



## تأثیر شدت و مدت خشکی بر وضعیت باد و فرسایش بادی در اراضی کشاورزی (مطالعه موردی: شهرستان دامغان)

مهین حنیفه پور<sup>۱</sup>، ناصر مشهدی<sup>۲</sup> و حسن خسروی<sup>۳\*</sup>

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد همزیستی با بیابان - دانشگاه تهران m.hanifehpour@gmail.com

۲- استادیار دانشگاه تهران nmashhad@ut.ac.ir

۳- استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران hakhosravi@ut.ac.ir

### چکیده

فرسایش بادی یکی از بلاهای طبیعی است که مناطق خشک و بیابانی ایران مرکزی به صورت روزافزونی با آن مواجه می‌باشد. مدیریت نادرست در عرصه منابع طبیعی بر افزایش این پدیده تأثیر زیادی داشته است. بارندگی، درجه حرارت و باد از مهم‌ترین عوامل آب و هوایی است که در این پدیده تأثیر دارند. کمبود بارندگی، افزایش درجه حرارت و سرعت باد باعث افزایش تبخیر و تعرق در منطقه شده است، بنابراین شناخت این پارامترهای اقلیمی می‌تواند در جهت مدیریت منابع طبیعی و کشاورزی مفید باشد. شهرستان دامغان از جمله مناطق مستعد وقوع پدیده فرسایش بادی در شمال شرق کشور می‌باشد. هدف از این تحقیق بررسی پارامترهای اقلیمی (بارش، دما، تبخیر و تعرق و باد) و تعیین ماه‌های خشک منطقه و تأثیر آن بر فرسایش بادی است. براساس نتایج بدست آمده از میانگین دمای روزانه در ایستگاه سینوپتیک دامغان از ماه اردیبهشت تا اواسط آبان خشکی بر منطقه مستولی گشته، بطوریکه در خرداد، تیر، مرداد و شهریور به بیشترین حد خود می‌رسد. میزان تبخیر و تعرق در تمام طول سال بیش از بارندگی و حدود ۱۱ برابر بارندگی می‌باشد. در ماه‌های اردیبهشت، خرداد و تیر درصد وقوع بادهای توفان‌زا، درجه حرارت و تبخیر و تعرق نسبت به میزان بارندگی بیشتر از سایر ماه‌ها است، در ماه‌های مرداد و شهریور درجه حرارت بیش از سایر ماه‌ها است که در این ماه‌ها اوج خشکی در منطقه و میزان بارندگی در کمترین مقدار خود است. بنابراین خشکی حاکم در منطقه، وقوع بادهای توفان‌زا و کاهش نزولات جوی شرایط را برای وقوع پدیده فرسایش بادی در منطقه را ممکن می‌سازد.

واژه‌های کلیدی: باد، بارندگی، تبخیر و تعرق، دما، فرسایش بادی.

---

## The Effect of intensity and duration of drought on wind conditions and wind erosion in agricultural areas (Case study: Damghan area)

---

Mahin Hanifehpour<sup>1</sup>, Naser Mashhadi<sup>2</sup> and Hasan Khosravi<sup>3\*</sup>

1- Knowledge M. Sc Natural Resources Engineering - Co-existing with the desert - Tehran University.

m.hanifehpour @ gmail.com

2- Assistant Professor, International Desert Research Center, nmashhad@ut.ac.ir

3- Assistant Professor, Faculty of Natural Resources Tehran University.

hakhosravi@ut.ac.ir

### Abstract

Wind erosion is one of the natural disasters in the arid regions of central Iran is increasingly faced by mismanagement of natural resources in the rise of this phenomenon has had a large impact. Precipitation, temperature and wind are the most important climatic factors that affect this phenomenon. Lack of rainfall, temperature increased and wind speed increased evapotranspiration in the region is moving so knowing the parameters climate can be useful in the management of natural resources and agriculture. Damghan city is including areas prone to wind erosion phenomena in the North East of the country. The purpose of this study is climatic parameters (precipitation, temperature, evapotranspiration, wind) and the months of the dry zone and its impact on wind erosion. Based on the results of the mean daily temperature in the month of May to mid- October dry station cover dominates return, so once reaches of, July, August and September to its highest. Evapotranspiration rates are amount of rainfall over throughout the year, and the potential evapotranspiration to precipitation in the area is 11. In the months of May, June and July wind storm occurrences of cause and evapotranspiration over other months is also expressed in degrees month is greater than rainfall. In the months of August and September is more heat than any other month in the year of drought peak rainfall in the region is at its lowest. Thus the conditions for the occurrence of the phenomenon of wind erosion climatic factors examined in the region are possible.

**Key words:** Wind, Precipitation, Evapotranspiration, Temperature, Wind Erosion.

## ۱- مقدمه

کشور ایران بر روی کمربند جهانی بیابان‌زایی و فرسایش بادی قرار دارد به نحوی که بخش قابل توجهی از مساحت آن را (۸۸/۶ درصد)، اقلیم خشک تشکیل داده است، به ویژه آنکه ۳۴/۸ درصد از مساحت کشور را (حدود ۵ برابر میانگین جهانی) سرزمین‌های خشک اشغال کرده‌اند (فتاحی و همکاران، ۱۳۸۹).

فرسایش بادی یکی از جنبه‌های مهم تخریب اراضی در مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود (کوپن‌گیر، ۱۹۹۱)، به طوری که حدود یک ششم مساحت اراضی دنیا را تحت تأثیر خود قرار داده است (اسکیدمور، ۲۰۰۰). در سطح جهانی حدود ۵۴۹ میلیون هکتار در اثر فرسایش بادی مورد تخریب قرار گرفته (سوبرامینیام و چیناپا، ۲۰۰۲) که ۲۹۶ میلیون هکتار آن دارای فرسایش بادی شدید می‌باشد (لال، ۲۰۰۳). این در حالی است که فرسایش بادی یکی از عوامل اصلی محدودکننده حاصل‌خیزی خاک در بسیاری از نقاط جهان از جمله ایران می‌باشد و بنابراین چالشی جدی در برابر تولید پایدار و مدیریت اراضی کشاورزی محسوب می‌شود. شناخت و آگاهی وضعیت اقلیمی مناطق مختلف یک کشور یکی از مهم‌ترین ابزار کار توسعه در آن کشور است. برنامه‌ریزی صحیح بسیاری از فعالیت‌های انسانی از جمله کشاورزی، منوط به شناخت دقیق اقلیم و اقلیم‌کاربردی هر منطقه می‌باشد (پاپلی یزدی، ۱۳۷۶).

