

شناسایی مناطق مستعد وقوع غلظت‌های بالای گردوغبار و بررسی همدیدی آن در حوضه جازموریان

زهرا سعیدی‌فر^۱، محمد رحیمی^{۲*}، سکینه لطفی‌نسب‌اصل^۳، محمد خسروشاهی^۴ و محمدرضا یزدانی^۵

۱- دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

۲- نویسنده مسئول، دانشیار، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

پست الکترونیک: mrahimi@semnan.ac.ir

۳- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات بیابان، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۴- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات بیابان، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۵- دانشیار، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۷/۲۹

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۱/۱۲

چکیده

طوفان‌های گردوغبار در بسیاری از کشورهای خشک و نیمه‌خشک جهان به یک مشکل گسترده تبدیل شده است. هدف اصلی از این مطالعه تعیین مناطق مستعد وقوع غلظت بالای گردوغبار در حوضه جازموریان و بررسی پاره‌ای از عوامل مؤثر بر شکل‌گیری آنها (از جمله خشکی‌دگی تالاب و رطوبت خاک حوضه) و بررسی همدیدی آن با کمک تطبیق با نقشه‌های اقلیمی و تحلیل بادهای منطقه‌ای است. الگوی توزیع مکانی گردوغبار متغیر مهمی در درک حمل‌ونقل گردوغبار و اجرای راهبردهای کنترل مناسب است. مطالعه پیش‌رو با استفاده از شبیه‌سازی با مدل NMMB / BSC-Dust در بازه سه ساله (از سال ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۶)، توزیع فضایی گردوغبار در حوضه جازموریان را بررسی کرده است. بدین‌منظور چند واقعه گردوغبار در منطقه براساس میدان دید و کدهای گردوغبار انتخاب و مسیر انتقال گردوغبار در آن بازه تا ۷۲ ساعت رصد شد. درنهایت با روی‌هم‌گذاشتن تصاویر حاصل از مدل در این بازه‌های انتخابی با استفاده از روش فازی در محیط ArcGIS نقشه مناطق مستعد وقوع گردوغبار با غلظت بالا در حوضه تهیه شد. برای هر تاریخ انتخابی، از تصویر سنجنده SMAP برای اندازه‌گیری رطوبت خاک سطح زمین استفاده شده و بادهای منطقه‌ای با کمک مدل‌های NCEP/NCAR بررسی شد. نتایج این تحقیق نشان داد که بخش مرکزی حوضه جازموریان که تالاب جازموریان در آن واقع شده است دارای بیشترین غلظت گردوغبار در دوره مورد مطالعه است. علاوه‌براین بررسی همدیدی مناطق مستعد گردوغبار نشان داد که در تاریخ‌های وقوع گردوغبار شاهد شکل‌گیری مناطق کم‌فشار و مراکز با سرعت‌های بالای باد روی سطح حوضه بوده‌ایم. همچنین در مناطقی با میزان بارش کمتر از ۱۵۰ میلی‌متر، تبخیر بیش از ۳۰۰۰ میلی‌متر و درجه حرارت بالاتر از ۲۶ درجه سانتی‌گراد، بیشترین غلظت گردوغبار مشاهده شده است.

واژه‌های کلیدی: غلظت گردوغبار، مدل NMMB / BSC-Dust، بادهای منطقه‌ای، رطوبت خاک، سطح تالاب.

مقدمه

زیرزمینی، تغییرات کاربری اراضی و درنهایت تأثیری که بر میزان آب‌گیری دریاچه‌های دائمی و فصلی و حتی خشک شدن تالاب‌ها داشته‌اند، بر کسی پوشیده نیست. تغییر در

در سال‌های اخیر علاوه‌بر وقوع خشک‌سالی، دخالت‌های انسان در بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب‌های سطحی و

سیستم‌های مخابراتی به وجود آورد (Zarasvand, 2013). از مهمترین شرایط به وجود آمدن گردوغبار در کنار هوای ناپایدار، وجود یا عدم وجود رطوبت است، به گونه‌ای که در صورت وجود رطوبت، بارش و طوفان و رعد و برق و در صورت عدم وجود رطوبت، طوفان گردوغبار ایجاد می‌شود (Khazaei, 2015).

تحقیقات متعددی در مورد تفسیر مکانی و عوامل ایجاد کننده گردوغبار و نقش خشکیدگی منابع آبی در گسترش گردوغبار انجام شده است، از جمله این تحقیقات در این زمینه تحقیق Engelstaedter (۲۰۰۱)، در ارتباط با پهنه‌بندی مکانی فراوانی وقوع گردوغبار جهان است که در آن بر نقش بستر خشک دریاچه‌ها و صحرای کبیر افریقا به‌عنوان تولیدکنندگان اصلی گردوغبار تأکید دارد. Wang و همکاران در سال (۲۰۰۳) به بررسی منابع، توزیع مکانی، فرکانس و روند طوفان گردوغبار در چین پرداختند. آنان بیان کردند که بسیاری از گردوغبارهای موجود در چین ناشی از اطراف بیابان گبی و مراتع زوال یافته است و وقایع گردوغبار ارتباط نزدیکی با فعالیت‌های انسانی و تغییرات اقلیمی دارد. Wang و همکاران (۲۰۰۵)، با جمع‌آوری داده‌های مربوط به گردوغبار از ۷۰۱ ایستگاه هواشناسی از کشور چین در بازه زمانی ۱۹۵۴ تا ۲۰۰۰ نشان دادند، در کشور چین دو منطقه اصلی گردوغبار وجود دارد، یکی منطقه جنوب سین‌کیانگ و دیگری منطقه Hex است. همچنین نتایج مطالعه Gillette (۲۰۰۶) روی کویر SHIHUAHUAN که یکی از منابع ذرات گردوغبار در شمال امریکاست، در بازه زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۵ نشان داد، عواملی که منجر به شکل‌گیری وقوع گردوغبار می‌شود، به‌طورکلی شامل سرعت باد بیش از ۱۰ متر بر ثانیه، زمین‌های با پوشش کم، فرسایش بادی و در دسترس بودن ذرات نرم سطحی است. Groll و Aslanov (۲۰۱۳) در بررسی خود روی تغییرات زمانی و مکانی رسوبات بادی در آسیای مرکزی، بستر خشک شده دریاچه آرال را مهمترین منبع تولید رسوبات بادی و افزایش وقوع طوفان‌های گردوغبار معرفی کرده‌اند. زیرا بیشترین غلظت

فراوانی و میزان آب‌گیری دریاچه‌ها و تالاب‌ها منجر به نوسانهای قابل‌توجهی در افزایش فعالیت طوفان‌های گردوغبار در مقیاس فصلی و سالانه می‌شود (Mahowald *et al.*, 2005). همانطورکه سطوح آبی خشک می‌شوند، سطوح اراضی که پیش‌ازاین خیس، یا توسط پوشش گیاهی تثبیت شده بودند، به‌طور قابل توجهی به بادبردگی حساس می‌شوند و درنهایت منجر به بیابان‌زایی و افزایش وقوع گردوغبار می‌شود (Baddock *et al.*, 2009). بنابراین خشک شدن بستر دریاچه‌ها و تالاب‌ها در اثر عوامل مختلف اقلیمی و انسانی می‌تواند منجر به افزایش پدیده گردوغبار شود. البته بحران گردوغبار را می‌توان به‌عنوان تهدیدی برای امنیت محیط‌زیستی و ملی قلمداد کرد. کاهش ریزش‌های جوی، خشک‌سالی، وزش بادهای شدید و حساس بودن خاک به فرسایش بادی ازجمله عوامل طبیعی هستند که گردوغبارها را در اتمسفر پراکنده می‌کنند. استفاده بی‌رویه از منابع آبی، تخریب مراتع و جنگل‌ها و احداث سدها به‌طور مستقیم و غیرمستقیم منجر به تولید گردوغبار می‌شود (Shahnoushi & Jalalian, 2013).

اثرهای محیط‌زیستی این پدیده شامل تأثیر بر چرخه‌های بیوژئوشیمیایی زمین، تعادل تابشی زمین، همچنین تأثیر بر ترکیبات عناصر جوی است (Tegen, 2006). به‌دلیل فقدان پوشش گیاهی در مناطق مستعد گردوغبار، هوای بالای این مناطق شروع به گرم شدن کرده و به‌سمت بالا حرکت می‌کند و پس از برخورد به بادهای با سرعت بالای تریوسفری، یک جریان چرخشی متمایل به سمت پایین ایجاد می‌شود که این بادهای با شدت بالا در برخورد با سطح زمین باعث ایجاد طوفان‌های گردوغباری می‌شوند، معمولاً میزان بارش‌ها در این مناطق کمتر از ۵۰ میلی‌متر در سال است (Xuan *et al.*, 2004). فراوانی وقوع گردوغبار در یک منطقه علاوه بر شدت، سرعت باد و خشکی ذرات خاک به اندازه و قطر ذرات، پوشش گیاهی و نوع آن نیز بستگی دارد.

اثرهای ناشی از پدیده گردوغبار می‌تواند تا فاصله ۴۰۰۰ کیلومتری از منبع اصلی پراکنش خسارت‌های فراوانی را در زمینه‌های کشاورزی، صنعتی، حمل‌ونقل و

است. در این مدل به منظور شناسایی و پایش گردوغبار از دو روش تفسیر بصری و رهگیری در تصاویر ماهواره‌ای استفاده می‌شود. البته شناسایی مناطق مستعد وقوع پدیده گردوغبار با این مدل و بررسی همدیدی آن می‌تواند گامی مهم در جهت مدیریت این معضل در منطقه باشد.

