

بررسی وقوع طوفانهای گردو خاک در منطقه سیستان پس از وقوع خشکسالی های تناوبی

عباس میری^{۱*}، احمد پهلوانروی^۲ و علیرضا مقدم نیا^۳

*۱- نویسنده مسئول، مربی گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه زابل، پست الکترونیک: miri.abbas@gmail.com

۲- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه زابل

۳- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه زابل

تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۱/۱۳

تاریخ دریافت: ۸۶/۰۶/۱۷

چکیده

وقوع خشکسالی در منطقه سیستان از سال ۱۳۷۸ شرایط مساعدی را جهت شکل گیری طوفانهای گردو خاک مهیا نموده است. از آنجا که طوفانهای گردو خاک خسارتهای زیادی را به منابع زیستی وارد می نماید بررسی این رخداد امری ضروری بنظر می رسد. به منظور بررسی طوفانهای گرد و خاک، داده های بادسنجی از ایستگاه سینوپتیک زابل دریافت گردید. برای رسم گلباد از نرم افزار WRPLOT و نرم افزار کمکی باد صبا استفاده شد. همچنین جهت تعیین تغییرات طوفانهای گردو خاک علاوه بر داده های سرعت باد و دید افقی از کدهای هواشناسی شماره ۳۰ تا ۳۵ استفاده گردید. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل این داده ها نشان داد که جهت باد غالب منطقه شمال تا شمال غربی است. همچنین فراوانی طوفانهای گردو خاک پس از وقوع خشکسالی ها افزایش چشمگیری داشته؛ بطوری که تعداد روزهای همراه با طوفان گردو خاک از میانگین ۱۰ روز در سال در طی سالهای ۱۳۷۷ - ۱۳۶۹ به میانگین ۵۴ روز در سال در طی سالهای ۱۳۷۸-۱۳۸۳ رسیده است. در طی سالهای ۱۳۸۳-۱۳۷۸، نزدیک به ۳۲۴ روز طوفان گردو خاک شدید تا متوسط در منطقه مورد مطالعه رخ داده است. فراوانی روزهای با دیدهای افقی کمتر از ۱ کیلومتر در سال ۱۳۸۰ نسبت به دیگر سالهای مورد بررسی حداکثر می باشد. این پدیده در ماههای خرداد، تیر، مرداد و شهریور نسبت به ماههای دیگر سال بیشتر است. دامنه تغییرات مدت زمان وقوع طوفانهای گردو خاک بین ۳ تا ۱۱۰ ساعت در سال بوده و فراوانی طوفانهای با مدت زمان بیشتر از ۳ ساعت حدود ۵۰ درصد می باشد. بنابراین می توان نتیجه گرفت که پس از وقوع خشکسالی اخیر شاخص غبارناکی در منطقه مورد مطالعه ۵ برابر افزایش داشته است.

واژه های کلیدی: خشکسالی، طوفان گردو خاک، سیستان، فرسایش بادی

مقدمه

گیاهی، کاهش رطوبت خاک سطحی، افزایش حساسیت خاک به فرسایش بادی، بادهای شدید و تبدیل اراضی زراعی به اراضی بایر از عوامل شکل گیری طوفانهای گردو خاک می باشد. ایران بر روی کمربند جهانی بیابانزایی و فرسایش بادی قرار دارد، به طوری که در

طوفانهای گردو خاک رخدادهای طبیعی هستند که در مناطق خشک و نیمه خشک جهان رخ می دهند. این رخداد در مناطقی که دستخوش بیابانزایی قرار گرفته اند دیده می شود. بارندگی اندک، فقر پوشش

ب- غبارناکی و طوفان گردوخاک متوسط: در صورتی که دید افقی در سطح وسیع کمتر از ۱۰۰۰ متر و بیشتر از ۲۰۰ متر باشد.

ج - غبارناکی و طوفان گردوخاک کم: در صورتی که هوا غبارآلود بوده و مقدار غبار محلی $TPS^1 > 150$ میکروگرم در متر مکعب در ساعت باشد.

د- غبارناکی و طوفان گردوخاک بسیار کم یا صفر: در صورتی که هوا صاف بوده و مقدار $TPS < 150$ میکروگرم در متر مکعب در ساعت باشد.

نتایج تحقیقات (Orlovsky (2002)، بر روی طوفانهای گردوخاک در آسیای مرکزی نشان داد که خشک شدن دریاچه آرال عامل اصلی شکل‌گیری طوفانهای گرد و خاک بوده است. (Orlovsky (2005)، نشان داد که بیابان قره‌قوم^۲ و مناطق شرقی ترکمنستان منابع اصلی شکل‌گیری طوفانهای گردوخاک در آسیا می‌باشند. همچنین بیشترین فراوانی این رخداد در فصل تابستان و بهار می‌باشد. طول مدت این رخداد نیز ۳۵۰ ساعت و در برخی سالها به ۷۰۰ ساعت نیز رسیده است.

مواد و روشها

منطقه سیستان با مساحت ۱۵۱۹۷ کیلومترمربع در محدوده جغرافیایی بین ۶۰ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۵۰ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۰ درجه و ۵ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۸ دقیقه عرض جغرافیایی در جنوب‌شرقی ایران واقع شده است. میانگین سالانه بارندگی در این منطقه ۵۹/۶ میلیمتر، میانگین درجه حرارت سالانه ۲۲ درجه سانتیگراد و میانگین سالانه رطوبت نسبی ۳۸ درصد می‌باشد. براساس طبقه‌بندی دومارتن با شاخص خشکی ۱/۹ جزء مناطق

چند ساله اخیر بدلیل خشکسالی‌های متناوب در کشور طوفانهای گردوخاک در مناطقی که دارای شرایط مناسب برای شکل‌گیری این رخداد بوده‌اند مشاهده شده است. با وجود آنکه طوفانهای گردوخاک در آسیای مرکزی بصورت گسترده وجود دارد، ولی این طوفانها تا قبل از دهه ۱۹۲۰ مطالعه نشده بود. مطالعات سیستماتیک و عمیق طوفانهای گردوخاک در آسیای مرکزی از دهه ۱۹۶۰ شروع گردید (Astapovich, 1955, kartinkov & Mosolov, 1949) Myagkovldh,t & Oksenichb, 1961, Romanov, 1957 (Orlovsky, 1962).