در یک پهنه، مشاهده تغییرات مکانی حمل توسط باد در نتیجه تغییرات فاکتورهای غالب فرسایش‌پذیر چون ویژگی‌های خاک، خشونت سطح، توپوگرافی، پوشش گیاهی، پوسته خاک و مدیریت زمین می‌باشد (سوسکیا و همکاران، ۲۰۰۳) به همین خاطر این نوع فرسایش تحت تأثیر شرایط اتمسفری (باد، بارش و درجه حرارت)، ویژگی‌های خاک (بافت، ترکیب و تراکم خاک) و نوع کاربری اراضی می‌باشد، به منظور درک و تفسیر هر شرایطی ضروری است که این عوامل مؤثر شناخته شوند (گودی، ۲۰۰۴).

فرسایش بادی معمولاً در اثر عدم اعمال مدیریت معقول روی منابع خاک و سرزمین مانند تشدید عملیات زراعی، چرای مفرط، تخریب جنگل و غیره صورت می‌گیرد. هانسون و کاسمان (۱۹۹۰) در نتایج حاصل از مجمع ارزیابی تخریب خاک<sup>۱</sup> که توسط موسسه منابع خاک گزارش شده است، نشان می‌دهند که تخریب خاک ناشی از فعالیت‌های انسان ۶ درصد در سال ۱۹۴۵ به ۱۷ درصد در سال ۱۹۹۰ افزایش یافته است که کشاورزی و برداشت محصول برای نیازهای انسان ۹۹ درصد از این تخریب را به خود اختصاص است.

در طرح شناسایی کانون‌های بحرانی فرسایش بادی و تعیین اولویت‌های اجرایی استان سمنان که توسط دفتر فنی تثبیت شن و بیابان‌زدایی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور با همکاری شرکت مهندسی مشاور توسعه و احیاء کشاورزی تاک سبز در سال ۱۳۸۱ به انجام رسیده، اطلاعات نسبتاً جامعی از وضعیت فرسایش بادی استان تهیه شده است. در این مطالعات ۸ منطقه در شهرستان تحت تأثیر فرسایش بادی قرار دارد. مجموع مساحت مناطق مذکور ۳۰۶۲۳۶ هکتار برآورد شده که از کل این مساحت ۱۸۱۱۳۷ هکتار منطقه برداشت، ۱۱۷۱۵۰ هکتار منطقه رسوب‌گذاری، و ۷۹۴۹ هکتار منطقه حمل می‌باشد. مطالعات و نمونه‌برداری‌های انجام شده نشان می‌دهد که فرسایش بادی کماکان ادامه دارد و هر ساله بر حجم و میزان رسوبات ارگ افزوده می‌شود. سرعت و مدت وزش باد در دامغان از سایر مناطق استان بیشتر است. اراضی کشاورزی وسیع در اطراف شهر و روستاها و آبراه‌ها و دشت‌های با پوشش کم، منابع تغذیه مناسبی برای فرسایش بادی است. این وضعیت خسارت زیادی به راه‌آهن، تأسیسات صنعتی و دامداری، اراضی کشاورزی، باغات گسترده پسته و منازل مسکونی وارد می‌سازد. منطقه برداشت از ناحیه شمالی و شرقی ارگ آغاز و تا حاشیه رشته کوه سفید کوه امتداد می‌یابد. این محدوده از دشت‌سررها و مخروطه‌افکنه‌های

<sup>1</sup> GLASOD

بالادست جاده دامغان - سمنان تا اطراف شهر دامغان را در بر می‌گیرد. در شمالی‌ترین نقطه منطقه برداشت پوشش گیاهی نسبتاً مناسبی از تیپ درمنه وجود دارد که هر چه به سمت جنوب و جنوب‌شرقی پیش برویم از میزان پوشش گیاهی کاسته شده و خاک لخت در معرض فرسایش قرار می‌گیرد (قربانیان و همکاران، ۱۳۹۱).

از سطح کل کشور حدود ۱۸ میلیون هکتار اراضی زیر کشت است. بدیهی است که از این ۱۸ میلیون هکتار ۱۰ تا ۱۲ میلیون هکتار آن زیر کشت دائمی و بقیه آن به صورت آیش است. ۴۷ درصد از اراضی زیر کشت کشور به صورت آبی و بقیه به صورت دیم‌کاری می‌باشند. اما نکته‌ای که نباید از آن غافل شد این است که در بهره‌برداری از این اراضی و سیستم‌های استفاده از آن، به گونه‌ای باید عمل شود که به خاک که سرمایه اصلی زندگانی است آسیبی وارد نشود. متأسفانه بر اثر عدم استفاده صحیح از منابع آبی و خاکی همه ساله ۱/۵ میلیون هکتار به سطح بیابان‌های کشور افزوده می‌شود (زهتابیان و خسروی، ۲۰۰۹).

شفیع زاده (۱۳۸۴) تحقیقی در محدوده فرودگاه امام خمینی (ره) در جنوب غربی تهران انجام داد. بررسی انواع کاربری‌ها در محدوده فرودگاه امام (ره) نشان می‌دهد که ۵ نوع کاربری شامل اراضی کشاورزی، بایر، مرتعی، متفرقه و تأسیسات در منطقه مطالعاتی وجود دارد که در طی ۴۸ سال گذشته سطح این کاربری‌ها تغییراتی داشته است. سطح اراضی مرتعی کمترین تغییرات را داشته (۵/۱ درصد) در حالی که سطح اراضی کشاورزی منطقه ۱۴ درصد کاهش یافته و به اراضی بایر و تأسیسات تبدیل شده است. همچنین در نتیجه احداث فرودگاه میزان فرسایش بادی نسبت به سال ۱۳۳۴ حدود ۱۰ برابر افزایش یافته است. از مهم‌ترین عوامل مؤثر در تشدید فرسایش سرعت و تداوم باد، مدیریت استفاده از زمین و پوشش گیاهی سطح خاک است.

سرابیان و نیکپور (۱۳۸۹) اظهار داشتند که فرسایش بادی از فرایندهای مهم مناطق خشک و نیمه خشک است که موجب تخریب خاک و وقوع پدیده گردوغبار می‌گردد، وقوع این پدیده در چند سال اخیر در برخی استان‌ها باعث بروز مشکلات فراوان برای ساکنان آن شده است که علاوه بر اثرات اجتماعی و سلامت جامعه بر روی تولیدات بخش کشاورزی نیز تاثیرگذار است، به نحوی که نتایج نشان می‌دهد موجب ایجاد خسارتی در حدود ۷ الی ۱۷ میلیون تن در سال ۸۸ به تولیدات زراعی و باغی گردیده است.

