

## مطالعات جغرافیایی مناطق خشک

دوره دهم، شماره سی و نهم، بهار ۱۳۹۹

تأیید نهایی: ۱۳۹۹/۰۵/۲۷

دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۱۲/۰۶

صص ۶۵-۵۲

### نقش پلایای طبس مسینا در ریزگردهای منطقه‌ی سیستان با تأکید بر نقش باد ۱۲۰ روزه سیستان

ساحره عبداللهی، دانشجوی کارشناسی ارشد مخاطرات محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان

صمد فتوحی\*، دانشیار گروه جغرافیایی طبیعی، دانشگاه سیستان و بلوچستان

محسن حمیدیان پور، استادیار اقلیم‌شناسی در برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان

#### چکیده

انتشار گردوغبار معلق در هوا از جمله بزرگ‌ترین مشکلات جدی زیست‌محیطی در نواحی مختلف جهان است؛ این در حالی است که منشأ بیش‌ترین گردوغبار موجود در جو، ذرات ریزدانه است و این ذرات ریز در مناطق خشک و نیمه‌خشک از فراوانی بالاتری برخوردارند. پلایای طبس مسینا در ایران به دلیل داشتن آب‌وهوای گرم و خشک و عاری بودن از پوشش گیاهی و از طرفی به دلیل قرار گرفتن در مسیر باد ۱۲۰ روزه سیستان، یکی از مناطق مستعد تولید گردوغبار است. پژوهش حاضر به بررسی نقش این پلایا بر ریزگردهای این منطقه پرداخته است. بدین منظور، نمونه‌برداری از پلایای طبس مسینا و ریزگردهای منطقه‌ی سیستان انجام پذیرفت. این رسوبات از حیث گرانولومتری، مورفوسکپی و کلسیمتری مورد مطالعه قرار گرفتند. آزمایشات XRD نشان می‌دهد که کانی کوارتز و کلسیت در همه‌ی نمونه‌ها یافت می‌شود. همچنین در آزمایش XRF ترکیبات معدنی در همه‌ی نمونه‌ها سیلیس، اکسید آلومینیوم، گازهای فرار و اکسید کلسیم نسبت به سایر ترکیبات معدنی بیش‌تر است. بر اساس این آزمایشات جنس رسوبات و نیز ترکیبات معدنی در دو منطقه‌ی پلایای مسینا و زابل یکسان شناسایی گردید. علاوه بر آن، طبق نتایج گرانولومتری رسوبات، حدود ۵۹/۶ درصد ماسه‌ریز بوده و با توجه به اینکه ذرات ریزدانه قادرند تا ارتفاع زیادی از سطح زمین بلند شوند و کیلومترها از مبدأ خود فاصله بگیرند؛ بنابراین پتانسیل انتقال به منطقه‌ی سیستان را دارا می‌باشند. با بهره‌گیری از مدل لاگرانژی HYSPLIT مسیر ذرات گردوغبار ردیابی شد. پس از مسیریابی پس‌گرد ذرات گردوغبار، پلایای طبس مسینا به‌عنوان یکی از کانون‌های شکل‌گیری گردوغبار در دشت سیستان شناسایی گردید.

**واژگان کلیدی:** گردوغبار، باد ۱۲۰ روزه سیستان، XRD و XRF، پلایا، شرق فلات ایران، HYSPLIT.

\* Email: fotohi@gep.usb.ac.ir

نویسنده‌ی مسئول:

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد دانشجو با عنوان «نقش دق طبس مسینا در ریزگردهای منطقه‌ی زابل» می‌باشد.

## ۱- مقدمه

گردوغبار یکی از پدیده‌های متداول جوی و در ردیف بزرگ‌ترین مشکلات محیطی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است که این امر هر ساله آثار مخربی را برای ساکنان این مناطق دارد و خسارت‌های زیادی را به بخش‌های مختلف وارد می‌کند. در سال‌های اخیر آلودگی ناشی از ذرات گردوغبار به یکی از معضلات زیست‌محیطی به‌خصوص در کشورهای درحال توسعه تبدیل شده است. با توجه به اینکه حدود ۹۱ درصد از مساحت کشور جزو مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود (فرج‌زاده و کریمی، ۱۳۹۲: ۱۹۸)، پدیده‌ی ریزگردها در شرق و جنوب شرق به یک بحران ملی و درجه یک تبدیل شده است. خشک شدن پلایاها، از بین رفتن پوشش گیاهی و وجود یا عدم وجود رطوبت در کنار هوای ناپایدار از مهم‌ترین شرایط ایجاد گردوغبار است (علی‌جانی، ۱۳۷۴: ۴۵). شرق کشور ایران و به‌طور جزئی‌تر دشت سیستان به دلیل وجود بادهای شبه‌دائمی سیستان در دوره‌ی گرم سال، فقر نسبی پوشش گیاهی (مفیدی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۰۷؛ حمیدیان‌پور و همکاران، ۱۳۹۴: ۸۳)، وجود پلایاهای مختلف و... تحت تأثیر کانون‌های مختلف گردوغبار قرار دارد؛ به‌عنوان نمونه می‌توان به پلایای طبس مسینا اشاره داشت. این پلایا در ۱۳۰ کیلومتری شرق شهرستان بیرجند واقع شده است و در محدوده‌ی شهر طبس مسینا قرار دارد. منظور از پلایا یک حوضه‌ی مرکزی یا پهنه‌ی کویری است که رسوبات ریزدانه و هرزآب‌های نواحی اطراف به آن وارد می‌شود (نگارش، ۱۳۹۱: ۱۸۷). کف پلایا منبع بسیار خوبی برای برداشت رسوبات به وسیله‌ی باد هستند که این رسوبات می‌توانند منشأ مخاطرات ریزگردها باشند که برای ما خطراتی را ایجاد می‌کنند. تاکنون تحقیقات مختلفی در زمینه‌ی ریزگرد صورت گرفته است. نتایج بررسی‌های تاکشی<sup>۱</sup> (۱۹۹۵) در ژاپن نشان می‌دهد که گیاهانی که در معرض منابع بزرگ گردوغبار قرار دارند با خطر کاهش مژمن در فتوسنتز و به‌تبع آن با کاهش رشد روبه‌رو می‌شوند. لی و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۴) در مطالعه‌ی خود در مونگولیای چین به این نتیجه رسیدند که پیدایش و شدت توفان‌های ریزگرد علاوه بر این‌که متأثر از شرایط اقلیمی مثل سرعت باد است که متأثر از ویژگی‌های سطح زمین مثل پوشش گیاهی، مقدار رطوبت خاک و غیره نیز می‌باشد. بارکان و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۰۵) در بررسی انتقال ریزگرد از صحرای بزرگ آفریقا به ایتالیا و اروپای مرکزی، جریان‌های پرفشار جنب استوایی در جنوب شرقی دریای مدیترانه و در نتیجه کم‌فشار جزیره‌ای در غرب آفریقا را به‌عنوان عامل اصلی توفان ریزگردها و انتقال آن به ایتالیا و اروپای مرکزی به رسمیت شناخته‌اند. دایان و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۰۸)، الگوهای سینوپتیکی غالب در روزهای غبارآلود را طبقه‌بندی کرده و نشان دادند که ۶۰ درصد از توفان‌های ریزگرد جنوب شرق مدیترانه در نتیجه‌ی سیستم کم‌فشار قبرس شکل می‌گیرد. ابراهیم و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۱۲)، در عربستان به این نتیجه دست یافتند که افزایش در میزان ترسیب ریزگردها بر سطوح اندام‌های گیاهی، موجب کاهش هدایت روزانه‌ای و میزان کلروفیل a و b و نرخ فتوسنتز می‌گردد. هاننبرگ و نیکول<sup>۶</sup> (۲۰۱۲)، طی تحقیقی به بررسی خصوصیات هواشناسی رخداد توفان ریزگرد در شرق حوزه‌ی یوتا در آمریکا پرداختند. نتایج نشان داد که بیش‌ترین وقوع ریزگردها در فصل بهار و همچنین در ساعات بعدازظهر است که سرعت باد به بیش‌ترین حد خود می‌رسد. لیونگ‌سیگ و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۱۴)، به پایش فرسایش بادی با استفاده از داده‌های هواشناسی سال‌های ۱۹۶۵ تا ۲۰۱۱ در استرالیا پرداختند. نتایج نشان داد که در سال‌های همراه با کاهش بارش، توفان ریزگرد افزایش داشته است. هاننبرگ و نیکول (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای به شناسایی مناطق کم‌تر تکامل‌یافته و سطوح پلایای خشک که دو منبع اولیه تولید گردوغبار در شرق حوضه‌ی بزرگ یوتا در آمریکا قرار دارد پرداختند. در مجموع، ۱۶۸ منبع تولید گردوغبار شناسایی شد که همه‌ی آن‌ها از نهشته‌های

