تحلیل وضعیت فعالیت رسوبات بادی منطقه گرمسار با استفاده از شاخص لنکستر

ابراهیم یوسفی مبرهن*[۱]، منصور قدرتی[۲]

۱*- استادیار، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سمنان، ایران، (E.yousefi.m@gmail.com)

۲- مربی پژوهشی، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سمنان، ایران.

چکیده

فر سایش بادی و حرکت ما سه‌های روان که بعنوان یکی از فرآیندهای مهم تخریب سرزمین و یک چالش جدی در ایران به شمار می رود. مهم‌ترین ویژگی های تپه های ماسه ای، پویایی و حرکت تپه‌ها است که آن ها را به کانون بحران تبدیل کرده و برای مراکز شهری و روستایی، مراکز اقتصادی و... مشکل آفرین است. در این تحقیق تلاش شد با درنظرگرفتن شرایط آب و هوایی (دما) و میانگین سرعت باد غالب منطقه، رابطه فراوانی سرعت باد و روزهای گردوغبار در ایستگاه سینوپتیک گرمسار برآورد شود همچنین میزان فعالیت تپه های ما سه‌ای برا ساس شاخص لن‌کستر مورد برر سی قرار گرفت. نتایج حا صل از این تحقیق در طول دوره آماری ۱۵ سال (۲۰۰۳-۲۰۱۷) نشان داد که سرعت باد غالب از رابطه همبستگی بسیار خوبی با فراوانی گرد و غبار با رگرسیون ۰/۸۹ می باشد و نتایج حاصل از شاخص لنکستر نشان داد که منطقه مورد مطالعه دارای ۲۷ درصد تپه های ماسه‌ای کاملا فعال، ۴۶ درصد فعال، ۷ درصد فعال فقط در نوک تپه و ۲۰ درصد غیرفعال می‌باشد.

واژگان کلیدی: گرد و غبار، تپه‌های ماسه‌ای، شاخص لنکستر، گرمسار.

مقدمه

میدان‌های ماسه ای بخش قابل توجهی از محیط زیست کرۀ زمین نزدیک به ۵۰۰۰۰۰۰ کیلومتر مربع (لیوینگ استون و همکاران، ۲۰۱۰) را تشکیل می‌دهند که از انواع مختلف تپه های ماسه ای تشکیل شده اند. تشکیل آن ها به دلیل تعامل بین رژیم بادی و فرایندهای رسوب گذاری است (دانگ وهمکاران، ۲۰۱۳). باد یکی از فرایندهای مسلط در مناطق نیمه خشک، خشک و فراخشک است (اختصاصی و عظیم زاده، ۱۳۸۳). بیشتر دانشمندان نشان داده اند که تغییر اقلیم به صورت تغییر در بارندگی و دما می‌باشد؛ بارندگی و دما دو عامل اقلیمی مهم می باشند که روی رشد پوشش گیاهی تاثیر می گذارند. مطالعات و تحقیقات نشان می دهد که طی دهه‌های اخیر پدیده گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی باعث افزایش دما و کاهش بارندگی و در نتیجه خشکسالی‌های مکرر شده است (اشکنازی و همکاران، ۲۰۱۲). موقعیت ایران واقع در شرق بیابانهای بزرگ مانند صحرای بزرگ افریقا و در مقیاس منطقه ای بیابانهای سوریه، اردن، عربستان و از همه مهمتر عراق موجب شده که با تشکیل میدان باد در آنها و با حرکت به سمت ایران موجب انتقال ذرات گرد و غبار به مناطق جنوبی و جنوب غرب ایران و در پاره ای موارد مناطق مرکزی کشور بشود. از این نظر می توان گفت مهمترین عامل اقلیمی، رخداد خشکسالی های مکرر است که به علت ضعف پوشش گیاهی بویژه در مناطقی که قبلا جزو سرزمینهای تالابی بوده اند با تشکیل میدان باد و همراهی آن با سیستم های فشار مناسب از سمت غرب و جنوب غرب موجب انتقال ذرات گرد و غبار در مقیاس سینوپتیک بویژه در نیمه غربی کشور می شود. با وجودی که طوفانهای گردو غباری بیشتر در فصل بهار و تابستان رخ می دهند اما در فصل سرد نیز طوفانهای گرد و غبار قابل توجهی در بعضی از مناطق کشور رخ می دهد. براساس مشاهدات و مطالعات کتابخانه ای و میدانی منشاء طوفان‌های گردو غباری جنوب کشور اگرچه بیشتر از مناطق برون مرزی است ولی بخشی از آن نیز از منابع داخلی کشور است. علاوه بر باد و باران، دما و رطوبت نسبی که منجر به خشکی بیشتر هوا و کمک به شدت طوفان می شود نیز اهمیت دارد زیرا در کنار ناپایداری هوا اگر رطوبت به اندازه کافی باشد منجر به بارش و پدیده های همراه با آن می شود اما اگر رطوبت کم باشد در صورت

