

شناسایی منابع تأمین کننده گردوغبار غرب خوزستان با استفاده از الگوریتم‌های بهبود یافته دمای روشنایی گردوغبار

نعمت مال امیری - دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

علیرضا راشکی^۱ - دانشیار گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

سیدرضا حسین زاده - دانشیار ژئومورفولوژی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

مهناز جهادی طرفی - استادیار ژئومورفولوژی، گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۹/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۶/۱۰

چکیده

گردوغبار را می‌توان یک پدیده طبیعی در نظر گرفت که در کشور ایران و به‌ویژه در استان خوزستان بروز آن در چند دهه اخیر دارای توالی بیشتری بوده است. بدین منظور در این پژوهش، شناسایی منابع تأمین کننده گردوغبارهای غرب خوزستان هدف‌گذاری گردید. بر این اساس از تصاویر ماهواره‌ای مودیس سنجده ترا برای استخراج شاخص بهبود یافته دمای روشنایی گردوغبار (BADI) در سه گردوغبار متوالی در زمستان ۱۳۹۶ و بهار ۱۳۹۷ (۲۰۱۸) بهره برده شد. نتایج شاخص بکار رفته روشن ساخت که مناطق مختلفی در داخل و خارج کشور تأمین کننده ذرات گردوغبار در غرب استان خوزستان می‌باشند. بر این اساس در اولین گردوغبار به تاریخ ۲۰۱۸/۱/۲۰ مشاهده شد که چشمه اصلی گردوغبار در نواحی خشک و بیابانی غربی استان در محدوده غرب شهرستان شوش و بستر خشک شده تالاب هورالعظیم در استان خوزستان می‌باشد. در گردوغبار متوالی بعدی (۲۰۱۸/۲/۲۰) فرسایش در بستر تالاب هورالعظیم و مناطق بیابانی در شمال سوسنگرد را می‌توان منبع اصلی ذرات گردوغبار قلمداد کرد. همچنین می‌توان مشاهده کرد که نواحی پراکنده در کشور عراق محدوده شهر بصره نیز در این گردوغبار مؤثر می‌باشند. در گردوغبار سوم در تاریخ ۲۰۱۸/۴/۲۳ بر اساس شاخص BADI دارای چندین هسته تراکمی می‌باشد و از نواحی بیابانی در کشور عربستان شروع و تا کشور کویت و نواحی جنوب غربی ایران و شرق عراق امتداد می‌یابد. همچنین در این پژوهش در محدوده‌های فضایی استخراج شده، نقاط برداشت ذرات گردوغبار به صورت دقیق‌تر با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای Meteosat8 و سنتینل ۳ تعیین شد که بارزترین منابع داخلی در

منطقه جفیر و تالاب هورالعظیم و نواحی خشک و بیابانی شهرستان شوش در قسمت غربی استان خوزستان می‌باشند. همچنین در مورد منابع خارجی بیابان‌های کشور عربستان در مناطق غرب ریاض و شرق مدینه (الذکری، الرقاع و البجادیه) و مناطقی بین کربلا و نف در کشور عراق در شکل‌گیری توده گردوغبار نقش مؤثری دارند.

کلیدواژه‌ها: گردوغبار، الگوریتم‌های بهبود یافته دمای روشنایی گردوغبار، تصاویر ماهواره‌ای، خوزستان.

۱- مقدمه

گردوغبارها یکی از مهم‌ترین مخاطرات طبیعی در جهان محسوب می‌گردد که وقوع فراوان و پرتکرار این پدیده در مناطق مختلف کره زمین به‌ویژه در محیط‌های خشک باعث بروز آسیب‌ها و خسارات متعددی به اکوسیستم‌های طبیعی و انسانی می‌شود (Blackwelder 1931, Pye 1987, Gill 1996, Goudie et al 2001, Washington et al 2006, Reynolds et al 2007, Hahnenberger et al 2014, Sweeney et al 2011, Rashki et al 2012&2013, Bromandi et al 2017). بر این اساس منابع گردوغبار را می‌توان محیط‌های رسوبی خشک و نیمه‌خشک در نظر گرفت که رسوبات آن‌ها به دلیل خشکی محیطی و شرایط مورفولوژیک و همچنین عدم پیوستگی رسوبات، آستانه‌های فرسایشی نسبتاً پایینی در برابر مکانیسم‌های مختلف اقلیمی دارند.

در کشور ایران بروز گردوغبار در چند دهه اخیر در مناطق مختلف دارای توالی بیشتری بوده است از جمله بارزترین این مناطق استان خوزستان می‌باشد که در سال‌های اخیر این پدیده طبیعی را تبدیل به یک بحران محیطی نموده است؛ بنابراین بر اساس بسیاری از مطالعات صورت گرفته (عزیزی و همکاران ۱۳۹۱، رضازاده و همکاران ۲۰۱۳، زراسوندی ۲۰۱۱ و ۲۰۰۹، عطایی و همکاران ۱۳۸۹، خوش‌اخلاق و همکاران ۱۳۹۱، باعقیده و همکاران ۱۳۹۲، ذوالفقاری و همکاران ۱۳۸۴) وجود مناطق خشک و بیابانی در همسایه‌های غربی و جنوبی کشور (مناطق خشک عراق و عربستان) را دلیل اصلی وقوع این پدیده در جنوب غرب ایران می‌دانند اما منابع داخلی گردوغبار در استان خوزستان در بروز این پدیده را نیز باید مد نظر قرار داد. در استان خوزستان به دلیل شرایط طبیعی از جمله خشکسالی‌های متوالی و کاهش منابع رطوبتی همچنین عوامل انسانی مانند خشک کردن پهنه‌های آبی و کاهش ورودی آب از بالادست رودخانه‌ها و بعلاوه طرح‌های عمرانی که مورفولوژی محلی را تغییر داده، پهنه‌های خشک مستعد فرسایش سطحی را به وجود آورده است. مبتنی بر این شرایط، ضروری است تا طوفان‌های گردوغبار را به‌موقع و دقیق شناسایی شوند