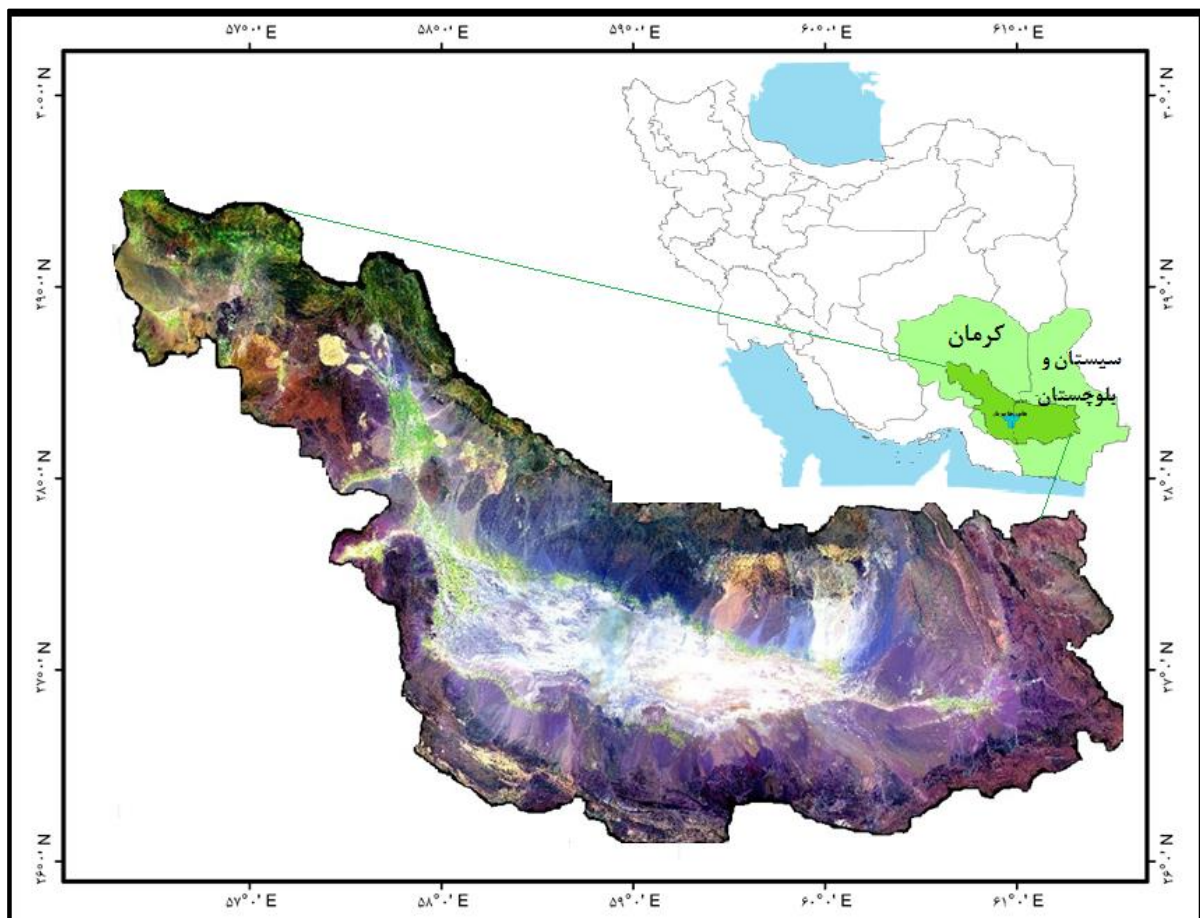
مواد و روش‌ها منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز هامون جازموریان با وسعت حدود ۶۹۶۹۱ کیلومترمربع در جنوب شرقی ایران در مختصات جغرافیایی ۵۶ درجه و ۲۵ دقیقه تا ۵۸ درجه و ۵۵ دقیقه طول شرقی و ۲۶ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۲۹ درجه و ۳۲ دقیقه عرض شمالی در محدوده تقسیمات سیاسی استان کرمان و در مختصات جغرافیایی ۵۸ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۵ دقیقه طول شرقی و ۲۶ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۲۸ درجه عرض شمالی در محدوده تقسیمات سیاسی استان سیستان و بلوچستان قرار گرفته است (شکل ۱). ۴۹ درصد آن را مناطق کوهستانی، ۴۸ درصد آن را دشت‌ها و کوهپایه‌ها و ۳ درصد آن را شوره‌زار و باتلاق تشکیل می‌دهد. دشت‌های حاصلخیز جیرفت، فاریاب و رودبار جیرفت در استان کرمان و دشت‌های ایرانشهر، بمپور، سردگان، دلگان، سرتختی و اسپکه در استان سیستان و بلوچستان در این حوضه واقع شده‌اند. آب‌وهوای این منطقه متأثر از ارتفاع از سطح دریا و عرض جغرافیایی است و دارای اقلیم بیابانی و گرم و خشک است.

بلندترین نقطه حوضه که در دیواره‌های کوهستانی شمال آن واقع است، حدود ۳۵۰۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد و کمترین ارتفاع آن در چاله جازموریان (حدود ۳۶۰ متر) واقع شده است و در جهت جنوب بر ارتفاع اراضی افزوده می‌شود. میزان بارش سالانه در بلندی‌های شمال حوضه جازموریان حدود ۴۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر، میزان بارش بخش شرقی در شرق شهر ایرانشهر بیشتر از ۱۵۰ میلی‌متر، میزان بارندگی جنوب غربی کمتر از صد میلی‌متر در سال و میانگین تبخیر سالانه بین ۱۳۰۰ تا ۳۷۵۰ میلی‌متر است.

گردوغبار و رسوبات فرسایش بادی در شهرهای نزدیک این دریاچه ثبت شده بود. Boloorani و همکاران در سال ۲۰۲۰ به شناسایی منابع گردوغبار با استفاده از داده‌های بلندمدت ماهواره‌ای و داده‌های اقلیمی بر حوضه دجله و فرات پرداختند. مناطق شکل‌گیری طوفان گردوغبار با استفاده از مدل ترکیبی خطی‌گرا برای ماه‌های ژوئن، جولای و اوت از ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ تعیین شدند. پس از انجام آنالیز مناطق شکل‌گیری طوفان گردوغبار، پنج منبع گردوغبار اصلی در کل حوضه شناسایی شد.

Kandakji و همکاران (۲۰۲۰) به شناسایی و توصیف منابع نقطه‌ای گردوغبار در ایالات متحده با استفاده از سنجش از راه دور و GIS پرداختند. در این تحقیق، منابع نقطه‌ای گردوغبار در مناطق جنوبی و دشت‌های شیوان ایالات متحده آمریکا برای سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۶، که دوره‌ای از خشک‌سالی شدید را دربرمی‌گیرد، شناسایی شدند. نتایج آنان نشان داد دریاچه‌های موقتی (به‌عنوان مثال پلایاها) بیشترین منابع گردوغبار را به نسبت به مساحت خود در ایالات متحده تولید می‌کنند. در سال‌های اخیر، بحران ناشی از ورود گردوغبارها در مناطق جنوب شرقی کشور یکی از ملموس‌ترین حوادث طبیعی-انسانی مؤثر در زندگی روزمره شهروندان، همچنین اقتصاد این منطقه بوده است. در حال حاضر تولید گردوغبار را در جنوب شرق کشور به خشکیدگی تالاب جازموریان نسبت می‌دهند (Rashki et al., 2017). افزایش دسترسی به منابع مختلف پردازش داده موجب گسترش مدل‌سازی گردوغبار در سطوح مختلف از جمله سطوح محلی، منطقه‌ای و جهانی شده است و باعث درک سازوکار سیستم‌های پیچیده طبیعی می‌شود. مدل‌سازی پدیده گردوغبار، به شناسایی عوامل اصلی ایجاد آن در یک منطقه و میزان اهمیت هر عامل کمک بسزایی می‌کند. امروزه دنیا شاهد پیشرفت‌های زیادی در زمینه پایش، مدل‌سازی و پیش‌بینی طوفان گردوغبار است (Lotfi et al., 2018). یکی از این مدل‌ها که برای تشخیص غلظت و شدت گردوغبار موجود در جو و نمایش محدوده دارای این پدیده و تعیین منشأ آن استفاده می‌شود مدل گردوغبار NMMB/BSC



شکل ۱- نقشه موقعیت حوزه در تقسیمات سیاسی و هیدروولوژیکی کشور

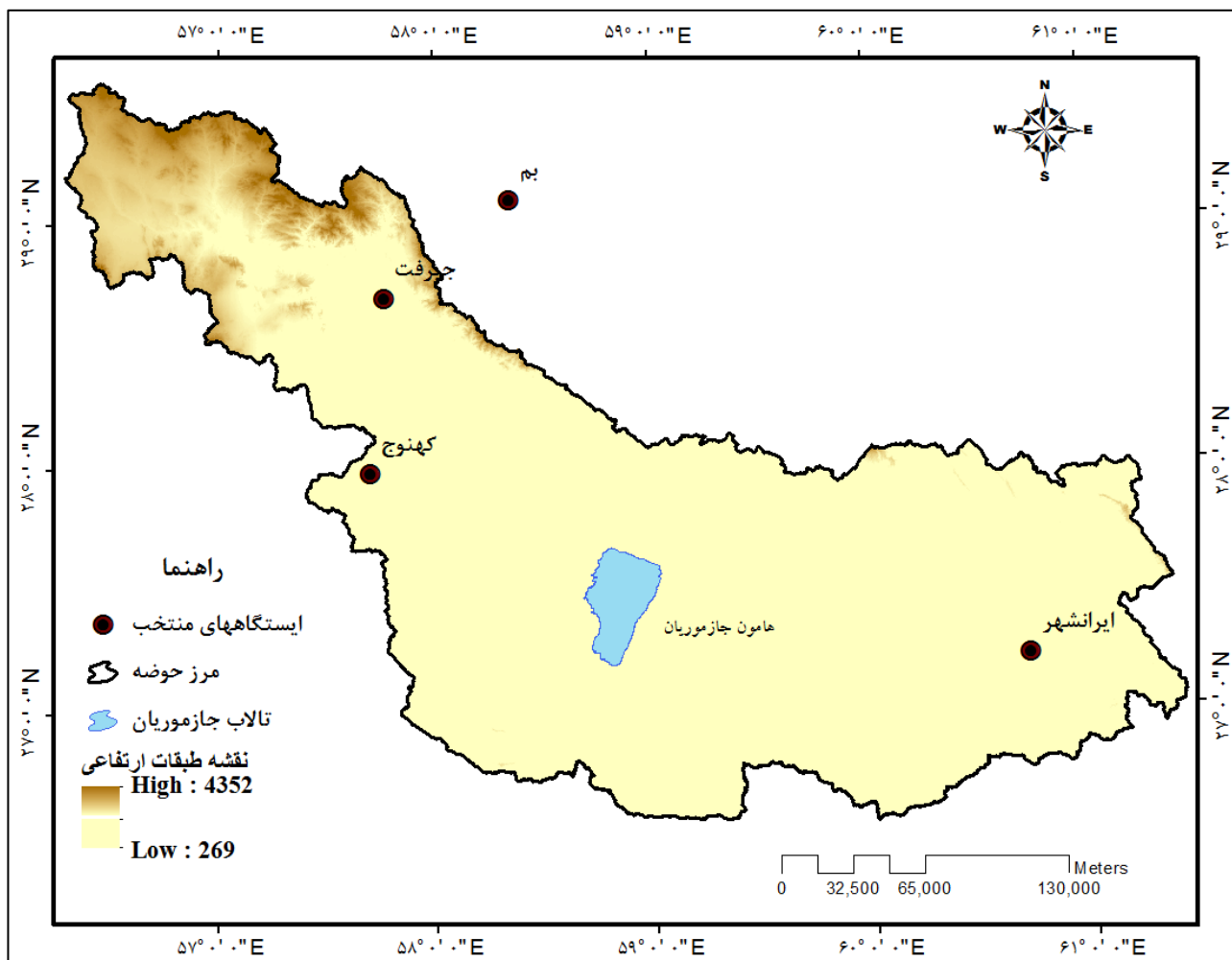
در سایر مطالعات در نظر گرفته خواهد شد، مسئله تفکیک گردوغبار داخلی و خارجی در نظر گرفته نشده است. این مطالعه در بازه زمانی سه ساله در سطح حوزه آبخیز جازموریان انجام شد.