وجود گرد و غبار در میدان عمل باد، گرد و غبار تا ارتفاعات چند کیلومتری بالای سطح زمین پراکنده می‌شوند. لنکستر (۱۹۹۸) به منظور تعیین فعالیت تپه های ماسه ای، با درنظرگرفتن ۳ عامل محیطی (میانگین بارندگی سالانه، تبخیر و تعرق پتانسیل سالانه و درصد فراوانی بادها با سرعت بیش از سرعت آستانه فرسایش در ارتفاع ۱۰ متری زمین) ارائه کرد (بیرگانی،۱۳۸۷). از این شاخص برای اولین بار در بیابان کالاهاری استفاده شد و بعدها به منظور مطالعهٔ تپه های جنوب آفریقا و آمریکا کالیبره شد (لنکستر و هلم، ۲۰۰۰). همچنین وانگ و همکاران (۲۰۰۴) با استفاده از شاخص لن‌کستر، فعالیت تپه های ماسه ای واقع در تاکلیماکان را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که فعالیت این تپه ها در طول دورهٔ ۱۹۶۰ زیاد بوده ولی از اواسط ۱۹۸۰ تا اواخر ۱۹۹۰ کاهش پیدا کرده است.

توکلی فرد و همکاران (۱۳۹۳) مطالعاتی را روی میزان فعالیت تپه های ماسه ای بند ریگ کاشان با استفاده از شاخص لن‌کستر انجام دادند. نتایج نشان داد که در بیشتر مناطق بندریگ کاشان، تپه‌های ماسه‌ای از نوع فعال بوده و تنها بخش کوچکی در شمال و بخشی در جنوب آن، دارای تپه‌های ماسه‌ای بسیار فعال است.

خشکسالی، گسترش بیابان زایی و تغییر در پوشش گیاهی زمین که ارمغان پدیده تغییرات محیطی طی دهه‌های اخیر است مهمترین عامل طبیعی بروز و تشدید پدیده گردو غبار و حرکت ماسه های روان در نقاط مختلف کشور می باشند. بنابراین در یک جمع بندی کلی می توان گفت؛ اقلیم گسترده خشک و نیمه خشک ایران و کشور های همجوار و بهره برداری های نادرست از منابع آب و خاک موجب تشدید فرسایش بادی و بروز پدیده گرد و غبار و ماسه های روان شده است به طوریکه هرساله مراکز جمعیتی و صنعتی، اراضی کشاورزی و ساختارهای زیربنایی را تحت تاثیر خود قرار می دهد (قدرتی و یوسفی مبرهن، ۱۳۹۹). از آنجا که پدیده گرد و غبار و حرکت ماسه‌های روان بعنوان یکی از فرآیندهای مهم تخریب سرزمین و یک چالش جدی در ایران به شمار می‌رود و عوامل اقلیمی نیز در این پدیده نقش بسزایی دارند دارند از این رو بررسی و شناخت این عوامل از جنبه تاثیر انها بر بروز و تشدید پدیده گرد و غبار و تحرک پذیری ماسه های روان برای جلوگیری از تشدید بحران های زیست محیطی در آینده یک ضرورت انکار ناپذیر است. بدین منظور، در این تحقیق تلاش می شود با بررسی رژیم بادی منطقه و نیز شرایط اقلیمی، میزان فعالیت تپه‌های ماسه‌ای براساس شاخص لن‌کستر تعیین شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