(Romanov (1961)، براساس مشاهده‌های داده‌های هواشناسی قزاقستان در یک دوره ۵ ساله بادهای شمالی، شمال‌غربی و شمال‌شرقی را عامل اصلی وقوع طوفانهای گردوخاک عنوان نمود.

(Romanov (1961)، طوفانهای گردوخاک در آسیای مرکزی و جنوب قزاقستان را طبقه‌بندی نمود. طبقه‌بندی وی براساس شروع و گسترش طوفانها صورت گرفت. او نشان داد که در قسمتهای مرکزی، شمال، شمال‌غرب و شمال‌شرق آسیا، بادهای سبب ایجاد طوفانهای گردوخاک می‌شوند. همچنین در جنوب و جنوب‌شرق ترکمنستان نیز بادهای سبب ایجاد این طوفانها می‌شود.

(Squers (1995)، براساس آمار ۲۰ ساله سازمان هواشناسی استرالیا، شاخص طوفانهای گردوخاک را در ۴ طبقه یا کلاس تعریف نمود.

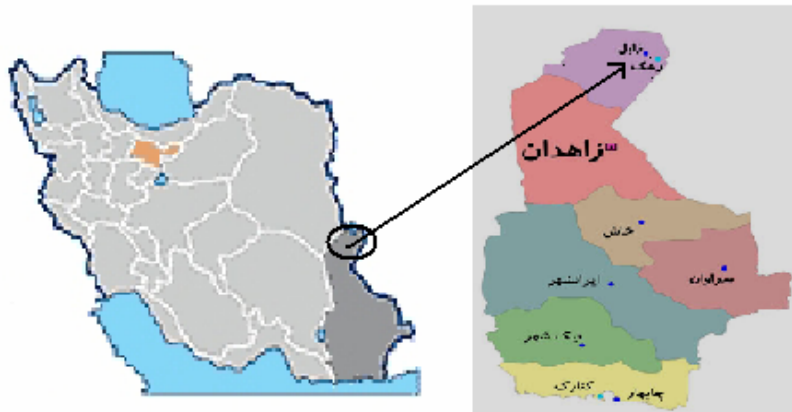
الف- غبارناکی و طوفان گردوخاک شدید: در صورتی که دید افقی در سطح وسیع کمتر از ۲۰۰ متر باشد.

1. Total suspended particular metter

2. Karakum

دهد. این باد تقریباً از اوایل ماه ژوئن (خرداد) شروع و در حدود ۴ ماه از سال در دشت زابل ادامه دارد و تقریباً در اوسط ماه سپتامبر (اواخر شهریور) خاتمه می‌یابد.

فراخشک طبقه‌بندی می‌شود. یکی از مشخصه‌های بارز این منطقه وقوع بادهای ۱۲۰ روزه بوده که در نتیجه اختلاف فشار هوا بین کوههای افغانستان و دشت سیستان رخ می‌-



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه (شهرستان زابل) بر روی نقشه ایران

هواشناسی کشور دریافت گردید. این داده‌ها در ساعات ۰۰، ۰۳، ۰۶، ۰۹، ۱۲، ۱۵، ۱۸، ۲۱ و ۲۴ گرینویچ ثبت می‌گردد. از آنجا که در سازمان هواشناسی کشور داده‌های طوفان گردوخاک استخراج نمی‌گردد، بنابراین جهت استخراج این داده‌ها جدولهایی تهیه گردید (جدول ۱) و برای هر روز مقادیر دید افقی و سرعت باد در ساعات شبانه‌روز ثبت گردید. در نهایت روزهای با سرعت باد بیش از ۱۵ متر بر ثانیه و با دید کمتر از ۱۰۰۰ متر به‌عنوان یک روز طوفانی همراه با گردوخاک در نظر گرفته شد. همچنین از کدهای هواشناسی (۳۰-۳۵) نیز استفاده گردید (این کدها مربوط به روزهای با سرعت باد بیش از ۱۵ متر بر ثانیه و دید کمتر از ۱۰۰۰ متر می‌باشد). با همین شرایط، در صورتی که دید افقی بین ۱۰۰۰ - ۲۰۰ متر باشد به‌عنوان طوفان ملایم گردوخاک و در صورتی که دید افقی کمتر از ۲۰۰ متر باشد به آن طوفان شدید گردوخاک (کدهای ۳۵ - ۳۳) اطلاق می‌گردد.

برای رسم گلباد از نرم‌افزار WRPLOT استفاده گردید. گلبادهای سمت و سرعت، اطلاعات اولیه قابل توجهی از شناسایی بادهای و رژیم بادناکی منطقه ارائه می‌دهد. از آنجا که فرمت داده‌های ورودی به نرم‌افزار WRPLOT منطبق با فرمت داده‌های هواشناسی ثبت شده در کشور نمی‌باشد، از نرم‌افزار کمکی بنام باد صبا (برجیان، ۱۳۸۲) استفاده شد. از قابلیت‌های این نرم‌افزار کمکی، امکان ورود داده‌های دستی ایستگاههای کليمتولوژی یا سینوپتیک با تعداد دیده‌بانی ۳، ۵ و ۸ بار در روز می‌باشد.