1- Takashi

2- Li et al

3- Barkan et al

4- Dayan et al

5- Ibrahim and El-Gaely

6- Hahnenberger and Nicoll

7- O'Loingsigh et al

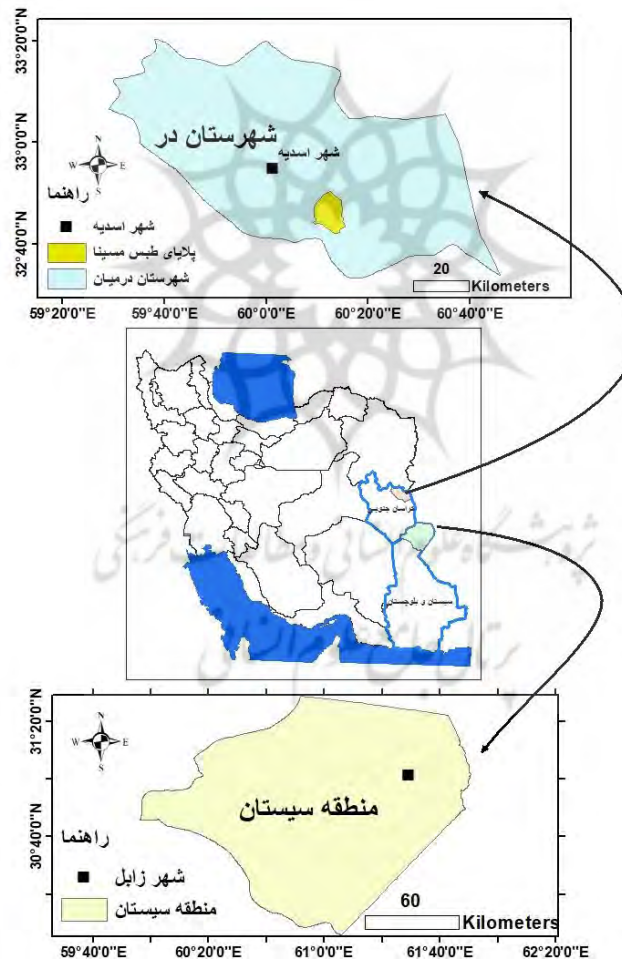
کواترنری سرچشمه می‌گرفتند. در پژوهشی، موسوی و پورخباز (۱۳۹۶) با استفاده از آنالیز فیزیکی و شیمیایی، به منشأیابی ریزگردهای شهرستان بیرجند پرداختند و تشابه کانی‌ها را یکی از راه‌های منشأیابی ذکر کرده‌اند. منشأیابی ذرات گردوغبار به وسیله‌ی شناسایی چشمه‌ها و ردیابی مسیرهای ورود توفان‌های گردوغبار از منابع داخلی به کلان‌شهر اراک با استفاده از مدل HYSPLIT به وسیله‌ی انصاری و جمشیدی (۱۳۹۷) انجام شده است و نتایج این تحقیق نشان داد که این مدل کارایی مناسبی برای ردیابی ذرات گردوغبار دارد. کاویانی (۱۳۸۰) نیز علت تشکیل گردوغبار در بیابان‌ها را ناشی از ناپایداری هوا می‌داند و معتقد است که جو بالای سطح بیابان‌ها از نظر همرفتی بسیار ناپایدار بوده و شرایط تکوین پدیده‌های ناپایداری مثل پیچانه‌های کوچک گردوغباری را دارند. تحقیق میرشاهی و نکونام (۱۳۸۸) در شهرستان سبزوار حاکی از آن است که وقوع روزهای همراه با ریزگرد در شهرستان سبزوار روند افزایشی داشته و بیش‌ترین احتمال وقوع آن در ماه‌های اردیبهشت و خرداد است و بیش از ۷۱ درصد توفان‌های ریزگرد در ساعات بعدازظهر روی می‌دهد. میری و همکاران (۱۳۸۸) توفان‌های گردوخاک را در منطقه‌ی سیستان بعد از وقوع خشک‌سالی‌های تناوبی بررسی کردند. نتایج بیان داشت که فراوانی توفان‌های گردوخاک پس از وقوع خشک‌سالی‌ها افزایش چشم‌گیری داشته است. محمدی (۱۳۸۹) به بررسی رسوب‌شناسی و ژئوشیمی نهشته‌های پلایای جازموریان پرداخت. نتایج نشان داد که وضعیت مورفولوژیکی و اقلیمی و ویژگی‌های رسوب‌شناسی پلایای جازموریان، منشأ مهم رسوبات بادی و توفان‌های گردوغبار در جنوب شرق ایران و حتی جنوب غرب آسیاست. در مطالعه‌ی طاووسی و همکاران (۱۳۸۹)، تحلیل‌های آماری بر روی دشت سیستان نشان داد که به‌طور متوسط، نیمی از ایام سال را روزهای همراه با ریزگرد تشکیل می‌دهد و بین تعداد روزهای غبارآلود ناشی از توفان ریزگرد و تعداد روزهای بارانی و دبی وارد شده به دریاچه‌ی هامون، ارتباط معکوس معنی‌داری وجود دارد. کیانی و همکاران (۱۳۹۴)، به ارزیابی اثر گردوغبار بر خصوصیات مورفولوژی و فیزیولوژی رشد گیاهان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که گردوغبار از طریق تأثیر بر فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و همچنین افزایش دمای برگ می‌تواند رشد و عملکرد گیاهان را تحت تأثیر قرار دهد. فعله‌گری و همکاران (۱۳۹۴)، به بررسی تأثیر رسوب ریزگردها بر دمای برگ نخود پرداختند. نتایج نشان داد که رسوب ریزگردها تأثیر معنی‌داری بر دمای برگ داشته است. جبری (۱۳۹۶) به بررسی ریزگردها و تأثیر آن‌ها بر آب سد رئیس‌علی دلواری پرداخت که نتایج نشان داد که میزان تأثیرپذیری کدورت آب تحت تأثیر مستقیم میزان ریزگردها قرار داشته، بنابراین نیاز به تصفیه دارد. نیک‌اندیش و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی مکان‌یابی کانون‌های ریزگرد حوضه‌ی دریاچه‌ی نمک پرداختند و بیان داشتند بیش‌تر مناطق شمال و شمال شرقی و شرق حوضه‌ی دریاچه‌ی نمک، مکان‌های کانون ریزگردها هستند که تأثیر بسیار زیادی بر شهرهای اطراف گذاشته است. علیرغم پژوهش‌های زیادی که در مورد ریزگردهای منطقه‌ی زابل و شرق ایران انجام شده، اما تاکنون مطالعات ویژه در خصوص کانون‌های گردوغبار پیرامونی مانند پلایا مسینا صورت نگرفته است. در جهت پر کردن این خلأ پژوهشی، مطالعه‌ی حاضر تلاش دارد به بررسی نقش پلایای طبس مسینا بپردازد. همچنین در ادامه به‌منظور تأیید بر این نقش، تلاش شده است تا از داده‌های هواشناسی همچون بررسی وضعیت جوی در ترازهای مختلف و نیز مسیر حرکت ذرات گردوغبار با استفاده از مدل HYSPLIT استفاده گردد. این مدل کمک خواهد کرد تا مسیر حرکت گردوغبار به صورت پس‌گرد شناسایی گردد.

## ۲- منطقه‌ی مورد مطالعه

محدوده‌ی مورد مطالعه شامل پلایای طبس مسینا در شمال خراسان جنوبی و منطقه‌ی سیستان (چاله‌ی سیستان) در شمال استان سیستان و بلوچستان قرار دارد. محدوده‌ی اول، طبس مسینا بخشی از حوزه نمکزار خواف، واقع در شهرستان درمیان است که در ۲۰ کیلومتری جنوب شرقی اسدیه و ۶۲ کیلومتری شمال شرقی سریشه قرار دارد. منطقه‌ی مورد نظر از شمال و شمال شرقی به ارتفاعات کمر سیاه و گدار سیاه، از شرق به ارتفاعات شوکو و کافری و از طرف جنوب شرق به ارتفاعات کمرزری منتهی می‌شود. منطقه‌ی مورد مطالعه دارای آب‌وهوای نیمه‌بیابانی با تابستان-

های گرم و زمستان‌های معتدل است. حداکثر دمای هوا در تابستان حدود ۴۰ درجه‌ی سانتی‌گراد است. احتمال ریزش برف زمستانی در نقاط مرتفع منطقه به خصوص در بخش‌های شمالی وجود دارد. در فصل تابستان جریان باد بسیار شدیدی با جهت وزش شمال-شمال شرق، جنوب-جنوب غرب تقریباً در تمام طول روز در منطقه می‌وزد که غالباً رفت‌وآمد در منطقه را با مشکلاتی جدی مواجه می‌نماید (مطالعات تهیه‌ی طرح مدیریت بیابانی طبس مسینا شهرستان درمیان، ۱۳۸۵: ۷۵). مهم‌ترین بادهای این منطقه، بادهای ۱۲۰ روزه‌ی سیستان که از سمت شمال شرق می‌وزد و باد گرمی که از اوایل تابستان تا اواخر خردادماه و از سمت سیستان و بلوچستان به طرف شمال می‌وزد.

