

مطالعه توفان‌های گرد و غبار بجنورد با خروجی‌های سودار

علی الهی گل^۱، مه‌ری هاشمی دوین^۲

۱- پیش‌بین مسئول هواشناسی خراسان شمالی، دانشجوی دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۲- رییس اداره پیش‌بینی

چکیده

امروزه ریزگردها به عنوان یکی از پدیده‌های نوظهور و تاثیرگذار در زندگی بشر می‌باشند و بررسی و شناخت آن بسیار حائز اهمیت است. همچنین نقش شرایط آب و هوایی در برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری‌های کلان غیر قابل چشم‌پوشی است. اگرچه گرد و غبار در خراسان شمالی یک پدیده دائمی نیست اما همین مساله باعث می‌شود که وقوع آن بیشتر جلب توجه نماید و نیاز است با بررسی و شناخت آن شرایط پیش‌آگاهی این پدیده فراهم گردد تا بتوان بهتر آن را مدیریت نمود. این مطالعه با استفاده از داده‌های ایستگاه سینوپتیک بجنورد، نقشه‌های سطوح مختلف جو (سطح زمین، ۵۰۰ هکتوپاسکال، ۸۵۰ هکتوپاسکال)، داده‌ها و خروجی‌های سودار برای بررسی پدیده گرد و غبار در بجنورد در سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۲ انجام شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که الگوهای فشار نقش مهمی در شکل‌گیری این پدیده ایجاد می‌کنند. گرادیان فشار و همگرایی که در زمان استقرار کم‌فشار در سطح زمین ایجاد می‌شود سبب وزش باد شدید گردیده و باعث می‌شود گرد و غبار موجود در محیط در اثر همگرایی و صعود ناشی از وجود کم‌فشار به سطوح فوقانی جو کشیده شود و باعث کاهش دید و کیفیت هوا در بجنورد طی زمان وقوع این پدیده گردد.

کلمات کلیدی: گرد و غبار، سودار، تحلیل سینوپتیکی، بجنورد

مقدمه

پروازها گردد. هدف این مطالعه بررسی پدیده گرد و غبار و عوامل شکل‌گیری و تقویت آن در استان خراسان شمالی است. مطالعات نشان می‌دهد هیچ تغییری در محیط زیست اتفاق نمی‌افتد مگر بر اثر تغییرات الگوهای فشار، شدت جزیره حرارتی و لایه وارونگی و یا تمرکز و جهت حرکت باده‌ها و آلاینده‌ها که همگی توسط الگوهای فشار کنترل می‌شوند (کومری و یارنال^۱، ۱۹۹۲)، (یارنال، ۱۹۹۳)، (کاسومنوس^۲ و همکاران، ۱۹۹۸)، (کومری، ۱۹۹۴)، (دورلینگ و دایس^۳، ۱۹۹۵). ذوالفقاری و همکاران به تحلیل همدیدی توفان گرد و غبار در غرب کشور طی سال‌های ۲۰۰۵ الی ۲۰۱۰ پرداختند و نتیجه گرفتند که کم‌فشارهای روی عراق، سوریه و شمال عربستان سعودی موجب صعود و انتشار گرد و غبار در جو می‌گردند (ذوالفقاری و همکاران، ۲۰۱۱). نولان و همکاران با استفاده از تحلیل همدیدی و اطلاعات رادیوسوند به مطالعه گرد و غبار تگزاس پرداخته و نتیجه گرفتند که بیشترین فراوانی گرد

گرد و غبار یکی از مهمترین مشکلات زیست محیطی به شمار می‌رود که به دنبال افزایش مصرف انواع سوخت‌های فسیلی گسترش صنایع و افزایش خشکسالی‌ها و کاهش پوشش گیاهی بوجود آمده است. سازمان حفاظت محیط زیست، شاخص کیفیت هوا را با ۵ نوع آلوده کننده هوا محاسبه می‌کند که عبارتند از: ازن روی سطح زمین، منواکسید کربن، دی اکسید گوگرد، دی اکسید نیتروژن، گرد و غبار. این آلاینده‌ها هر کدام عوارض خطرناکی را برای سلامت انسان و کل محیط زیست ببار می‌آورند. اخیراً نفوذ و گسترش پدیده گرد و غبار در کشور بطور ویژه توجه مردم و مسئولان را به خود جلب کرده است. این پدیده علاوه بر این که بر سلامت مردم مستقیم می‌گذارد و مشکلات تنفسی و حساسیتی را افزایش می‌دهد، گاهی سبب اختلال در پرواز و حمل و نقل نیز می‌گردد که به سبب کاهش دید می‌تواند حتی منجر به لغو