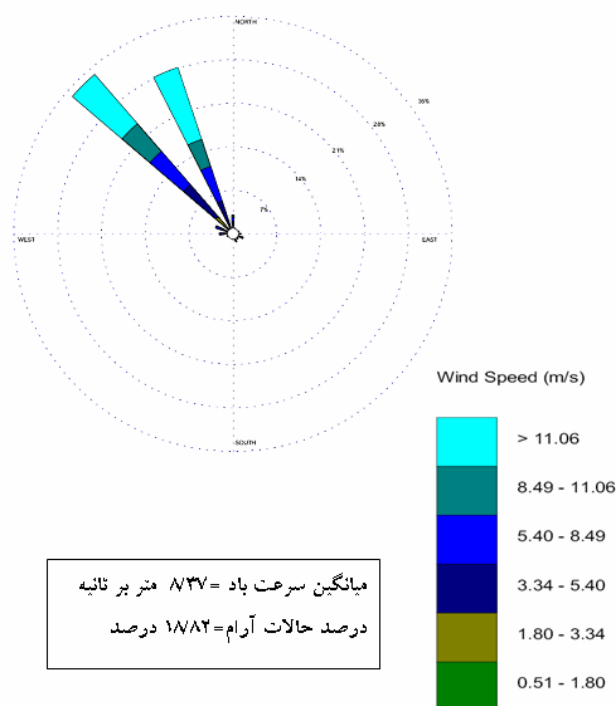
طبق تعریف سازمان هواشناسی کشور به روزهایی که سرعت باد بیشتر از ۱۵ متر بر ثانیه (۳۰ نات) و دید افقی کمتر از ۱۰۰۰ متر باشد روزهای با طوفان گردوخاک اطلاق می‌گردد. به منظور بررسی طوفانهای گردوخاک داده‌های سرعت باد و دید افقی ایستگاه سینوپتیک زابل از سازمان

جدول ۱- نمونه‌ای از نحوه استخراج داده‌های طوفان گردوخاک (DSI) در روزهای مختلف مرداد ماه ۱۳۸۰

تاریخ	سرعت باد (متر بر ثانیه) در		وضعیت هوا
	۱۰/۳۰ ساعت	دید افقی (متر) در ساعت ۱۰/۳۰	
۱ مرداد ۱۳۸۰	۲۰	۸۰۰	طوفان گردوخاک با شدت متوسط
۲ مرداد ۱۳۸۰	۱۷	۱۰۰۰	طوفان گردوخاک با شدت متوسط
۴ مرداد ۱۳۸۰	۲۳	۲۰۰	طوفان گردوخاک شدید
۵ مرداد ۱۳۸۰	۲۰	۸۰۰	طوفان گردوخاک با شدت متوسط
۶ مرداد ۱۳۸۰	۱۵	۲۵۰۰	طوفان گردوخاک با شدت متوسط
۱۸ مرداد ۱۳۸۰	۴	۱۰۰۰۰	صاف و بدون طوفان گردوخاک
۱۹ مرداد ۱۳۸۰	۱۷	۲۰۰۰	صاف و بدون طوفان گردوخاک

فرسایش بادی و غبارناکی حاکم بر منطقه تعیین گردید.

در نهایت بر اساس روش اسکوارز شاخص طوفانهای گردوخاک برآورد و براساس طبقه‌بندی ارائه‌شده شرایط

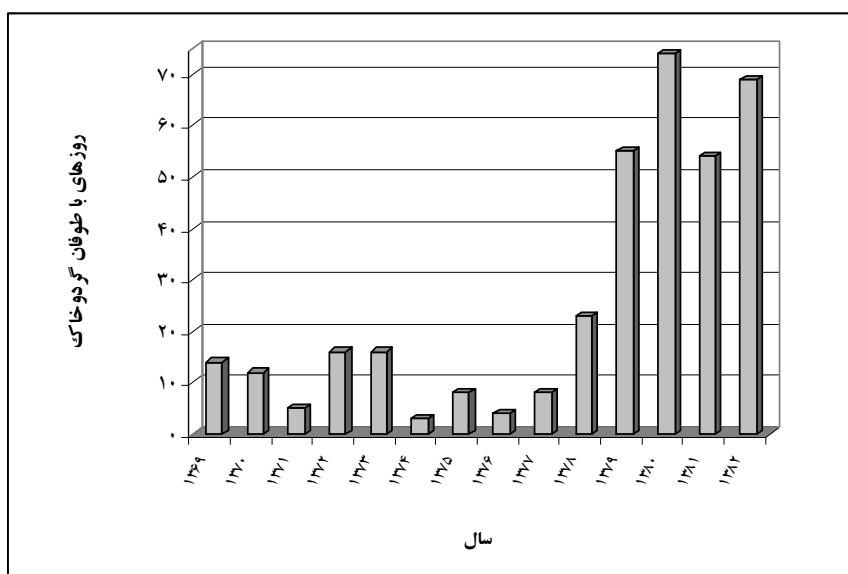


شکل ۲- گلباد سالانه ایستگاه سینوپتیک زابل (دوره آماری ۱۳۸۳ - ۱۳۴۲)

نتایج

نتایج حاصل از رسم گلباد سالانه ایستگاه سینوپتیک زابل در دوره آماری ۱۳۸۳ - ۱۳۴۲ نشان داد که جهت باد غالب منطقه شمال تا شمال غربی می باشد. سرعت باد غالب ۸/۳۷ متر بر ثانیه و درصد حالت های آرام ۱۸/۸۲ درصد می باشد.

براساس نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده های بادسنجی ایستگاه سینوپتیک زابل (دوره آماری ۱۳۸۳ - ۱۳۶۹) میانگین تعداد روزهای همراه با طوفان گردوخاک در سالهای بین ۱۳۸۳ - ۱۳۷۸ برابر ۵۴ روز در سال می باشد. در شکل ۳ توزیع سالانه تعداد روزهای طوفانی همراه با گردوخاک در شهرستان زابل طی سالهای ۱۳۸۳ - ۱۳۶۹ نشان داده شده است.