تاکنون روش‌های گوناگونی با ابزار متنوع برای شناسایی منابع گردوغبار ارائه و ارزیابی شده‌اند که از جمله مهم‌ترین آن‌ها استفاده از روش‌ها و تکنیک‌های سنجش از دور می‌باشد (De Jong et al 2011, Hahnenberger et al 2015, Tollerud et al 2014). تصاویر ماهواره‌ای با سری زمانی‌های متعدد و قدرت تفکیک طیفی و مکانی مناسب و پوشش سراسری این امکان را می‌دهد که گردوغبارها را در سطح وسیع‌تر و با دقت بیشتری مطالعه کرد

به‌ویژه استفاده از تصاویر MODIS به دلیل قدرت تفکیک طیفی و زمانی بالا، به‌طور گسترده‌ای برای تشخیص طوفان گردوغبار مورد توجه قرار گرفته است. بر این اساس، برای تشخیص طوفان‌های گردوغبار، تعداد شاخص‌های گردوغبار متعددی مبتنی بر تصاویر MODIS توسعه یافته‌اند (Baddock et al 2009, Qu et al 2006) که از جمله مؤثرترین آن‌ها استفاده از شاخص بهبود یافته دمای روشنایی گردوغبار (BADI) است. این شاخص با استفاده از باندهای مختلف و تفکیک طیفی گردوغبار از پدیده‌های محیطی دیگر (ابر، و درخشندگی سطح زمین) می‌تواند به صورت دقیق‌تری در تشخیص منابع گردوغبار و به‌خصوص مناطقی که بیشترین میزان گردوغبار را دارند کمک نماید. براین اساس در این مطالعه با استفاده از شاخص بهبود یافته دمای روشنایی گردوغبار، سه گردوغبار متوالی در زمستان و بهار سال ۱۳۹۶، و ۱۳۹۷ استان خوزستان پایش و منابع آن‌ها تعیین گردیده است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه این پژوهش شامل اراضی غرب استان خوزستان به موقعیت ریاضی $32^{\circ}8'62''$ تا $30^{\circ}57'26''$ عرض شمالی و $47^{\circ}43'21''$ تا $48^{\circ}32'29''$ طول شرقی را دربر می‌گیرد. از نظر تقسیمات سیاسی این محدوده دارای دو شهرستان شوش در شمال محدوده، و دشت آزادگان به مرکزیت شهر سوسنگرد در جنوب محدوده می‌باشد که دارای مرز مشترک با کشور عراق هستند. رودخانه کرخه مهم‌ترین شریان آبی منطقه است که با عبور از دشت‌ها و سرزمین‌های پست منطقه به تالاب هورالعظیم منتهی می‌شود. تالاب هورالعظیم بزرگ‌ترین پهنه آبی این محدوده به مساحت بیش از ۳۰۰ هزار هکتار را شامل می‌شود که یک سوم آن در محدوده سیاسی ایران و دو سوم آن متعلق به کشور عراق می‌باشد. این تالاب در چندین سال اخیر به دلایل طبیعی همچون خشکسالی‌های متوالی و فعالیت‌های انسانی به‌منظور استخراج نفت از بستر تالاب تغییرات مورفولوژیک فراوانی داشته است. همچنین از دیگر لندفرم‌های بارز این منطقه وجود ریگزار خوزستان به مساحت تقریبی ۱۲۸۳ کیلومتر مربع می‌باشد. تجزیه و تحلیل آمار بلندمدت شدیدترین بادها در ایستگاه اهواز و بستان نشان می‌دهد که راستای آن غربی و شمال غربی می‌باشد که توجیه کننده منشأ ماسه‌ها و تپه‌های ماسه‌ای که از ساحل دجله و بستر هورالعظیم انتقال یافته و موجب شکل‌گیری ریگ خوزستان شده است (مال امیری و همکاران، ۱۳۹۵، ۱۳۹۶)



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه

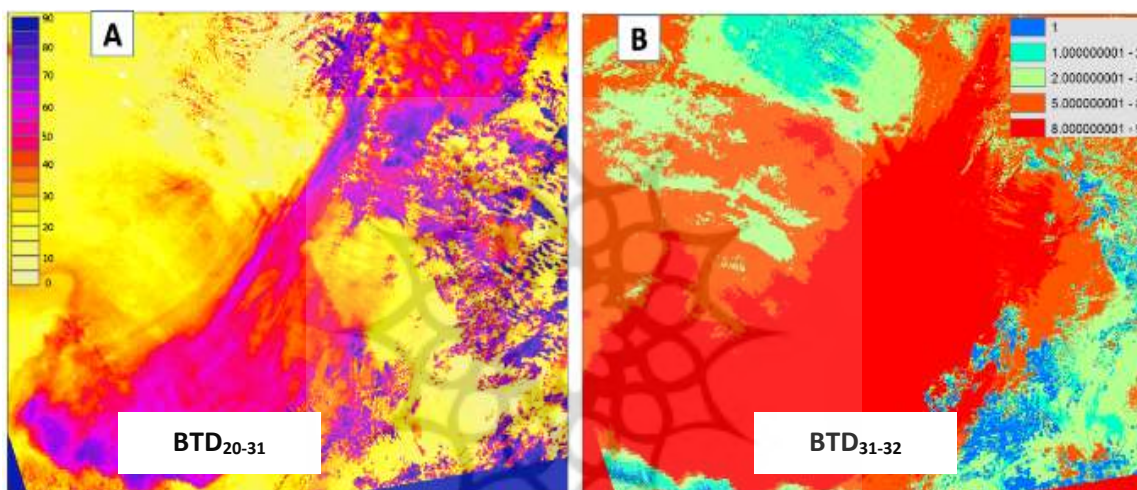
۲-۲- شاخص بهبود یافته دمای روشنایی گردوغبار (BADI)

در این تحقیق برای آشکارسازی گردوغبار از شاخص BADI استفاده گردید. به منظور بهره‌برداری از این شاخص ابتدا تصاویر ماهواره‌ای مودیس سطح ۱ B از آرشیو نوآ (<https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/search/>) دریافت گردید (جدول ۱).