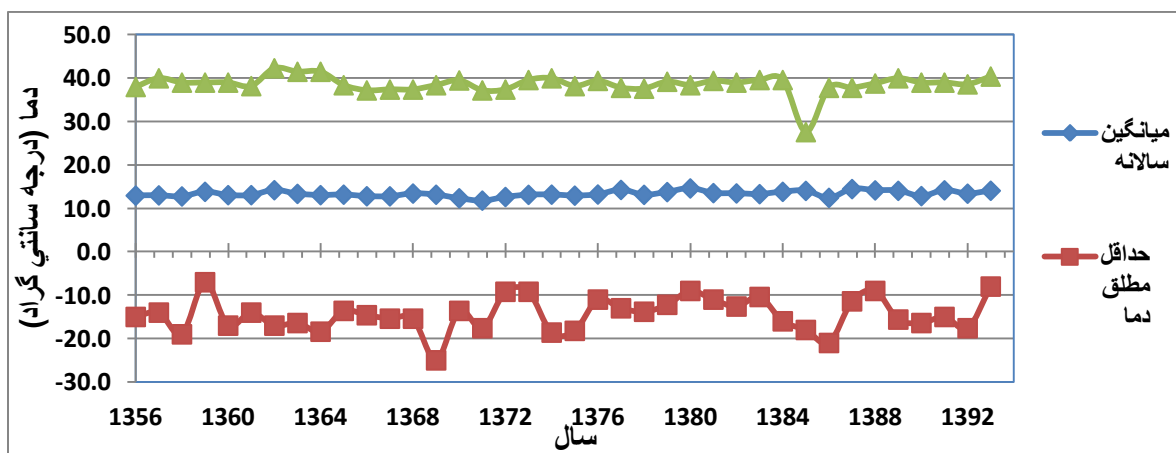
2- Kassomenos

1 - Comrie and Yarnal

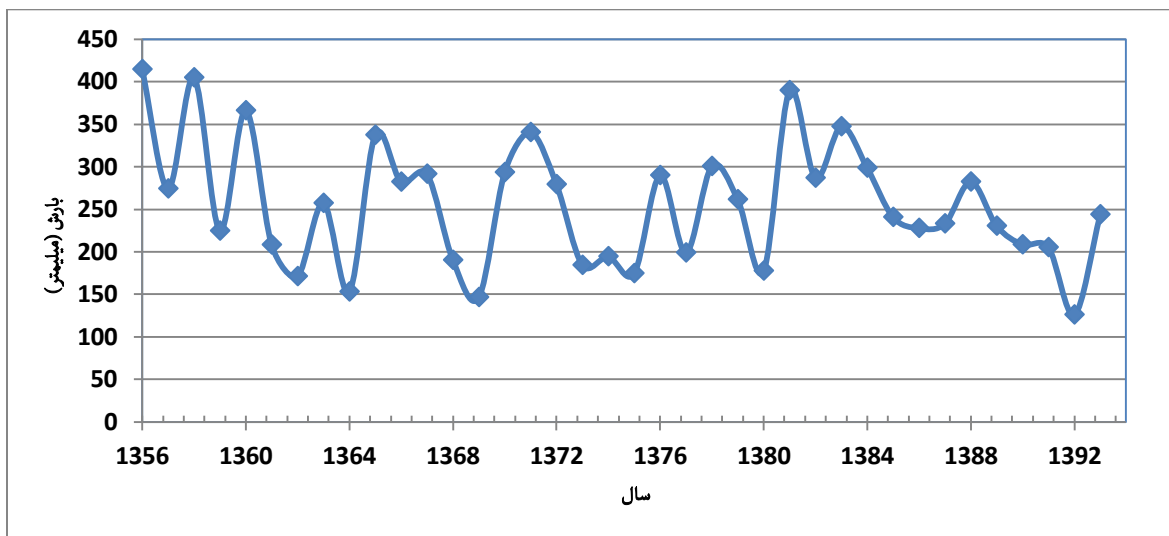
3- Dorling and Daies

۱۵ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۹ دقیقه و ۱۳ ثانیه و ارتفاع ۱۰۷۰ متر از سطح دریا واقع شده است. از نظر تقسیمات چهارگانه اقلیمی ایران جزء اقلیم کوهستانی می‌باشد. از نظر آب و هوا جزء مناطق سرد با آب هوای قاره‌ای است که دارای زمستان‌های سرد و تابستان‌های معتدل و در بقیه فصول نسبتاً سرد است. بازه تغییرات دمایی بجنورد بین ۲۵- درجه سانتیگراد که در ۹ دی ۱۳۶۹ و ۴۲٫۳ درجه سانتیگراد که در ۲۶ تیر ۱۳۶۲ اتفاق افتاده است متغیر می‌باشد. شکل ۱ تغییرات میانگین دما، حداقل و حداکثر مطلق دما در دوره آماری ۱۳۵۶ تا ۱۳۹۳ را نشان می‌دهد. شکل ۲ نیز تغییرات بارش سالانه ایستگاه سینوپتیک بجنورد طی دوره آماری ۱۳۵۶ تا ۱۳۹۳ را نمایش می‌دهد.

و غبار در ال پاسو طی ماه‌های مارس، آوریل و می رخ می‌دهد (نولان^۱، ۲۰۰۷). خوشحال و همکارانش به تحلیل همدیدی توفان گرد و غبار ایلام پرداخته‌اند (خوشحال و همکاران، ۲۰۱۲). تاو و همکارانش با استفاده از تحلیل همدیدی توفان گرد و غبار بر روی منگولیا که به سمت مسیر باد منتقل می‌شوند پرداخته‌اند (تاو^۲ و همکاران، ۲۰۰۶). امیدوار و همکارش با استفاده از نقشه‌های سطح زمین، ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال به بررسی توفان گرد و غبار اردکان پرداختند. آن‌ها نتیجه گرفتند که کم‌فشارهای دینامیکی که با جبهه هوای سرد و جریانات صعودی همراه می‌باشند، در نتیجه ناپایداری جو منجر به توفان گرد و غبار می‌گردند (امیدوار، ۲۰۱۲). در این مطالعه پدیده گرد و غبار در شهر بجنورد بررسی شده است. ایستگاه هواشناسی بجنورد در طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۱۷ دقیقه و



شکل شماره ۱- میانگین دما، حداقل و حداکثر دما طی دوره آماری ۱۳۵۶ تا ۱۳۹۳



شکل شماره ۲- بارش سالانه ایستگاه سینوپتیک بجنورد طی دوره آماری ۱۳۵۶ تا ۱۳۹۳

مواد و روش‌ها

ابتدا روزهایی که پدیده گرد و غبار در ایستگاه سینوپتیک فرودگاه بجنورد ثبت شده، در جدول ۱ آورده شده است. سپس دو مورد از روزهای گرد و غباری که باعث کاهش دید افقی و ماندگاری بیشتری گردیده به عنوان نمونه انتخاب شده است. بعد از آن به بررسی نقشه‌های سینوپتیکی در سطوح مختلف جو پرداخته می‌شود و داده‌ها و تغییرات آن طی زمان پدیده گرد و غبار مورد ارزیابی و بررسی قرار می‌گیرد. همچنین از نقشه‌های دستگاه سودار برای بررسی بهتر شرایط استفاده شده است.

سودار نوعی دستگاه اندازه‌گیری از راه دور است که امواج صوتی را تولید و به جو ارسال و پس از دریافت امواج بازگشتی از لایه‌های هوا (که دارای دما و بنابراین چگالی‌های متفاوت هستند) و پردازش آن‌ها توسط نرم‌افزارهای موجود در رایانه دستگاه، کمیت‌هایی مانند باد و جهت آن، شارهای تلاطمی و افت دما نسبت به ارتفاع را در ارتفاعات مختلف اندازه‌گیری و محاسبه می‌کند. داده‌های هر ارتفاع، در واقع متوسط حجمی

یک لایه (به شکل یک مخروط ناقص) از جو و از طرف دیگر متوسط بازه زمانی داده‌گیری هستند که دستگاه برای آن تنظیم شده است؛ در حالی که حساسه‌هایی که بر روی برج‌ها نصب می‌شوند (مانند بادسنج نصب شده در یک ارتفاع خاص بر روی یک برج دیدبانی)، اطلاعات باد در همان نقطه را ارائه می‌کنند. در سودار از جابجایی داپلر برای اندازه‌گیری تندی و جهت باد و از اختلاف چگالی لایه‌های هوا برای محاسبه افت دما نسبت به ارتفاع استفاده می‌شود. جابجایی بسامد امواج بازگشتی ناشی از باریکه‌های مختلفی که به جو ارسال شده‌اند، با استفاده از نرم‌افزارهای موجود در دستگاه به شکل ریاضی با هم ترکیب می‌شوند تا تندی و جهت باد محاسبه شود. امواج صوتی ارسالی در حد شنوایی هستند که به وسیله مجموعه‌ای از بلندگوها تولید می‌شوند. سودارها دارای انواع مختلفی هستند که دارای قابلیت‌های متفاوتی می‌باشند. از جمله این سودارها می‌توان به PA1، PA2، PCS و RASS و ... اشاره کرد. از آنجایی که امواج صوتی در جو به سرعت تضعیف می‌شوند،

مستقیم اندازه‌گیری کرد. دستگاه سودار بجنورد مدل PCS.2000-64/MF می‌باشد. در این مطالعه دو روز ۲۰۱۲/۷/۱۳ و ۲۰۱۲/۱۰/۱۳ انتخاب شده و مورد بررسی قرار می‌گیرد.