شکل ۳- نمودار توزیع سالانه روزهای با طوفان گردوخاک در طی سالهای ۱۳۶۹ - ۱۳۸۳ در ایستگاه سینوپتیک زابل

طوری که تعداد روزهای با طوفان گردوخاک در این سال ۷۴ روز در سال است. تمام این شرایط بیانگر تأثیر خشکسالی های پی در پی در تشدید شرایط بیابانی و افزایش فرسایش بادی و طوفانهای گردوخاک در محدوده دشت سیستان است.

براساس نتایج حاصل از داده های بادسنجی و با استفاده از روش Squers (1995)، که اشاره گردید شاخص های گردوخاک (DSI) در شهرستان زابل بصورت زیر طبقه بندی گردید:

همان طور که در نمودار مشاهده می شود، میانگین سالانه تعداد روزهای طوفانی همراه با گردوخاک در شهرستان زابل پس از سال ۱۳۷۸ (وقوع خشکسالی در منطقه) افزایش یافته است، به طوری که تعداد این روزها از میانگین ۱۰ روز در سال در طی سالهای ۱۳۶۹ - ۱۳۷۷ به میانگین ۵۴ روز در سال در طی سالهای ۱۳۷۸-۱۳۸۳ رسیده است. به عبارت دیگر، فراوانی طوفانهای گردوخاک در منطقه مورد مطالعه پس از سال ۱۳۷۸ تقریباً پنج برابر شده است. در طی دوره مورد بررسی، سال ۱۳۸۰ بیشترین شرایط غبارناکی را دارا می باشد؛ به

۳- فرسایش بادی با شدت زیاد (طوفانهای گردوخاک شدید): وقتی که سرعت باد بیش از ۱۵ متر بر ثانیه بوده و دید افقی کمتر از ۲۰۰ متر باشد. در جدول ۲، سه وضعیت طوفانهای گردوخاک و تعداد روزهای هر طوفان در منطقه در سالهای ۱۳۷۸-۱۳۸۳ آورده شده است.

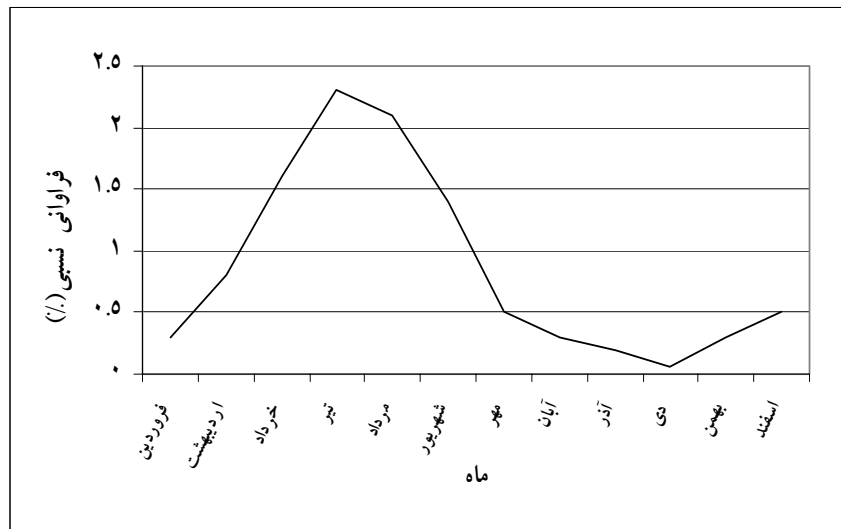
۱- فرسایش بادی با شدت کم (طوفانهای گردوخاک با شدت کم): در صورتی که هوا غبارآلود بوده و مقدار غبار محلی $TPS > 150$ میکروگرم در متر مکعب در ساعت باشد. ۲- فرسایش بادی با شدت متوسط (طوفانهای گردوخاک با شدت متوسط): وقتی که سرعت باد بیش از ۱۵ متر بر ثانیه بوده و دید افقی ۱۰۰۰-۲۰۰ متر باشد.

جدول ۲- سه وضعیت طوفان گردوخاک و تعداد روزهای رخداد هر طوفان در طی سالهای ۱۳۷۸-۱۳۸۳

سال	طوفانهای گردوخاک شدید	طوفان گردوخاک با شدت متوسط	طوفان گردوخاک با شدت کم
۱۳۷۸	۲	۲۲	۴
۱۳۷۹	۴	۵۱	۳
۱۳۸۰	۱۸	۵۷	۱۲
۱۳۸۱	۸	۴۸	۸
۱۳۸۲	۱۸	۴۷	۸
۱۳۸۳	۳	۴۶	۷

می یابد که میزان این کاهش بستگی به نوع طوفان، سرعت باد، فرسایش پذیری خاک و نوع ذرات تشکیل دهنده خاک منطقه دارد. در یک رخداد طوفان گردوخاک، ظرف چند ساعت، دید از ۱۰ کیلومتر به کمتر از ۲۰۰ متر می رسد. در شکل ۴ میانگین ماهانه دیدهای افقی کمتر از ۱ کیلومتر در هنگام وقوع طوفان گردوخاک در ایستگاه سینوپتیک زابل نشان داده شده است.