مناطق مستعد وقوع غلظت‌های بالای گردوغبار در منطقه، در دوره زمانی سال‌های ۲۰۱۴-۲۰۱۶ و طوفان‌های فراگیر در منطقه براساس میدان دید حداقل (زیر ۱۰۰۰ متر) و تداوم چهار ایستگاه بزم، ایرانشهر، جیرفت و کهنوج مشخص شد (شکل ۲).

روش تحقیق

مدل NMMB / BSC Dust یک مدل گردوغبار جوی چند مقیاس آنلاین با قدرت تفکیک مکانی $0.1^\circ \times 0.1^\circ$ است که در مرکز ابررایانه بارسلونا (BSC-CNS) با همکاری مرکز ملی پیش‌بینی محیط‌زیست NOAA (NCEP) طراحی و ساخته شده است (Haustein *et al.*, 2012).

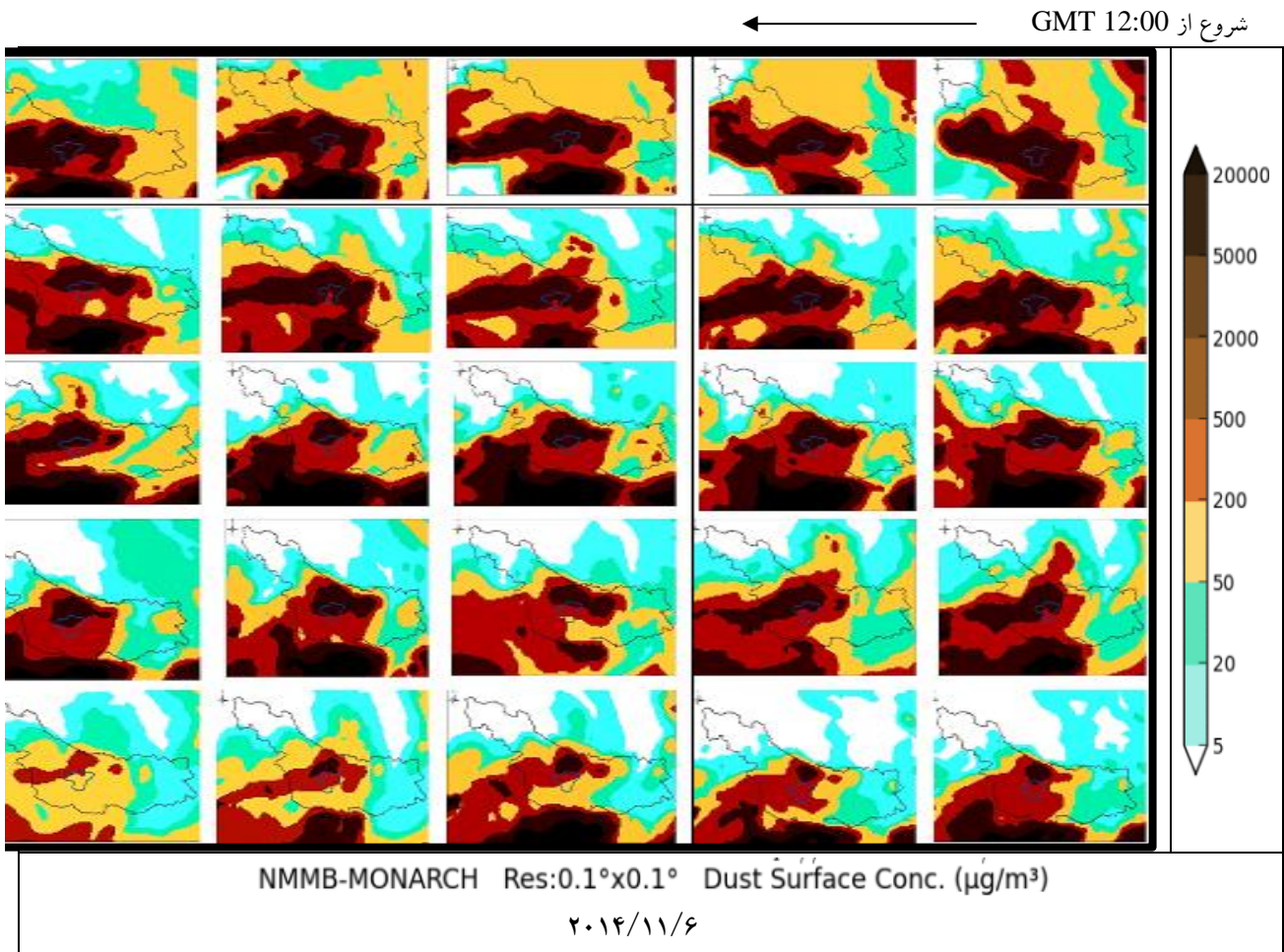
هدف از به‌کارگیری این مدل، شناسایی مناطق با بیشترین استعداد وقوع گردوغبار در حوزه آبخیز جازموریان است و از آنجایی‌که منشأیابی در این مطالعه مورد توجه نبوده است و

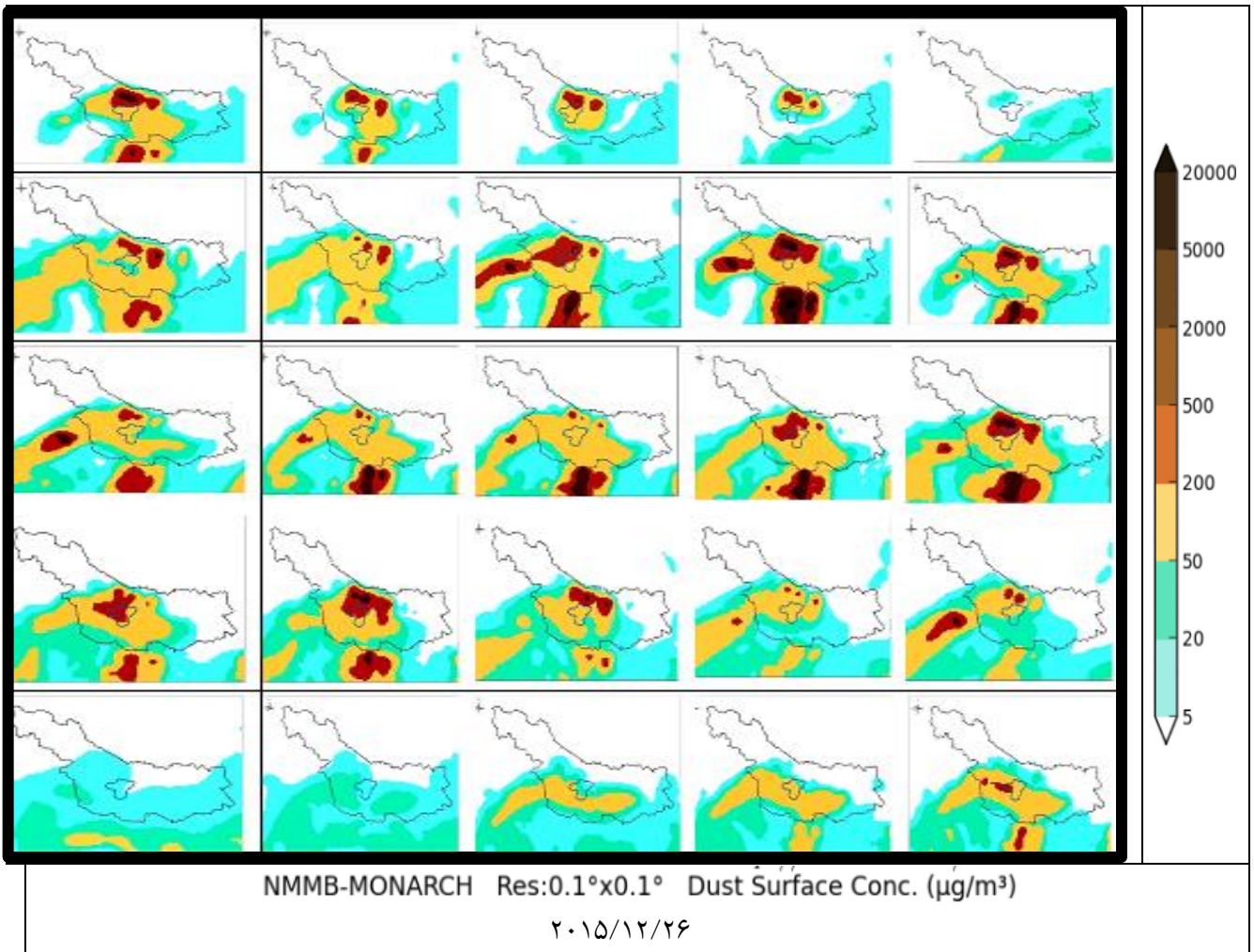


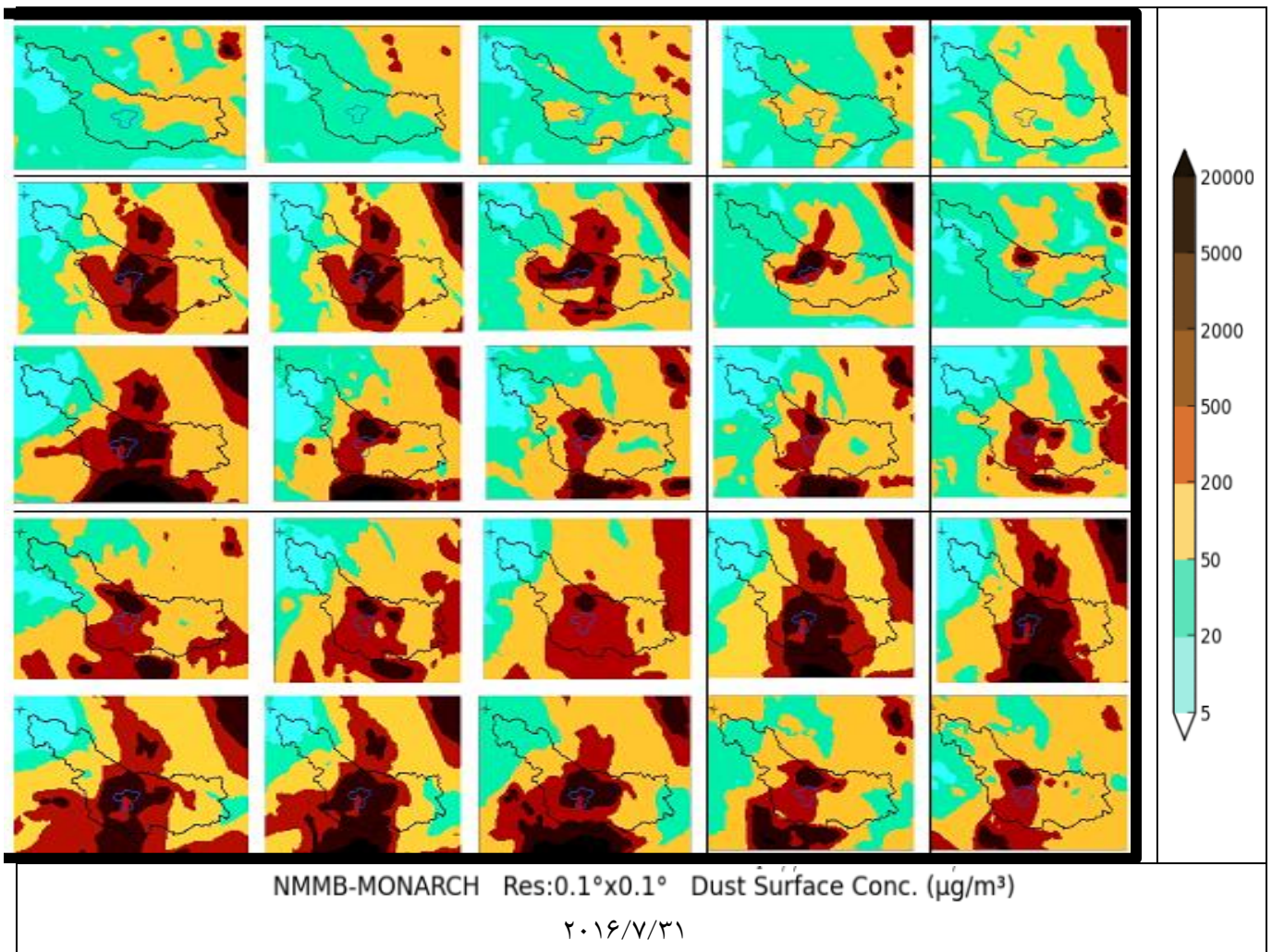
شکل ۲- نقشه موقعیت ایستگاه‌های سینوپتیک منتخب در حوزه آبخیز جازموریان