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مودیس

ردیف	مشخصات تصاویر	سنجنده	تاریخ
۱	MOD021KM.A2018020.0705.061.2018020194120	ترا	۲۰۱۸/۱/۲۰
۲	MOD021KM.A2018050.0720.061.2018050193522	ترا	۲۰۱۸/۲/۱۹
۳	MYD021KM.A2018113.0950.061.2018114153107	ترا	۲۰۱۸/۴/۲۳

سپس این داده‌ها با استفاده از افزونه MODIS Conversion Toolkit در نرم‌افزار ENVI5.3.1 زمین مرجع گردید و تصحیحات هندسی بر روی آن‌ها صورت پذیرفت. همچنین با استفاده از تصاویر کالیبره شده، دمای روشنایی محاسبه شد؛ بنابراین دمای روشنایی سه باند (۲۰، ۳۱ و ۳۲) ماهواره مودیس می‌تواند به‌طور مؤثری گردوغبار را شناسایی کند. دمای روشنایی گردوغبار در باند ۳۲ بیشتر از باند ۳۱ است، بنابراین تفاوت بین دو باند^۱ (BTD 32-31) می‌تواند برای تمایز طوفان گردوغبار از پدیده‌های زمینی استفاده شود. بعلاوه باند ۲۰ به‌طور معمول دارای پراکندگی روبه‌جلو بیشتری نسبت به باند ۳۱ برای پیکسل‌های گردوغبار دارد؛ بنابراین، تفاوت بین دو باند (BTD 20-31) می‌تواند تراکم گردوغبار را نشان دهد (شکل ۲) (Ackerman et al 1989)



شکل ۲- A) الگوی فضایی اختلاف دمای روشنایی بین باند ۲۰ و ۳۱ (B) الگوی فضایی اختلاف دمای روشنایی بین باند ۳۱ و ۳۲

در ادامه بعد از استخراج شاخص اختلاف دمای درخشندگی (BTD) از شاخص BADI استفاده گردید تا به‌طور همزمان میزان و تراکم طوفان گردوغبار را شناسایی کنیم. BADI با استفاده از چهار مرحله زیر محاسبه می‌شود:

(۱) BTD_{20-31} برای نشان دادن تراکم گردوغبار استفاده می‌شود و به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$BTD_{31-20} = BT_{20} - BT_{31}$$

(۲) BTD_{31-32} برای نشان دادن میزان گردوغبار استفاده می‌شود و به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$BTD_{31-32} = BT_{32} - BT_{31}$$

(۳) شاخص گردوغبار دمای روشنایی (BDI) با تلفیق BTD_{20-31} و BTD_{31-32} به صورت زیر محاسبه

می‌شود:

¹ Brightness temperature difference

$$BDI = (BTD20-31)^a \times BTD32-31$$

BDI با استفاده از نرمال سازی BDI در محدوده ۱- تا ۱ محاسبه می شود:

$$BADI = \pi/2 \times \arctan(BDI/BDI_{0.95})$$

که در آن $BDI_{0.95}$ نشان دهنده ۹۵ درصد از توزیع داده BDI در یک طوفان معمول گردوغبار است.

در این پژوهش تمامی این مراحل در نرم افزار R STUDIO به صورت کدنویسی و استخراج الگوریتم‌ها مبتنی بر تصاویر ماهواره‌ای مودیس انجام شده است. بر این اساس شاخص بهبود یافته دمای روشنایی برای سه گردوغبار متوالی به تاریخ‌های ذکر شده در جدول ۱ در محدوده استان خوزستان استخراج گردیده است.

۲-۳- تعیین منابع گردوغبار

برای مشخص کردن منابع گردوغبار در تاریخ‌هایی که شاخص گردوغبار برای آن‌ها محاسبه شده ابتدا از تصاویر ماهواره‌ای Meteosat8 استفاده گردید. این تصاویر به صورت رنگ کاذب (RGB) در سایت سازمان جهانی هواشناسی به آدرس (<https://sds-was.aemet.es/>) موجود می‌باشد و بر اساس ساعت شروع گردوغبار مکان‌هایی که منتشر کننده ذرات گردوغبار هستند مشخص می‌گردند. در ادامه کار برای صحت سنجی و تعیین نقاط دقیق برداشت ذرات گردوغبار از سطح بستر محدوده‌های مورد مطالعه، از تصاویر ماهواره‌ای ستینل ۳ در همان تاریخ گردوغبارها استفاده گردید. بدین منظور این مراحل با استفاده از تولید الگوریتم‌ها و کدنویسی‌ها در سایت <https://code.earthengine.google.com> صورت پذیرفت. بر این اساس تصاویر ماهواره‌ای با تاریخ‌های مشخص با همدیگر همپوشانی شدند و نقاط دقیق فرسایشی در محدوده‌ها مورد مطالعه استخراج گردیدند