محدوده‌ی دوم، منطقه‌ی سیستان (چاله‌ی سیستان) که در منتهی‌الیه شرقی کشور ایران واقع شده است. این منطقه قسمتی از استان پهناور سیستان و بلوچستان است و با قرارگیری در شمال این استان، قسمت وسیع و مهمی از استان و حتی ایران را به خود اختصاص داده است. شهر زابل از نظر موقعیت جغرافیایی در مختصات ۳۰ درجه و ۷ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۹ دقیقه عرض شمالی و ۵۹ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۵۰ دقیقه طول شرقی در مرکز این منطقه واقع شده است (طرح جامع شهرستان زابل، ۱۳۸۵: ۴۰). این محدوده از شمال و شرق با افغانستان، از غرب با استان خراسان جنوبی و از جنوب با شهرستان زاهدان هم‌مرز است. فاصله‌ی شهر زابل تا مرکز استان (زاهدان) ۲۰۷ کیلومتر است (پودینه، ۱۳۹۴: ۳۰).



منطقه‌ی سیستان در ناحیه‌ی خشک کشور قرار دارد، لذا اکثر بارندگی‌های این منطقه شدید، رگباری، کوتاه‌مدت و توأم با رعدوبرق است. از جمله مهم‌ترین و تأثیرگذارترین بادهای ایران، بادهای ۱۲۰ روزه‌ی سیستان است. این بادهای که با سرعت بالای ۷۰ و گاهی ۱۱۰ کیلومتر در ساعت در فاصله‌های زمانی ۱۲۰ روز در سال به وقوع می‌پیوندد، عامل اصلی فرسایش بادی در منطقه محسوب می‌شود. زمان وزش این بادهای از اواسط اردیبهشت‌ماه شروع شده و تا اواخر شهریورماه ادامه می‌یابد. جهت این بادهای از شمال تا شمال غربی بوده و سرعت آن‌ها به گونه‌ای است که پرنقش‌ترین عامل فرسایش بادی در منطقه‌ی مورد مطالعه محسوب می‌شوند (نگارش و لطیفی، ۱۳۸۷: ۵۵). هدف اصلی این مقاله، بررسی نقش پلایای طبس مسینا در ریزگردهای منطقه‌ی سیستان است.

### ۳- مواد و روش‌ها

داده‌های این مطالعه به دو بخش تقسیم می‌شوند؛ بخشی از آن حاصل نتایج میدانی و نمونه‌گیری است. بدین منظور سه نقطه‌ی (طبس مسینا، محمدآباد، خُرَمک) در منطقه‌ی پلایای مسینا انتخاب گردید و به منظور انجام آزمایشات، نمونه‌های لازم برداشت گردید. علاوه بر این، سه نقطه در این پژوهش به هنگام رخداد گردوغبار به صورت زمان واقعی<sup>۸</sup> اقدام به برداشت گردوغبار نیز در منطقه‌ی زابل شد. بدین منظور، در محل نزدیک به ایستگاه هواشناسی زابل میزی تعبیه گردید و پس از نشست گردوغبار، برداشت انجام گردید. این نمونه‌گیری در سه نوبت و پس از هر بار رخداد گردوغبار در دوازدهم فروردین و سوم اردیبهشت ۱۳۹۸ و بیست و چهارم بهمن ۱۳۹۷ به عمل آمد. بخش دوم داده‌ها که جهت ردیابی گردوغبار و تهیه‌ی نقشه‌ها مورداستفاده قرار گرفت، شامل داده‌های جوی همچون ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، فشار تراز دریا و جهت و سرعت باد با تفکیک مکانی ۲/۵ درجه از مرکز ملی پیش-بینی محیطی و مرکز ملی پژوهش‌های جوی ایالات متحده آمریکا که روی هم رفته به NCEP/NCAR است (Kalnay et al., 1996: 457). در واقع، هدف از استفاده داده‌های بخش دوم، تأیید نقش پلایا مسینا در تولید و منشأ گردوغبار پس از آزمایشات است.

نمونه‌های برداشت‌شده از منطقه جهت انجام آزمایشات مورفوسکوپی، گرانولومتری به آزمایشگاه به منظور انجام آنالیز شیمیایی XRD و XRF منتقل شدند. آزمایشات فوق به منظور تعیین جنس رسوبات در روزهای گردوغباری است. به منظور تحلیل ژئومورفولوژیکی پلایای طبس مسینا اقدام به انجام گرانولومتری رسوبات پلایای منطقه و مطالعات مورفوسکوپی نمونه‌های آن منطقه گردید. پس از تحلیل شیمیایی با استفاده از آزمایشات مذکور و مشخص شدن نوع ویژگی‌های هر دو منطقه به لحاظ جنس، اندازه و همچنین شناسایی ارتباط آن‌ها با یکدیگر، در ادامه به منظور تأیید کانون گردوغبار از مدل پس‌گرد HYSPLIT<sup>۹</sup> و همچنین شاخص عمق اپتیکی نور (AOD)<sup>۱۰</sup> استفاده گردید.

یکی از روش‌های شناسایی کانون‌های گردوغباری علاوه بر تصاویر ماهواره‌ای، استفاده از نرم‌افزارهای مسیریاب است که با تقریب خوبی قادر به تشخیص منابع تولید گردوغبار است. در مدل HYSPLIT با روش لاگرانژی پس از انتخاب ذره در موقعیت مکانی و زمانی خاص، حرکت آن با گام‌های زمانی دلخواه به سمت زمان‌های گذشته یا به سمت زمان آینده امکان‌پذیر است (Draxler and Hess, 1998: 298). مدل HYSPLIT قادر است مسیره‌های برگشت برای دستیابی به چشمه‌ی آلودگی را نشان دهد. مسیره‌های برگشت مسیر لاگرانژی بسته‌ی هوا را نشان می‌دهند که از نقطه‌ی گیرنده (ایستگاهی که توفان گردوغبار گزارش شده) در مدت‌زمان معلوم محاسبه می‌شوند و می‌توانند در یافتن مناطق چشمه به کار روند (انصاری و جمشیدی، ۱۳۹۷: ۱۰۱). در این مقاله از این مدل برای پیدا کردن سرچشمه‌ی گردوغبار استفاده شده است. شاخص عمق اپتیکی (AOD)، یکی از شاخص‌های اندازه‌گیری برای روزهای گردوغباری

8- Real Time

9- Hybrid single-particle lagrangian integrated trajectory

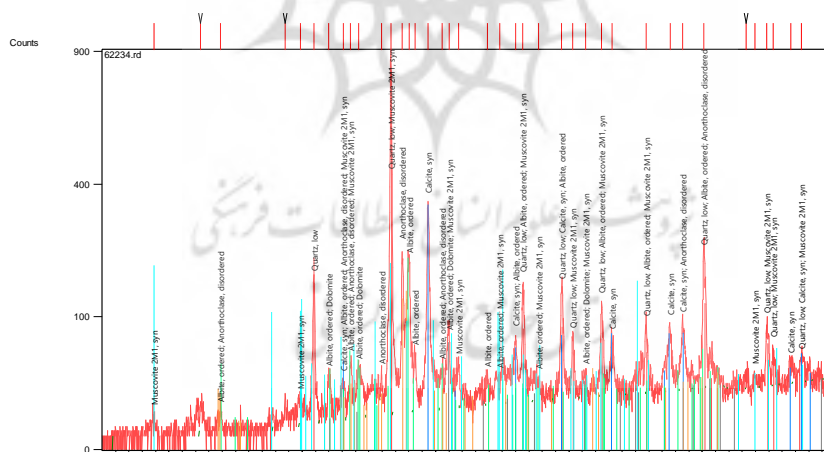
10- Aerosol optical depth

است. میزان یا شدت تمایل آئروسول‌ها برای جلوگیری از انتقال نور را شاخص عمق اپتیکی گویند. این شاخص میزان وضوح یا شفافیت مواد در جو است. هر چه مواد معلق در جو افزایش یابد، میزان این شاخص بالا می‌رود. شاخص بالای عمق اپتیکی نشان می‌دهد که مقدار قابل توجهی از جذب و پراکندگی تابش در جو صورت گرفته است. عمق اپتیکی پایین بیانگر حضور ذرات معلق با غلظت پایین، شفافیت بالای جو و افزایش انتقال تابش است. شاخص عمق اپتیکی به توزیع آئروسول‌های گردوغبار موجود در جو اشاره دارد. دامنه‌ی تغییرات عمق اپتیکی با توجه به میزان گردوغبار متغیر است. از این شاخص نیز برای ردیابی ذرات گردوغبار در منطقه استفاده شده است.