تصاویر از تصویر قبل به بعد ۳ ساعت اختلاف زمانی است). زمان بر حسب گرینویچ است و ۳ ساعت و ۳۰ دقیقه با ایران اختلاف دارد (شکل ۳).

در گام بعد با استفاده از مدل NMMB/BSC مسیره‌های انتقال غلظت‌های گردوغبار تا ۷۲ ساعت بعد از وقوع به‌صورت بازه‌های سه ساعته رهگیری شد (در کلیه مجموعه







شکل ۳- مسیرهای انتقال غلظت‌های گردوغبار تا ۷۲ ساعت بعد از وقوع به‌صورت بازه‌های سه ساعته در حوضه جازموریان

گردوغبار در حوضه تعیین شد.

در مطالعات همدیدی، هدف تبیین روابط کلیدی میان جو و محیط است (Yarnal, 1993). به‌منظور تعیین الگوهای جوی حاکم بر حوضه در تاریخ‌های مورد بررسی، محدوده جغرافیایی ۲۰ تا ۵۰ درجه شمالی و ۴۰ تا ۶۵ درجه شرقی برای دریافت داده‌های رقومی تعیین شد. در ادامه داده‌های روزانه رقومی بادهای منطقه‌ای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال برای روزهای با بالاترین غلظت گردوغبار از مرکز ملی پیش‌بینی محیطی آمریکا/ مرکز ملی پژوهش‌های جوی (NCEP/NCAR) دریافت شد و نقشه‌های به‌دست‌آمده با هریک از الگوهای غلظت گردوغبار مقایسه و تحلیل شد.

براین‌اساس در گام بعدی از بین ۲۵ نقشه خروجی مدل برای هر مقطع زمانی، ۵ نقشه با بیشترین غلظت گردوغبار به وقوع پیوسته در حوضه مشخص شد و بعد نقشه‌های رطوبت خاک حاصل از تصاویر سنجنده SMAP و وضعیت تالاب حاصل از worldview با ۵ نقشه نهایی خروجی مدل مقایسه شد تا ارتباط پارامتر رطوبت خاک بر غلظت‌های بالای گردوغبار به وقوع پیوسته آزموده شود.

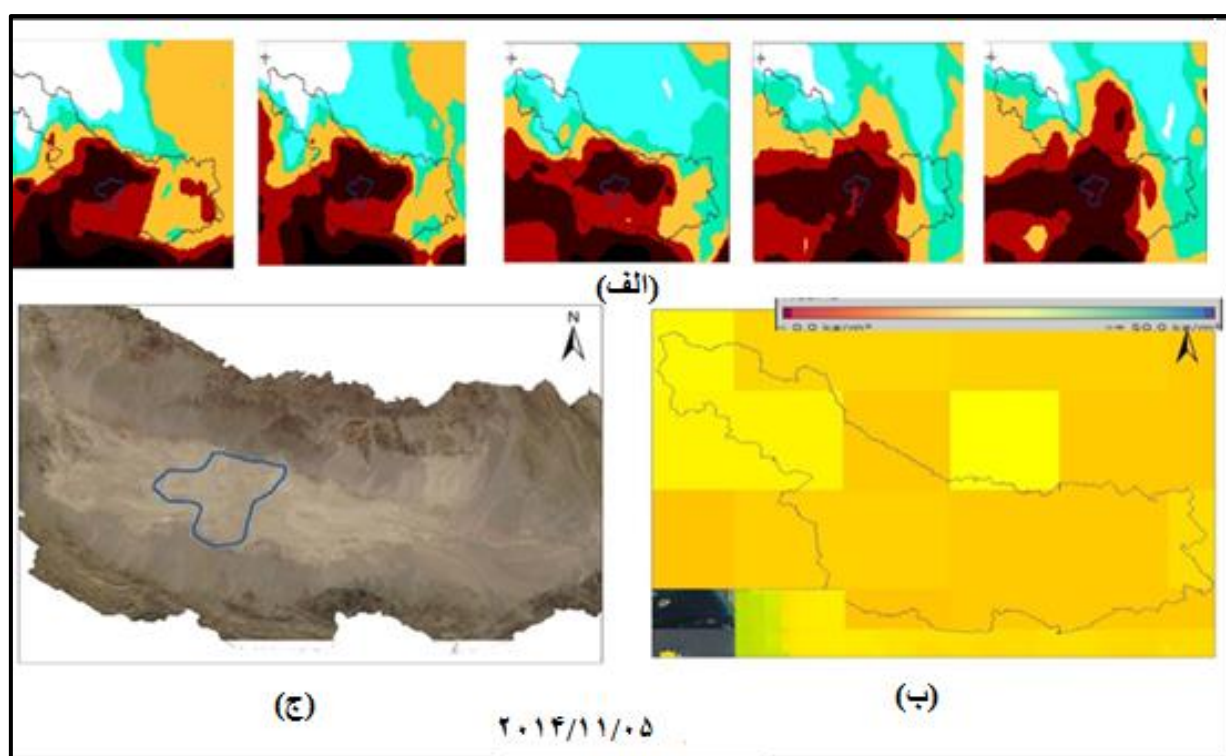
در گام آخر با روی هم‌گذاری تمامی لایه‌های دارای غلظت بالای گردوغبار خروجی مدل، با استفاده از روش فازی، در محیط جی.ای.اس نقشه مناطق با غلظت‌های بالای گردوغبار برای دوره مورد مطالعه و مسیرهای عبوری

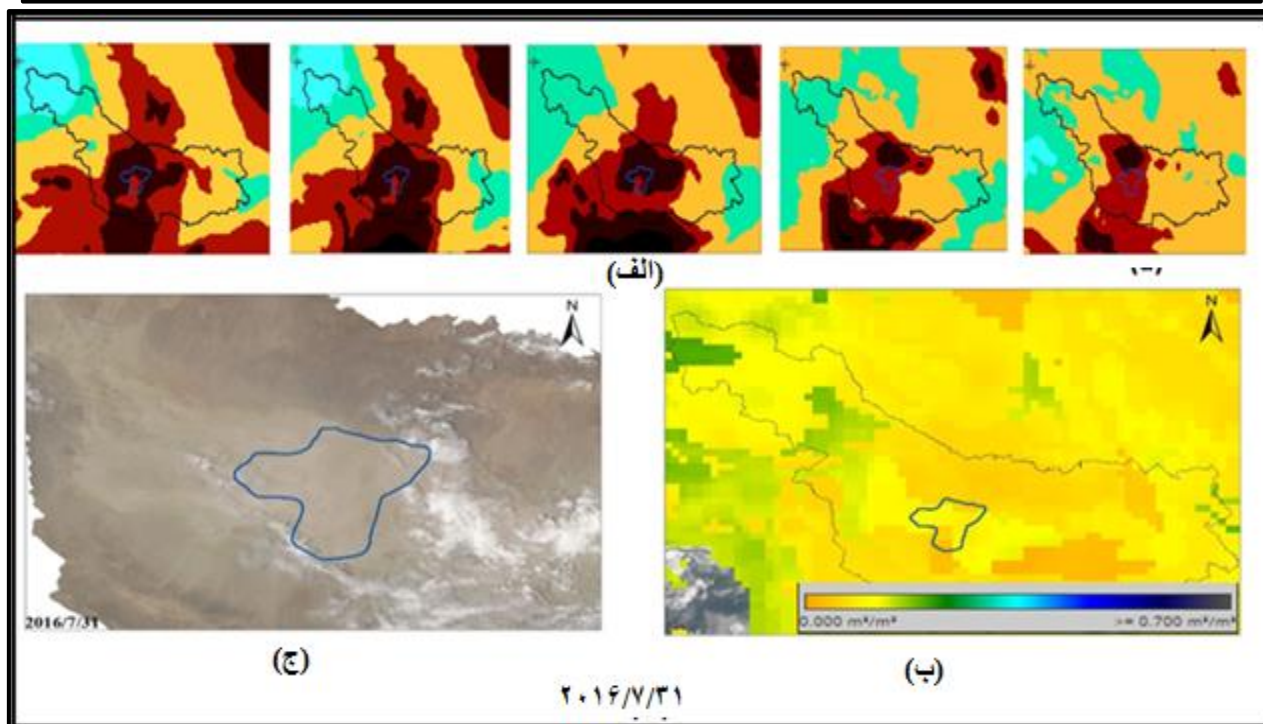
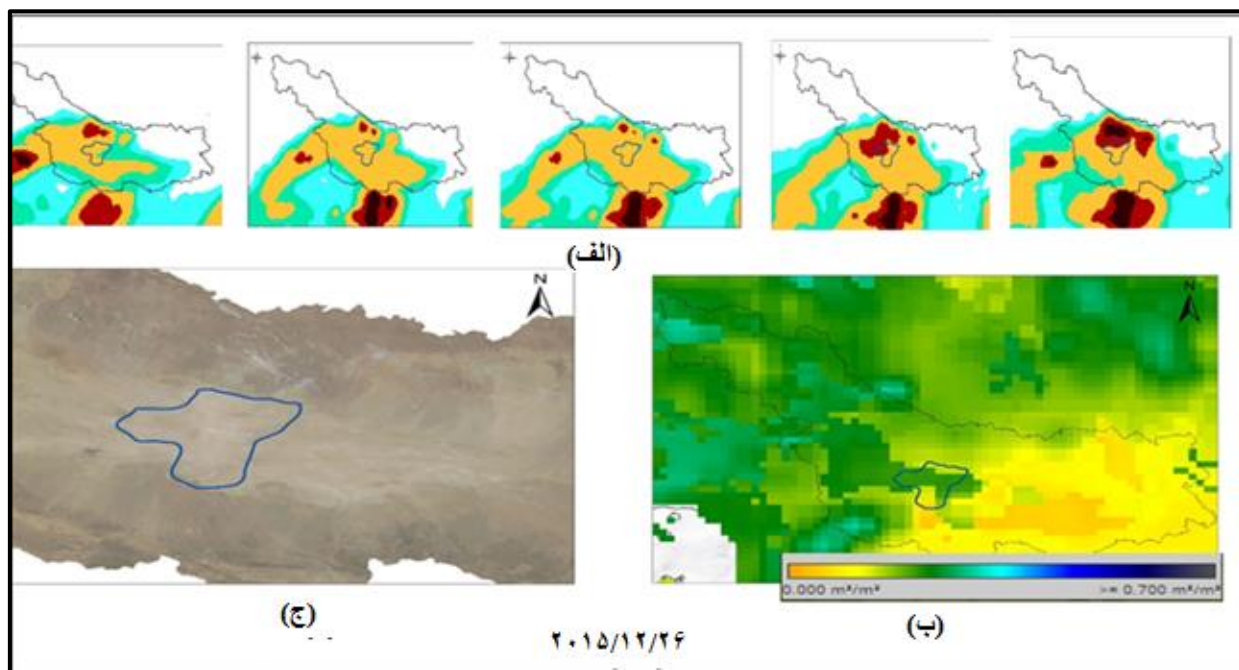
در شکل ۴ (شکل الف) ۵ تصویر دارای بیشترین غلظت گردوغبار از میان ۲۵ تصویر رصد شده در بازه ۷۲ ساعته برای تاریخ‌های منتخب شناسایی شد و ارتباط آنها با رطوبت خاک (شکل ب) و خشکیدگی تالاب (شکل ج) نمایش داده شد. نتایج این بخش نشان داد که در مناطقی از حوضه که رطوبت خاک در وضعیت مناسبی قرار داشت، میزان تمرکز گردوغبار نیز پایین‌تر بود (تاریخ ۲۰۱۵/۱۲/۲۶) و از لحاظ الگوی مکانی میان نقشه‌های رطوبت خاک و غلظت گردوغبار در مقاطع زمانی مختلف تطابق وجود داشت. همچنین در کلیه بازه‌های زمانی که غلظت گردوغبار بالا در سطح حوضه مشاهده شد سطح تالاب فاقد آب بوده است.