۳-۳- ارزیابی نتایج

۳-۱- الگوریتم دمای روشنایی گردوغبار

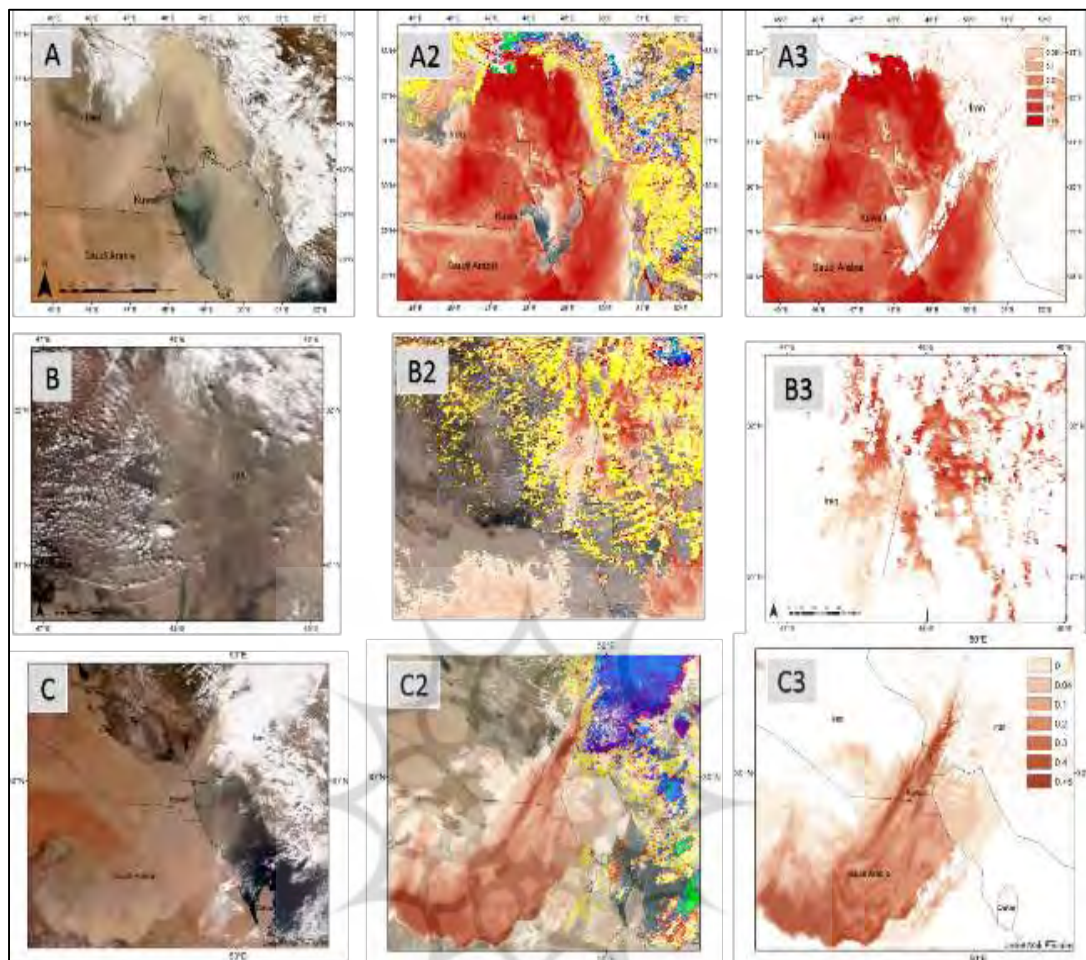
همان‌طور که در بالا گفته شد با توجه به داده‌های در دسترس، شاخص BADI در سه گردوغبار متوالی استان خوزستان استخراج گردید. تفسیر بصری خروجی BADI نشان داد که این روش تشخیص قادر است با توجه به میزان غلظت توده گردوغبار به‌طور مؤثر محل هسته‌های تراکمی توده طوفان‌های گردوغبار را شناسایی کند. بر این اساس با توجه به میزان غلظت توده گردوغبار نتایج نشان داد که در اولین گردوغبار به تاریخ ۲۰۱۸/۱/۲۰، تراکم اصلی گردوغبار در نواحی خشک و بیابانی غربی استان در محدوده غرب شهرستان شوش و بستر خشک شده تالاب هورالعظیم در استان خوزستان می‌باشد هرچند که نواحی خشک همجوار در کشور عراق و عربستان نیز دارای شرایط مشابه می‌باشند. این شرایط مؤید وقوع گردوغبار شدید در این مناطق می‌باشد که با توجه به توپوگرافی محدوده‌های مورد نظر که دارای سرزمین‌های هموار و عاری از پوشش گیاهی می‌باشد و به‌ویژه در جنوب و غرب استان خوزستان به دلیل انجام طرح‌های عمرانی و تسطیح اراضی و از بین بردن مورفولوژی محلی و همچنین از

دست رفتن رطوبت خاک (زهکشی اراضی) شرایط تشکیل توده‌های گردوغباری با حجم زیاد فراهم آورده است (شکل ۴، A&A2&A3). در گردوغبار متوالی بعدی که در حدود یک ماه بعد در زمستان به وجود آمد (۲۰۱۸/۲/۲۰) نتایج شاخص بهبود یافته دمای روشنایی گردوغبار نشان می‌دهد که فرسایش در بستر تالاب هورالعظیم و مناطق بیابانی در شمال سوسنگرد را می‌توان منبع اصلی ذرات گردوغبار قلمداد کرد. همچنین می‌توان مشاهده کرد که نواحی پراکنده در کشور عراق محدوده شهر بصره نیز در این گردوغبار مؤثر می‌باشند (شکل ۴، B&B2&B3). میزان این فرسایش و جابه‌جایی خاک سطحی براساس عملیات میدانی و شاخص گذاری و اندازه‌گیری ارتفاع شاخص‌ها بعد از گردوغبار، در این نواحی تقریباً یک سانتی‌متر اختلاف ارتفاع را در شاخص‌ها، بین دو گردوغبار متوالی نشان می‌دهد (شکل ۳).



شکل ۳- عملیات میدانی و اندازه‌گیری ارتفاع شاخص‌های کاشته در محدوده تالاب هورالعظیم

در گردوغبار سوم که شاخص BADI برای آن محاسبه شد در تاریخ ۲۰۱۸/۴/۲۳ یک توده گردوغباری بسیار بزرگ با حجم زیاد می‌باشد که بر اساس شاخص BADI دارای چندین هسته تراکمی می‌باشد و از نواحی بیابانی در کشور عربستان شروع و تا کشور کویت و نواحی جنوب غربی ایران و شرق عراق امتداد می‌یابد. هسته تراکمی اصلی این گردوغبار در ایران در محدوده غربی شهر اهواز و به سمت خرمشهر (جفیر) و همچنین جنوب سوسنگرد و نقاط مرزی مشترک با کشور عراق می‌باشد (شکل ۴، C&C2&C3).