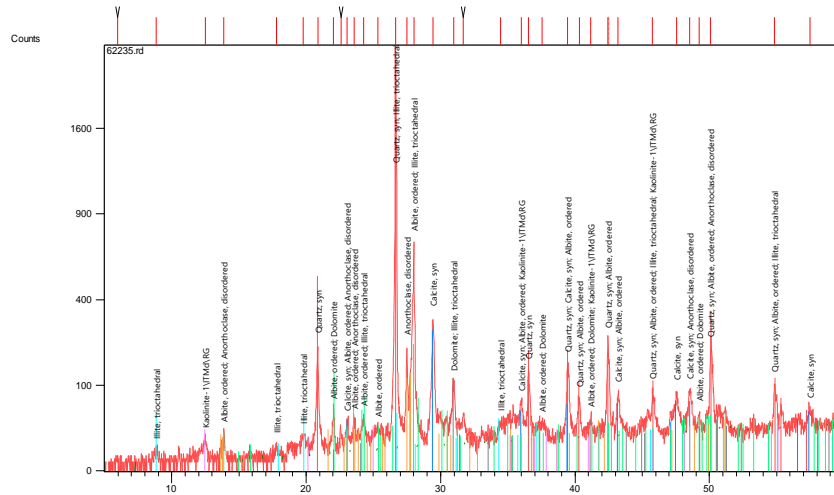
#### ۴- بحث و نتایج

##### ۴-۱- بررسی آنالیز شیمیایی XRD و XRF

همان‌طور که در داده‌ها و روش پژوهش بیان گردید به منظور مشخص کردن نقش پلایای طبس مسینا بر گردوغبارهای منطقه‌ی سیستان، در دوازدهم فروردین و سوم اردیبهشت‌ماه هزار و سیصد نودوهشت که منطبق بر روزهای گردوغباری بود، نمونه‌گیری انجام شد و آنالیز شیمیایی XRD و XRF بر روی نمونه‌های این تاریخ‌ها انجام شد. شکل (۲) نمایانگر نتایج این آزمایشات است. بر اساس آزمایشات فوق مشخص شد که در نمونه‌ی مورخ ۱۳۹۸/۱/۱۲ بر اساس آزمایشات حاصل از XRF، بیش‌ترین کانی‌های تشکیل‌دهنده مربوط به سیلیس با درصد ۴۹/۷۷، اکسید آلومینیوم ۷/۷۱، اکسید کلسیم ۱۳/۶۱ و گازهای فرار ۱۳/۰۷ است. با توجه به نمودار XRD، بیش‌ترین پیک نمودارها مربوط به کانی‌های کوارتز، ایلیت، آنورتوکلاز، آلبیت و کلسیت است (شکل ۲). نتایج آزمایش تاریخ دوم نیز دربرگیرنده‌ی نتایج مشابه نمونه‌گیری در تاریخ اول است. درواقع، نتایج حاصل از XRF و XRD در روز دوم حاکی از وجود کانی‌ها همچون کوارتز، آلبیت، ایلیت و آنورتوکلاز است. البته سهم و میزان این کانی با یکدیگر تفاوتی داشتند، به‌طوری‌که مقدار سیلیس با ۵۰/۰۴ درصد، اکسید آلومینیوم ۸/۲۱، اکسید کلسیم ۱۳/۱۲ و گازهای فرار ۱۲/۹۷ است (شکل ۳).

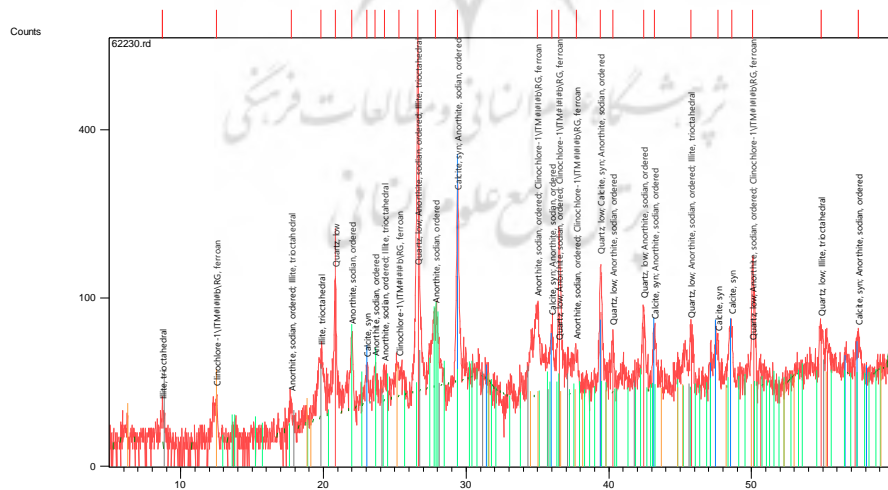


شکل ۱: نمودار XRD در مورخ ۱۳۹۸/۱/۱۲



شکل ۲: نمودار XRD در مورخ ۱۳۹۸/۲/۳

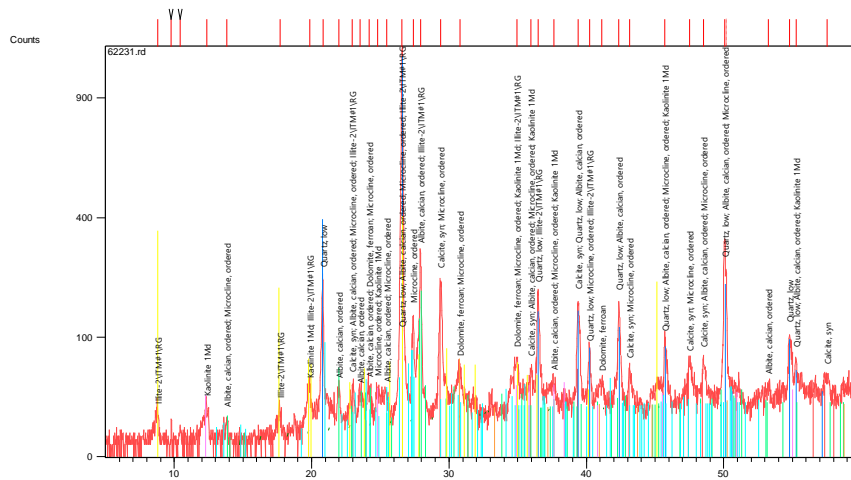
آنچه به عنوان هدف اصلی نگارش این پژوهش است، تعیین نقش پلایای طبس مسینا بر گردوغبارهای منطقه‌ی سیستان است؛ بنابراین به منظور تحقق این هدف، پس از تعیین مشخصات جنس و مرفوگرامتری و گرانولومتری نمونه‌های برداشت‌شده از شهر زابل به عنوان شاخص در منطقه‌ی سیستان، می‌بایست با ویژگی‌های مشخصات پلایای طبس مسینا مورد بررسی و مقایسه قرار گیرد؛ بنابراین آزمایشات مشابهی بر روی نمونه‌های برداشت‌شده در سه نقطه‌ی نماینده در پلایا مسینا انجام گردید. نتایج این آزمایشات در دو شکل ۴ و ۵ نشان داده شده است. در منطقه‌ی طبس مسینا، نمونه‌ی محمدآباد نتایج حاصل از XRF نشان می‌دهد که بیش‌ترین کانی‌های تشکیل‌دهنده مربوط به سیلیس با درصد ۵۱/۷۹، اکسید آلومینیوم ۱۲/۸۵، اکسید کلسیم ۷/۲۸ و گازهای فرار ۱۲/۷۴ است و درصد بقیه‌ی کانی‌ها قابل توجه نبوده است. با توجه به نمودار XRD، کانی‌های کوارتز، آنورتیت و ایلیت فراوانی بیش‌تری داشته و پس‌از آن، کانی کلسیت و آنورتیت قرار گرفته است (شکل ۴).