در این مطالعه تأثیر سه پارامتر اقلیمی بارش، دما و تبخیر بر الگوی مکانی گسترش غلظت‌های مختلف گردوغباری در سطح حوضه بررسی شد. بدین منظور ابتدا نقشه پهنه‌بندی شده این سه پارامتر با استفاده از روش کوکریجینگ (cokriging) در محیط جی. ای. اس تهیه شد و با قرار دادن این نقشه‌ها روی نقشه گسترش غلظت‌های مختلف گردوغباری در حوضه، تطابق مکانی و ارتباط این پارامترها با یکدیگر بررسی شد.

نتایج

بررسی رابطه وقوع غلظت‌های بالای گردوغبار و رطوبت خاک



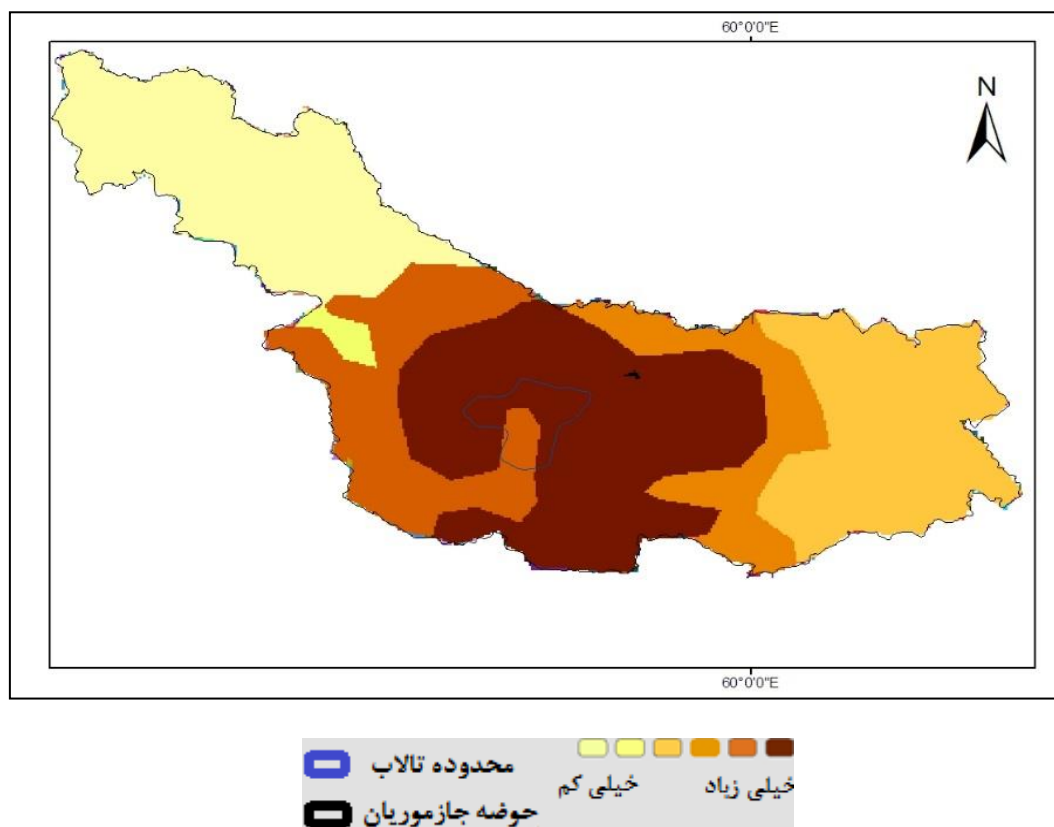


شکل ۴- رابطه بین غلظت‌های بالای گردوغبار رخ داده در حوضه جازموریان (الف) با رطوبت خاک (ب) و سطح تالاب (ج) در

تاریخ‌های وقوع گردوغبار

استفاده از روش فازی، در محیط جی. ای. اس نقشه مناطق با غلظت‌های بالای گردوغبار برای دوره مورد مطالعه و مسیرهای عبوری گردوغبار در حوضه تعیین و در ۶ کلاس از خیلی کم تا خیلی زیاد رتبه‌بندی شد (شکل ۵).

شناسایی مناطق مستعد وقوع غلظت‌های بالای گردوغبار در این بخش مطالعه با روی هم‌گذاری تمامی لایه‌های دارای غلظت بالای گردوغبار حاصل از خروجی مدل با



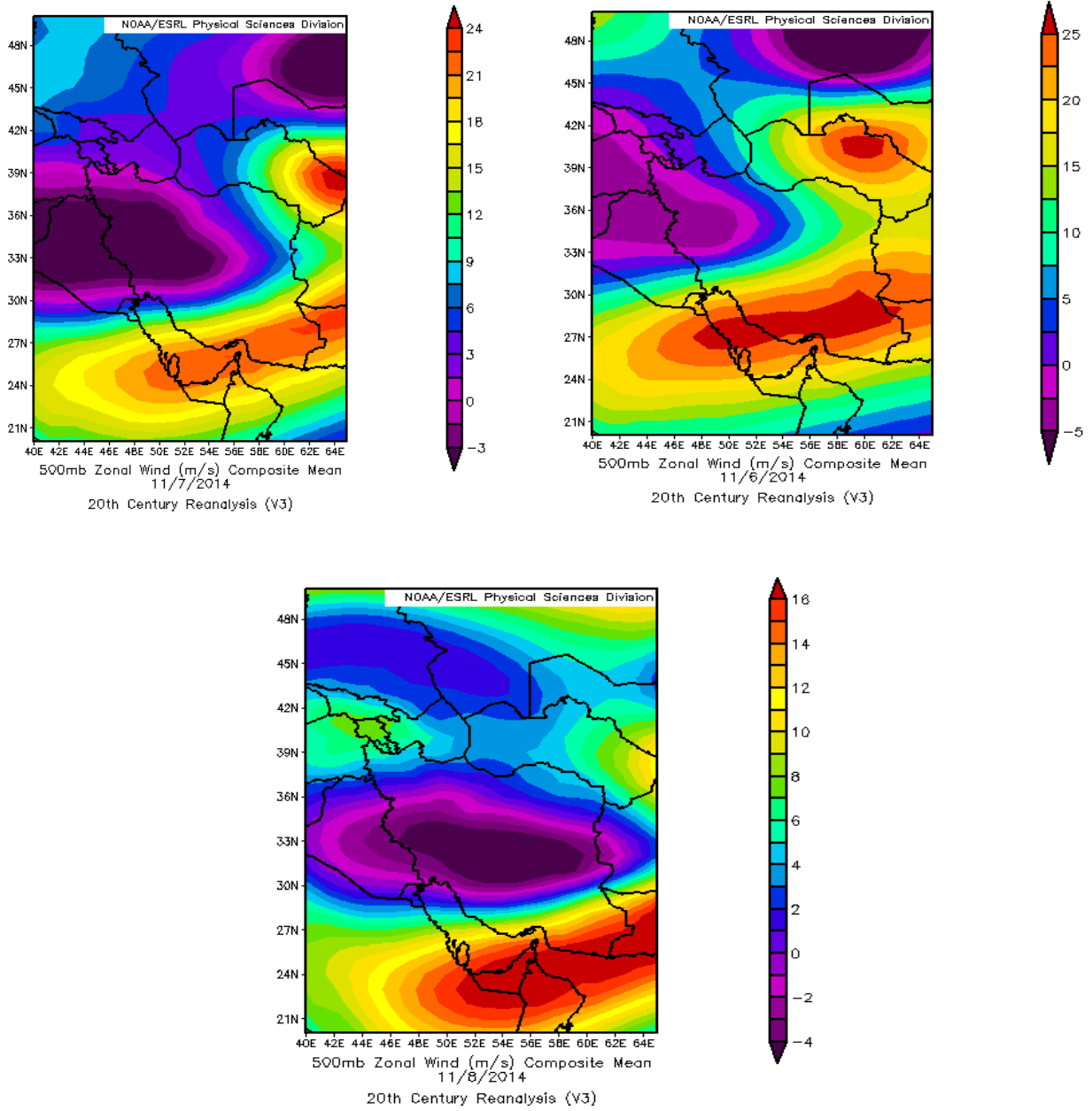
شکل ۵- مناطق با غلظت‌های بالای گردوغبار و مسیرهای عبوری گردوغبار در حوزه آبخیز جازموریان

سمت غرب وزیده شود مثبت و اگر از شرق وزیده شود منفی است. مؤلفه بادمرداری بیانگر شدت و خصوصیت باد در امتداد شرقی- غربی است. همان‌طوری که در شکل‌ها مشاهده می‌شود، به دلیل قرارگیری یک کم‌فشار در مرکز ایران با توجه به چرخش سیکلونی (پادساعتگرد در نیمکره شمالی) در سمت شمالی و جنوبی به ترتیب باد شرقی (مقادیر منفی) و باد غربی (مقادیر مثبت) تسلط یافته است. تسلط باد غربی با حرکت مداری در وقایع گردوغباری رخ داده حوضه در بیشتر تاریخ‌های شناسایی شده به اثبات رسیده است. در بیشتر این وقایع شاهد حاکمیت مراکز ناپایدار و با هسته‌های با بالاترین میزان سرعت باد روی سطح حوضه بوده‌ایم که خود می‌تواند یکی از عوامل اساسی در تشدید پدیده گردوغبار بر سطح حوضه جازموریان باشد.