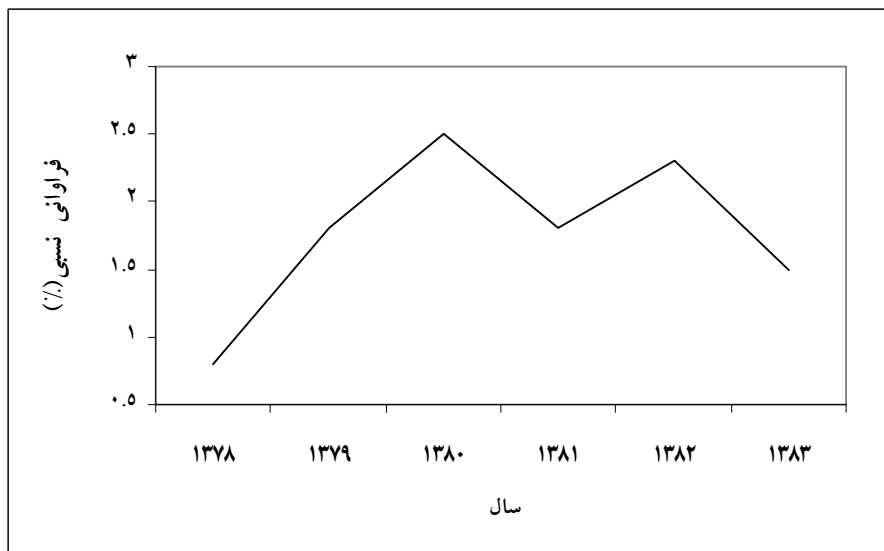
همان طور که در جدول مشاهده می گردد در دوره ۷ ساله مورد بررسی ۳۲۴ روز طوفان گردوخاک شدید تا متوسط در منطقه مورد مطالعه رخ داده است. در سال ۱۳۸۰، در حدود ۱۸ روز طوفان گردوخاک شدید و ۵۷ روز طوفان گردوخاک با شدت متوسط رخ داده است. با وقوع طوفان گردوخاک بدلیل بالا رفتن غلظت ذرات گردوخاک در هوا دید افقی به سرعت کاهش



شکل ۴- نمودار میانگین ماهانه دیدهای افقی کمتر از ۱ کیلومتر در هنگام وقوع طوفان گردوخاک در ایستگاه سینوپتیک زابل در دوره آماری ۱۳۷۸ - ۱۳۸۳

است. همچنین در شکل ۵ توزیع سالانه فراوانی دیدهای کوچکتر از ۱ کیلومتر در هنگام وقوع طوفان گردوخاک در ایستگاه سینوپتیک زابل نشان داده شده است.

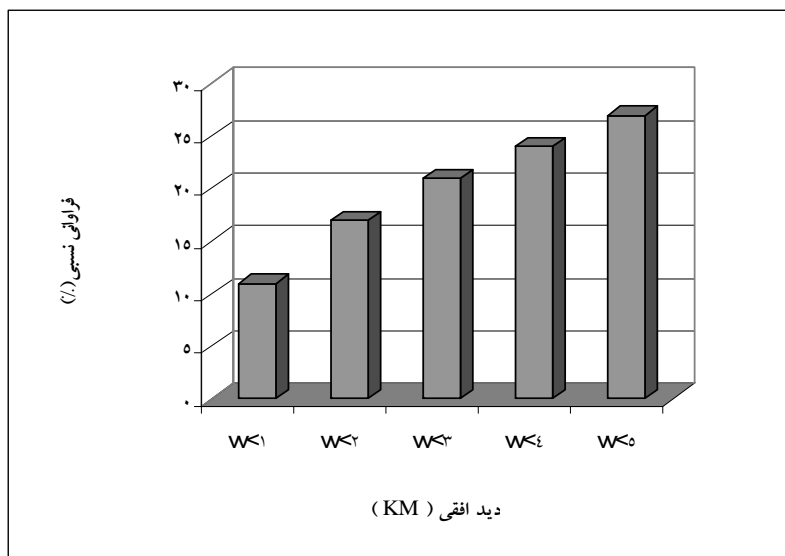
براساس نمودار بالا می‌توان گفت که فراوانی دیدهای افقی کمتر از ۱ کیلومتر در ماههای خرداد، تیر، مرداد و شهریور نسبت به ماههای دیگر سال در دوره مورد بررسی حداکثر



شکل ۵- نمودار توزیع فراوانی دیدهای افقی کمتر از ۱ کیلومتر در هنگام وقوع طوفان گردوخاک در ایستگاه سینوپتیک زابل در دوره آماری ۱۳۷۸ - ۱۳۸۳

دیدهای افقی کمتر مساوی ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ کیلومتر در ساعت در زمان وقوع طوفان گردوخاک در ایستگاه سینوپتیک زابل نشان داده شده است.

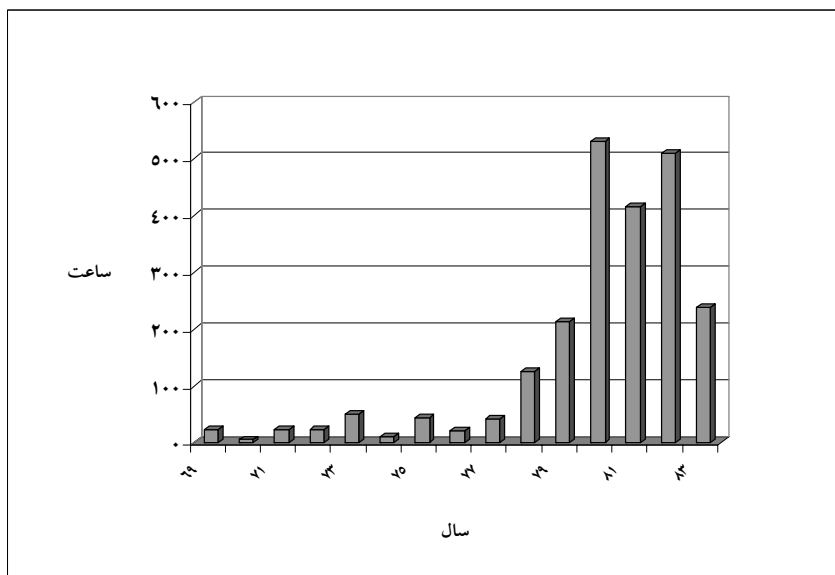
براساس نمودار شکل ۵ فراوانی دیدهای کوچکتر از ۱ کیلومتر در سال ۱۳۸۰ نسبت به سالهای دیگر مورد بررسی حداکثر است. در شکل ۶ میانگین سالانه فراوانی



شکل ۶- نمودار میانگین سالانه دیدهای افقی کمتر از ۵ کیلومتر در هنگام وقوع طوفان گردوخاک در ایستگاه سینوپتیک زابل در دوره آماری ۱۳۸۳ - ۱۳۷۸

می‌باشد. در چند سال اخیر طول مدت این طوفانها افزایش یافته است (شکل ۷).