بحث و نتایج

۱- تحلیل همیدی روز ۲۰۱۲/۷/۱۳ معادل (۱۳۹۱/۴/۲۳)

بررسی نقشه‌های همیدی سطح زمین نشان دهنده استقرار مرکز کم‌فشاری در مرکز و شرق کشور می‌باشد و مرکز پرفشاری نیز بر روی دریای خزر واقع گردیده که موجب ایجاد گرادیان شدید فشاری در منطقه شده و سبب عبور جبهه سردی از روی استان گردیده است که تشدید وزش باد به ویژه در ساعات بعد از ظهر را سبب شده است (شکل ۳- الف).

آشکارسازی در ارتفاعات بالا امکان‌پذیر نمی‌باشد. باید به این نکته اشاره نمود که کارآیی این وسیله در طول یک شبانه‌روز متغیر بوده و تابع شرایط جوی و محیطی نیز می‌باشد. بیشینه ارتفاع اندازه‌گیری در دستگاه سودار معمولاً ۱۰۰۰ متر است که در نمونه حاضر داده‌ها تا ۷۰۰ متر از دقت مناسبی برخوردارند. همچنین چون چگالی هوای مرطوب از هوای خشک کمتر است، امواج صوتی در هوای مرطوب دیرتر میرا می‌شوند. بنابراین باید انتظار داشت که به طور مثال در شب، ارتفاع اندازه‌گیری به بیشینه مقدارش برسد. از داده‌های سودار می‌توان در مطالعات هواشناختی و آلودگی هوا، بررسی پتانسیل انرژی باد، شهرسازی (اثر باد بر ساختمان‌ها و حفاظ‌ها) و غیره استفاده نمود. بعضی کمیت‌های اندازه‌گیری شده توسط سودار دارای اهمیت ویژه‌ای هستند. برای نمونه می‌توان به سرعت قائم باد اشاره کرد که در ایستگاه‌های هواشناسی نمی‌توان آن را به‌طور

جدول شماره ۱- روزهایی که پدیده گرد و غبار (SA) در بجنورد ثبت شده است.

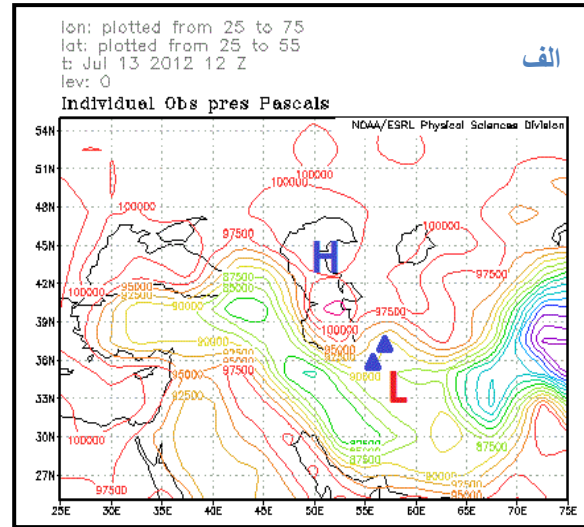
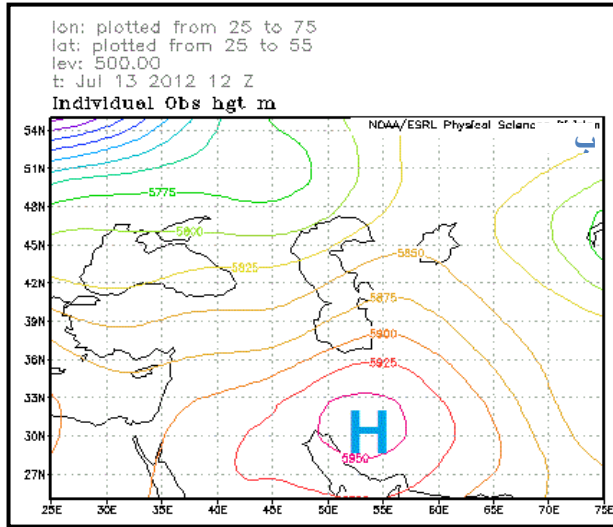
تاریخ	UTC ساعت	سمت باد	سرعت باد (متر بر ثانیه)	دید افقی (متر)	پدیده	فشار (میلی بار)	رطوبت نسبی (%)
۲۰۱۱/۸/۲۳	۱۳	۳۰۰	۱۰	۵۰۰۰	SA	۸۹۲٫۶	۵۵٫۵
۲۰۱۲/۳/۱۵	۸	۲۲۰	۱۴	۴۰۰۰	SA	۸۸۱٫۹	۴۰٫۷
۲۰۱۲/۳/۲۷	۱۰	۱۸۰	۸	۵۰۰۰	SA	۸۸۷٫۴	۲۵٫۸
۲۰۱۲/۴/۱۳	۱۱	۲۷۰	۷	۸۰۰۰	SA	۸۸۸٫۹	۱۰٫۹
۲۰۱۲/۵/۲۳	۱۴	۲۸۰	۹	۵۰۰۰	SA	۸۸۶٫۱	۶۴
۲۰۱۲/۶/۲	۱۲	۲۸۰	۸	۸۰۰۰	SA	۸۹۲٫۹	۴۰٫۹
۲۰۱۲/۶/۱۷	۱۶	۲۷۰	۱۰	۹۰۰۰	SA	۸۹۱٫۸	۳۸٫۸
۲۰۱۲/۷/۱۳	۱۵	۲۷۰	۱۴	۳۰۰۰	SA	۸۹۰٫۲	۵۱٫۶
۲۰۱۲/۷/۲۵	۱۶	۲۸۰	۹	۷۰۰۰	SA	۸۹۴٫۶	۳۱٫۹
۲۰۱۲/۸/۲۳	۱۱	۳۰۰	۱۲	۴۰۰۰	SA	۸۹۳٫۲	۳۹٫۵
۲۰۱۲/۹/۱۰	۱۴	۲۸۰	۹	۸۰۰۰	SA	۸۹۲٫۹	۳۴
۲۰۱۲/۹/۲۴	۱۲	۳۰۰	۹	۵۰۰۰	SA	۸۹۵	۵۰٫۱
۲۰۱۲/۱۰/۹	۱۴	۲۶۰	۳	۲۰۰۰	SA	۸۹۳٫۲	۲۹
۲۰۱۲/۱۰/۱۳	۳	۲۷۰	۸	۲۰۰۰	SA	۸۹۵٫۴	۶۲٫۵

فراهم می‌نماید. کم بودن رطوبت نسبی طی این روز موجب تشدید گرد و غبار گردیده است. در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال نیز مرکز کم ارتفاعی در مرکز ایران مستقر گردیده است که