شکل ۴: نمودار XRD نمونه‌ی محمدآباد

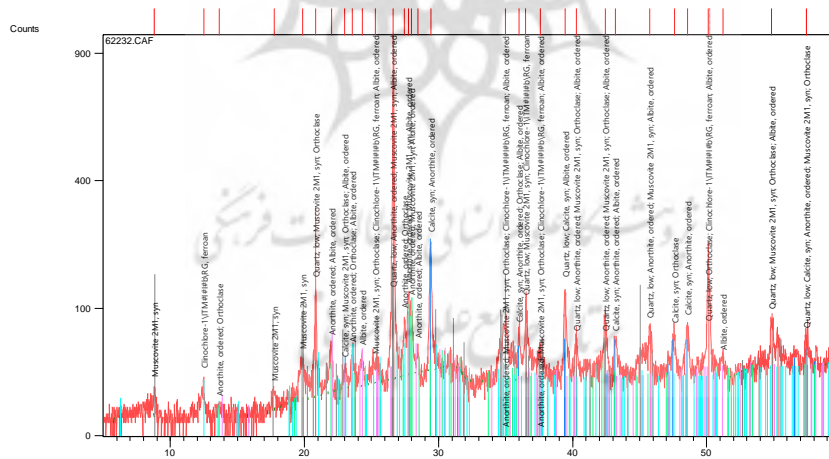
در نمونه‌ی خرمک نتایج حاصل از XRF نشان می‌دهد که بیش‌ترین کانی‌های تشکیل‌دهنده مربوط به سیلیس با درصد ۵۸/۲۶، اکسید آلومینیوم ۱۱/۲۶، اکسید کلسیم ۷/۹۸ و گازهای فرار ۱۰/۰۴ است و درصد بقیه‌ی کانی‌ها

قابل توجه نبوده است. با توجه به نمودار XRD، کانی‌های کوارتز، آلبیت، میکروکلین و ایلیت از فراوانی بیش‌تری برخوردارند (شکل ۵).



شکل ۵: نمودار XRD نمونه‌ی خرمک

در نمونه‌ی طبس مسینا نتایج حاصل از XRF نشان می‌دهد که بیش‌ترین کانی‌های تشکیل‌دهنده مربوط به سیلیس با درصد ۵۱/۵۲، اکسید آلومینیوم ۱۲/۱۰، اکسید کلسیم ۷/۴۶ و گازهای فرار ۱۱/۷۷ است و درصد بقیه کانی‌ها قابل توجه نبوده است. با توجه به نمودار XRD، کانی‌های کوارتز، آنورتیت، مسکویت و ایلیت بیش‌ترین فراوانی و سپس کانی‌های ارتوکلاز، کلسیت و آنورتیت قرار دارد (شکل ۶).



شکل ۶: نمودار XRD نمونه‌ی طبس مسینا

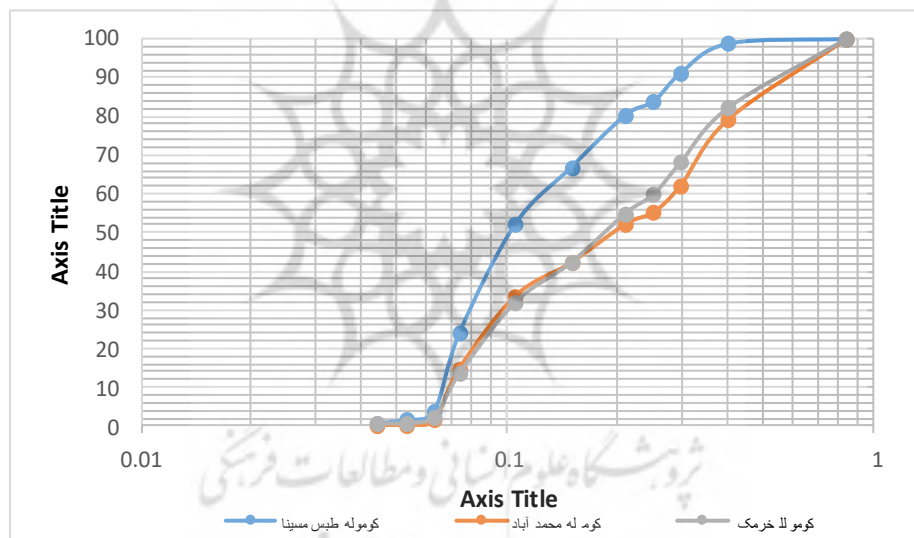
کانی کوارتز و کلسیت در همه‌ی نمونه‌ها مشاهده می‌گردد. وجود کلسیت نشان‌دهنده‌ی آهک در منطقه است که شاهی بر رسوب‌گذاری حاصل از انحلال و فرسایش سازندهای تبخیری و آهکی اطراف حوضه است. همچنین از آنجایی که گستردگی کانی کلسیت در منطقه بسیار بوده؛ بنابراین در همه‌ی نمونه‌ها مشخص می‌گردد و به دلیل سازندهای یکسان در منطقه، نمونه‌ها نتایج یکسان دارد. بر اساس آنالیز نمونه‌های منطقه‌ی طبس مسینا و زابل، درصد بیش‌تر کانی‌های تشکیل‌دهنده و ترکیبات معدنی برداشت‌شده نزدیک به هم است که در نمونه‌های منطقه‌ی طبس مسینا مقدار سیلیس به‌طور میانگین ۵۳/۸۵ درصد است و مواد معدنی در نمونه‌های زابل ۴۹/۶۰ بوده و تفاوت



محسوسی مشاهده نمی‌شود. همچنین درصد اکسید آلومینیوم در نمونه‌های منطقه‌ی طبس مسینا به‌طور میانگین ۱۲/۰۷ و در نمونه‌های زابل ۷/۸۹ درصد است که کمی تفاوت احساس می‌شود. گازهای فرار در نمونه‌های طبس مسینا ۱۱/۵۱ درصد و در نمونه‌های زابل ۱۲/۹۶ است و تفاوت چندانی ندارد. اکسید کلسیم در نمونه‌های طبس مسینا ۷/۵۷ و در نمونه‌های زابل ۱۳/۷۳ است؛ بنابراین درصد اصلی کانی‌های تشکیل‌دهنده، مبدأ و مقصد سیلیس و گازهای فرار است. به لحاظ مقایسه‌ی ترکیبات معدنی در دو تاریخ ۱۳۹۸/۲/۳ و ۱۳۹۸/۱/۱۲ به نمونه‌های برداشت‌شده در منطقه‌ی پلایای طبس مسینا نزدیک است و این ارتباط می‌تواند ناشی از جهت باد غالب منطقه باشد.

#### ۴-۲- گرانومتري

برای مقایسه‌ی رسوبات برداشت‌شده بعد از عملیات گرانولومتري نسبت به محاسبه‌ی شاخص‌های اندیس کودفی کلاسمان، اندیس تراکس، اندیس قطر مؤثر، اندیس نظام‌یافتگی رسوبات و اندیس نامتقارن اقدام گردید. آنچه به‌عنوان قاعده‌ی کلی باید در این زمینه به آن توجه شود، میزان نظم رسوبات است. منظم بودن رسوبات، سطح یکنواختی در مقابل فرسایش بادی فراهم می‌کند به دلیل منظم‌تر بودن رسوبات طبس مسینا نسبت به دو نمونه‌ی دیگر به نظر می‌رسد بیش‌ترین میزان برداشت رسوبات مربوط به این منطقه بوده و این نظم بیانگر منشأ آن محسوب می‌شود و قدرت حمل نسبتاً متوسط به وسیله‌ی باد را نشان می‌دهد (شکل ۷).