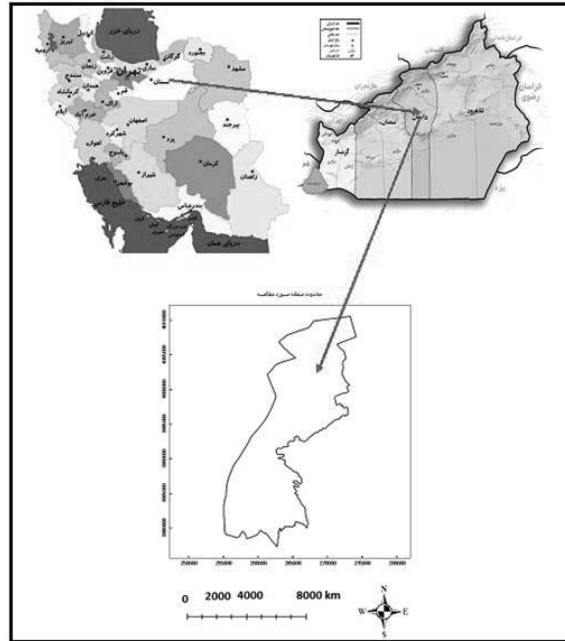
مهم‌ترین عوامل آب و هوایی که در فرسایش بادی تأثیر دارند عبارتند از: بارندگی، درجه حرارت و باد. در این پژوهش سعی شده است این سه عامل اقلیمی مورد بررسی قرار گرفته و با یکدیگر مقایسه شده تا تأثیر آن‌ها بر روی فرسایش بادی مشخص شود.

## ۲- مواد و روش‌ها

### موقعیت منطقه مورد مطالعه

منطقه‌ی مورد مطالعه در جنوب شرقی شهرستان دامغان با مساحت ۲۷۰۰۰ هکتار قرار دارد که حدود ۱۵۰۰۰ هکتار از آن دارای اراضی کشاورزی و باغات است. حداقل طول شرقی منطقه‌ی مورد مطالعه ۵۴ درجه و ۱۶ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۲۹ دقیقه و حداقل عرض شمالی جغرافیایی آن ۳۵ درجه و ۵۴ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۱۳ دقیقه است (شکل ۱).

متوسط بارش سالانه ۱۲۰ میلیمتر و بیشترین درصد بارش در فصل بهار است و میانگین دمای سالانه ۱۶/۳ درجه سانتیگراد است. از نظر طبقه‌بندی اقلیمی دوماستن، جزء مناطق خشک و سرد است.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

## روش تحقیق

### تهیه آمار و اطلاعات

اطلاعات مورد نیاز برای ارزیابی اقلیم و شاخص‌های آن شامل آمار ایستگاه هواشناسی دامغان به منظور مطالعات خصوصیات آب و هوایی و آنالیز باد منطقه براساس گلباد و گل توفان (واقع در طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۱۹ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۹ دقیقه و ارتفاع ۱۱۵۵ متر) اخذ شده است. از این اطلاعات جهت ترسیم نمودار بارش و دما، نمودار آمبروترمیک و اطلاعات مورد نیاز برای بدست آوردن تبخیر و تعرق منطقه مورد مطالعه استفاده شده است.

به منظور تعیین دوره خشک در منطقه پارامترهای آب و هوایی بارش، دما، تبخیر و تعرق و منحنی آمبروترمیک بررسی شد.

### مطالعه ویژگی‌های باد (گلباد و گل توفان) به منظور تعیین تأثیر باد بر روی فرسایش بادی

اطلاعات برداشت شده در خصوص باد عمدتاً عبارتند از سمت و سرعت باد که به صورت روزانه و رأس ساعات مورد نظر برداشت می‌گردند و در دفاتر و فایل‌هایی که برای این منظور در نظر گرفته شده است، ثبت می‌شوند. داده‌های بادسنجی مورد استفاده در این تحقیق به صورت ۸ ساعته بوده و شامل ۸ بار قرائت وضعیت باد در شبانه‌روز و در ساعات ۰، ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۵، ۱۸ و ۲۱ به وقت گرینویچ می‌باشد. بدیهی است هر چه تعداد ساعات برداشت در طول شبانه‌روز بیشتر باشد اطلاعات کامل‌تری از وضعیت باد در منطقه در دسترس بوده و در نتیجه مدل‌هایی (گلباد، گل-توفان و گل ماسه) که برای تحلیل وضعیت باد در منطقه ترسیم می‌گردند از انطباق بیشتری با واقعیت برخوردار می‌باشد.

جهت ترسیم نمودارهای گلباد سالانه، فصلی و ماهانه از آمار خلاصه باد سالانه که به اطلاعاتی نظیر سمت، سرعت و فراوانی هر سرعت باد اشاره می‌کند، استفاده گردید. پردازش اطلاعات و آمار به صورت متن و رمز خاصی که در اداره هواشناسی روال است، انجام گرفت تا اینکه برای نرم افزار WRPLOT که نمودارهای گلباد را در ۸ و ۱۶ جهت ترسیم می‌کند، قابل شناسایی باشد.

برای در نظر گرفتن هم‌زمان سرعت و جهت باد و سرعت آستانه فرسایش (شرایط خاک) از گل‌توفان استفاده می‌شود. در واقع گل‌توفان نوعی گلباد است که در آن شرایط مربوط به سرعت آستانه فرسایش و زمین در نظر گرفته شده است.

یکی از قابلیت‌های بسیار مفید نرم‌افزار WRPLOT این است که علاوه بر رسم گلبادهای استاندارد با سرعت پایه یک نات (حدود ۰/۵ متر بر ثانیه)، امکان تغییر سرعت پایه و رسم گلبادهای با سرعت پایه بیشتر (سرعت آستانه فرسایش بادی) را نیز برای کاربر فراهم ساخته است. این ویژگی انعطاف‌پذیر نرم‌افزار موجب می‌شود تا کاربر بتواند مقایسه‌ها و تحلیل‌های مختلفی را بر روی داده‌های بادسنجی منطقه انجام دهد. با استفاده از قابلیت‌های مذکور نرم‌افزار و با در نظر گرفتن سرعت پایه معادل سرعت آستانه فرسایش بادی در هر کدام از رخساره‌ها، گلبادهای توفان‌زا با نام جدید گل‌توفان تهیه شد. گل‌توفان بیانگر ارتباط سرعت فضایی باد با اراضی در معرض بادبردگی است و قابلیت نمایش توفان‌خیزی اراضی (ایجاد گردوخاک) را در هر رخساره داراست (اختصاصی، ۱۳۸۳). در این مقاله به منظور ترسیم گل‌توفان، سرعت‌های کمتر از آستانه فرسایش بادی (۶/۵ متر بر ثانیه)، حذف شد و سپس دیاگرام گل‌توفان به صورت سالانه ترسیم گردید.

