human Geography. 4(1). Pp.47-67. [In Persian].
- Belnap, J. (2001). Biological soil crusts and wind erosion. In Biological soil crusts: Structure, function, and management (pp. 339-347). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Blott, S. J., & Pye, K. (2001). GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. Earth surface processes and Landforms, 26(11), 1237-1248.
- Cao, H., Liu, J., Wang, G., Yang, G., & Luo, L. (2015). Identification of sand and dust storm source areas in Iran. Journal of Arid Land, 7(5), 567-578.
- Cooke, R. U. (1970). Stone pavements in deserts. Annals of the Association of American Geographers, 60(3), 560-577.
- Dehghani, R., Gandomkar, A., Eslamian, S., Gayor, H., and Modares, R., (2019). Frequency analysis of wind speed and direction and its role in regional planning of Fars province. Quarterly of New Attitudes in Human Geography. 11 (4), pp.142-125. [In Persian].
- Fitzsimmons, K.E.; Rhodes, E.J.; Magee, J.W. and Barrows, T.T. (2007). The timing of linear dune activity in the Strzelecki and Tirari Deserts, Australia, Quaternary Science Reviews, 26(19): 2598-2616.

- Gao, C., Wei, C., Zhang, L., Han, D., Liu, H., Yu, X., & Wang, G. (2019). Historical (1880s–2000s) impact of wind erosion on wetland patches in semi-arid regions: A case study in the western Songnen Plain (China). *Aeolian Research*, 38, 13-23.
- Geological Map of Damghan (1995). Geological Survey of Iran.
- Gomes, L., Arrue, J.L., Lopez, M.V., Sterk, G., Richard, D., Gracia, R., Sabre, M., Gaudichet, A. and Frangi, J.P., 2003. Wind erosion in a semiarid agricultural area of Spain: the WELSONS project. *Catena*, 52(3-4), pp.235-256.
- Hobbs, S.W.; Paull, D.J. and Bourke, M.C. (2010). Aeolian processes and dune morphology in Gale Crater, Icarus, 210(1): 102-115.
- I.R.OF IRAN Meteorological Organization. www.irimo.ir
- Jianjun, Q., Ning, H., Guangrong, D., & Weimin, Z. (2001). The role and significance of the Gobi Desert pavement in controlling sand movement on the cliff top near the Dunhuang Magao Grottoes. *Journal of Arid Environments*, 48(3), 357-371.
- Lakes Environmental WRPLOT. Available at: <https://www.weblakes.com/products/wrplot/index.html>
- Lancaster, N., & Baas, A. (1998). Influence of vegetation cover on sand transport by wind: field studies at Owens Lake, California. *Earth Surface Processes and Landforms: The Journal of the British Geomorphological Group*, 23(1), 69-82.
- Mabbutt, J.A. (1977). Desert landforms.
- Mashhadi, N., (2018). Land use change in sand sources as an agent on changing wind erosion process (case study: Damghan erg). *Geography (Regional Planning)*, 9(3), pp. 61-79. [In Persian].
- National Cartographic Center of Iran (NCC). www.ncc.org.ir
- Neave, M., & Rayburg, S. (2007). A field investigation into the effects of progressive rainfall-induced soil seal and crust development on runoff and erosion rates: The impact of surface cover. *Geomorphology*, 87(4), 378-390.
- Nield, J. M., Bryant, R. G., Wiggs, G. F., King, J., Thomas, D. S., Eckardt, F. D., & Washington, R. (2015). The dynamism of salt crust patterns on playas. *Geology*, 43(1), 31-34.
- Okin, G. S. (2008). A new model of wind erosion in the presence of vegetation. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 113(F2).
- Potocki, M. and Angiel, P. (2004). Change of grain size parameters of sediments as a result of wind activity. *Barchans Jarangiyn els in Gobi, Mongolia, Miscellanea Geographica*, 11: 81-91.
- Raupach, M. R., Gillette, D. A., & Leys, J. F. (1993). The effect of roughness elements on wind erosion threshold. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 98(D2), 3023-3029.
- Tricart, J. (1969). Le modelé des régions sèches.
- Wolfe, S. A., & Nickling, W. G. (1993). The protective role of sparse vegetation in wind erosion. *Progress in physical geography*, 17(1), 50-68.

Analysis of geomorphologic- anthropogenic changes in sources of Sand and dust storms (Case study: Damghan Erg)

Naser Mashhadi*

Assistant Prof., International Desert Research Center (IDRC), University of Tehran, Tehran, Iran

Majid Karimpour reihan

Associate Prof., International Desert Research Center (IDRC), University of Tehran, Tehran, Iran

Abstract

Sand and dust storms occur when unchecked, strong or turbulent winds combine with exposed loose soil dry surfaces. These conditions are usually exacerbated by human activity and land use change in semi-arid and arid regions. The Damghan region, due to its geocological structure, has created a special features in the arid region on the closed basin of Haj Aligholi. At present the ecosystem balance of the region is affected by anthropogenic exploitation and wind activities. The aim of this study was to investigate the priority of sand resources in the aeolian process. In this study, we were compared the composition and variations of grain size in land natural units (landforms) and human activity - based units (Landscape). In each unit of sand source were taken soil or deposit samples. The results of granulometry show that Agricultural Land Unit contain more than 60% of particles larger than 2000 microns; As a result, this unit is more resistant to wind erosion than other units. Whereas, this value is about 15% for the most sensitive landforms (alluvial plain with water erosion). On the other hand, the granulometry results of particle below 2000 micron indicate that Agricultural Land Unit contains the most vulnerable particles to wind erosion. This means that agricultural land has a high potential to provide sand resources in the process of wind erosion.

Keywords: Damghan, wind erosion, landform, granulometry, sand resources.

* (Corresponding author) nmashhad@ut.ac.ir