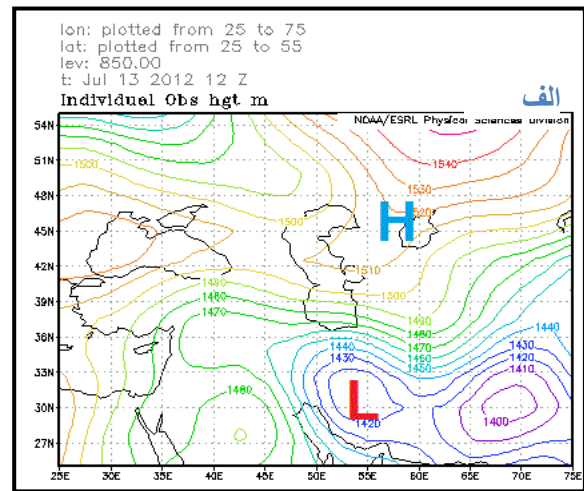
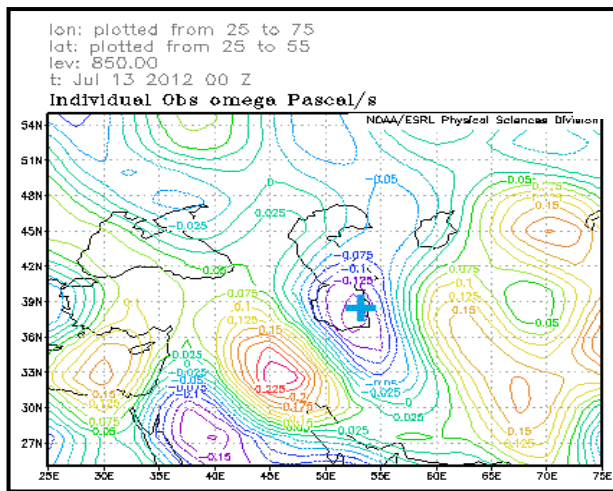
این الگوی سطح زمین سبب همگرایی و ناپایداری هوا می‌گردد که باعث جریانات صعودی در شمال شرق کشور گردیده و شرایط مناسبی را جهت ایجاد توفان گرد و غبار

ساعات بعد از ظهر می باشد که به وضوح ناپایداری ها در این مکان را نشان می دهد (شکل ۴-ب).

موجب ایجاد گرادیان کنتوری در شمال شرق شده است (شکل ۴-الف). نقشه سرعت قائم تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال نیز بیان کننده جریانات شدید صعودی در شمال شرق به ویژه طی



شکل شماره ۳ - نقشه الف) سطح زمین ، ب) تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مربوط به روز وقوع توفان گردوغبار ۲۰۱۲/۷/۱۳



شکل شماره ۴- الف) نقشه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و ب) سرعت قائم تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال روز وقوع توفان گرد و غبار ۲۰۱۲/۷/۱۳

(شکل ۳-ب). بطور کلی استقرار کم فشار سطح زمین، جریانات صعودی و کمبود رطوبت سطح زمین موجب ایجاد

در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مرکز پراارتفاعی در مرکز کشور تشکیل شده است که زبانه آن تا شمال شرق کشیده شده است

زمین باقی می‌ماند. تغییرات پارامترهای هواشناسی طی روز وقوع توفان گرد و غبار را می‌توان در جدول ۲ مشاهده نمود.

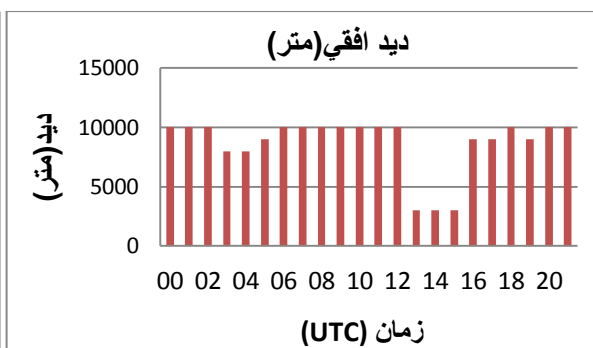
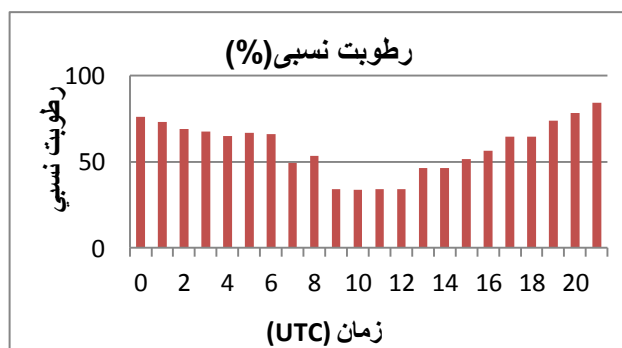
گرد و غبار گردیده است که تا تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال کشیده شده ولی این ناپایداری به دلیل حاکم شدن پراترفاع تراز میانی به ارتفاعات بالاتر کشیده نشده و گرد و غبار در نزدیک سطح

جدول شماره ۲- پارامترهای هواشناسی روز وقوع توفان گردوغبار ۲۰۱۲/۷/۱۳

تاریخ	ساعت (UTC)	سرعت باد (متر بر ثانیه)	جهت باد	دید افقی (متر)	پدیده	فشار (میلی بار)	دمای خشک	دمای تر	نقطه شبنم	رطوبت نسبی
۲۰۱۲/۷/۱۳	۱۲	۰۰	۰۰۰	۱۰۰۰۰	bey	۸۸۹,۵	۳۴,۴	۲۲,۴	۱۶,۳	۳۴,۱
۲۰۱۲/۷/۱۳	۱۳	۰۷	۲۷۰	۳۰۰۰	SA	۸۸۹,۷	۲۸,۶	۲۰,۴	۱۶	۴۶,۳
۲۰۱۲/۷/۱۳	۱۴	۱۳	۲۸۰	۳۰۰۰	SA	۸۸۹,۷	۲۸,۶	۲۰,۴	۱۶	۴۶,۳
۲۰۱۲/۷/۱۳	۱۵	۱۴	۲۷۰	۳۰۰۰	SA	۸۹۰,۲	۲۷	۲۰	۱۶,۲	۵۱,۶
۲۰۱۲/۷/۱۳	۱۶	۰۹	۲۷۰	۹۰۰۰	bey	۸۹۱,۷	۲۵,۶	۱۹,۶	۱۶,۳	۵۶,۴
۲۰۱۲/۷/۱۳	۱۷	۰۷	۲۷۰	۹۰۰۰	HZ	۸۹۲,۲	۲۴	۱۹,۴	۱۶,۹	۶۴,۵

شکل ۵ (الف) کاهش دید افقی را به ویژه طی ساعات بعد از ظهر به خوبی نمایش می‌دهد به طوری که دید ایستگاه بجنورد طی ساعات ۱۳ الی ۱۵ UTC به حداقل ۳۰۰۰ متر کاهش یافته است. نمودار تغییرات رطوبت نسبی نیز کمبود