برای شناخت ماههای خشک در ایستگاه‌های اقلیمی مورد مطالعه نمودارهای آمبروترومیک تهیه گردید. در اندازه‌گیری مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل از نرم‌افزار کراپ وات<sup>۱</sup> استفاده شد. این نرم‌افزار قابلیت این را دارد که با وارد کردن اطلاعات ایستگاه هواشناسی منطقه مورد نظر و وارد کردن اطلاعات هواشناسی منطقه از جمله متوسط حداقل دما، متوسط حداکثر دما، متوسط رطوبت نسبی، متوسط سرعت باد و متوسط ساعت آفتابی در روز در ستون‌های مربوطه میزان متوسط انرژی بازتاب شده از سطح زمین و تبخیر و تعرق پتانسیل (mm) را به صورت اتوماتیک محاسبه نماید.

### تعیین کاربری اراضی در دوره خشک و در زمان بیشترین شدت خشکی

در این تحقیق به منظور شناخت اثرات فرسایش بادی بر کاربری اراضی و به منظور شناسایی و تفکیک منابع زمینی و بررسی میزان تغییرات آن‌ها، نقشه‌های کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه در خرداد ماه سال ۱۳۸۵ با استفاده از تصاویر تصاویر ماهواره‌ای دریافتی از سازمان فضائی ایران و نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور دوره ۱۳۹۱ با استفاده از نقشه توپوگرافی و بازدیدهای میدانی تهیه شدند. سپس نقشه‌ی حاصل اسکن شده و در محیط آرک مپ<sup>۲</sup> نرم‌افزار آرک جی آی اس<sup>۳</sup> ژئورفرنس کردن، ویرایش و تولید نقشه‌ی رقومی کاربری اراضی انجام شد.

### ۳- نتایج

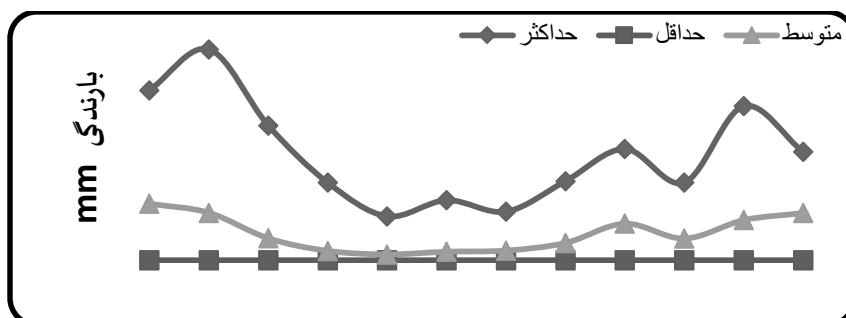
#### بارش

براساس نتایج، میزان متوسط بارش سالیانه در منطقه با توجه به آمار ایستگاه هواشناسی دامغان (کلیماتولوژی - سینوپتیک)، در دوره ۳۲ ساله آماری (۱۳۹۰-۱۳۵۹)، ۱۲۰ میلی‌متر است (شکل ۲). شکل (۳) نوسانات بارش سالانه ایستگاه مورد مطالعه و میانگین متحرک ۳، ۵ و ۷ ساله آن را نشان می‌دهد، طبق این نمودار ترسالی در این منطقه در سال ۱۳۷۰ و خشکسالی شدید در سال ۱۳۶۵ اتفاق افتاده است.

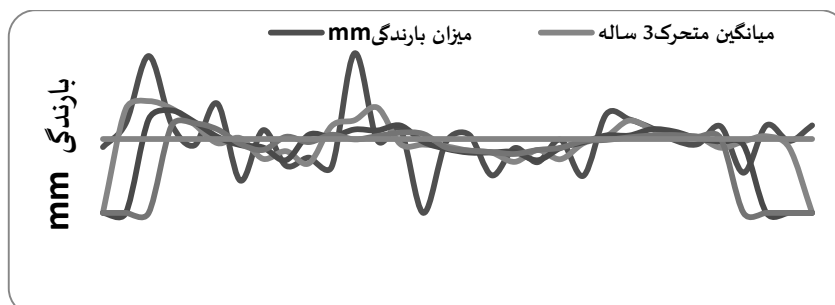
<sup>1</sup> CROPWAT Version 8

<sup>2</sup> Arc Map

<sup>3</sup> Arc GIS



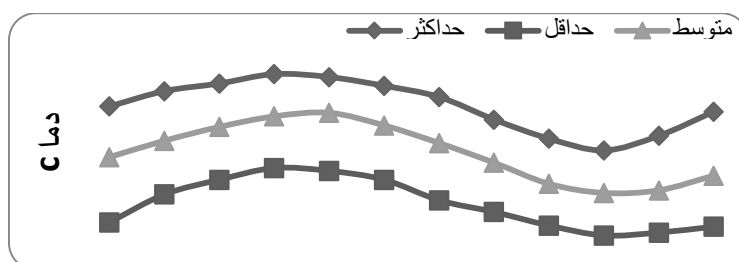
شکل ۲- نمودار بارندگی ماهانه ایستگاه سینوپتیک دامغان طی دوره آماری ۳۲ ساله : ۱۳۵۹-۹۰ (میلیمتر)



شکل ۳- نوسانات بارش سالانه ایستگاه مورد مطالعه و میانگین متحرک ۳، ۵ و ۷ ساله

## دما

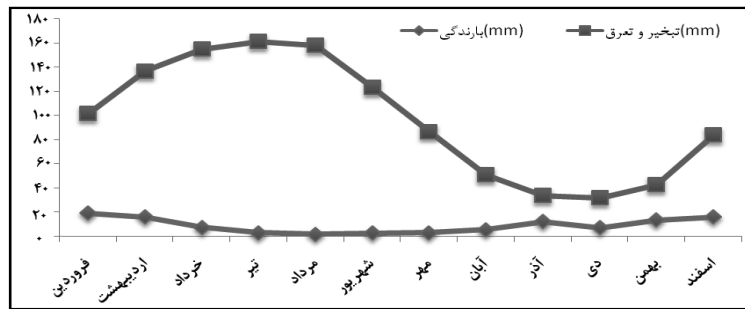
با توجه به آمار ایستگاه هواشناسی دامغان در دوره آماری ۳۲ ساله (۱۳۵۹-۹۰) میانگین دمای سالیانه  $۱۶/۳$  درجه سانتی‌گراد، میانگین حداکثر دما  $۳۲$  سانتی‌گراد و حداقل دما  $-۱/۲۵$  سانتی‌گراد می‌باشد، در حالی که آمار موجود نشان می‌دهد که میانگین دمای سالیانه در دامغان در دوره آماری  $۱۳۳۵-۱۳۵۳$ ، برابر  $۱۴/۳$  سانتی‌گراد، میانگین حداکثر دما  $۳۴/۴$  سانتی‌گراد و میانگین حداقل دما  $-۴/۹$  سانتی‌گراد می‌باشد (تیمورزاده، ۱۳۶۰). آمار مذکور بر تغییرات اقلیمی در طی ۵۵ سال گذشته در دامغان دلالت دارد (شکل ۴).