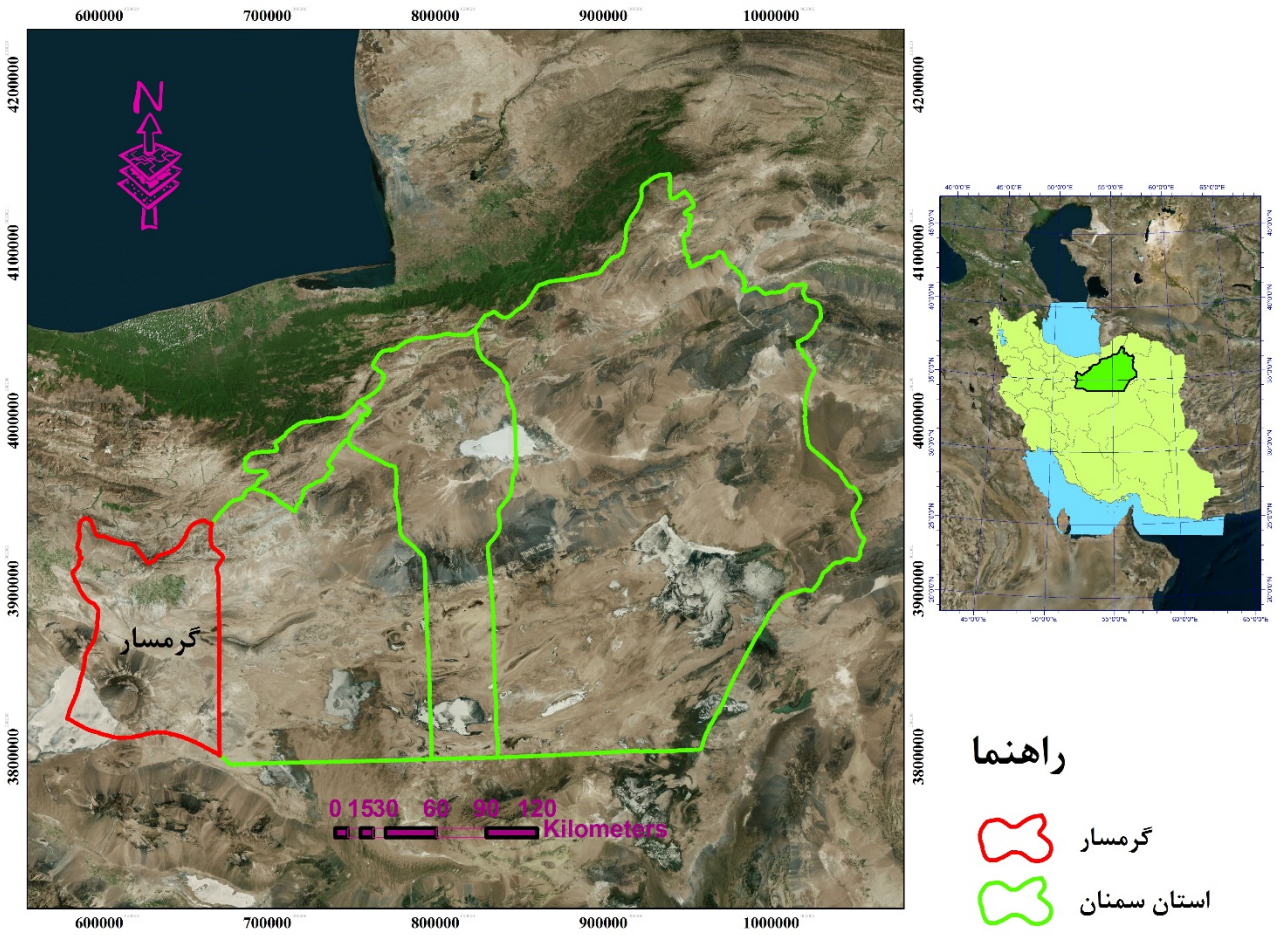
گرمسار یکی از شهرهای استان سمنان و مرکز شهرستان گرمسار است و در غرب استان سمنان قرار دارد. مساحت این شهر در حدود ۵۱۸۲ کیلومتر مربع است. دشت گرمسار از شرق به غرب ۴۸ کیلومتر و از شمال به جنوب ۲۷ کیلومتر طول دارد. گرمسار پیوندگاه راه‌آهن سرتاسری شمال (گرگان) و مشهد بوده و جاده اصلی تهران-مشهد در کنار آن واقع شده است. این شهر در ۱۱۰ کیلومتری مرکز استان و ۹۵ کیلومتری تهران قرار دارد. گرمسار از شمال به دماوند، از غرب به ایوانکی، از شرق به آرادان و از جنوب به کویر مرکزی محدود می‌شود. رودخانه حبله‌رود که از رشته کوه‌های البرز مرکزی سرچشمه می‌گیرد مناطق اطراف گرمسار را سیراب می‌کند همچنین بارندگی متوسط بارندگی و دمای سالانه گرمسار به ترتیب ۱۰۶ میلیمتر و ۱۹ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه نسبت به کشور و استان در شکل ۱ نمایش داده شده است.

روش تحقیق

مراحل انجام تحقیق بشرح زیر صورت می گیرد.

تهیه داده های اقلیمی

پس از شناسایی و تعیین ایستگاههای مربوط به سازمان هواشناسی و در صورت لزوم وزارت نیرو ، داده های مورد نیاز برای دوره آماری ۱۵ ساله و بیشتر از طریق سازمانهای مذکور و یا نشریات منتشر شده برای هریک از استانهای مورد مطالعه جمع آوری می شود. نظر به اینکه آمار اخذ شده از وزارت نیرو بر اساس سال آبی و آمار اخذ شده از سازمان هواشناسی کشور بر اساس سال میلادی است لذا تاخیر ۲۱ روزه‌ای بین سال آبی و میلادی وجود دارد که لازم است این نکته در هنگام بازسازی و تکمیل آمار ناقص و انتخاب دوره پایه مد نظر قرار گیرد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه نسبت به کشور و استان