شکل ۷: منحنی گرانولومتري رسوبات منطقه‌ی طبس مسینا در سه نقطه‌ی نماینده (خرمک، محمدآباد و طبس مسینا)

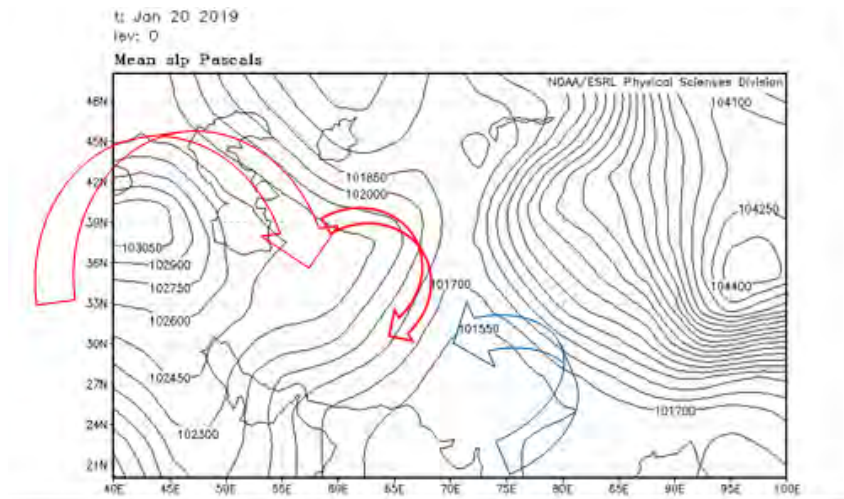
مورفوسکپی انجام شده بر روی نمونه‌ها نشان می‌دهد که ۲۵٪ این رسوبات آبی و ۷۵٪ رسوبات بادی است و نتیجه‌گیری می‌شود که فرآیند بادی نسبت به فرآیند آبی بیش‌تر انجام گرفته است و این نشان می‌دهد که فرآیند بادی در این منطقه نسبت به فرآیند آبی بیش‌تر صورت گرفته است (شکل ۸).



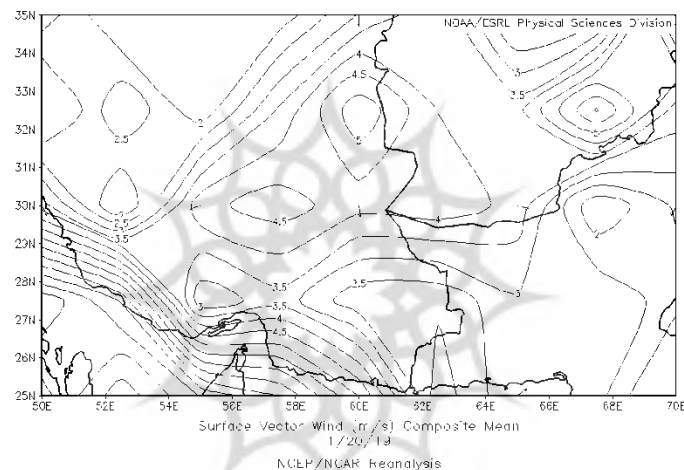
شکل ۸: مورفوسکیی رسوبات منطقه‌ی مورد مطالعه (رسوبات آبی و بادی)

### ۴-۳- تحلیل سینوپتیک و ردیابی گردوغبار با مدل پس گرد HYSPLIT

بعد از آنالیز شیمیایی نمونه‌ها از پلایای طبس مسینا و نمونه‌های گردوغبار زابل به‌عنوان شاخص گردوغبار در منطقه‌ی سیستان، مشخص گردید که نمونه‌ها به هم شباهت نزدیکی دارند و منشأ هر دو، یکی است. در ادامه‌ی بحث به منظور بررسی شرایط جوی منطقه و نحوه‌ی فعالیت جو در سطح زمین و نیز ترازهای بالا و اینکه چگونه فعالیت‌های جوی به انتقال گردوغبار به منطقه کمک می‌کنند، از تحلیل‌های سینوپتیک و ردیابی گردوغبار استفاده شده است. برای جلوگیری از طولانی شدن مطلب، یکی از روزهای نمونه‌گیری استفاده شده و به صورت ویژه توضیح داده می‌شود. شکل (۹) نشان‌دهنده‌ی فشار ۱۰۰۰ هکتوپاسکال مربوط به تاریخ ۲۰۱۹/۱/۲۰ میلادی معادل ۱۳۹۷/۱۰/۳۰ شمسی است. همان‌طور که در شکل پیداست، در این روز چند مرکز فشارقوی در سرتاسر ایران و بعضاً ترکیه مشاهده می‌گردد. از جمله سامانه‌های مؤثر و تأثیرگذار در انتقال گردوغبار به زابل را در این شکل می‌توان مرکز پرفشار نسبتاً قوی در شمال غرب کشور با فشار مرکزی ۱۰۳۰ هکتوپاسکال و مرکز کم‌فشار در روی کشور پاکستان و دشت سیستان با فشار مرکزی ۱۰۱۵ هکتوپاسکال نام برد. بر اساس تفاوت شیب فشاری این دو سامانه، باد در نواحی شرقی ایران با جهت غالب شمال، شمال غرب شکل خواهد گرفت. نحوه‌ی چرخش این دو سامانه‌ی واچرخند و چرخند در این تراز با استفاده از پیکان نمایش داده شده است. برای تبیین بهتر موضوع، شکل جهت و سرعت باد بر اساس مؤلفه‌ی نصف‌النهاری و مداری ترسیم شده است (شکل ۱۰). بر مبنای این شکل، باد در منطقه‌ی شرق ایران و منطقه‌ی مورد مطالعه شمال غربی یا شمالی-جنوبی است؛ چراکه این منطقه متأثر از سامانه‌ی پرفشار مستقر بر روی ترکیه و شمال غربی ایران است. سامانه‌ی پرفشار مذکور به شکل آنتی سیکلونی یا ساعت‌گرد در حال چرخش است. البته این شکل‌ها به دلیل اینکه به صورت بزرگ‌مقیاس ترسیم شده‌اند و از داده‌های بزرگ‌مقیاس ۲/۵ درجه در ۲/۵ درجه جغرافیایی تهیه شده‌اند، چندان سرعت باد بالایی را نمایش نمی‌دهند. در صورت نیاز به اطلاعات دقیق‌تر می‌توان به مطالعه‌ی صورت‌گرفته توسط حمیدیان‌پور و همکاران (۱۳۹۶) مراجعه نمود. در این پژوهش به مطالعه‌ی ماهیت و ساختار باد سیستان پرداخته‌اند و سرعت باد را با استفاده از نتایج مدل‌سازی ریزگردانی دینامیکی مدل منطقه‌ای RegCM محاسبه نموده‌اند. بر اساس شکل (۱۰)، سرعت باد در محدوده‌ی زابل و زهک بین ۴/۵ تا ۵ متر بر ثانیه است و جهت باد همان‌طور که بر اساس پیکان‌ها مشاهده می‌شود، به صورت شمالی است.

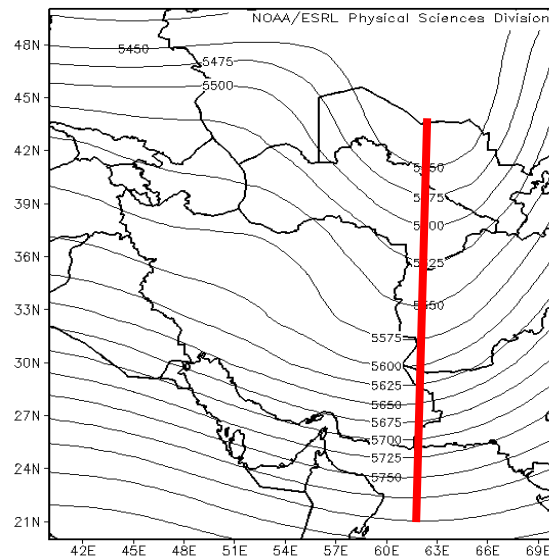


شکل ۹: فشار تراز دریا در روز ۲۰ ژانویه ۲۰۱۹



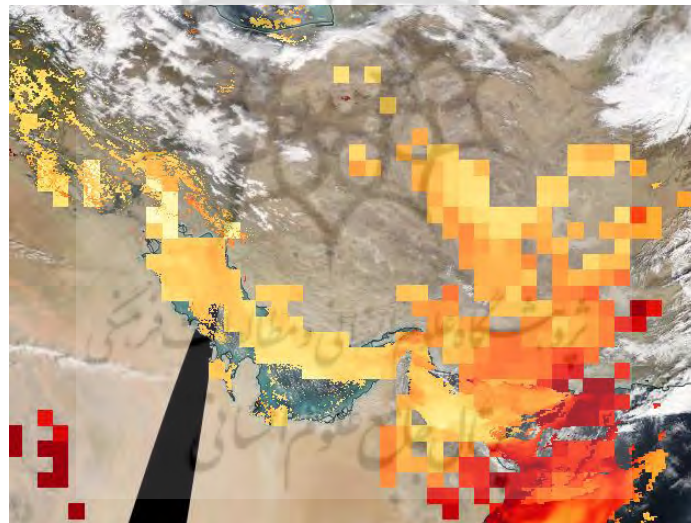
شکل ۱۰: نقشه بردار و سرعت در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال (پیکان‌ها جهت باد و خطوط سرعت باد را نشان می‌دهند)

شایان به ذکر است که گردوغبار منطقه علاوه بر داده‌های تراز پایین، متأثر از داده‌های تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز است. همان‌طور که در شکل (شکل ۱۱) پیداست، شرق ایران و منطقه‌ی مورد مطالعه زیر یک ناوه با محور شمالی-جنوبی قرار گرفته است. منطقه‌ی مورد مطالعه در بیش‌ترین تاوایی مثبت قرار دارد. به علت حرکت بر روی مناطق خشک و همچنین عدم تأمین رطوبت بارش صورت نگرفته و نتیجه‌ی آن، انتقال گردوغبار به منطقه است. در صورت تأمین رطوبت و دیگر شرایط ممکن است قادر به ایجاد بارش در منطقه باشد. منطقه‌ی واچرخند شمال غرب در زیر منطقه‌ی همگرایی بالای بادهای غربی و مرکز چرخند نیز به‌گونه‌ای با جلوی ناوه همراه است. البته همان‌طور که بیان شد با توجه به گذر باد از روی مناطق خشک مانند پلایا طبس مسینا و نیز عدم رطوبت لازم می‌توان بیان داشت که نقش انتقال‌دهنده‌ی گردوغبار را بازی می‌کند.