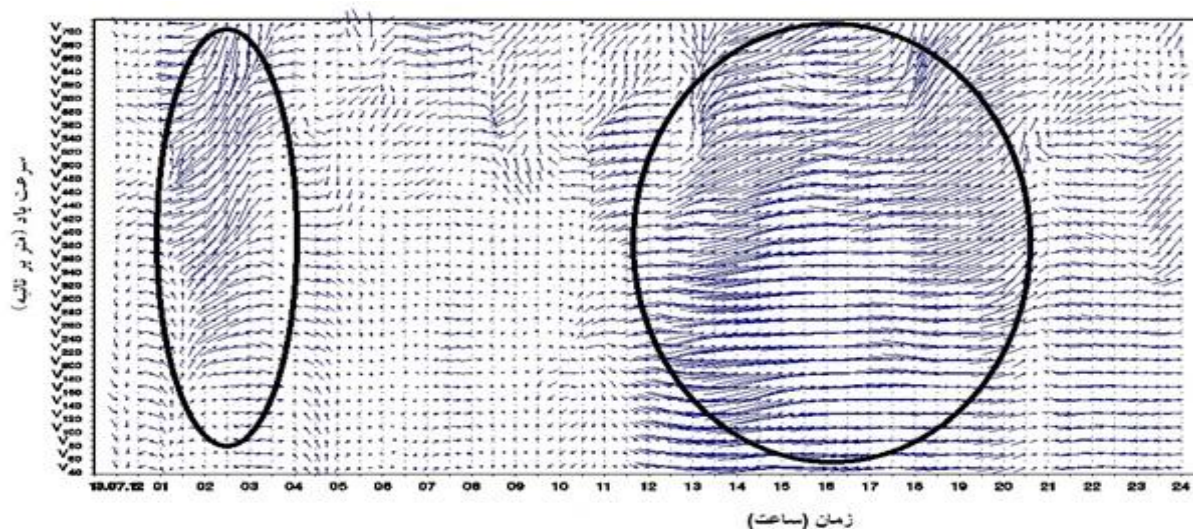
رطوبت را طی این روز نمایش می‌دهد (شکل ۵-ب). در این روز ابتدا کاهش فشار تا ۸۸۹,۵ میلی‌بار را داشته‌ایم و سپس طبق جدول ۲ افزایش فشار طی ساعات وقوع گرد و غبار وجود داشته است.



شکل شماره ۵ - الف) نمودار تغییرات دید افقی و ب) تغییرات رطوبت نسبی در تاریخ ۲۰۱۲/۷/۱۳

در شکل ۶ می‌توان تغییرات سمت و سرعت باد را تا ارتفاع ۷۰۰ متری در روز ۲۰۱۲/۷/۱۳ با استفاده از خروجی دستگاه سودار بجنورد بصورت برداری مشاهده نمود. طول بردار اندازه سرعت باد و جهت بردار جهت باد را نشان می‌دهد.

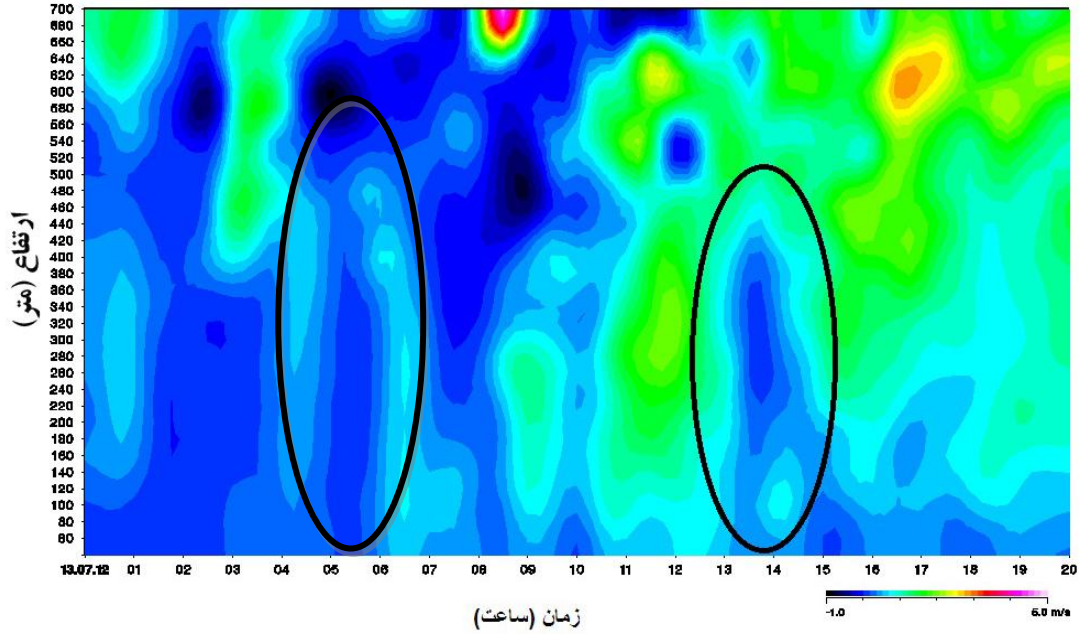
سودار بجنورد بصورت برداری مشاهده نمود. طول بردار اندازه سرعت باد و جهت بردار جهت باد را نشان می‌دهد.



شکل شماره ۶- نمودار برداری تغییرات سرعت باد در ۲۰۱۲/۷/۱۳

مولفه و حرکت‌های صعودی و نزولی در این روز می باشد که از ساعت ۱۱UTC سرعت وزش باد بصورت صعودی افزایش یافته و در ساعت حدود ۱۳UTC این مولفه حالت نزولی به خود گرفته است و سبب ایجاد گرد و غبار در بجنورد شده است.

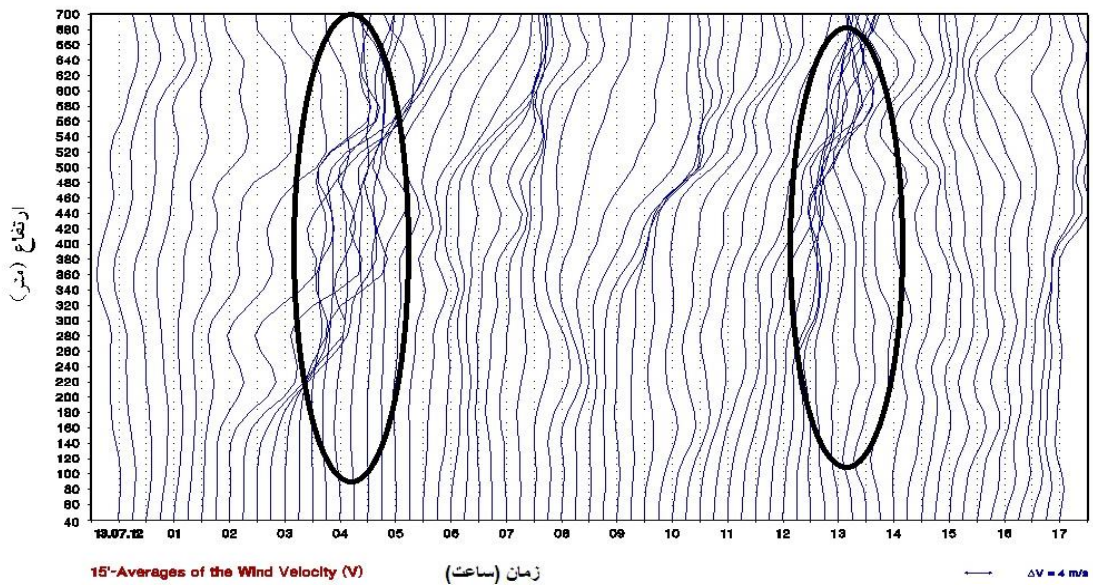
در این شکل مشخص است که از ساعت ۱۳ سرعت وزش باد افزایش یافته و جهت آن نزولی است. همچنین در ساعت ۳UTC نیز افزایش سرعت وزش باد وجود دارد که در همین ساعات با توجه به شکل ۳ الف دید افقی کاهش یافته است. شکل ۷ مولفه قائم سرعت باد نشان دهنده افزایش سرعت این



شکل شماره ۷- مولفه قائم سرعت باد در لایه ۴۰ تا ۷۰۰ متری از سطح زمین

صعودی و نزولی زیادی طی این روز قبل از وقوع گرد و خاک وجود داشته است که نشان از ناپایداری جو در این روز می‌باشد.