آنالیز داده های اقلیمی

بعد از بازســـازی و تکمیل خلاء های آماری، ارتباط و روند ســـالیانه و فصـــلی بین تعداد روز های همراه با طوفان گرد و غبار و پارامترهای مورد مطالعه بررسی می شود در این بخش روزهای همراه با گرد و غبار بعنوان یک متغیر وابسته در طول دوره مطالعاتی با داده های همزمان دما، تبخیر و بارندگی و سایر پارامترهای مورد نیاز و دخیل در این پدیده بعنوان متغیرهای مستقل مقایسه می شوند .نتایج این بخش از مطالعه ارتباط این متغیرها را از جنبه اثر اقلیم روی پدیده گرد و غبار نشـــان خواهد داد. از آنجایی که تغییرات در رخداد و فراوانی رویدادهای حدی می تواند آثار و آسیب های شدیدتری ر ا نسبت به تغییرات در میانگین ویژگیهای اقلیمی داشته باشد و تغییرات اقلیمی در رخداد های حدی خود را بهتر از تغییر در میانگین ها نشـــان می دهند از این نظر روزهای طوفانی گرد و غبار در زمانهای کوتاهتر و حداقل بصورت ماهانه با رویدادهای حدی عناصر اقلیمی نیز بررسی خواهند شد.

بررسی تحرک تپه‌های ماسه‌ای (شاخص لنکستر)

لنکستر (۱۹۸۸) یک مدل ساده از رابطه بین تحرک تپه (به طور صحیح‌تر تحرک ماسه) و متغیرهای اقلیمی ارائه کرده است. بر اساس این اصل تحرک شن و ماسه، متناسب با سرعت بادهای بالاتر از آستانه فرسایش یا بیشتر از ۶ متر بر ثانیه (وانگ و فانگ ،۲۰۰۶) است ولی با بارش موثر که رطوبت خاک و پو شش گیاهی را حمایت می‌کند، رابطه عکس دارد. شاخص اقلیمی تحرک تپه‌های ما سه‌ای می تواند برای ارزیابی پتانسیل سالانه و دهه‌ای تحرک تپه‌های ماسه‌ای و همچنین در مورد مقیاس‌های زمانی کوتاه مدت مانند ماه و فصل که احتمالا شرایطی را برای تحرک تپه‌های ماسه‌ای فراهم می کنند به کار برده شود. این شاخص مدل سازی شده به صورت زیر است:

$$M = W / (P/PET)$$

در این رابطه، هریک از پارامترها عبارت اند از:

M: میزان فعالیت رسوبات بادی مانند تپه های ماسه ای

W: درصد فراوانی بادهای با سرعت بیش از سرعت آستانهٔ فرسایش برحسب متر بر ثانیه در ارتفاع ۱۰ متری از سطح زمین (خسروشاهی و همکاران، ۱۳۹۹)

P: میانگین بارندگی سالیانه برحسب میلی متر بر سال.

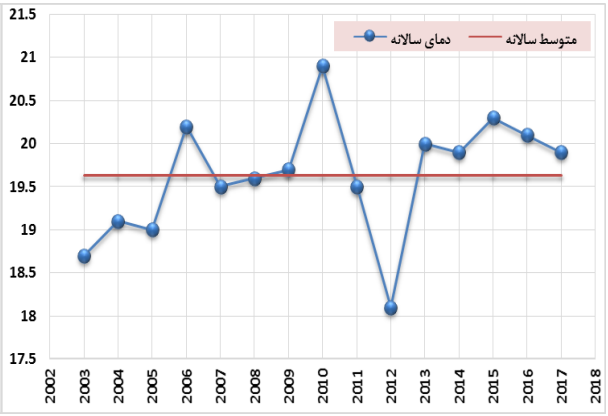
PET: تبخیر و تعرق پتانسیل سالانه برحسب میلی متر بر سال.

جدول ۱- مقادیر شاخص حرکت ماسه ای لن‌کستر (M)

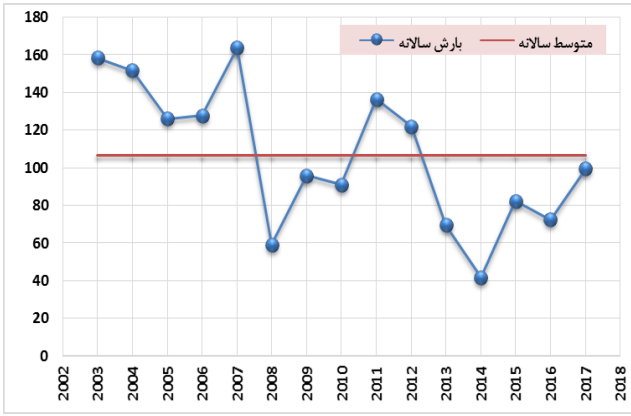
مقدار عددی شاخص حرکت ماسه	میزان فعالیت تپه های ماسه ای
M کمتر از ۵۰	غیر فعال
۵۰ <M<۱۰۰	تپه نوک در فقط فعال
۱۰۰ <M<۲۰۰	فعال
۲۰۰ <M	کاملا فعال