شکل ۴- نمودار دما (C) ایستگاه سینوپتیک دامغان طی دوره آماری ۳۲ ساله : ۱۳۵۹-۹۰

## تبخیر و تعرق

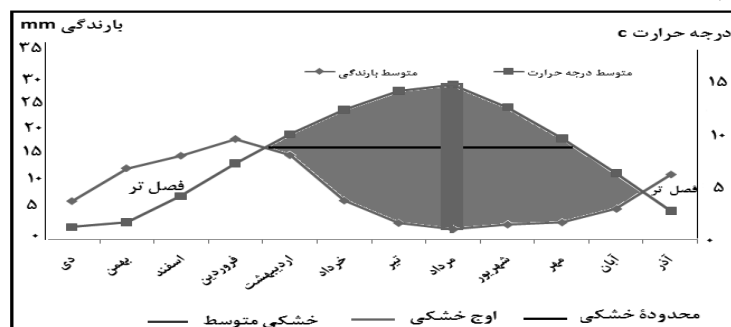
میزان تبخیر و تعرق پتانسیل منطقه طی دوره آماری ۳۲ ساله (۱۳۹۰-۱۳۵۹) برابر  $۱۱۶۵/۷$  میلی‌متر می‌باشد که تقریباً ۱۱ برابر میزان بارندگی سالانه می‌باشد. در حالیکه میزان تبخیر و تعرق پتانسیل برای محدوده دامغان در دوره آماری  $۱۳۳۵-۱۳۵۳$  برابر با  $۱۲۸۶/۹$  میلی‌متر بوده است (تیمورزاده، ۱۳۶۰). مقایسه میزان تبخیر و تعرق پتانسیل در دو مقطع زمانی مذکور بیانگر تغییر شرایط اقلیمی در منطقه می‌باشد (شکل ۵).



شکل ۵- تراز آبی منطقه‌ی مورد مطالعه با توجه به میزان تبخیر و تعرق پتانسیل و بارندگی

### نمودار آمبروترمیک

برای نمایش بهتر دو عنصر مهم اقلیمی نمودار آمبروترمیک (بارندگی- دما) دامغان تهیه و به صورت نمودار، شکل (۶) ارائه شده است. در نمودار مذکور یک دوره کاملاً خشک قابل رؤیت است و آن زمانی است که منحنی دما بر فراز منحنی بارش قرار گیرد. بنابراین در ایستگاه مورد مطالعه حدود ۸ ماه از سال، خشکی و حدود ۴ ماه از سال شرایط نیمه مرطوب حکم فرما است.



شکل ۶- نمودار آمبروترمیک شهرستان دامغان

### گلباد

براساس نمودار آمبروترمیک شکل (۶) که دوره خشک از اردیبهشت ماه شروع شده و تا آبان ماه ادامه دارد، باد منطقه مورد بررسی قرار گرفت. شکل (۷) گلبادهای ماه‌های خشک، نیمه‌مرطوب و سالانه ایستگاه سینوپتیک دامغان و وضعیت عمومی سمت و سرعت و فراوانی بادهای حاکم در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. جدول (۱) درصد توزیع طبقه‌های سرعت باد به صورت سالانه و در ماه‌هایی که منطقه با توجه به نمودار آمبروترمیک (شکل ۶) دارای خشکی متوسط تا زیاد است را در ایستگاه سینوپتیک دامغان را نشان می‌دهد. گلباد سالانه منطقه نشان می‌دهد که جهت باد غالب، از سمت شمال غربی (۲۹۲/۵ تا ۳۳۷/۵) و درصد فراوانی حالات آرام بادناکی کمتر از یک نات (۰/۵۴ متر بر ثانیه) حدود ۱۲ درصد در حدود ۹۰ درصد از بادهای حاکم در منطقه دارای سرعتی بیش از یک نات بوده است.

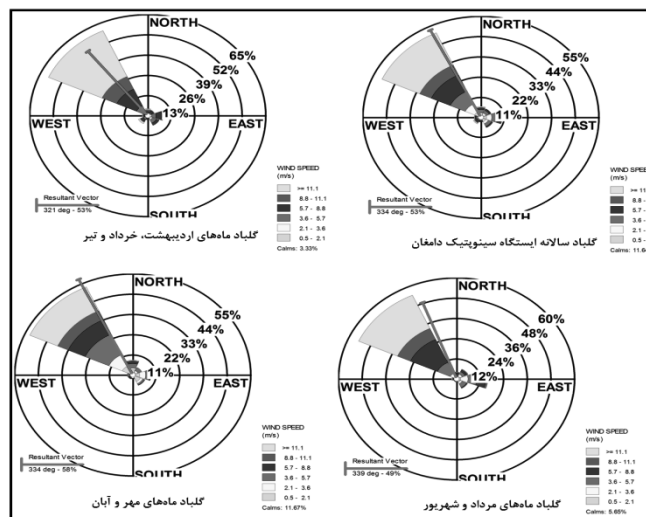
### نتایج حاصل از گل توفان

جهت وزش بادهای فرساینده که در تمام فصول سال، دارای سرعتی بیش از ۶/۵ متر بر ثانیه می‌باشند از سمت شمال غربی (۲۹۲/۵ تا ۳۳۷/۵) می‌باشد (شکل ۸). با توجه به جدول ۲، مشخص گردید که فراوانی بادهایی که دارای سرعتی کمتر از سرعت آستانه فرسایش بادی هستند، برابر ۶۱/۲ درصد می‌باشد. این مسأله، نشان‌دهنده این است که بادهای توفان‌زا و تولیدکننده گرد و خاک، حدود ۴۰ درصد از کل بادهای منطقه را شامل می‌شوند.