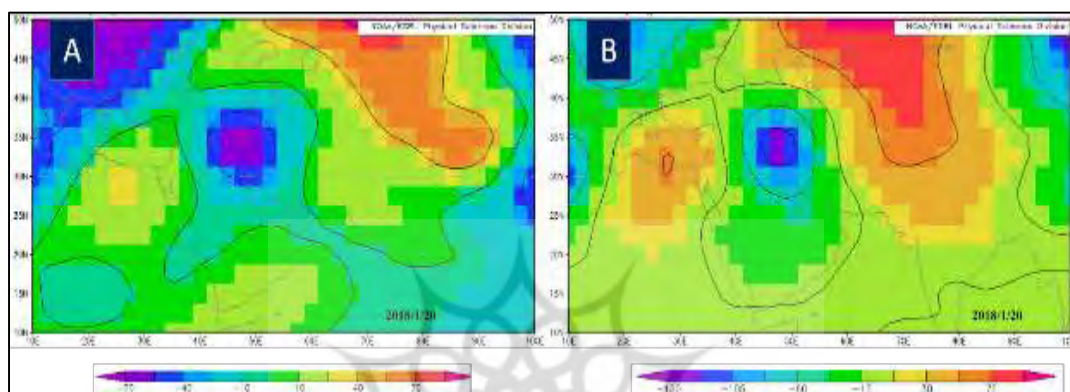


شکل ۴- استفاده از شاخص BADI برای سه رویداد گردوغبار، (A&B&C) تصویر ماهواره مودیس به تاریخ ۲۰۱۸/۱/۲۰، ۲۰۱۸/۲/۱۹، ۲۰۱۸/۴/۲۳ (A2&B2&C2) جداسازی توده گردوغبار از ابر، (A3&B3&C3) آشکارسازی توده گردوغبار با استفاده از شاخص BADI

۳-۲- تعیین منابع گردوغبار

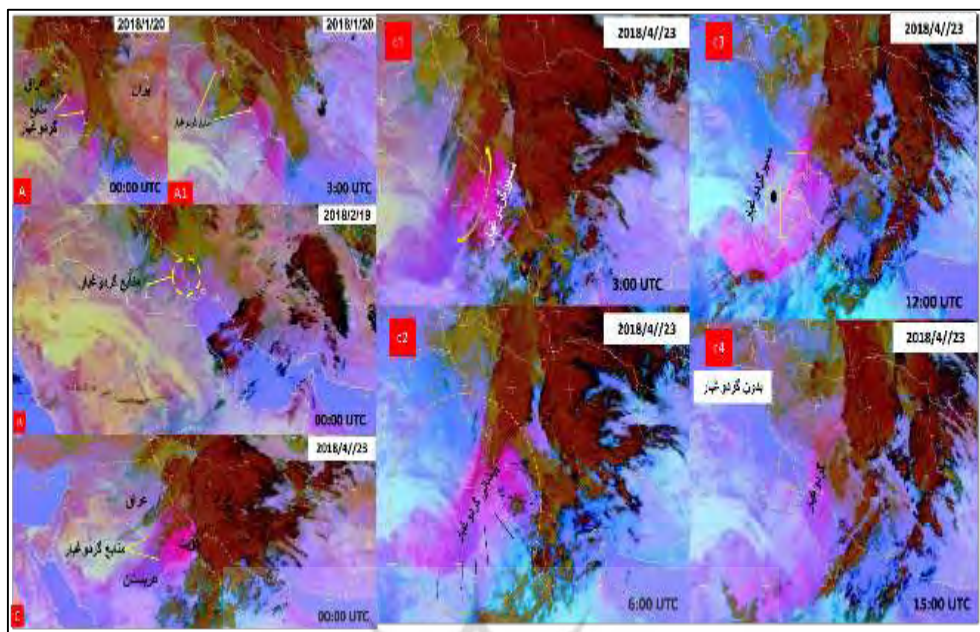
تعیین مناطق برداشت ذرات گردوغبار یک مرحله مهم برای مطالعه گردوغبارها و از لحاظ اهمیت اجرایی برای دستگاه‌های متولی دارای ارزش فراوانی می‌باشد. بدین منظور در این مطالعه با استفاده از شاخص BADI، بعد از شناسایی کلی مناطقی که دارای حجم زیاد گردوغبار می‌باشند از تصاویر ماهواره‌ای Meteosat8 در ساعت‌های متفاوت و متوالی استفاده شد و محدوده‌های برداشت ذرات از زمان شروع تا زمان گسترش توده گردوغبار تعیین فضایی گردید. مبتنی بر این امور، نتایج نشان داد که در گردوغبار تاریخ ۲۰۱۸/۱/۲۰ در ساعت شروع هسته اولیه با توجه به حرکت سیکلونی توده هوا که بر اساس داده‌های ژئوپتانسیل تراز میانی جو (500hPa و 700hPa) مورد

بررسی قرار گرفت نتایج نشان داد که سامانه‌های کم‌فشار بر روی محدوده مورد مطالعه فراگیر بوده است (شکل ۵) و کانون‌های داخلی گردوغبار در محدوده غربی کشور به‌خصوص در استان ایلام (محدوده شهرستان دهلران) و استان خوزستان (غرب شوش و محدوده هورالعظیم) شروع به فعالیت و موجب انتشار ذرات گردوغبار می‌شوند به‌نحوی که اکثر مناطق استان خوزستان و ایلام را گردوغبار دربرمی‌گیرد و همچنین در ادامه کانون‌های گردوغبار در بیابان‌های شمالی کشور عراق شکل می‌گیرد که موجب تشدید این توده گردوغبار می‌شود (شکل ۶، A&A1).