نتایج

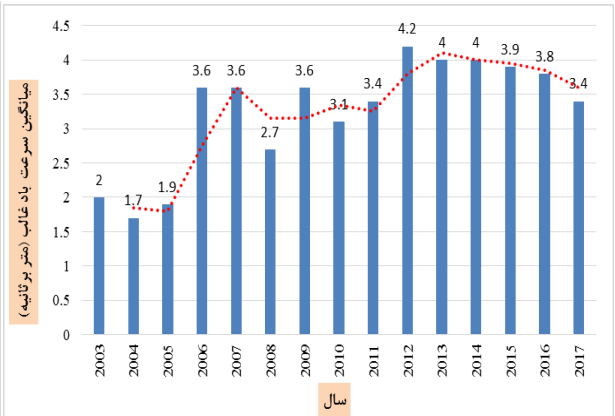
به جهت اینکه اطلاعات کاملی از وضعیت باد و گرد و غبار منطقه مورد مطالعه حاصل شود از داده‌های ایستگاه سینوپتیک گرمسار، استفاده گردید همچنین دورهٔ شاخص آماری ۱۵ ساله (سال ۲۰۰۳ لغایت ۲۰۱۷) انتخاب و مطالعات منطقه بر اساس دورهٔ مزبور انجام گرفته است. نمودار تغییرات بلندمدت بارش و دما ایستگاه سینوپتیک گرمسار به ترتیب در شکل ۲ و ۳ نمایش داده شده است. همچنین نمودار تغییرات سرعت باد غالب سالانه و ماهانه این ایستگاه به ترتیب در شکل ۴ و ۵ ارائه شده است.



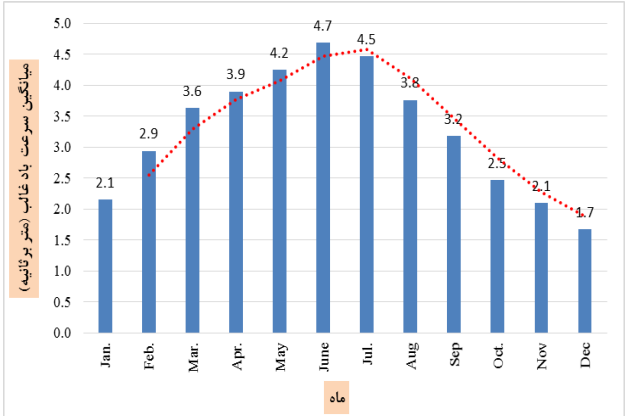
شکل ۲- نمودار تغییرات بلندمدت بارش ایستگاه سینوپتیک گرمسار



شکل ۳- نمودار تغییرات بلندمدت دما ایستگاه سینوپتیک گرمسار



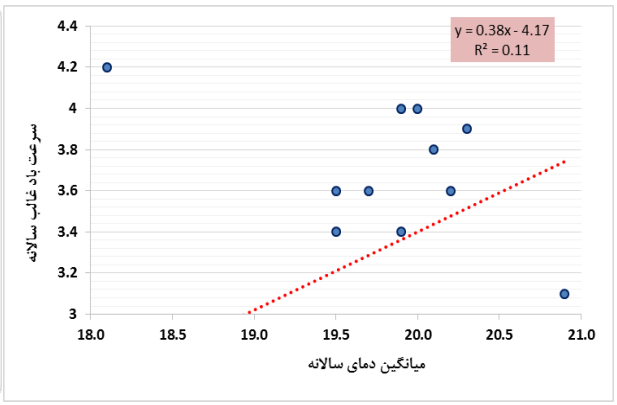
شکل ۴- نمودار تغییرات سرعت باد غالب سالانه ایستگاه سینوپتیک گرمسار



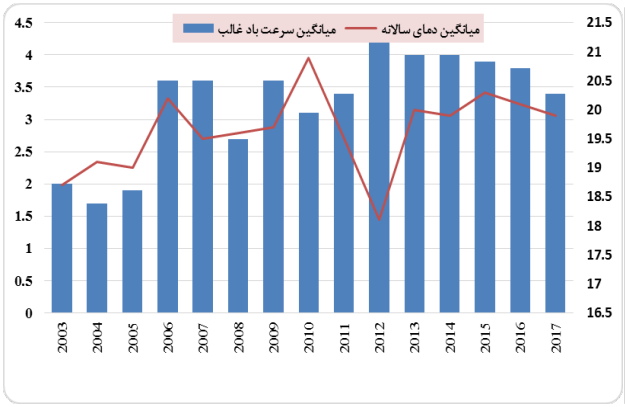
شکل ۵- نمودار تغییرات سرعت باد غالب ماهانه ایستگاه سینوپتیک گرمسار