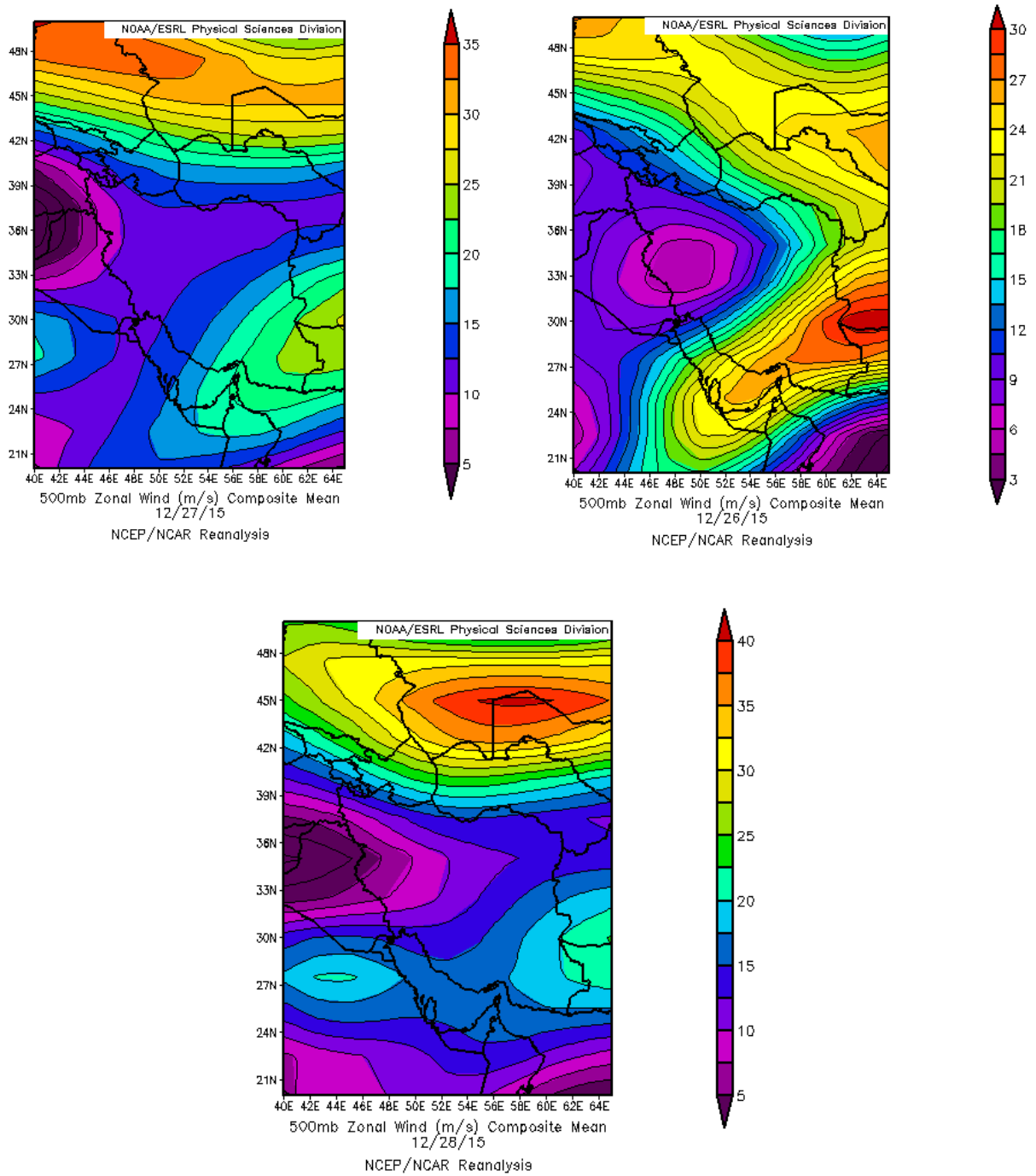
نتایج نشان داد مناطق مرکزی حوضه و در بخش‌هایی که تالاب جازموریان واقع شده، شاهد بیشترین میزان غلظت‌های گردوغبار بوده است. مناطق بخش‌های غربی و شرقی حوضه واقع در مجاورت تالاب در رده‌های بعدی قرار دارند. نتایج همچنین نشان داد، بخش‌های غربی و شمال‌غربی حوضه شاهد کمترین میزان غلظت‌های گردوغبار به وقوع پیوسته بوده‌اند.

بررسی همدیدی پدیده گردوغبار بادهای منطقه‌ای

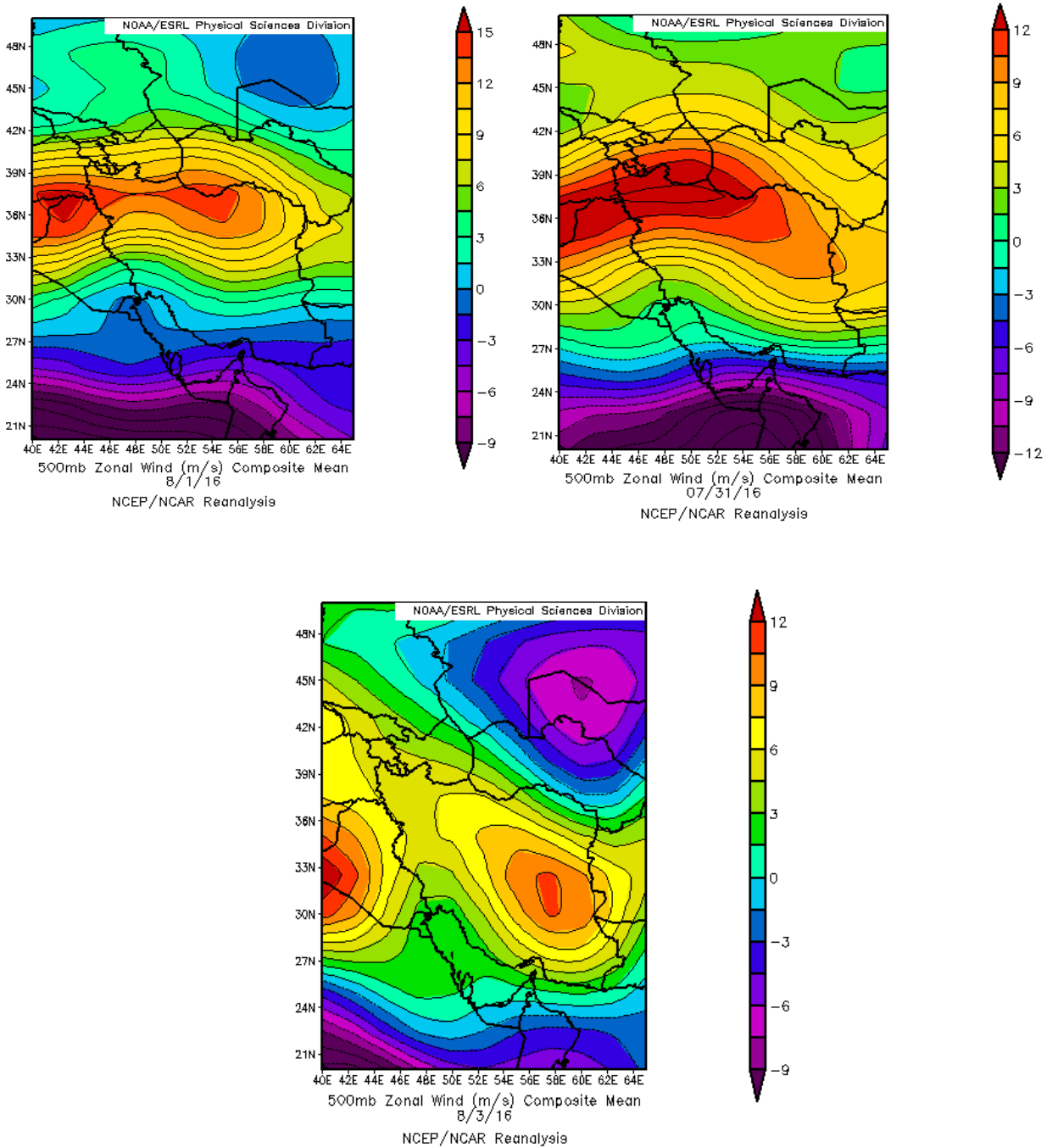
در تمام شکل‌های زیر (شکل ۶ تا ۸) مسیر انتقال بادهای منطقه‌ای و نحوه گسترش هسته آنها طی ۷۲ ساعت رصد شد. بادهای منطقه‌ای در یک سیستم مختصات افقی که به صورت محلی با محور X در جهت شرق و محور Y که به سمت شمال هدایت شده است، تعیین می‌شود. اگر باد از



شکل ۶- سطح مقطع متوسط باد منطقه‌ای در بازه ۷۲ ساعته (سه روزه) از تاریخ ۲۰۱۴/۰۶/۱۱



شکل ۷- سطح مقطع متوسط باد منطقه‌ای در بازه ۷۲ ساعته (سه روزه) از تاریخ ۲۰۱۵/۱۲/۲۶