شکل ۵- سیستم‌های فشار براساس داده‌های ژئوپتانسیل تراز میانی جو (A) داده‌های ژئوپتانسیل تراز 700hPa (B) داده‌های ژئوپتانسیل تراز 500hPa

گردوغبار ۲۰۱۸/۲/۱۹ بر خلاف گردوغبار قبل می‌توان اذعان داشت که فرسایش خاک بستر هورالعظیم و محدوده‌های اطراف مانند جفیر و زمین‌های خشک جنوب استان عامل اصلی بروز این پدیده می‌باشد هرچند که بخش بزرگی از تالاب متعلق به کشور عراق می‌باشد ولی رودخانه کرخه از سمت غرب یکی از عوامل اصلی منابع تغذیه تالاب می‌باشد بنابراین در این پژوهش تالاب هورالعظیم به عنوان یک پدیده ژئومورفولوژیکی واحد در نظر گرفته شده است. (شکل ۶، B). در گردوغبار بعدی به تاریخ ۲۰۱۸/۴/۲۳ با توجه به روند حرکت و گسترش توده گردوغبار که دارای توده متمرکز (عربستان) همراه با یک بازوی کشیده به سمت شمال (ایران)، چندین منبع گردوغبار در شکل‌گیری آن دخیل می‌باشند اما منابع اصلی گردوغبار را می‌توان بیابان‌های عربستان (منطقه مرزی کویت و عربستان) و بیابان‌های شمال منطقه نجف و جنوب کربلا در کشور عراق دانست اما منشأ داخلی در محدوده هورالعظیم و مناطق جنوب غربی استان خوزستان در تشدید گردوغبار نیز مؤثر بوده‌اند. (شکل ۶، C).



شکل ۶- تصاویر ماهواره‌ای Meteosat8 در تاریخ‌های گردوغبار و ساعت‌های متوالی

در ادامه برای تعیین دقیق‌تر نقاط برداشت در محدوده‌های فضایی استخراج شده در تصویر ۶ از تصاویر ماهواره‌ای سنتینل ۳ استفاده گردید که نتایج آشکار ساخت در گردوغبار زمستان مورد مطالعه در این تحقیق (۲۰۱۸/۱/۲۰) محدوده شرق هورالعظیم (جفیر و اراضی جنوب بستان) و همچنین بیابان‌های غرب شوش نقش بسزایی در افزایش حجم و غلظت ریزگرد داشته‌اند به طوری که برخی از نقاط استخراجی در جدول ۲ مشخص گردیده است.

همچنین در گردوغبار تاریخ ۲۰۱۸/۰۴/۲۳ که دارای حجم بسیار گسترده‌ای می‌باشد همان‌طور که در بالا اشاره گردید منشأ آن از بیابان‌های عربستان می‌باشد. بر اساس آشکارسازی محل‌های برداشت نتایج مشخص کرد که سه منطقه در غرب ریاض و شرق مدینه (الذکری^۱، الرقیع^۲ و البجادیه^۳) در شکل‌گیری توده گردوغبار نقش مؤثری دارند (شکل ۷).