مقایسه دما با سرعت باد غالب

برای اینکه درک بیشـــتری از پارامترهای اقلیمی دما در رابطه با باد منطقه مورد مطالعه داشـــته باشـــیم نمودارهای مقایســـه‌ای دما با میانگین سرعت باد غالب برای ایستگاه سینوپتیک گرمسار رسم گردید که در شکل ۶ ارائه شده است. رابطه بین دمای سالانه با سرعت باد غالب ایستگاه نشان دهنده این مطلب است که دمای متوسط سالانه با سرعت باد غالب رابطه‌ی معنا داری مشاهده نمی‌شود (شکل ۷).



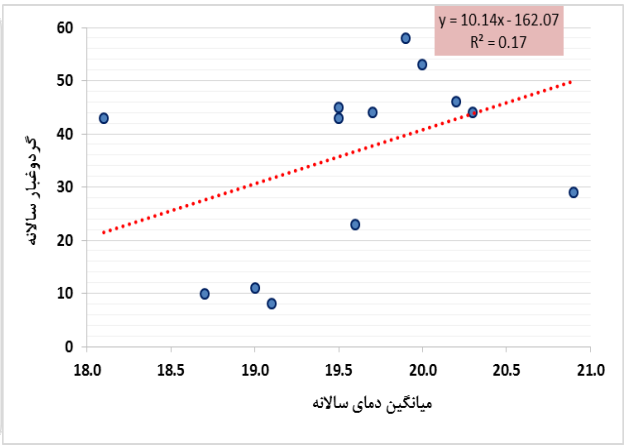
شکل ۶-نمودار مقایسه‌ای سالانه دما و سرعت باد غالب ایستگاه گرمسار



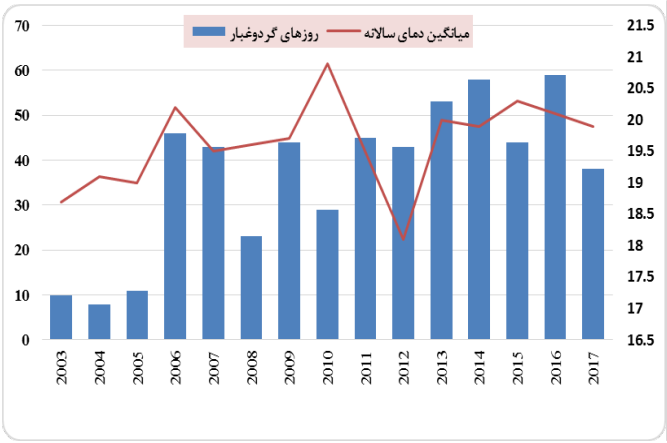
شکل ۷-رابطه بین دمای سالانه و سرعت باد غالب ایستگاه گرمسار

مقایسه دما با گرد و غبار

در این بخش به مقایســـه دما با تعداد روزهای گرد و غبار منطقه مورد مطالعه می پردازیم لذا نمودارهای مقایســـه‌ای دما با گرد و غبار برای ایستگاه سینوپتیک گرمسار رسم گردید که در شکل ۸ ارایه شده است. رابطه بین دمای سالانه با روزهای گرد و غبار ایستگاه در شکل ۹ نمایش داده شده ا ست. نتایج حاکی از آن ا ست که دمای متو سط سالانه با روزهای گرد و غبار رابطه¬ی معنا داری ن شان نمی‌دهد.



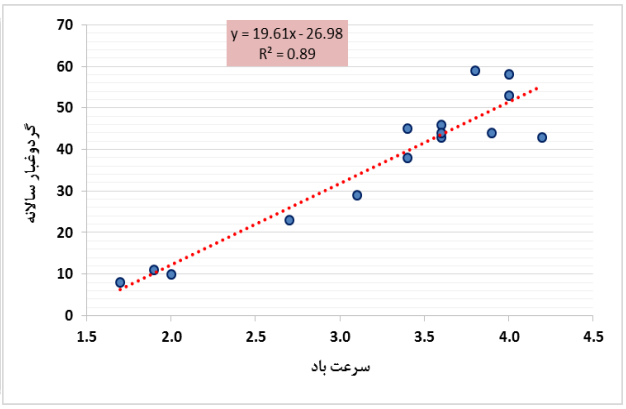
شکل ۸-نمودار مقایسه‌ای سالانه دما و روزهای گرد و غبار ایستگاه گرمسار