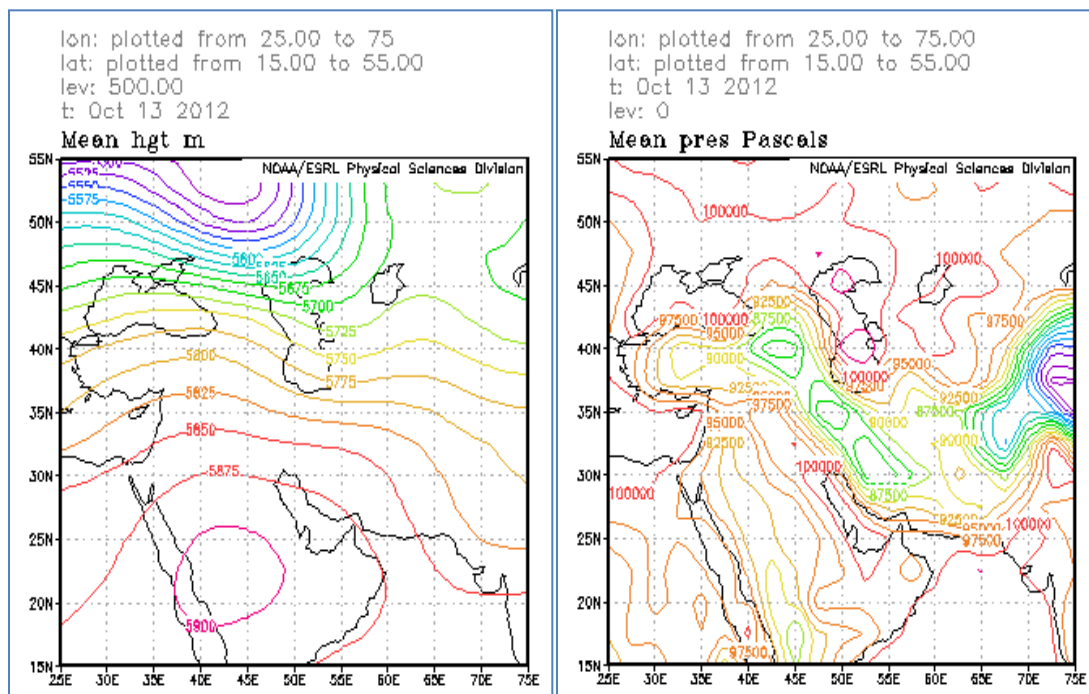
در شکل ۸ می‌توان تغییرات پروفایل قائم سرعت باد را در روز ۲۰۱۲/۷/۱۳ مشاهده نمود که چینش باد در حدود ساعت‌های ۴ و ۱۳ UTC را نشان می‌دهد. این وضعیت در شکل ۷ نیز مشاهده می‌شود و نشان می‌دهد که حرکت‌های



شکل ۸- پروفایل قائم سرعت باد در لایه ۴۰ تا ۷۰۰ متری سطح زمین

شمال شرق کشور بوده که تقویت کننده شرایط ناپایدار می‌باشد. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی مطابق شکل ۹ ب ترافی مشاهده می‌شود که ناشی از مرکز کم ارتفاعی است که در بالای دریای خزر بسته شده و زبان‌های آن تا شمال شرق کشور کشیده شده است و با توجه به وضعیت سطح زمین نشان دهنده شرایط دینامیکی مناسب برای ناپایداری در این روز می‌باشد. این شرایط همگرایی در سطح زمین ایجاد می‌نماید که سبب تقویت حرکت صعودی شده و در اثر بادی که در سطح زمین ایجاد می‌کند سبب افزایش گرد و غبار شده و می‌تواند این گرد و غبار را از سطوح پایین به سطوح بالاتر کشانده و باعث کاهش دید افقی و کیفیت هوا گردد.

۲- تحلیل سینوپتیکی روز ۲۰۱۲/۱۰/۱۳ معادل (۱۳۹۱/۷/۲۲) همانطور که در نقشه سطح زمین (شکل ۹ الف) دیده می‌شود استقرار مرکز کم فشار در مرکز ایران و پرفشار روی دریای خزر گرادیان فشاری شدیدی در این روز روی شمال شرق ایران بوجود آورده که شرایط ایجاد باد شدید را فراهم می‌نماید. از آنجا که باد یکی از مهمترین عوامل در ایجاد و تقویت و پراکنده نمودن گرد و غبار است لذا این نقشه خود به تنهایی حاکی از وجود شرایط مناسب جهت ایجاد و تقویت گرد و غبار و کاهش دید می‌باشد. در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکالی نیز مرکز کم ارتفاعی روی شمال دریای خزر و پراارتفاعی در نیمه شمال و شمال غرب کشور بسته شده است که گرادسانی روی خراسان شمالی ایجاد شده است. نقشه سرعت قائم تراز ۸۵۰ هکتوپاسکالی نشان دهنده جریانات شدید صعودی در



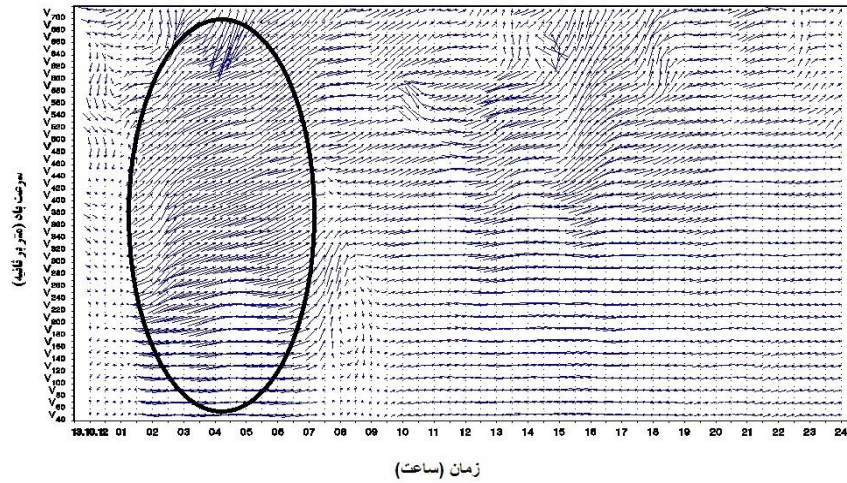
شکل شماره ۹- نقشه‌های الف) سطح زمین، ب) ۵۰۰ هکتوپاسکال روز ۲۰۱۲/۱۰/۱۳

این روز از حدود ساعت ۲ UTC افزایش یافته و تا ساعت ۸ به وقت گرینویچ وجود داشته است و به خوبی شرایط ناپایدار در