جدول ۱- درصد توزیع طبقه‌های سرعت باد به صورت سالانه و ماه‌های خشک در ایستگاه سینوپتیک دامغان (گلباد)

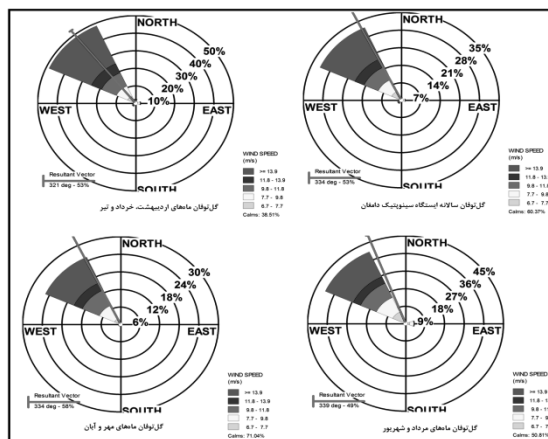
طبقات زمانی	طبقه‌های سرعت					
	>۱۱/۱	۸/۸-۱۱/۱	۵/۷-۸/۸	۳/۶-۵/۷	۲/۱-۳/۶	۰/۵-۲/۱
سالانه	۲۰/۷	۷/۵	۱۵/۶	۱۷/۷	۱۲/۳	۱۴/۳
اردیبهشت- خرداد- تیر	۳۴/۶	۱۲/۵	۲۱/۵	۱۵/۹	۱/۶	۵/۹
مرداد- شهریور	۲۲/۵	۹/۲	۲۳/۴	۱۹/۳	۱۰	۹/۸
مهر- آبان	۱۴/۸	۵/۵	۱۱/۷	۲۱/۴	۱۴/۸	۱۹/۹



شکل ۷ گلبادهای سالانه و ماهانه ایستگاه سینوپتیک دامغان

جدول ۲- درصد توزیع طبقه‌های سرعت باد به صورت سالانه و ماه‌های خشک در ایستگاه سینوپتیک دامغان (گل توفان)

طبقات زمانی	طبقه‌های سرعت (نات)				
	>۲۷	۲۳-۲۷	۱۹-۲۳	۱۵-۱۹	۱۳-۱۵
سالانه	۱۴/۳	۳/۴	۶/۵	۷/۵	۶/۵
اردیبهشت- خرداد- تیر	۲۴/۴	۶/۷	۱۰/۶	۱۰/۶	۸/۷
مرداد- شهریور	۱۴/۵	۳/۹	۹/۲	۱۰/۹	۹/۸
مهر- آبان	۹/۷	۳/۲	۵/۹	۵/۱	۳/۸



شکل ۸ گل توفان‌های فصلی و سالانه ایستگاه سینوپتیک دامغان

## کاربری اراضی

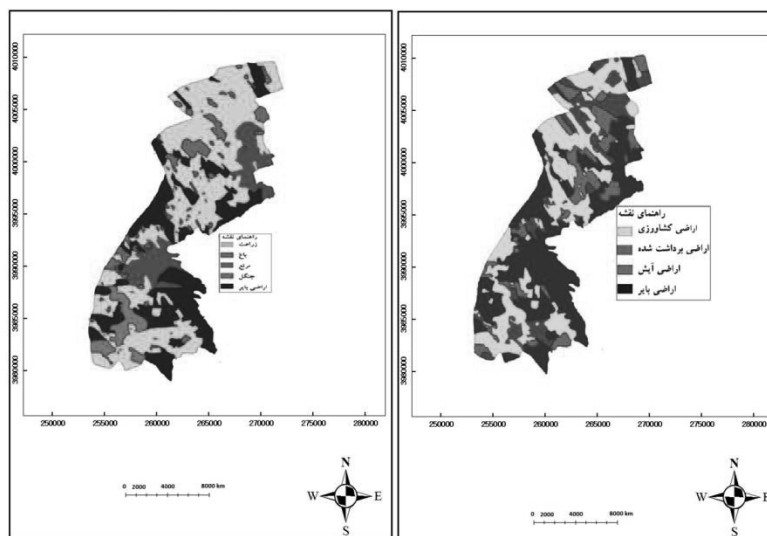
در این تحقیق به منظور شناخت اثرات فرسایش بادی بر کاربری اراضی و به منظور شناسایی و تفکیک منابع زمینی و بررسی میزان تغییرات آن‌ها، نقشه‌های کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه در مساحتی به وسعت ۲۷۰۰۰ هکتار با استفاده از تصاویر google earth، تصاویر ماهواره‌ای مربوط به خرداد ماه و نقشه توپوگرافی و بازدیدهای میدانی تهیه شدند. جدول (۳) مساحت کاربری اراضی را در سال ۹۱ و جدول (۴) مساحت کاربری اراضی را در خرداد ماه سال ۱۳۸۵ که سرعت باد در این ماه بیش از سایر ماه‌های دیگر است و بیشترین تأثیر را بر روی فرسایش بادی دارد، نشان می‌دهد. با توجه به جدول (۳) بیشترین اراضی محدوده مورد مطالعه در سال ۱۳۹۱ (یعنی ۱۵۰۰۰ هکتار یا ۵۵ درصد) کشاورزی و باغات بوده که این رقم هنگام وقوع بادهای طوفان‌زا یعنی در نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۸۵ در خرداد ماه کاهش یافته و به ۸۵۰۰ هکتار رسیده و در حدود ۷۵۰۰ هکتار از اراضی به صورت آیش بوده و یا برداشت محصول صورت گرفته است بنابراین اراضی منطقه در این ماه بیشتر در معرض فرسایش بوده است (شکل-های ۹ و ۱۰).