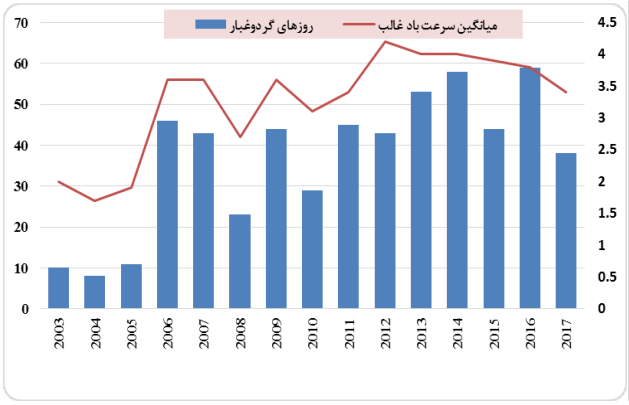
شکل ۹-رابطه بین سالانه و روزهای گرد و غبار ایستگاه گرمسار

مقایسه سرعت باد غالب با گرد و غبار

در این بخش به مقایســـه ســـرعت باد غالب با تعداد روزهای گرد و غبار منطقه مورد مطالعه می پردازیم. همان طور که انتظار داشـــتیم سرعت باد غالب از رابطه همبستگی بسیار خوبی با فراوانی گرد و غبار برخوردار می‌باشد (شکل ۱۱). نمودار مقایسه‌ای سرعت باد غالب با گرد و غبار برای ایستگاه سینوپتیک گرمسار در شکل ۱۰ ارائه شده است.



شکل ۱۰-نمودار مقایسه‌ای سرعت سالانه باد و فراوانی سالانه گرد و غبار ایستگاه گرمسار



شکل ۱۱-رابطه بین سرعت سالانه باد و فراوانی سالانه گرد و غبار ایستگاه گرمسار

بررسی تحرک تپه‌های ماسه‌ای (شاخص لنکستر)

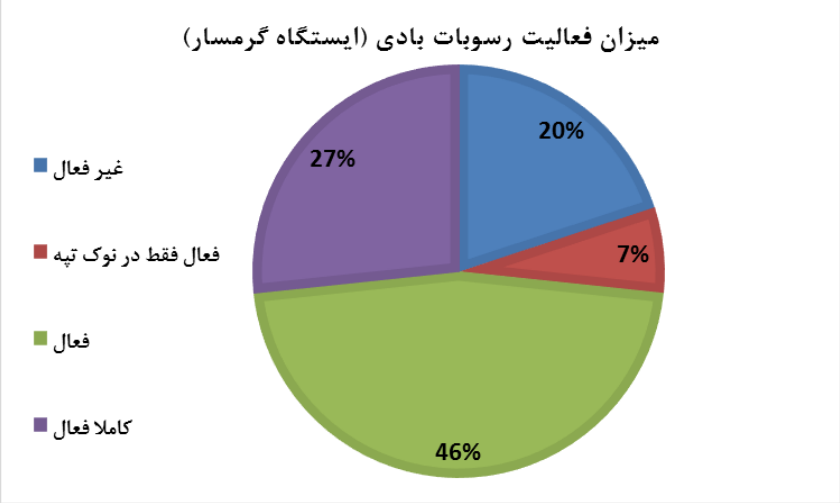
با توجه به روش کار مطرح شده در بخش مواد و روش‌ها، این شاخص لنکستر به طور گسترده‌ای توسط ژئولوژیست‌ها و ژئومورفولوژیست‌ها برای تعیین تپه‌های ماسه‌ای فعال یا تثبیت شده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که فراوانی بادهای با سرعت بیشتر از سرعت آستانهٔ فرسایش بادی (بیشتر از ۶ متر بر ثانیه) در ارتفاع ۱۰ متری از سطح زمین در ایستگاه سینوپتیک گرمسار بسیار زیاد بوده زیرا در بیشتر مناطق تپه های ماسه‌ای از نوع فعال و کاملا فعال می‌باشد.

شاخص تحرک ماسه‌ای در بازه زمانی ۱۵ ساله در جدول ۲ و شکل ۱۱ ارائه شده است.

جدول ۲- شاخص تحرک ماسه در ایستگاه سینوپتیک گرمسار

سال	میزان فعالیت رسوبات بادی (M)	وضعیت فعالیت رسوبات بادی
۲۰۰۳	20.4	غیر فعال
۲۰۰۴	17.3	غیرفعال
۲۰۰۵	29.4	غیر فعال
۲۰۰۶	139.4	فعال
۲۰۰۷	93.2	فعال فقط در نوک تپه
۲۰۰۸	149.9	فعال
۲۰۰۹	159.8	فعال
۲۰۱۰	122.5	فعال
۲۰۱۱	122.5	فعال
۲۰۱۲	106.2	فعال
۲۰۱۳	279.3	کاملا فعال
۲۰۱۴	526.2	کاملا فعال
۲۰۱۵	206.4	کاملا فعال
۲۰۱۶	295.8	کاملا فعال
۲۰۱۷	140.1	فعال