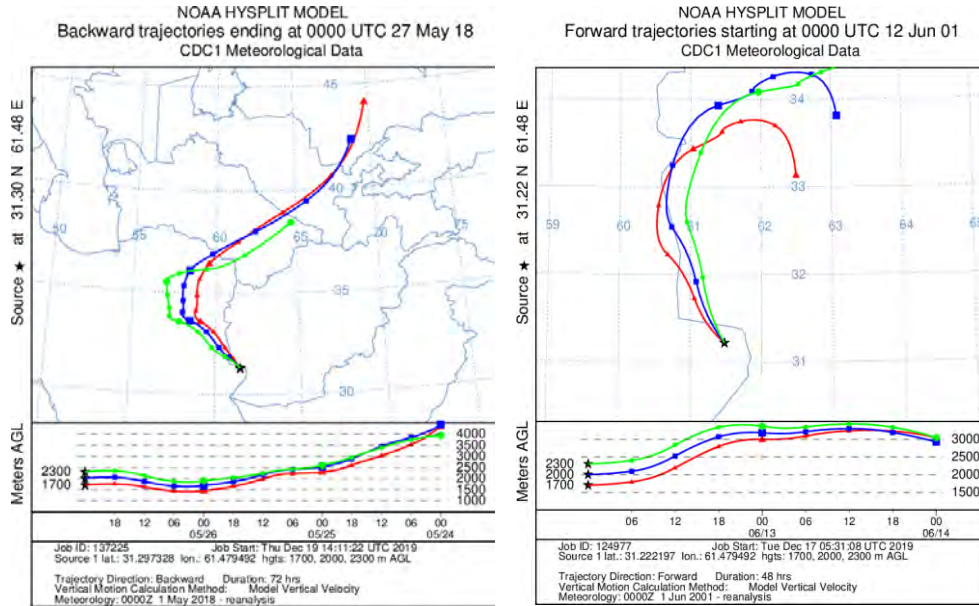
شکل ۱۱: وضعیت ارتفاع ژئوپتانسیل در راز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز ۲۰ ژانویه ۲۰۱۹

شکل (۱۲) به خوبی شاهد بر مدعاست. رنگ‌های موجود در شکل (۱۲) عمق اپتیکی نور را نشان می‌دهند و همان‌طور که ملاحظه می‌گردد این شکل بیانگر نحوه‌ی هم‌راستای گردوغبار با بادهای حاصل در تراز زمین و تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال می‌باشند. نتایج ردیابی گردوغبار این موضوع را بهتر توضیح می‌دهد.

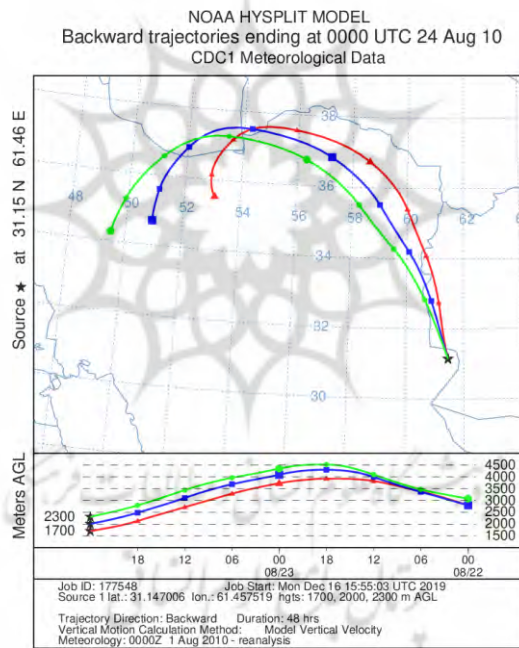


شکل ۱۲: میزان شاخص عمق اپتیکی نور (AOD) برای روز انتخابی

برای تعیین مناطق منشأ توفان گردوغبار، مدل جریانی HYSPLIT به روش پس‌گرد، طی ۴۸ ساعت قبل از وقوع رخداد برای ارتفاعات ۱۷۰۰، ۲۰۰۰ و ۲۳۰۰ متری اجرا گردید. نتایج نشان می‌دهد که مسیر باد در دو تاریخ ۷ خرداد ۱۳۹۷ (۲۰۱۸/۵/۲۷) شکل (۱۳) و ۲۲ خرداد ۱۳۸۰ (۲۰۰۱/۶/۱۲) از سمت ترکمنستان و افغانستان حرکت کرده و از خراسان جنوبی عبور و به منطقه‌ی سیستان می‌رسد. در تاریخ ۲ شهریور ۱۳۸۹ (۲۰۱۰/۸/۲۴) مسیر باد از سمت شمال غربی به سمت خراسان جنوبی و سیستان است (شکل ۱۴).



شکل ۱۳: ردیابی مسیر گردوغبار ۷ خرداد ۱۳۹۷ و ۲۲ خرداد ۱۳۸۰



شکل ۱۴: ردیابی مسیر گردوغبار ۲ شهریور ۱۳۸۹

### ۵- نتیجه گیری

منطقه سیستان (چاله سیستان)، دارای بادهای منظمی است که نزدیک به ۱۲۰ روز در دوره گرم سال می‌وزند. این بادهای منطقه سیستان را با مشکل گردوغبار مواجه کرده است. جهت وزش این بادهای شمال غربی-جنوب شرقی است. منشأ اصلی برداشت ریزگردها توسط بادهای ۱۲۰ روزه، پلایاها و پهنه‌های رسی است که در مسیر این بادهای قرار دارند. نتایج حاصل از آنالیز شیمیایی نمونه‌های برداشت‌شده و طیف‌سنجی XRF و XRD در پلایای طبس مسینا و منطقه سیستان نشان از یکسان بودن کانی‌های محل مبدأ و مقصد دارد. در همه‌ی نمونه‌ها، درصد سیلیس، اکسید آلومینیم، مقدار کلسیم و گازهای فرار تقریباً مشابه و در بقیه‌ی کانی‌ها نیز درصد آن‌ها به هم نزدیک است. نتایج آنالیز شیمیایی نشان‌دهنده منشأ یکسان است. نتایج گرانولومتری نیز نشان می‌دهد که در پلایای طبس مسینا

نزدیک به ۶۰ درصد رسوبات، ماسه‌ریز هستند که به‌وسیله‌ی بادهای با سرعت بیش از ۸ متر بر ثانیه قادر هستند به وسیله‌ی باد حمل شوند. بر اساس مدل HYSPLIT که طی ۴۸ ساعت قبل از رخداد توفان برای ارتفاع ۱۷۰۰، ۲۰۰۰ و ۲۳۰۰ متری اجرا شده نشان می‌دهد که مسیر باد ۱۲۰ روزه‌ی سیستان شمالی غربی-جنوب‌شرق‌وز بوده و پلایای طبس مسینا یکی از منشأهای برداشت رسوب است و در گردوغبارهای منطقه‌ی زابل نقش مهمی بر عهده دارد. نتایج حاصل از این پژوهش با آنالیز فیزیکی و شیمیایی که موسوی و پورخباز (۱۳۹۶) در رابطه با منشأیابی انجام داده‌اند، تطابق دارد. علاوه بر این، پژوهشی که توسط انصاری و جمشیدی (۱۳۹۷) در رابطه با منشأیابی و شناسایی چشمه‌های و ردیابی مسیرهای ورود توفان‌های گردوغباری با مدل HYSPLIT انجام شده، نتایج این پژوهش را تأیید می‌نماید. از آنجایی که طبس مسینا یک منشأ مهم در انتقال ریزگرد به منطقه‌ی سیستان است، با برنامه‌ریزی درست جهت تثبیت با استفاده از روش‌های مختلف از جمله پاشیدن مالچ، کاشت درختان، تثبیت پوشش گیاهی در این منطقه می‌توان با کم‌ترین هزینه از بروز بسیاری از خسارات ناشی از گردوغبار در منطقه‌ی سیستان جلوگیری کرد.