دامنه تغییرات مدت زمان وقوع طوفانهای گردوخاک در منطقه مورد مطالعه بین ۳ تا ۱۱۰ ساعت در سال

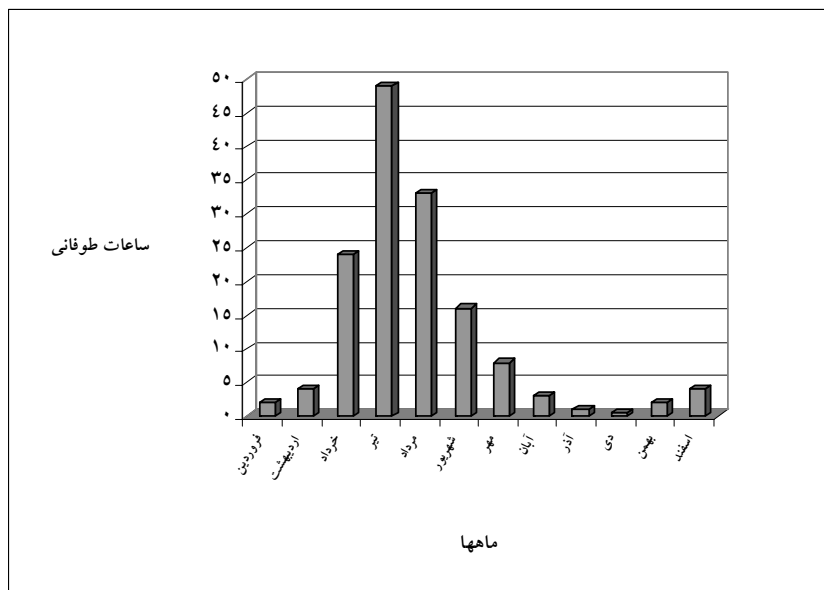


شکل ۷- نمودار توزیع سالانه ساعت‌های طوفانی در ایستگاه سینوپتیک زابل طی دوره آماری ۱۳۸۳-۱۳۶۹

و حداقل ساعات طوفانی با ۶ ساعت مربوط به سال ۱۳۷۰ می باشد.

در شکل ۸ توزیع ماهانه ساعات طوفانی در منطقه مورد مطالعه در طی سالهای ۱۳۸۳-۱۳۶۹ نشان داده شده است.

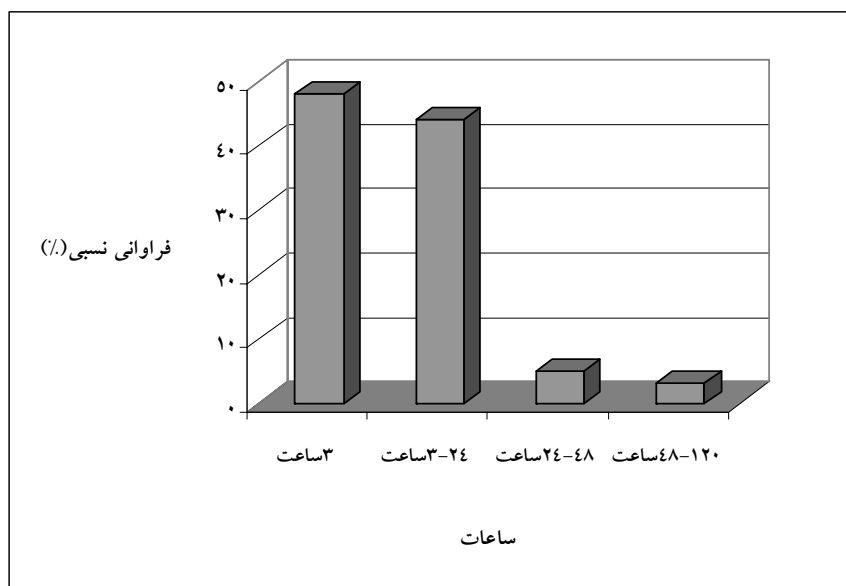
براساس نمودار شکل ۷، ساعات طوفانی در ایستگاه سینوپتیک زابل از سال ۱۳۷۸ افزایش یافته است؛ به طوری که از میانگین ۶۰ ساعت در طی سالهای ۱۳۶۹-۱۳۷۷ به میانگین ۳۴۱ ساعت در طی سالهای ۱۳۸۳-۱۳۷۸ رسیده است. حداکثر ساعات طوفانی با ۵۳۱ ساعت در سال ۱۳۸۰



شکل ۸- نمودار توزیع میانگین ماهانه ساعت‌های طوفانی در ایستگاه سینوپتیک زابل طی دوره آماری ۱۳۶۹-۱۳۸۳

در شکل ۹ فراوانی مدت زمان تداوم ساعت‌های طوفانی رخ داده در ایستگاه سینوپتیک زابل طی سالهای ۱۳۸۳-۱۳۷۸ نشان داده شده است.

همان‌طور که در نمودار شکل ۸ مشخص است، حداکثر ساعت‌های طوفانی طی دوره ۱۴ ساله مورد بررسی در تیرماه با میانگین ۴۹ ساعت در ماه حداکثر و در دی‌ماه با ۰/۵ ساعت در ماه حداقل می باشد. مجموع ساعت‌های طوفانی طی سالهای ۱۳۸۳-۱۳۷۸ در تیرماه ۵۹۶ ساعت و مردادماه ۴۱۸ ساعت می باشد.