جدول ۳- مساحت کاربری اراضی سال ۹۱

کاربری	مساحت (هکتار)	درصد
زراعت	۱۲۲۸۸	۴۵
باغ	۲۷۲۳	۱۰
مرتع	۳۴۷۸	۱۳
جنگل	۱۳۰۱	۵
بایر	۷۲۱۰	۲۷
کل	۲۷۰۰۰	۱۰۰

جدول ۴- مساحت کاربری اراضی خرداد ماه سال ۱۳۸۵

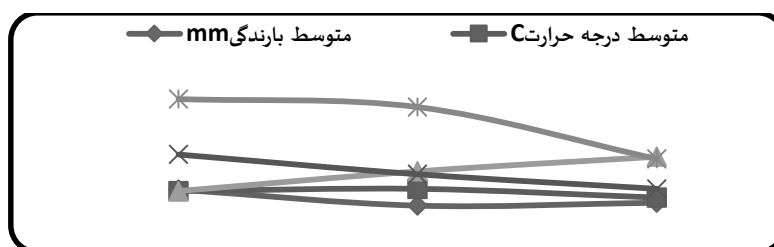
کاربری	مساحت (هکتار)	درصد
محصول روی زمین	۸۵۸۲	۳۲
محصول برداشت شده	۳۸۰۸	۱۵
آیش	۳۶۶۲	۱۳
بایر	۱۰۹۴۸	۴۰



شکل ۹- نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۸۵ در خرداد ماه / شکل ۱۰- نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۹۱

## ۴- نتیجه‌گیری

براساس منحنی آمبروترمیک (شکل ۶) ایستگاه می‌توان چنین نتیجه گرفت که میانگین دما در ایستگاه مورد نظر در مرداد ماه به اوج خود رسیده و در همین ماه میانگین مجموع بارش در پایین‌ترین حد می‌باشد. از ماه اردیبهشت تا اواسط آبان خشکی بر منطقه مستولی گشته، به طوریکه در خرداد، تیر، مرداد و شهریور به بیشترین حد خود می‌رسد. براساس شکل (۱۱) میزان تبخیر و تعرق در تمام طول سال بیش از بارندگی است و میزان تبخیر و تعرق پتانسیل منطقه ۱۱ برابر بارندگی است. کریمیان (۱۳۸۴) بیان نمود که در نمودار آمبروترمیک بافق و کالمند نیز از اواسط اردیبهشت تا اواخر آبان، دما بر بارندگی فزونی دارد لذا، این دوره را می‌توان به عنوان یک دوره خشک به حساب آورد، همچنین در منطقه قم دوره خشکی از اوایل اردیبهشت تا اواخر مهر قلمداد می‌شود (خالدی، ۱۳۸۴). کمبود بارندگی و افزایش درجه حرارت موجب حاکم شدن خشکی در منطقه شده که شرایط را برای وقوع بادهای طوفان‌زا مهیا کرده است همچنین تغییر کاربری اراضی کشاورزی خاک را حساس‌تر کرده و فرسایش بادی اتفاق می‌افتد. در بررسی‌های صورت گرفته (طهماسبی، ۱۳۹۲) در خصوص علل وقوع و تشدید پدیده گرد و غبار در بخش آبرفتی دجله و فرات مشخص گردید که مهم‌ترین علت تولید گرد و غبار در منطقه کمبود آب و تغییر کشاورزی دایر به رها شده است. نتایج بدست آمده از گل‌توفان‌های منطقه نشان می‌دهد که در ماه‌های اردیبهشت، خرداد و تیر درصد وقوع بادهای توفان‌زا در این ماه‌ها بیش از ۶۰ درصد است. در این ماه‌ها میزان بارش کم است در نتیجه بیشترین خسارت وارد شده به منطقه در این سه ماه است که دارای خشکی متوسط است.



شکل ۱۱- مقایسه عوامل اقلیمی با وضعیت باد منطقه

نتایج بدست آمده از نقشه کاربری اراضی در سال ۱۳۹۱ و ۱۳۸۵ نشان می‌دهد که در خرداد ماه که سرعت وزش باد در این منطقه زیاد است اکثر اراضی این منطقه به صورت آیش قرار داده شده و یا برداشت محصول از اراضی صورت گرفته است. بنابراین عمده‌ی فعالیت‌ها جهت جلوگیری از خسارت باد بهتر است در فصل بهار انجام شود و در این فصل اراضی کمتر دستخوش تغییرات شود و با انجام فعالیت‌هایی نظیر استفاده صحیح از زمین، حفظ رطوبت خاک، ایجاد خاکدانه‌های درشت در خاک سطحی، استقرار پوشش گیاهی، قرار دادن بقایای محصول و غیره خسارت‌های ناشی از وزش باد را در این فصل کنترل کنیم. در صورتی در فصل بهار و به ویژه در خرداد ماه براساس گل‌توفان ترسیم شده در این ماه در حدود ۶۵ درصد از باد منطقه سرعت بیش از ۶/۵ متربرثانیه داشته و شرایط را برای فرسایش ممکن می‌کند در صورتی که بیشتر اراضی براساس نقشه‌های کاربری اراضی ترسیم شده منطقه به صورت آیش و یا برداشت محصول صورت گرفته است. براساس جدول (۳) حدود ۱۵۰۰۰ هکتار (۵۵درصد) منطقه مورد مطالعه در سال ۱۳۹۱ دارای محصول بوده اما براساس جدول (۴) می‌توان نتیجه گرفت که بیشتر اراضی در خرداد ماه به صورت آیش بوده (۳۶۰۰ هکتار یا ۱۴ درصد) و یا برداشت محصول (۳۸۰۰ هکتار یا ۱۵ هکتار) صورت گرفته است و فقط بر روی ۸۵۰۰ هکتار از اراضی محصول بوده یعنی تقریباً بیش از نیمی از اراضی منطقه در زمان وقوع وزش بادهای با سرعت بیش از ۶/۵ متربرثانیه خالی از محصول بوده که شرایط را برای ایجاد فرسایش در

منطقه ممکن کرده است همچنین لی و همکاران (۲۰۰۴) در بررسی‌های خود نتیجه گرفتند که در زمین‌های زراعی پس از برداشت محصول از اواخر ماه سپتامبر تا کشت مجدد محصول در ماه می، برای حدود نیمی از سال سطح زمین لخت باقی می‌ماند در این مدت بارندگی کم و باد نیز معمولاً شدت زیادی دارد که شرایط را برای وقوع فرسایش ایجاب می‌کند. زو و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعات خود اظهار داشتند که، رها کردن زمین‌هایی که به طور فشرده تحت عملیات کشاورزی بوده‌اند به سبب کاهش چشمگیر پوشش گیاهی به همراه درصد شیب، باعث افزایش فرسایش می‌شوند.

با توجه به خسارات فرسایش بادی در اراضی زراعی که باعث کاهش حاصل‌خیزی خاک می‌شود باید تا آنجا که امکان دارد محصول در زمان وزش شدید باد بر روی زمین باقی بماند و یا بوسیله کاه و کلش این اراضی پوشانده شوند همچنین زمان آیش نباید با فصل خشک سال و وزش بادهای شدید همراه باشد چرا که موجب فعال شدن فرسایش در این اراضی می‌شود و توصیه می‌شود جهت کاهش فرسایش بادی در منطقه با توجه به وقوع بادهای شدید عملیاتی نظیر ایجاد زبری آئرودینامیکی (اوتلز و همکاران، ۲۰۰۳)، ایجاد کلوخه در سطح خاک (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۴)، استفاده از روش‌های خاک‌ورزی مناسب (موریلو، ۲۰۰۴؛ لوپز، ۲۰۰۰ و زابلسانی و همکاران، ۱۳۸۷)، محافظت سطح خاک توسط گیاه یا بقایای آن و درجه زبری (جعفری و همکاران، ۱۳۸۸) و بسیاری از روش‌های دیگر را می‌توان بکار برد که فرسایش بادی را در مناطق کشاورزی کاهش داد.