## ۶- منابع

۱. انصاری، امیر، جمشیدی، رضا (۱۳۹۷). شناسایی چشمه‌ها و ردیابی مسیرهای ورود توفان‌های گردوغبار از منابع داخلی به کلان‌شهر اراک با استفاده از مدل HYSPLIT. فصلنامه‌ی علوم محیطی، دوره‌ی شانزدهم، شماره‌ی ۱، صص ۱۱۰-۱۰۱.
۲. پودینه، سمانه (۱۳۹۴). بررسی و تحلیل موانع ژئومورفولوژیکی توسعه‌ی فیزیکی شهر زابل. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی هیدروژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی محیطی، دانشکده‌ی علوم انسانی، دانشگاه یزد.
۳. جبری، سهراب (۱۳۹۶). بررسی ریزگردها و تأثیر آن‌ها بر آب سد رئیس‌علی دلواری. نخستین کنفرانس بین‌المللی استراتژی‌های شهر هوشمند و محیط‌زیست هوشمند، دانشگاه استهبان.
۴. حمیدیان‌پور، محسن، مفیدی، عباس، سلیقه، محمد (۱۳۹۵). ماهیت و ساختار باد سیستان. مجله‌ی ژئوفیزیک ایران، (۲) ۱: ۸۳-۱۰۹.
۵. طاووسی، تقی، صفرزایی، نعمت‌اله، رئیس‌پور، کوهزاد (۱۳۸۹). تحلیل آماری روزهای گردوغباری در منطقه‌ی سیستان در طی دوره‌ی ۱۹۸۶-۲۰۰۵، چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافی دانان جهان اسلام. زاهدان، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
۶. علیجانی، بهلول (۱۳۷۴). آب‌وهوای ایران، تهران: انتشارات پیام نور، چاپ هفتم، ۲۳۰ ص.
۷. فرج‌زاده، منوچهر، کریمی، نعمت‌الله (۱۳۹۲). مبانی هواشناسی ماهواره‌ای، تهران: انتشارات سمت، چاپ اول، ۲۳۶ ص.
۸. فعله‌گری، حمزه، قبادی، محمد اقبال، قبادی، مختار، جلالی هنرمند، سعید (۱۳۹۴). تأثیر رسوب ریزگردها بر دمای برگ نخود در شرایط آبیاری تکمیلی و دیم کرمانشاه، اولین کنفرانس بین‌المللی گردوغبار، ۱۲ الی ۱۴ اسفند، دانشگاه شهید چمران اهواز، صص ۵۶۸-۵۶۳.
۹. کاویانی، محمدرضا. (۱۳۸۰). میکروکلیماتولوژی، تهران: انتشارات سازمان همت تهران، چاپ اول، ۳۳۷ ص.
۱۰. کیانی، سمانه، سیادت، سید عطاء‌اله، مشایخی، شهلا (۱۳۹۴). ارزیابی اثر گردوغبار بر خصوصیات مورفولوژی و فیزیولوژی رشد گیاهان، اولین کنفرانس بین‌المللی گردوغبار، ۱۲ الی ۱۴ اسفند، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان.
۱۱. محمدی، علی (۱۳۸۹). رسوب‌شناسی و ژئوشیمی نهشته‌های پلایای جازموریان، فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی خشک بوم، سال اول، شماره‌ی ۱، ۶۸-۷۹.
۱۲. مطالعات تهیه‌ی طرح مدیریت بیابانی طبس مسینا شهرستان درمیان (۱۳۸۵). اداره کل منابع طبیعی خراسان جنوبی.
۱۳. مفیدی، عباس، حمیدیان‌پور، محسن، سلیقه، محمد، علیجانی، بهلول (۱۳۹۲). تغییرات زمان آغاز، خاتمه و طول مدت وزش باد سیستان با بهره‌گیری از روش‌های تخمین نقطه‌ی تغییر، مجله‌ی جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۸، ۸۷-۱۱۲.
۱۴. موسوی، حوریه سادات، پورخباز، علیرضا (۱۳۹۶). منشأیابی ذرات گردوغبار با بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها در شهرستان بیرجند، فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی زمین‌شناسی محیط‌زیست، سال یازدهم، شماره‌ی ۳۸.
۱۵. میرشاهی، داریوش، نکونام، زری (۱۳۸۸). بررسی آماری پدیده گردوغبار و تحلیل الگوی وزش بادهای گردوغبارزا در شهرستان سبزوار، مجله‌ی انجمن جغرافیای ایران، دوره‌ی بیست و دوم، شماره‌ی ۷۳، صص ۱۰۴-۸۳.

۱۶. میری، عباس، پهلوان‌روی، احمد، مقدم‌نیا، علیرضا (۱۳۸۸). بررسی وقوع توفان‌های گردوخاک در منطقه‌ی سیستان پس از وقوع خشک‌سالی‌های تناوبی، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۶، شماره‌ی ۳، ۳۲۹-۳۴۲.
۱۷. نگارش، حسین (۱۳۹۱). ژئومورفولوژی ساختمانی و دینامیک، مشهد: انتشارات مرنديز، ۲۳۷ ص.
۱۸. نگارش، حسین، لطیفی، لیلا (۱۳۸۷). منشأ ژئومورفولوژیکی روند پیشروی تپه‌های ماسه‌ای شرق دشت سیستان در خشک‌سالی‌های اخیر، جغرافیا و توسعه، شماره‌ی ۱۲، صص ۴۳-۶۰.
۱۹. نیک‌اندیش، نسرين، رحمتی آرانی، جواد (۱۳۹۶). مکان‌یابی کانون‌های ریزگرد حوضه‌ی دریاچه‌ی نمک، سومین کنگره‌ی بین‌المللی علوم زمین و توسعه‌ی شهری و اولین کنفرانس هنر، معماری و مدیریت شهری.
20. Barkan, J. Alpert, P., Kutiel, H., & Kishcha, P. (2005). Synoptics of dust transportation days from Africa toward Italy and central Europe. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 110(D7).
21. Dayan, U., Ziv, B., Shoob, T., & Enzel, Y. (2008). Suspended dust over southeastern Mediterranean and its relation to atmospheric circulations. *International Journal of Climatology*, 28(7), pp.915-924.
22. Draxler, R., Hess, G.D. (1998). An overview of the HYSPLIT\_4 modeling system for trajectories dispersion and deposition Australian, *Meteorological Magazine* 47, 295-308
23. Hahnenberger, M., Nicoll, K. (2012). Meteorological characteristics of dust storm events in the eastern Great Basin of Utah, USA. *Atmospheric environment*, 60, pp 601-612.
24. Hahnenberger, M., Nicoll, K. (2014). Geomorphic and land cover identification of dust sources in the eastern Great Basin of Utah, U.S.A. *Geomorphology* 204, 657-672. 0169-555X/\$ – see front matter © 2013 Elsevier B.V.
25. Ibrahim, M.M., G.A. El-Gaely. (2012). Short-term effects of dust storm on physiological performance of some wild plants in Riyadh, Saudi Arabia, *Afr. J. Agric. Res.*, 7(47), 6305-6312.
26. Kalnay, E. and 21 Co-authors. (1996). The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 77: 437-471.
27. Li, N., W. GU. (2004). Threshold value response of soil moisture to dust storms. Functioning and management. Cambridge universe- a case study of Midwestern of Inner Mongolia. *Journal of Nat. Disast.* 13(1): 44-49.
28. O'Loingsigh, T., McTainsh, G.H., Tews, E.K., Strong, C.L., Leys, J.F., Shinkfield, P. & Tapper, N.J. (2014). The Dust Storm Index (DSI): a method for monitoring broadscale wind erosion using meteorological records. *Aeolian Research*, 12, pp.29-40.
29. Takashi, H. (1995). Studies on the Effects of Dust on Photosynthesis of Plant Leaves [in Japanese], Laboratory, of Environmental Control in Biology, College of Agriculture, Environmental Pollution, Vol. 89, No. 3, PP. 255-261. 70.