شکل ۹- نمودار فراوانی طوفانهای با ساعتهای مختلف رخ داده در ایستگاه سینوپتیک زابل طی سالهای ۱۳۸۳ - ۱۳۷۸

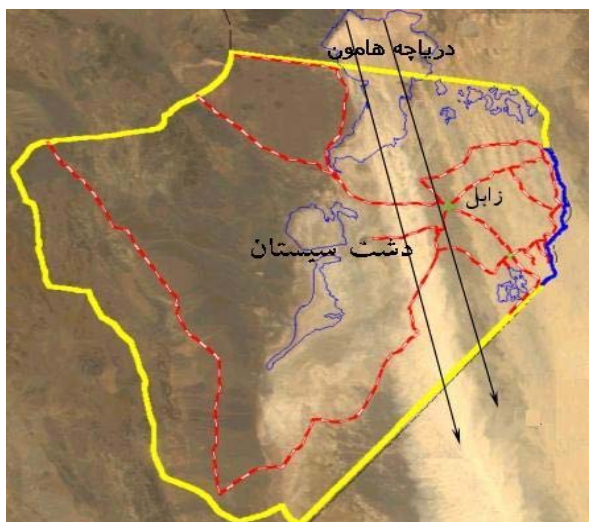
طولانی‌ترین طوفان گردوخاکی که طی دوره مورد بررسی در شهرستان زابل رخ داده است، مربوط به ۱۰ تیر ۱۳۸۱ (۱ ژوئیه ۲۰۰۲) می‌باشد که حدود ۱۱۰ ساعت طول کشید (شکل ۱۰).

همچنین طوفان گردوخاک شدید دیگری نیز در ۱۴ تیر ۱۳۸۰ رخ داد که این طوفان ۹۰ ساعت طول کشید (شکل ۱۱).

براساس نمودار شکل ۹، فراوانی طوفانهای با تداوم ۳ ساعت طی دوره ۶ ساله (۱۳۷۹ - ۱۳۸۳) بیشترین مقدار است. فراوانی این طوفانها ۴۸ درصد کل رخداد طوفانی است. همچنین فراوانی طوفانهای گردوخاک با مدت زمان بیشتر از ۳ ساعت، در حدود ۵۰ درصد است. طوفانهای گردوخاک با مدت کمتر از ۳ ساعت به ندرت رخ داده است. فراوانی طوفانهای با مدت زمان ۲۴ تا ۱۲۰ ساعت پایین است.



شکل ۱۰- طوفان گردوخاک ۱۰ تیر ۱۳۸۱ در منطقه مورد مطالعه



شکل ۱۱- طوفان گردوخاک ۱۴ تیر ۱۳۸۰ شهرستان زابل در تصویر ماهواره‌ای MODIS (فلش‌ها جهت طوفان را که از شمال به جنوب منطقه است نشان می‌دهند) (ایران‌مش، ۱۳۸۳).

بحث

هکتار) (شکل ۱۲)، بدلیل دارا بودن خاک حساس به فرسایش (عدم ساختمان مناسب، بافت شنی، سیلتی و لومی، عدم وجود مواد پایدار کننده خاک، عدم مواد سیمانی کننده و ...) محل مناسبی جهت برداشت رسوبات شده است (شکل ۱۳). بادهای منطقه که گاهی سرعت آنها به بالاتر از ۱۰۰ کیلومتر در ساعت نیز می‌رسد حجم زیادی از رسوبات را از سطح دریاچه برداشت نموده و طی غربالگری بصورت گردوخاک و یا ماسه بر سطح شهر زابل و روستاهای اطراف فرو می‌ریزد. بنابراین دریاچه هامون به‌عنوان عامل اصلی دیگری برای شکل‌گیری طوفانهای گردوخاک می‌باشد. بخشی از نتایج نیز با نتایج تحقیقات (Orlovsky (2002، بر روی طوفانهای گردوخاک در آسیای مرکزی که خشک شدن دریاچه آرال را عامل اصلی شکل‌گیری طوفانهای گردوخاک معرفی می‌کند انطباق دارد.

جهت غالب باد از عوامل مهمی است که می‌تواند در بررسی فرسایش بادی کمک شایانی نماید (احمدی، ۱۳۸۵). رسم گلباد سالانه در منطقه مورد مطالعه نشان داد که بادهای شمال و شمال‌غربی عامل اصلی وقوع طوفانهای گردوخاک می‌باشد. این نتیجه با مشاهدات (Romanov (1961، در قزاقستان که نشان داد بادهای شمالی، شمال‌غربی و شمال‌شرقی عامل اصلی وقوع طوفانهای گردوخاک می‌باشد مطابقت دارد.

از این رو وقوع خشکسالی پس از سال ۱۳۷۸ و قطع کامل آب رودخانه هیرمند و کاهش شدید بارندگی در منطقه سبب گردید تا سطح دریاچه هامون کاملاً خشک شده و از طرفی پوشش گیاهی در منطقه به حداقل مقدار خود برسد. دریاچه هامون که بصورت کمربندی در شمال منطقه قرار گرفته و پس از وقوع خشکسالی و خشک شدن سطح بستر وسیع آن (سطحی معادل ۵۰۰ هزار



شکل ۱۲ - دریاچه هامون قبل از خشکسالی و پس از خشکسالی



شکل ۱۳ - آثار بادکندگی و فرسایش بادی در کف دریاچه هامون

خاک براحتی در هوا معلق شده و دید افقی به سرعت کاهش می‌یابد.

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت، اگرچه در منطقه سیستان بدلیل وجود بادهای ۱۲۰ روزه و از طرفی وجود خاک حساس به فرسایش بادی در این منطقه، فرسایش بادی در گذشته نیز وجود داشته است، اما پس از وقوع خشکسالی بدلیل فراهم شدن شرایط (که قبلاً اشاره گردید) فرسایش بادی شدت یافته و طوفانهای گردوخاک شکل گرفته و به حداکثر شدت خود رسیده است.