## ۵- مراجع

- ۱- پاپلی یزدی، م. ح.، ۱۳۷۹. قنات قصبه گناباد یک اسطوره. شرکت سهامی آب منطقه‌ای خراسان.
- ۲- جعفری، م. م.، نصری و ع. طویلی، ۱۳۸۸. تخریب خاک و اراضی. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۳- خالدی، ش.، ۱۳۸۴. تأثیر آب و هوا بر روی پوشش گیاهی استان قم (ایران مرکزی)، نشریه علوم جغرافیایی، ج ۴، ش ۵.
- ۴- زابلسانی، م. م.، ع. سالک زمانی و م. خورشیدی بنام، ۱۳۸۷. جهت‌گیری به سوی کشاورزی پایدار با کاهش خاک‌ورزی، اولین همایش ملی مدیریت و توسعه کشاورزی پایدار در ایران.
- ۵- سرابیان، ل و ع. نیکپور، ۱۳۸۹. چالش‌ها و برآورد خسارات ناشی از پدیده گردوغبار در بخش کشاورزی، دومین همایش ملی فرسایش بادی.
- ۶- شفیق زاده، م. م.، ۱۳۸۴. بررسی اثرات تغییر کاربری بر بیابان‌زایی محدوده فرودگاه امام خمینی (ره) با تأکید بر فرسایش بادی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته بیابان‌زایی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- ۷- طهماسبی بیرگانی، ع. م.، ۱۳۹۲. بررسی علل وقوع و تشدید پدیده گرد و غبار با تأکید بر مدیریت آب و تغییر کاربری اراضی کشاورزی بررسی موردی: حوزه آبخیز دجله و فرات، سومین همایش ملی فرسایش بادی و طوفان‌های گردوغبار.
- ۸- فتاحی، م. م.، م. درویش، ح. ر. جاویدکیا و س. م. ادنانی، ۱۳۸۹. ارزیابی و تهیه نقشه خطر کل بیابان‌زایی با روش فائو-یونپ (مطالعه موردی: حوزه آبخیز قمرود)، فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۷، شماره ۴، صفحه ۵۸۸-۵۷۵.
- ۹- کریمیان، ع. ا.، ۱۳۸۴. گیاهان دارویی، معطر، مرتعی و نادر مناطق حفاظت شده کالمندها بهادران و کوه بافق استان یزد، مجله محیط‌شناسی، شماره ۳۷، بهار ۱۳۸۴، صفحه ۷۷-۸۸.
- ۱۰- قربانیان، د و ح. ر. عباسی، ۱۳۹۱. بررسی خصوصیات گرانولومتری و مورفوسکوپی ذرات ماسه در ارگ دامغان، اولین همایش ملی بیابان (علوم، فنون و توسعه) خرداد ۹۱ دانشگاه تهران.
- ۱۱- میری، ع. ا.، پهلوانروی و ع. مقدم‌نیا، ۱۳۸۷. بررسی وقوع طوفان‌های گرد و خاک در منطقه سیستان پس از وقوع خشکسالی‌های تناوبی، فصل‌نامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۶، شماره ۳، صفحه ۳۲۹-۳۴۲.
- 12- Coppinger, K. D., W. A. Reiners, I. C. Burke and R. K. Olson, 1991. Net erosion on a sagebrush steppe landscape as determined by cesium 137 distribution, *Soil Science Society of America Journal*, (55): 254-258.
- 13- Goudi, A., 2004. Arid land geomorphology.
- 14- Hanson, R. G and K. G. Cassman, 1990. Soil Management and Sustainable Agriculture in the Developing World. Soil Management CRSP, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695-7113, USA.
- 15- Lal, R., 2003. Soil erosion and global carbon budget, *International Environment* (29): 437-450.
- 16- Li, F. R., L. Y. Zhao, H. Zhang, T. H. Zhang and Y. Shirato, 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.
- 17- Lopez, M. V., R. Gracia and J. L. Arrue, 2000. Effects of reduced tillage on soil surface properties affecting wind erosion in semiarid fallow lands of Central Aragon. *European Journal of Agronomy*, (12): 191-199.
- 18- Murillo, J. M., E. Moreno, I. F. Giron and M. I. Oblitas, 2004. Conservation tillage: long term effect on soil and crops under rained conditions in south-west Spain (Western Andalusia). *Spanish Journal of Agricultural Research*, 1(2): 35-43.
- 19- Oelze, M. L., J. M. Sabatier and R. Raspet, 2003. Roughness measurements of soil surfaces by Acoustic backscatter. *Soil Science Society of America Journal*, (67): 241-250.
- 20- Subramaniam, N and G. P. Chinappa, 2002. Remote sensing and GIS techniques for land degradation assessment due to water erosion, P 815-819. In: 17th WCSS, Thailand.
- 21- Skidmore, E. L., 2000. Air, soil, and water quality as influenced by wind erosion and strategies for mitigation. In: AGROENVIRON 2000, P 216-221. In: Second International Symposium of New Technologies for Environmental Monitoring and Agro-Applications Proceedings, Tekirdag, Turkey.
- 22- Suskia, M., G. S. Visser, J. Judith and J. C. Snepuangeres, 2004. Spatial variation in Wind - blown sediment transport in geomorphic units in northern Borkinafaso using geostatistical Mapping . *Geoderma*, 120, 95 – 107 .
- 23- Zehtabian, G. H and H. Khosravi, 2009. optimizing agricultural activities in order to arrive to sustainable development, Center of Excellence for Sustainable Watersheds Management, Faculty of Natural Resources, University of Tehran.
- 24- Zhang, C. L., X. U. Zou, J. R. Gong, L. U. Liu and Y. Z. Liu, 2004. Aerodynamic roughness of cultivated soil and water its influences on soil erosion by wind in a wind tunnel, *Journal of soil and Tillage Research*, (75): 53-59.
- 25- Zho, X., H. S. LIN and E. A. White, 2008. Surface soil hydraulic properties in four soil series under different land use and their temporal change. *Catena* (73): 180-188.