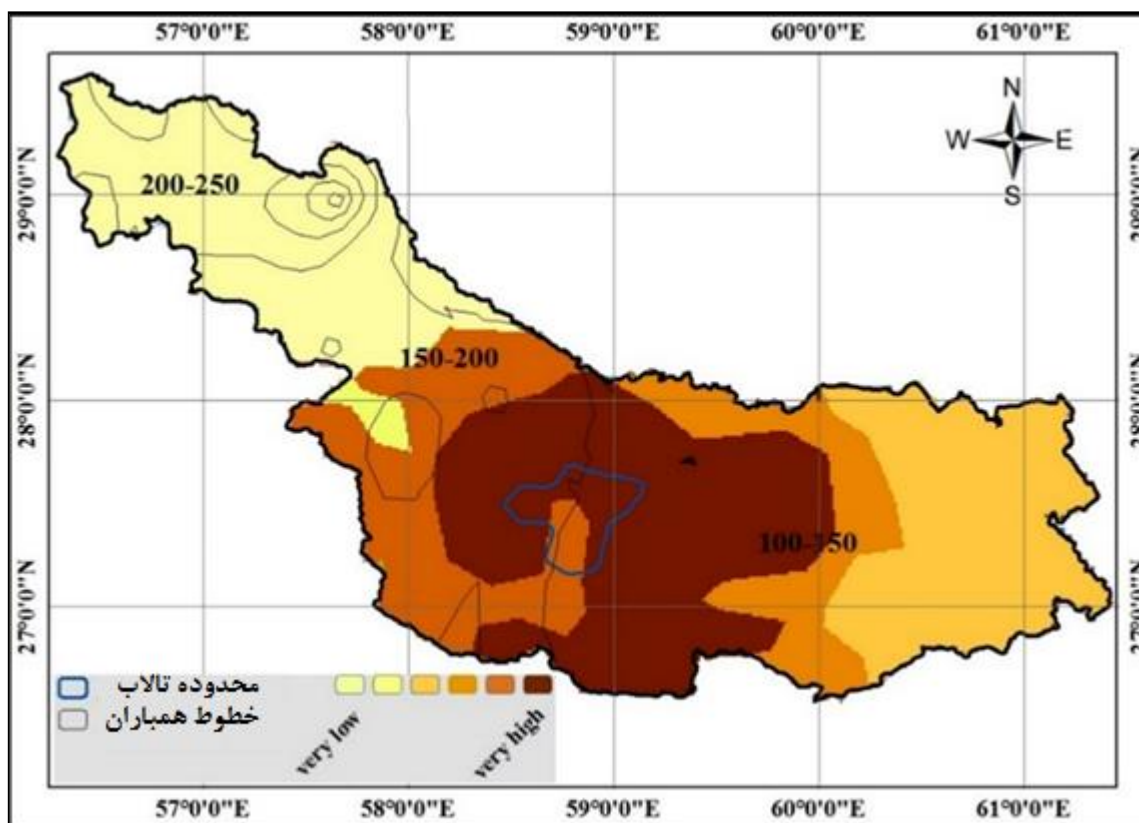
شکل ۸- سطح مقطع متوسط باد منطقه‌ای در بازه ۷۲ ساعته (سه روزه) از تاریخ ۲۰۱۶/۰۷/۳۱

گردوغباری در سطح حوضه انجام شد. بدین منظور ابتدا نقشه پهنه‌بندی شده این سه پارامتر با استفاده از روش کوکریجینگ (cokriging) در محیط جی. ای. اس تهیه و با قرار دادن این

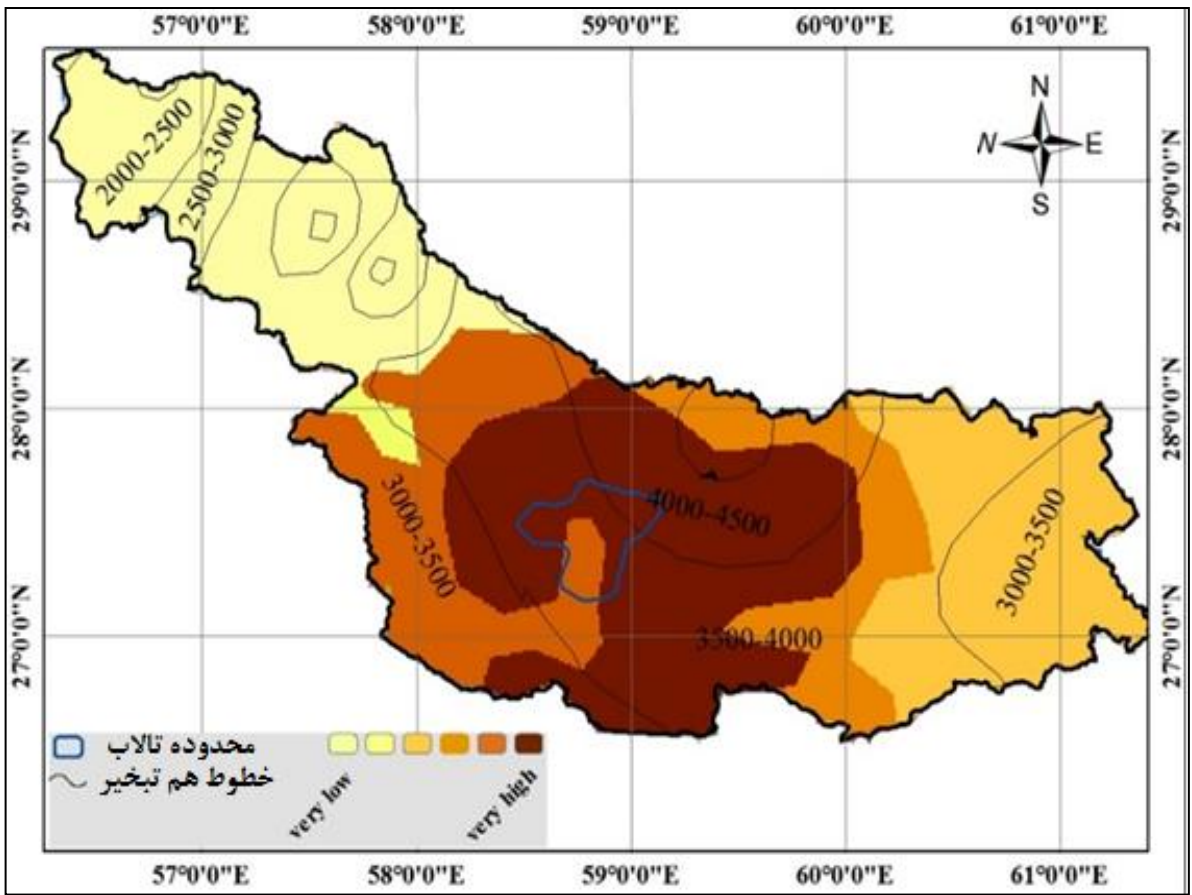
ارتباط پارامترهای اقلیمی و غلظت گردوغبار در حوضه بررسی‌ها روی تأثیرگذاری سه پارامتر اقلیمی بارش، دما و تبخیر بر الگوی مکانی گسترش غلظت‌های مختلف

بررسی تطبیقی نقشه‌های هم تبخیر و غلظت گردوغبار در حوضه (شکل ۹ ب) گویای این مسئله بود که بیشترین غلظت گردوغبار در مناطق مرکزی حوضه با تبخیر بالاتر از ۳۰۰۰ میلی‌متر رخ داده که شدت آن در مناطق با تبخیر بالاتر از ۴۰۰۰ میلی‌متر بیشتر از سایر مناطق بود و در مناطق غربی حوضه با تبخیر ۲۰۰۰-۳۰۰۰ میلی‌متر کمترین میزان غلظت گردوغبار مشاهده شد. نقشه‌های هم‌دما در سطح حوضه نیز نشان داد که بیشترین غلظت گردوغباری در مناطق با دمای میانگین سالانه بالاتر از ۲۶ درجه رخ داده که در مناطق با دمای بالاتر از ۳۱ درجه این غلظت بیشتر از سایر نقاط بود (شکل ۹ ج).

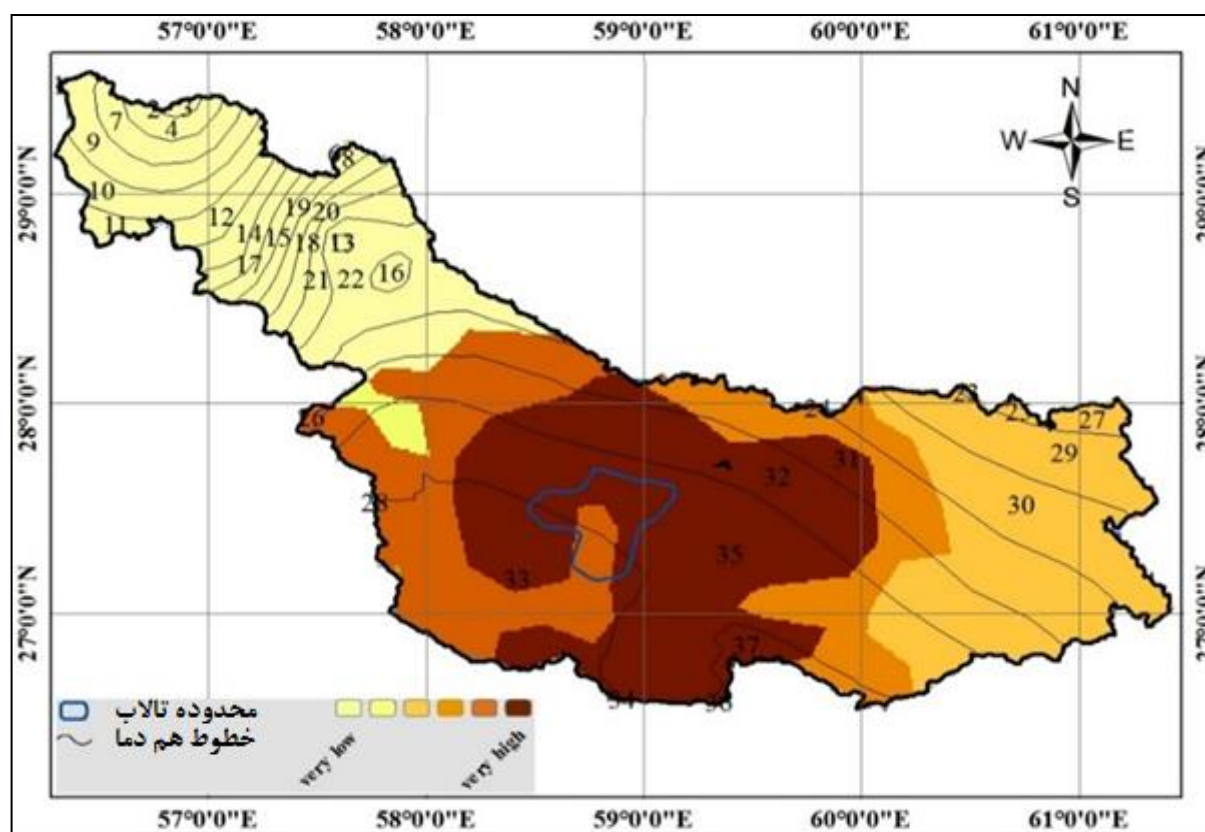
نقشه‌ها روی نقشه گسترش غلظت‌های مختلف گردوغباری در حوضه، تطابق مکانی و ارتباط این پارامترها با یکدیگر بررسی شد. بررسی تطبیقی نقشه‌های بارشی و گردوغباری (شکل ۹ الف) نشان داد که بیشترین غلظت گردوغبار در حوضه، در مناطق با بارندگی کمتر از ۱۵۰ میلی‌متر رخ داده که این نواحی بیشتر شامل نواحی مرکزی حوضه می‌شود که محل قرارگیری تالاب جازموریان است. ویژگی‌های خاص زمین‌شناسی و ژئومرفولوژی این ناحیه نیز می‌تواند در تشدید این پدیده تأثیرگذار باشد. در مناطق با بارندگی بالاتر از ۲۰۰ میلی‌متر یعنی در نواحی غربی حوضه کمترین غلظت گردوغبار مشاهده شد.