افزایش فراوانی طوفانهای گردوخاک پس از وقوع خشکسالی (سال ۱۳۷۸) را می‌توان به کاهش پوشش گیاهی و رطوبت خاک دشت سیستان خاصه بستر دریاچه هامون مرتبط دانست، زیرا با کاهش شدید پوشش گیاهی در منطقه و تبدیل اراضی زراعی به اراضی بایر عملاً موانع موجود بر سر راه باد در سطح زمین برداشته شده و عبارت دیگر ضریب زبری سطح خاک کاهش یافته است. از طرف دیگر، بدلیل عدم رطوبت کافی در سطح خاک، ذرات خاک چسبندگی لازم را جهت مقاومت در برابر باد را ندارند. بنابراین به محض بالا رفتن سرعت باد ذرات

- He Hui-xia, Qian Zheng-an., 1993, Example registers of partly strong storm in Northwest China. Journal of atmospheric information. 30(4): 14-18.
- Hong, Y. 1993, A nationwide meeting summary of discussing sand-dust storm weather occurred in china. Jurnal of Gansu meteorology: 11(3): 6-11.
- Joseph, P.V., Rapial, D.K. and Deka, S.N. 1980., "Andhi," the convective dust storm s of Northwest India. Maussam. 31, 341-442.
- Mattson, J.O. and Nilsen, J. 1996, The transport of Saharan dust to southern Europe: a scenario. Journal of Arid Environments. 32:111-119.
- . Orlovsky, N.S. 1962, Some data on the dust storms in Turkmenistan (nekotorie dannie o pyl'nikh buryah v Turkmenistane). Proceedings of the Ashkhabat Hydrometeorological Observatory. 3, 66-70 (in Russian).
- . Orlovsky, N. and Orlovsky, L. 2002, White sand storms in Central Asia. In: Yang Youlin, Squires, V., Lu Qi (Eds.), Global Alarm: Dust and Sand Storms from the World's Drylands. UNCCD, Bangkok, pp. 169-201.
- Orlovsky, N.S. and Durdyev, A. 2005, Dust storms in Turkmenistan. Journal of Arid Environments. 60, 83-97.
- Romanov, N.N. 1961, Dust storms in Central Asian. Tashkentn, 198 PP. (inRussian).
- Sapozhnikova, C.A. 1970, Schematic map of number of days with dust storms in the arid zone of the USSR and adjacent area. Proceeding of NIIAK, 65: 61-67.
- UNITED NATION, UNNCD, Global Alarms: Dust and sand storms from the worlds dryland, 2001

کشت گیاهان بومی منطقه از جمله *Citrullus*، *Sasola*، *Tamarix Atripelex*، *Haloxyylon*، *Stipagrostis* و *Colocynthis* بصورت کمربند سبز در حاشیه دریاچه هامون و در سطح منطقه، تثبیت تپه‌های ماسه‌ای و مدیریت صحیح دریاچه و زمینهای زراعی می‌تواند کمک مؤثری در جهت کاهش فرسایش بادی و جلوگیری از شکل‌گیری طوفانهای گردوخاک در منطقه نماید.

منابع مورد استفاده

- احمدی، ح. ۱۳۸۵، ژئومورفولوژی کاربردی - جلد ۲، بیابان- فرسایش بادی، انتشارات دانشگاه تهران.
- ایرانش، ف. ۱۳۸۳، بررسی ویژگیهای طوفانهای سیستان و محاسبه بار رسوبی حمل شده توسط این طوفانها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و اندازه‌گیریهای صحرائی، طرح تحقیقاتی شماره ۸۳۰۰۴-۰۱-۰۰۰۰-۰۱-۰۴۰۰۰۰-۰۳-۰۲، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری وزارت جهاد کشاورزی.
- کاویانی، م. و علیجانی، ب. ۱۳۷۴، مبانی آب و هواشناسی، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی در دانشگاهها(سمت)، صفحه ۵۷۶.
- میری، ع. ۱۳۸۳، بررسی خصوصیات طوفانهای گردوخاک، سمینار کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

The Study of Occurrence of Dust Storms after Taking place Alternative Droughts in Sistan Region

Miri, A.^{1*}, Pahlevanroy, A.² and Moghaddamnia, A.R.³

1*- Corresponding Author, Research Instructor, College of Natural Resources, University of Zabol, Zabol - Iran,
Email: miri.abbas@gmail.com

2-Assistant Professor, College of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Iran.

3- Assistant Professor, College of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Iran.

Received:08.09.2007

Accepted: 01.02.2009

Abstract

Occurrence of prolonged drought was commenced in Sistan region from 1999 caused by wetland dryness in Hamoun Lake and wind erosion. Severe wind erosion and dust storm cause huge damages to various aspects of the people's life in the study region and thus understanding of the impacts of soil erosion and dust storms on human's life for making better decision is vital. The meteorological data of Sistan region and WRPLOT software were used to study wind erosion and draw wind rose in the study area. In addition, meteorological code numbers of 30 and 35 and the data of wind speed and direction as well as visibility were used to analyze dust storms datasets. The results show that prevailing wind has north to north west directions. It is found that droughts have increased the frequency of dust storms with mean dusty days, from 10 to 54 days in 1980 and 1999, respectively after drought occurrence. As above- mentioned, over period (1980-1999), there have been 324 dust storm days. The furthest horizontal visibility, between 1-5 km, took place in 2001, particularly in July, August, and September. It is found out that number of dust storm days which are recorded in summer season (June, July, August and September) is more than others. The length of dust storms in the region was between 3 to 110 hours. The frequency of dust storms occurred in more than 3 hours was fairly high. It can be concluded that wind erosion in the Sistan region has significantly increased after drought.

Key words: drought, dust storms, Sistan region, wind erosion