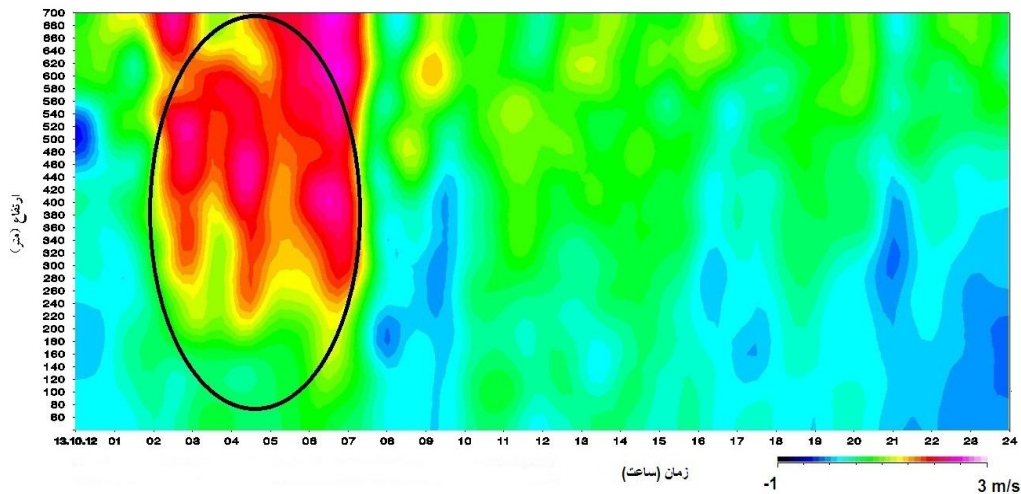
همانطور که شکل ۱۰ نشان می‌دهد سرعت باد در لایه مرزی جو بجنورد که توسط دستگاه سودار ثبت شده است در

شکل ۱۱ مشاهده نمود که تا ساعت ۲ حرکت پایین سو داشته است و از حدود ساعت ۲ یک حرکت صعودی پیدا نمود و سرعت تشدید یافته است.

لایه سطح زمین تا ارتفاع ۷۰۰ متری را نشان می‌دهد. این امر سبب ایجاد گرد و غبار و در نتیجه کاهش دید مطابق جدول ۳ شده است. در ساعت ۳ که اوج این پدیده است دید به ۲۰۰۰ متر کاهش یافته است. تغییر سرعت مولفه قائم باد را می‌توان در

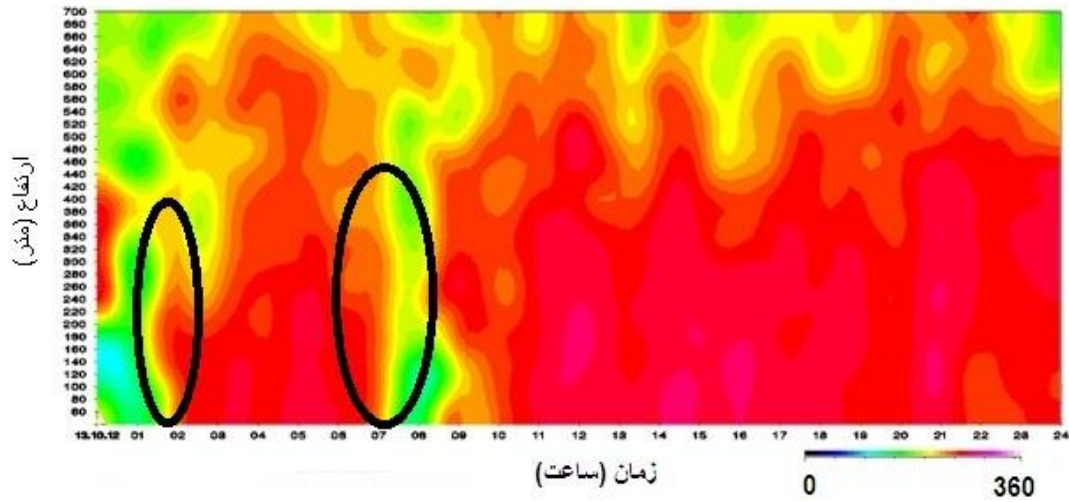


شکل شماره ۱۰- نمودار برداری سرعت باد در روز ۲۰۱۲/۱۰/۱۳ در ارتفاع ۴۰ تا ۷۰۰ متری زمین



شکل شماره ۱۱- تغییرات مولفه قائم سرعت باد در روز ۲۰۱۲/۱۰/۱۳ در ارتفاع ۴۰ تا ۷۰۰ متری زمین

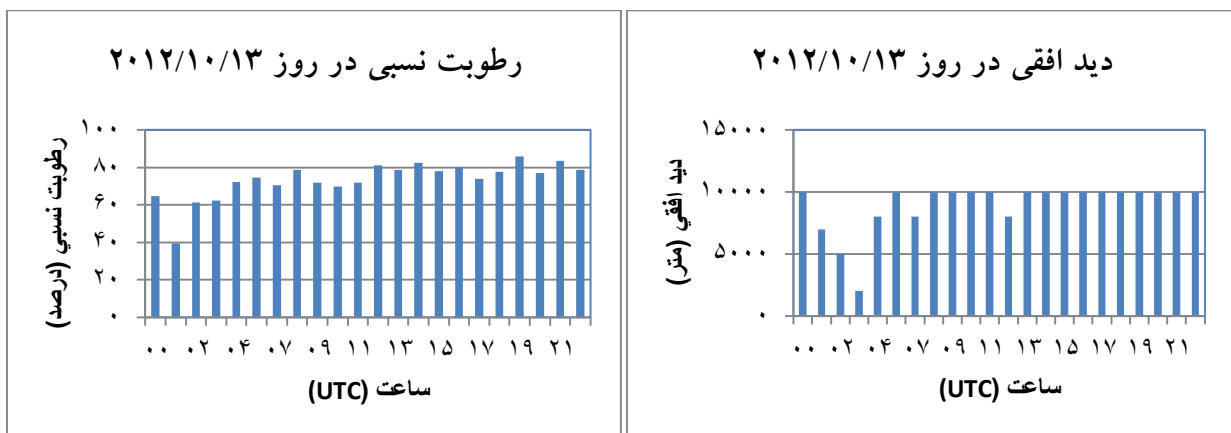
تغییر جهت ناگهانی و واضح باد در بین ساعت ۲ تا ۷ UTC را می‌توان در شکل ۱۲ مشاهده نمود.



شکل شماره ۱۲- جهت وزش باد در روز ۲۰۱۲/۱۰/۱۳ در ارتفاع ۴۰ تا ۷۰ متری زمین

تغییرات دید و رطوبت نسبی در ایستگاه بجنورد را می‌توان در نمودارهای شکل ۱۳ مشاهده نمود. تأثیر این تغییرات در دید

افقی بخوبی در این شکل مشاهده می‌شود و کاهش رطوبت نسبی در ساعات کاهش دید نیز تقویت کننده شرایط است.



شکل شماره ۱۳- در افقی و رطوبت نسبی در روز ۲۰۱۲/۱۰/۱۳

در این روز با توجه به جدول ۳ در سطح زمین افزایش فشار و افزایش رطوبت مشاهده می‌شود. افزایش رطوبت خود به تقویت حرکت صعودی کمک می‌نماید. در روز ۲۰۱۲/۱۰/۱۳ وزش باد شدید بصورت باد گاستی عامل اصلی ایجاد گرد و

تقویت حرکت صعودی کمک می‌نماید. در روز ۲۰۱۲/۱۰/۱۳ وزش باد شدید بصورت باد گاستی عامل اصلی ایجاد گرد و

پدیده گرد و غبار (SA) داشته‌ایم که ۴ ساعت بطول انجامیده و گرد و غبار گزارش شده است. حتی بارش ضعیف ساعت یک و نیم نیز مانع این پدیده نشده است.