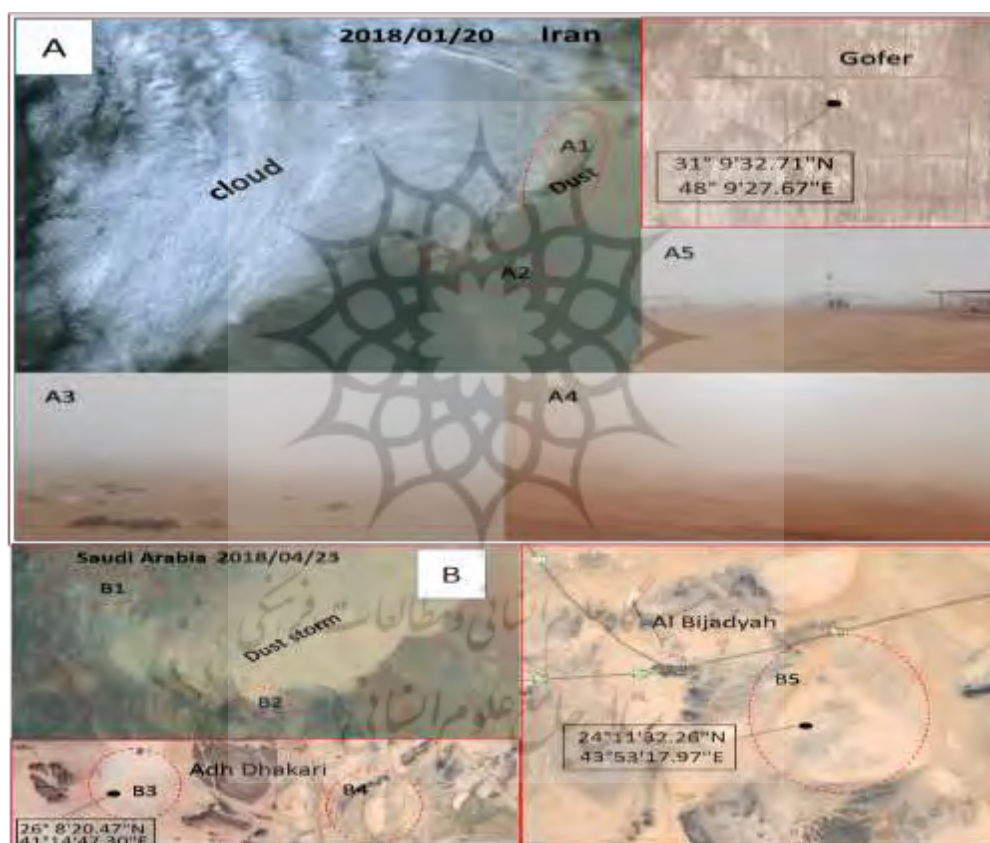
1 Adh Dhakari

2 Al-Raqqa

3 Al Bijadyah

جدول ۲- نقاط استخراجی برداشت ذرات گردوغبار در سه گردوغبار مورد مطالعه

کشور	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	محدوده	کشور	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	محدوده
ایران	31° 9'71"	48°8'.67"	جفیر	عربستان	24°11'.26"	43°53'.97"	البعجادیه
ایران	31° 9'.01"	48° 4'.1"	جفیر	عربستان	26°8'.47"	41°14'.30"	الذکری
ایران	31°10'.06"	48° 1'.04"	جفیر	عربستان	27° 2'.44"	46°59'.13"	العاذریه
ایران	31°14'.95"	47°51'.01"	تالاب	عراق	31°55'.29"	47°37'.39"	المشرح
ایران	31°11'.82"	47°50'.03"	تالاب	عراق	32°32'.31"	46°52'.86"	علی الغربی
ایران	31° 9'.72"	47°50'.92"	تالاب	عراق	32°24'.79"	43°56'.07"	کربلا



شکل ۷- همپوشانی تصاویر ماهواره‌ای سنتینل ۳ با تصاویر رنگ کاذب گوگل ارث، (A) تصویر ماهواره‌ای سنتینل ۳ از گردوغبار ۲۰/۱/۲۰۱۸، (A1&A2) محدوده‌های برداشت ذرات گردوغبار در جفیر و اطراف هورالعظیم، (A3&A4&A5) عکس‌های میدانی در تاریخ گردوغبار منطقه جفیر و هورالعظیم، (B) تصویر ماهواره‌ای سنتینل ۳ از گردوغبار ۲۳/۴/۲۰۱۸، (B1&B2) محدوده‌های برداشت ذرات گردوغبار در عربستان، (B3&B4&B5) محدوده‌های برداشت ذرات گردوغبار در عربستان مناطق الذکری، البعجادیه

۴- جمع‌بندی

یکی از مهم‌ترین مخاطرات محیطی پدیده گردوغبار می‌باشد که این پدیده در ایران و به‌ویژه در استان خوزستان تبدیل به بحران شده است. مبتنی بر این امر، در این پژوهش پایش گردوغبارها و استخراج منابع تأمین ریزگرد غرب خوزستان هدف‌گذاری گردید. بر این اساس با استفاده از الگوریتم‌های بهبود یافته دمای روشنایی گردوغبار (BADI) آشکار گردید که در سه گردوغبار متوالی بررسی شده در زمستان و بهار سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ مناطق مختلفی در داخل و خارج کشور تأمین‌کننده ذرات گردوغبار در غرب استان خوزستان می‌باشند؛ اما نکته دارای اهمیت فراوان این است که منابع داخلی گردوغبار به دلیل همجواری و نزدیکی به مناطق درگیر با پدیده گردوغبار (شهرها و روستاهای غرب خوزستان) قابلیت ایجاد طوفان‌های گردوغباری با شعاع دید پایین‌تر از ۱۰۰۰ متر را دارند که موجب آسیب‌پذیری بیشتر در مناطق می‌شود؛ بنابراین نتایج مشخص کرد که در گردوغبار به تاریخ ۲۰۱۸/۱/۲۰ (۱۳۹۶/۱۰/۲۹) بزرگ‌ترین منابع تأمین‌کننده ذرات گردوغبار در نواحی غربی استان در محدوده غرب شهرستان شوش و بستر خشک شده تالاب هورالعظیم و محدوده اطراف آن (مناطق خشک و بیابانی جفیر و پلایاهای جنوب بستان و هویزه) در استان خوزستان می‌باشد همچنین نواحی خشک همجوار در کشور عراق و عربستان نیز تأثیرگذار می‌باشند. این نتایج نیز برای دو گردوغبار متوالی بعدی نیز صادق است اما باید اشاره کرد که در گردوغبار تاریخ ۲۰۱۸/۴/۲۳ (منشأ اولیه و اصلی آن مناطق بیابانی کشور عربستان می‌باشند که در ادامه مناطق خشک کشور عراق و همچنین ایران نیز در گسترش آن اثرگذار بوده‌اند).

در ادامه با توجه به نیاز تعیین دقیق‌تر منابع گردوغبار از تصاویر ماهواره‌ای Meteosat8 و ستیل ۳ در ساعت‌های متفاوت و متوالی استفاده گردید (شکل ۶) که نتایج نیز مؤید صحت نتایج شاخص مورد استفاده در این تحقیق می‌باشد بنابراین چندین محل برداشت مشخص گردید که بارزترین آن‌ها منطقه جفیر و تالاب هورالعظیم در قسمت غربی استان خوزستان می‌باشند که از دلایل آن می‌توان به وجود خشکی محیطی و همچنین دگرگونی ژئومورفولوژیکی سطح زمین بر اثر فعالیت‌های عمرانی (تسطیح اراضی و زهکشی و جلوگیری از ورود آب به تالاب هورالعظیم) اشاره کرد. همچنین در مورد منابع خارجی به‌خصوص در گردوغبار بهار که نقش اصلی را دارند بیابان‌های کشور عربستان در مناطق غرب ریاض و شرق مدینه (الذکری، الرقاع و البجادیه) در شکل‌گیری توده گردوغبار نقش مؤثری دارند.