شکل ۱۲-تحرک تپه‌های ماسه‌ای در منطقه مورد مطالعه

نتیجه‌گیری

همواره در مناطق خ شک و نیمه خ شک فعالیت تپه‌های ما سه‌ای م شکلات فراوانی را برای مردم محلی ایجاد کرده ا ست. بنابراین، به منظور کاهش خسارات ناشی از آن، شناسایی تپه‌های ماسه‌ای فعال و تثبیت آن‌ها امری ضروری است. در این تحقیق، تلاش شد با در نظر گرفتن شـرایط آب و هوایی (بارش، دما) و سـرعت باد میزان فعالیت روزهای گردوغبار در مقیاس سـالانه بررسـی گردد. نتایج این تحقیق نشـان داد که در منطقه مورد مطالعه در طول دوره آماری ۱۵ سـاله (۲۰۰۳-۲۰۱۷)، علارغم همبسـتگی بسـیار پایین دما با سرعت باد غالب و گردوغبار، سرعت باد غالب با گرد و غبار منطقه مورد مطالعه رابطه رگرسیونی بسیار بالایی (۰،۸۹) را نشان می‌دهد. همچنین با توجه به شکل ۱۱ می‌توان بیان کرد که منطقه مورد مطالعه با داشتن ۷۳ درصد شاخص تحرک تپه‌های ماسه‌ای (لنکستر) دارای پتانسیل فعالیت رسوبات بادی فعال و کاملا فعال می باشد.

منابع

- احمدی بیرگانی، حسام، ۱۳۸۷ . شبیه سازی حرکت تپهٔ ماسه أی بلند کاشان)، پایان نامهٔ کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی بیابان زدایی، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۹۱.

- اختصاصی، محمدرضا و عظیم زاده، حمیدرضا ، ۱۳۸۳ . بررسی تأثیر ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک در سرعت آستانه فرسایش بادی، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۵۷ ، شماره ۲، سال ۱ ص ۲۲۵-۲۳۴.
- توکلی‌فرد، ا.، ه. قاسمیه.، ع.ا، نظری سامانی، و ن. مشهدی. ۱۳۹۳. تحلیل میزان فعالیت تپه های ماسه ای بند ریگ کاشان با استفاده از شاخص لن کستر. مجله علمی پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان.۵: ۴۸-۳۷.
- خسروشاهی، محمد؛ ابراهیمی خوسفی، زهره؛ گوهردوست، آزاده؛ لطفی‌نسب اصل، سکینه؛ درگاهیان، فاطمه؛ کاشی زنوزی، لیلا. (۱۳۹۹). پایش تغییرات سطح تالاب گاوخونی و ارتباط آن با پدیده گرد و غبار و حرکت تپه‌های ماسه‌ای پیرامون آن. مدیریت بیابان، ۸(۱۵)، ۱۶۰-۱۳۹.
- قدرتی، م، و ا. یوسفی مبرهن. ۱۳۹۹. رابطه بین فراوانی سرعت باد و روزهای گرد و غبار در مقیاس ماهانه و سالانه (مطالعه موردی: دامغان). مقالات پانزدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ساری، ۷-۶.
- Ashkenazy, Y., Yizhaq, H., Tsoar, H., 2012. Sand dune mobility under climate change in the Kalahari and Australian deserts. Climate Change. 112: 901-923.
- Dong, Z., Qian, G., Lv, P., HU, G., 2013. Investigation of the sand sea with the tallest dunes on Earth: China's Badain Jaran Sand Sea. Earth-Science Reviews. 120: 20–39.

– Lancaster, N., 1988. Development of linear dunes in the southwestern Kalahari, southern Africa. J. Arid Environ. 14, 233–244.
– Lancaster, N., 1989. The dynamics of star dunes: an example from the Gran Desierto Mexico. Sedimentology. 36: 273–289.
– Lancaster, N., Helm, K., 2000. A test of a climatic index of dune mobility using measurements from the southwestern United States. Earth Surf Proc Landf. 25: 197–207.
– Livingstone, I., Bristow, C., Bryant, R.G., Bullard, J., White, K., Wiggs, G.F.S., Baas, A.C.W., Bateman, M.D., Thomas, D.S.G., 2010. The Namib Sand Sea Digital Database of aeolian dunes and key forcing variables. Aeolian Research. 2: 93–104.
– Wang, X., Dong, Z., Liu, L., Qu, J., 2004. Sand sea activity and interactions with climatic parameters in the Taklimakan Sand Sea, China. Journal of Arid Environments. 57: 85–98.
– Wang,W. Fang, Z. Y. (2006). Numerical simulation and synoptic analysis of dust, emission and transport in East Asia. Global and planetary change, volume 52, pages 57-70.