غبار در بجنورد بوده است. طبق جدول ۳ در ساعت ۱ UTC سرعت وزش باد و جهت آن بطور ناگهانی تغییر محسوس نموده، فشار افزایش یافته، رطوبت کاهش، دید افقی کاهش و

جدول شماره ۳- پارامترهای هواشناسی زمان وقوع گرد و غبار در روز ۲۰۱۲/۱۰/۱۳

تاریخ	ساعت (UTC)	جهت باد	سرعت باد	دید افقی	پدیده	فشار (میلی بار)	دمای خشک	دمای تر	نقطه شبنم	رطوبت نسبی
۲۰۱۲/۱۰/۱۳	۰	۰	۰	۱۰۰۰	bey	۸۹۲٫۹	۱۴	۱۰٫۶	۷٫۵	۶۴٫۸
۲۰۱۲/۱۰/۱۳	۱	۲۷۰	۷	۷۰۰	SA	۸۹۳٫۹	۲۰٫۶	۱۳	۶٫۳	۳۹٫۳
۲۰۱۲/۱۰/۱۳	۱:۳۰	۲۷۰	۱۰	۶۰۰	-RA	۸۹۷٫۳	۱۵٫۴	۱۳٫۲	۱۱٫۵	۷۷٫۷
۲۰۱۲/۱۰/۱۳	۲	۳۰۰	۸	۵۰۰	SA	۸۹۵	۱۹	۱۴٫۶	۱۱٫۴	۶۱٫۳
۲۰۱۲/۱۰/۱۳	۳	۲۷۰	۸	۲۰۰	SA	۸۹۵٫۴	۱۷	۱۳	۹٫۸	۶۲٫۵
۲۰۱۲/۱۰/۱۳	۳:۳۰	۳۰۰	۷	۷۰۰	SA	۸۹۶	۱۶	۱۳	۱۰٫۶	۷۰٫۶
۲۰۱۲/۱۰/۱۳	۴	۳۰۰	۱۰	۸۰۰	SA	۸۹۶٫۸	۱۵٫۸	۱۳	۱۰٫۸	۷۲٫۲
۲۰۱۲/۱۰/۱۳	۵	۲۸۰	۱۱	۹۰۰	SA	۸۹۸	۱۴	۱۱٫۸	۱۰	۷۶٫۷

نتیجه‌گیری

فوقانی به رشد گرد و غبار در سطوح مختلف و بالاتر کمک می‌نماید که خود باعث کاهش بیشتر دید در مقایسه با ۲۰۱۲/۷/۱۳ می‌گردد با وجود اینکه سرعت وزش باد در این روز بیشتر از روز ۲۰۱۲/۱۰/۱۳ بوده است. این مطالعه نشان می‌دهد که با توجه به اینکه مساحت شهر بجنورد در مقایسه با زمین‌های خاکی و کشاورزی اطراف کوچک بوده و از طرفی نیز شهر توسط مجموعه‌ای از کوه‌ها از اطراف محاصره شده است و نوع خاک آن خاصیت پخش شدن دارد، لذا پتانسیل ایجاد پدیده گرد و غبار در این شهر وجود دارد. برای جلوگیری از خطر توسعه این پدیده لازم است تا با افزایش فضای سبز و کنترل و پایش دائمی ریزگردها عوامل تاثیرگذار در آن شناسایی شده و مانع گسترش آن گردیم.

منابع

1- Comrie, AC. 1994. A synoptic climatology of rural ozone pollution at three forest sites in Pennsylvania. Atmospheric Environment; 28; 1601-1614.

در این مطالعه دو نمونه گرد و غبار با شرایط متفاوت در دوره آماری ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۳ بررسی شدند. در هر دو مورد الگوهای فشار نقش مهمی در شکل‌گیری این پدیده داشته‌اند. در مورد دوم عامل اصلی وجود باد شدید بود که در اینجا به شکل گاستی ظهور یافته است. در هر دو مورد گرادیان فشار در سطح زمین سبب افزایش سرعت وزش باد گردیده که این به عنوان مهمترین عامل با توجه به کمبود رطوبت و شرایط غبار و محیط، سبب ایجاد و تقویت گرد و غبار در منطقه شده است. در هر دو مورد تا قبل از وقوع گرد و غبار روند کاهش فشار اتفاق افتاده است اما با افزایش سرعت وزش باد و نزدیک شدن زبان پرفشار، فشار افزایش یافته است که این افزایش در ۲۰۱۲/۱۰/۱۳ تا حدود ۵ میلی‌بار بوده است. یکی از تفاوت‌های دو نمونه انتخاب شده الگوی فشار در سطوح فوقانی است که در ۲۰۱۲/۷/۱۳ پرارتفاع سطوح فوقانی سبب محدود نمودن گرد و غبار در سطوح پایین شده است اما در ۲۰۱۲/۱۰/۱۳ علاوه بر وزش باد شدید در سطوح پایین، عبور تراف در سطوح

- 6- Novlan, D. J., Hardiman, M., Gill, T. E. 2007. A synoptic climatology of blowing dust events in El Paso, Texas from 1932-2005. 16th Conf. on Appl. Climatology, Amer. Meteor. Soc., J3.12.
- 7- Omidvar, K., Khosravi, Y. 2012. Synoptic Survey and Analysis of Sand Storms in Yazd-Ardakan Plain, World Applied Sciences Journal 19 (2): 198-204.
- 8- Tao, G., Yongfu, X., Yuhua, B., Xiao, Y. 2006. Synoptic characteristics of dust storms observed in Inner Mongolia and their influence on the downwind area (the Beijing-Tianjin Region), Meteorol. Appl. 13: 393-403.
- 9- Zolfaghari, H., Masoumpour Samakosh, J., Shaygan Mehr, Sh., Ahmdi, M. 2011. A Synoptic investigation of dust storms in Western regions of Iran during 2005- 2010 (A Case Study of Widespread Wave in July 2009), Geography and Environmental Planning Journal 22th Year, vol. 43, No.3.
- 10- Yarnal, B. 1993. Synoptic climatology in environmental analysis. Belhaven / CRC press, London.
- 2- Comrie, AC. and B. Yarnal, 1992. Relationships between synoptic scale atmospheric circulation and ozone concentrations in Metropolitan Pittsburg, Pennsylvania, Atmospheric Environment; 26: 306-312.
- 3- Dorling, SR. and TD. Davies, 1995. Extending cluster analysis - synoptic meteorology links to characterise chemical climates at six northwest European-monitoring stations. Atmospheric Environment; 29: 159-167.
- 4- Kassomenos, P. A., Flocas, H. A., Lykoudis, S., and Skouloudis, A. 1998. Spatial and temporal characteristics of the relationship between air quality status and meso scale circulation over an urban Mediterranean basin. The science of the total environment; 217: 37-57.
- 5- Khoshhal, J., Mousavi, S. H., Kashki, A. 2012. GEP Journal Synoptic analysis of Ilam dust storms (1987 - 2005), Geography and Environmental Planning Journal 23rd Year, vol. 46, No.2.