(الف)



(ب)



(ج)

شکل ۹- ارتباط بین پارامتر غلظت گردوغبار و بارش (الف)، تبخیر (ب) و دما (ج) در حوضه جازموریان

بحث

مراع تخریب شده، زمین‌های کشاورزی دیم رها شده، زمین‌های بدون پوشش و زمین‌های کشاورزی آبی هستند. Karegar و همکاران (۲۰۱۷) نیز با شبیه‌سازی و تحلیل عددی طوفان گردوغبار شدید شرق ایران بستر خشک تالاب‌های هامون را دارای حداکثر غلظت و به‌عنوان چشمه شناخته شده ذرات می‌دانند. نتایج این تحقیق همچنین با نتایج Rashki و همکاران (۲۰۱۳) و Kandakji و همکاران (۲۰۲۰) تطابق داشت.

بررسی وضعیت اقلیمی و بادهای منطقه‌ای در این مناطق نشان‌دهنده تأثیرپذیری وقوع گردوغبار از شرایط جوی منطقه از جمله وضعیت بارش، تبخیر، دما و ناپایداری جوی حاصل از توده‌های کم‌فشار هوا و باد است. خطوط برداری جریان‌ات در نقشه‌های سرعت منطقه‌ای حکایت از ایجاد هسته‌های

در این تحقیق با استفاده از خروجی‌های مدل NMMB/BSC-Dust پدیده گردوغبار و تغییرات مکانی آن در منطقه حوضه جازموریان شناسایی شده است. با توجه به نتایج، مدل برآوردی منطقی را از توزیع مکانی غلظت‌های گردوغبار در محدوده مطالعاتی نشان می‌دهد. با تولید نقشه‌های توزیع غلظت ذرات گردوغبار، مناطقی از حوضه که براساس شبیه‌سازی‌های انجام شده دارای حداکثر غلظت ذرات هستند، می‌توانند به‌عنوان چشمه‌های اصلی گسیل ذرات نیز تعیین شوند. یافته‌ها حکایت از انطباق محدوده‌های با حداکثر غلظت بر چشمه شناخته شده ذرات (بستر خشک تالاب جازموریان) دارد. مناطق حساس شناسایی شده بر پایه نوع کاربری بیشتر شامل تالاب‌ها و آبگیرهای خشک شده،

- northern Chihuahuan Desert, New Mexico, USA. *Environmental Fluid Mechanics*, 6: 241-275.
- Haustein, K., Pérez, C., Baldasano, J., Jorba, O., Basart, S., Miller, R., Janjic, Z., Black, T., Nickovic, S. and Todd, M. 2011. Atmospheric dust modeling from meso to global scales with the online NMMB/BSC-Dust model--Part 2: Experimental campaigns in Northern Africa. *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions*, 11(11): 30273-30331.
- Kandakji, T., Gill, T.E. and Lee, J.A. 2020. Identifying and characterizing dust point sources in the southwestern United States using remote sensing and GIS. *Geomorphology*, 353: 107019.
- Karegar, M.E., Bodagh Jamali, J., Ranjbar Saadat Abadi, A., Moenoddini, M. and Goshtasb, H. 2017. Simulation and Numerical Analysis of severe dust storms Iran East. *Jsaeh*, 3(4): 101-119 (In Persian).
- Khazaei, M. 2015. Drought and Dust Condition in the spring of 2015-Kermanshah Province. *Zagros Winter Journal of Kermanshah Provincial Meteorological Office*, 33, pp. 12 (In Persian).
- Mahowald, N.M., Baker, A.R., Bergametti, G., Brooks, N., Duce, R.A., Jickells, T.D. and Tegen, I. 2005. Atmospheric global dust cycle and iron inputs to the ocean. *Global Biogeochemical Cycles*, 19(4).
- Mahmood Abadi, M., Rajabpour, H. 2017. Study on the effect of initial soil moisture content on wind erosion rate using a laboratory wind tunnel. *Journal of Water and Soil Conservation*, 24(2): 167-183. (In Persian).
- Rashki, A., Arjmand, M. and Kaskaoutis, D.G. 2017. Assessment of dust activity and dust-plume pathways over Jazmurian Basin, southeast Iran. *Aeolian Research*, 24: 145-160.
- Rashki, A., Kaskaoutis, D.G., Goudie, A.S. and Kahn, R.A. 2013. Dryness of ephemeral lakes and consequences for dust activity: the case of the Hamoun drainage basin, southeastern Iran. *Science of the Total Environment*, 463: 552-564.
- Shahnoushi, M. and Jalalian, A. 2013. Dust crisis and drought impacts and wind erosion in Isfahan Gavkhouni Wetland, Third National Conference on Wind Erosion and Dust Storms, Yazd. Iranian Association of Desert Management and Control, Publisher, Place (In Persian).
- Tegen, I. 2006. Effects of atmospheric dust. *Encyclopedia of Quaternary Science*. Elsevier, Netherlands. Pp. 729-739.
- Wang, Y.-S., Wang, Y.-M., Lin, H.-H. and Tang, T.-I. 2003. Determinants of user acceptance of Internet banking: an empirical study. *International journal of service industry management*, 14(5): 501-519.
- Wang, S., Wang, J., Zhou, Z. and Shang, K. 2005. Regional characteristics of three kinds of dust storm events in China. *Atmospheric Environment*, 39(3): 509-520.
- Xuan, J., Sokolik, I.N., Hao, J., Guo, F., Mao, H. and دارای سرعت باد بالا روی این مناطق و در نتیجه وقوع پدیده گردوغبار در این تاریخها دارد. نتایج این یافته با تحقیقات Boloorani و همکاران (۲۰۲۰) مشابیهت داشت.
- با توجه به تخریب شدید سرزمین و به ویژه خشکیدگی تالاب جازموریان از یکسو و گسترش بیابان و ماسه‌های روان از سوی دیگر، باید برنامه کنترل مناطق مستعد وقوع غلظت‌های بالای گردوغبار شناسایی شده و به‌طور ویژه دنبال شود. همچنین با توجه به روند کاهش بارش و افزایش دما طی سال‌های اخیر باید برنامه‌ها و اقدامات لازم برای جلوگیری از گسترش روزافزون وسعت این مناطق اتخاذ گردد.
- برای مقابله با گردوغبار می‌توان با اجرای طرح‌های بهینه شامل احیای آب‌های سطحی و زیرسطحی، مالچ‌پاشی محل برداشت و کاشت نهال همزمان با مالچ‌پاشی، ساماندهی رودخانه‌ها، تالاب‌ها و منابع هیدرولیکی محل برای افزایش رطوبت خاک و در نتیجه چسبیدن ذرات خاک به هم و عدم جابه‌جایی آنها (در تحقیقات مشخص شده است با افزایش رطوبت ذرات رسی از ۱۰ درصد به ۱۵ درصد سرعت باد لازم برای انتقال ذرات از ۵ متر در ثانیه به حدود ۱۲ متر در ثانیه خواهد رسید (محمودآبادی و رجب‌پور، ۱۳۹۴) به نتیجه مناسب دست یافت.

منابع مورد استفاده

- Baddock, M.C., Bullard, J.E. and Bryant, R.G. 2009. Dust source identification using MODIS: a comparison of techniques applied to the Lake Eyre Basin, Australia. *Remote sensing of Environment*, 113(7): 1511-1528.
- Boloorani, A.D., Kazemi, Y., Sadeghi, A., Shorabeh, S.N. and Argany, M. 2020. Identification of dust sources using long term satellite and climatic data: A case study of Tigris and Euphrates basin. *Atmospheric Environment*, 224: 117299.
- Engelstaedter, S. 2001. Dust storm frequencies and their relationships to land surface conditions. *Freidrich-Schiller University press, Jena, Germany*, 340p.
- Groll, M., Opp, C. and Aslanov, I. 2013. Spatial and temporal distribution of the dust deposition in Central Asia-results from a long term monitoring program. *Aeolian Research*, 9: 49-62.
- Gillette, D.A., Herrick, J.E. and Herbert, G.A. 2006. Wind characteristics of mesquite streets in the

-Zarasvand, A., MOR, F. and Nazarpour, A. 2011. Mineralogical and morphological composition of dust forming particles in Khuzestan province relying on XRD analysis and imaging SEM Crystallography and Mineralogy of Iran, 19 (3) (In Persian).

Yang, G. 2004. Identification and characterization of sources of atmospheric mineral dust in East Asia. *Atmospheric Environment*, 38(36): 6239-6252.

-Yarnal, B. 1993. *Synoptic climatology in environmental analysis*. translated by Seyed Abolfazl Masoudian, First Edition, Isfahan, Isfahan University Press.

Identify susceptible areas to high dust concentrations and its synoptic investigation in Jazmourian basin

Z. Saieedifar¹, M. Rahimi^{2*}, S. Lotfinasabasl³, M. Khosroshahi³ and M.R. Yazdani¹

1- Faculty of Desert Studies, Semnan University, Semnan, Iran

2*-Corresponding author, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Semnan, iran

E-mail: mrahimi@semnan.ac.ir

3- Desert Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education, and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received: -01.02.2020

Accepted: 20.10.2020

Abstract

Dust storm become a widespread problem in numerous arid and semi-arid countries of the world. The main aim of this study is to identify the areas susceptible to high dust concentrations, investigating a number of factors affecting its formation (including wetland drying and soil moisture) and their coherence with synoptic factors (including climate maps and regional wind). The spatial distribution pattern of dust is an important variable in understanding the dust transport and implementing appropriate control strategies. The present study investigates the spatial distribution of dust in the Jazmourian basin using a simulation method with the NMMB / BSC-Dust model during a three-year period (from 2014 to 2016). For this purpose, several dust events in the Jazmourian basin were selected based on the visibility and dust codes, and the dust transfer route was monitored for up to 72 hours for this date. Finally, by overlaying the model images in these selective intervals, by the fuzzy method in ArcGIS environment, the map of areas disposed to high dust concentration in the basin were prepared. For each selected date, the SMAP satellite image was used to measure soil moisture. And, regional winds were investigated using the NCEP/NCAR model. The results of this study showed that the central part of the Jazmourian basin, which is the location of the Jazmourian wetland, had the highest dust concentration during the study period. In addition, a synoptic study of dust sustainable areas showed that in the dates of the dust occurrence, low-pressure and high wind speeds centers formed on the surface of the basin. The highest concentrations of dust were also observed in areas with precipitation less than 150 mm, evaporation over 3000 mm and temperatures above 26 °C.

Key words: dust concentration, NMMB/BSC-Dust model, zonal winds, soil moisture, wetland surface.