کتابنامه

- باعقیده، محمد؛ احمدی، حمزه؛ ۱۳۹۳. تحلیل مخاطره گردوغبار و روند تغییرات آن در غرب و جنوب غرب غرب ایران. فصلنامه علمی-پژوهشی *امداد و نجات*. سال ششم. شماره ۲. صص ۱-۱۶
- خوش‌اخلاق، فرامرز؛ نجفی، محمد سعید. زمانزاده، سیدمحمد. شیرازی، محمدحسن. صمدی، مهدی؛ ۱۳۹۲. بررسی ترکیبات بار گردوغبار در غرب و جنوب غرب ایران. *مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی*. شماره ۶. صص ۱۷-۳۶

- ذوالفقاری، حسن؛ عابدزاده، حیدر؛ ۱۳۸۷. تحلیل منشأ گردوغبارهای بوشهر و خوزستان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای. فصلنامه جنگل و مرتع. شماره ۷۸. صص ۴۸-۵۱
- عزیزی، قاسم؛ میری، مرتضی. نبوی، سید امید؛ ۱۳۹۱) ردیابی پدیده گردوغبار در نیمه غربی ایران. مطالعات جغرافیایی مناطق خشک. سال دوم. شماره هفتم. صص ۱۰۳-۱۱۸
- عطایی، هوشمند؛ احمدی، فریبرز؛ ۱۳۸۹. گردوغبار به عنوان یکی از معضلات زیست‌محیطی جهان اسلام، مطالعه موردی استان خوزستان. چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافیدانان جهان اسلام. دانشگاه پیام نور اصفهان
- مال امیری، نعمت؛ حسین زاده، سید رضا، خسروشاه آبادی، رؤیا؛ ۱۳۹۵. ارزیابی تغییرات مورفولوژیک تالاب‌ها در مناطق نیمه‌خشک با استفاده از سنجش از دور مطالعه موردی: تالاب هورالعظیم. چهارمین همایش ملی ژئومورفولوژی ایران. تهران
- مال امیری، نعمت؛ حسین زاده، سید رضا، خسروشاه آبادی، رؤیا؛ ۱۳۹۶. ارزیابی نظریه عدم تغییرات مکانی ریگزارها با استفاده از سنجش از دور. مجله مطالعات جغرافیایی مناطق خشک. دوره هفتم. شماره ۲۷. صص ۳۵-۲۳

- Ackerman S A. 1989. Using the radiative temperature difference at 3.7 and 11 μm to tract dust outbreaks. *Remote Sensing of Environment* 27(2): 129-133.
- Baddock MC, Bullard JE, Bryant RG., 2009. Dust source identification using MODIS: a comparison of techniques applied to the Lake Eyre Basin, Australia. *Rem. Sens. Environ.* 113, 1511-1528
- Blackwelder E. 1931. The lowering of playas by deflation. *American Journal of Science*, 221:140-144
- Broomandi P, Dabir B, Bonakdarpour B, Rashidi Y., 2017. Identification of dust storm origin in South -West of Iran. *Journal of Environmental Health Science & Engineering.* 15, 1-14. Doi: 10.1186/s40201-017-0280-4
- De Jong S, Addink E, van Beek L, Duijsings D., 2011. Physical characterization, spectral response and remotely sensed mapping of Mediterranean soil surface crusts. *Catena*, 86, 24-35.
- Gill T E. 1996. Eolian sediments generated by anthropogenic disturbances of playas: human impacts on the geomorphic system and geomorphic impacts on the human system. *Geomorphology* 17, 207-228
- Goudie A S, Middleton N J., 2001. Saharan dust storms: nature and consequences. *Earth-Sci. Rev.* 56, 179-204
- Hahnenberger M, Perry KD., 2015. Chemical comparison of dust and soil from the Sevier Dry Lake, UT, USA. *Atmospheric Environment.* 113, 90-97. Dio: 10.1016/ j.atmosenv. 2015. 04.054
- Pay K., 1978. *Aeolian Dust and Dust Deposits.* Harcourt Brace Jovanovich
- Qu JJ, Hao XJ, Kafatos M, Wang L. 2006. Asian dust storm monitoring combining terra and aqua MODIS SRB measurements. *Geosci. Remote Sens. Lett.* 3, 484-486
- Rashki A, Kaskaoutis D G, Goudie AS, Kahn RA., 2013a. Dryness of ephemeral lakes and consequences for dust activity: the case of the Hamoun drainage basin, southeastern Iran. *Sci. Total Environ.* 463-464, 552-564
- Rashki A, Kaskaoutis DG, Rautenbach C J, Eriksson P G, Qiang M, Gupta P., 2012. Dust storms and their horizontal dust loading in the Sistan Region, Iran. *Aeol. Res.* 5, 51-62

- Reynolds RL, Yount J C, Reheis M, Goldstein H, Chavez Jr P, Fulton R, Whitney J, Fuller C, Forester RM., 2007. Dust emission from wet and dry playas in the Mojave Desert, USA. *Earth Surf. Process. Landforms* 32, 1811- 1827
- Rezazadeh M, Irannejad P, Shao Y., 2013. Climatology of the Middle East dust events. *Aeol. Res.* 10, 103–109
- Sweeney MR, McDonald EV, Etyemezian V., 2011. Quantifying dust emissions from desert landforms, eastern Mojave Desert, USA. *Geomorphology* 135, 21-34. Doi: 10.1016/j.geomorph.2011.07.022
- Tollerud H, Fantle M S., 2014. The temporal variability of centimeter-scale surface roughness in a playa dust source: Synthetic aperture radar investigation of playa surface dynamics.
- Washington R, Todd MC, Engelstaedter S, Mbainayel S, Mitchell F., 2006. Dust and the low-level circulation over the Bode'le' Depression, Chad: observations from BoDEX 2005. *J. Geophys. Res.* 111, D03201. Doi: 10.1029/2005JD006502
- Zarasvandi A, Carranza EJM, Moore F, Rastmanesh F. 2011. Spatio-temporal occurrences and mineralogical–geochemical characteristics of airborne dusts in Khuzestan Province (southwestern Iran). *Journal of Geochemical Exploration* 111. Pp 138–151. Doi: 10.1016/j.gexplo.2011.04.004
- Zarasvandi A., 2009. Environmental impacts of dust storms in the Khuzestan province. Environmental Protection Agency (EPA) of Khuzestan province, Internal Report.375p.

