

پایش پدیده گردوغبار و بررسی همبستگی آن با پارامترهای دما و رطوبت (مطالعه موردی: استان خوزستان)

بهناز قادری^۱، زهرا عزیزی^{۲*}

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و GIS - دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست - دانشگاه آزاد اسلامی واحد

علوم و تحقیقات - تهران

behnaz.ghaderi@srbiau.ac.ir

^۲ استادیار دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست - دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات - تهران

zazizi@srbiau.ac.ir

(تاریخ دریافت مهر ۱۳۹۸، تاریخ تصویب بهمن ۱۳۹۸)

چکیده

بروز پدیده گردوغبار همواره در مناطق غرب و جنوب غربی کشور مشکلات فراوانی را برای ساکنان این مناطق فراهم کرده است، به تدریج گسترش یافته و به استان های دیگر از جمله پایتخت هم رسیده است. پدیده گردوغبار، معمولاً در نواحی خشک و نیمه خشک به فراوانی رخ می دهد. به منظور بررسی پدیده گردوغبار در استان خوزستان با استفاده از داده های سینوپتیک و داده های سنجش از دوری، روزهای گردوغباری ۲۰ ایستگاه سینوپتیک در مقیاس روزانه و بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۷ آنالیز گردید. داده های مادیس محصول MOD021KM مطابق با تاریخ روزهای گردوغباری اعلام شده در ایستگاه تهیه شد، به جهت تشخیص پدیده گردوغبار، روش تفسیر بصری و شاخص های گردوغباری TDI و پارامتر D اعمال شد. پس از تشخیص گردوغبار، همبستگی بین داده هایی با دید افقی کمتر از ۱۰۰۰ متر با پارامترهای هواشناسی دما و رطوبت نسبی به کمک روش رگرسیون مورد ارزیابی قرار گرفت. تحلیل همبستگی و رگرسیون نشان داد که پارامترهای هواشناسی کمترین همبستگی (R^2) را با دیدافقی و شاخص های گردوغبار دارند. همچنین نتایج نشان می دهد شاخص TDI نسبت به پارامتر D بهترین بارسازی در شناسایی پدیده گردوغبار داشته است. و با بررسی پارامتر دما، رطوبت و همبستگی آن ها با شاخص های TDI و D به این نتیجه می رسیم گردوغبار منشأ داخلی نداشته و زودگذر بوده است.

واژگان کلیدی: پدیده گردوغبار، ایستگاه سینوپتیک، داده های مادیس، سنجش از دور، تحلیل

۱- مقدمه

بروز پدیده‌ی گردوغبار در چند سال اخیر در مناطق غرب و جنوب غرب کشور همراه با مشکلات فراوانی برای ساکنان این مناطق بوده است، به تدریج گسترش یافته و به استان‌های دیگر از جمله پایتخت هم رسیده است. پدیده گردوغبار (که معمولا در نواحی خشک و نیمه و خشک به فراوانی رخ می‌دهد) مقدار زیادی از گردوغبار را با خود حمل می‌کند و فعالیت‌های روزانه انسانی و قابلیت دید را کاهش می‌دهد [۱].

براساس تعریف سازمان هواشناسی جهانی هرگاه سرعت باد از ۱۵ متر بر ثانیه تجاوز کند و در اثر آن حجمی از گردوغبار وارد اتمسفر شود به نحوی که میدان دید افقی به کمتر از یک کیلومتر (۱۰۰۰ متر) برسد، طوفان گردوغبار گزارش می‌شود. پدیده گردوغبار معمولا هرساله از اواخر بهار و تابستان رخ می‌دهد و در واقع ایجاد گردوغبار می‌تواند نوعی واکنش به تغییر پوشش گیاهی زمین باشد که در این رابطه نقش فعالیت‌های انسانی در کنار شرایط طبیعی محیط‌های جغرافیایی را باید در نظر داشت و در نتیجه پدیده گردوغبار متاثر از شرایط جوی و عناصر اقلیمی چون باد، بارندگی، دما، رطوبت نسبی، و همچنین عوامل سطح زمین مانند: پوشش گیاهی و فعالیت‌های انسانی می‌باشد [۲۵].

طوفان گردوغبار به عنوان رویدادی تکراری شونده در مناطق خشک و نیمه خشک جهان، از بلایای طبیعی به شمار می‌رود در اطراف عرض جغرافیایی ۴۰ درجه شمالی و جنوبی کره‌ی زمین بیشتر از سایر نقاط جهان رخ می‌دهد [۱۸].

از پیامدهای منفی این پدیده شامل خسارات‌های ناشی از بروز آفات و بیماری‌ها، افزایش تصادفات جاده‌ای به علت کاهش قدرت دید و نارسایی این مخاطره در حیات انسان شامل انواع بیماری‌ها از جمله برونشیت، آسم، آلرژی، صدمه به عملکرد دفاعی ماکروفاژها، صدمه به شش‌ها، ورم و آماس شبکه چشم، حساسیت‌های پوستی و ... می‌شوند. در محیط زیست شامل، آلودگی منابع آبی، تاثیر بر فرآیند فتوسنتز گیاه و کاهش عملکرد محصول می‌شود [۱۷]. تحقیقات در آمریکا نشان داده است که ارتباط مستقیمی بین ظاهر شدن غلظت‌های بالای ذرات موجود در هوا با افزایش مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی-عروقی، بیماری‌های تنفسی و سرطان ریه وجود دارد [۱۲] و [۱۳]. علاوه بر این موارد محیط زیست را دچار اختلال کرده و روند رشد گیاهان را کاهش داده است، این پدیده به شدت روی منابع طبیعی و پوشش گیاهی تاثیر مخربی دارد، به طوری که

در جنگل‌های بلوط غرب کشور بسته شدن روزنه‌ی برگ‌های این درختان در اثر افزایش غلظت ذرات گردوغبار باعث خشک شدن آن‌ها شده است [۲].

سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) ابزارهای توانمندی در بررسی زیست محیطی و مطالعات مکانی هستند، و پایش و پیش بینی عوامل متاثر بر محیط زیست کمک زیادی به ما خواهند کرد.

مژگان حمیدی سال ۱۳۹۶ در تحقیقی با عنوان "بررسی تغییرات کاربری و پوشش اراضی جنوب شرق ایران و تاثیر آن بر تشدید وقوع طوفان‌های گردوغبار با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای" با تهیه داده‌های سازمان هواشناسی، تعیین و انتخاب روزهای گردوغبار با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سنجنده مادیس طی دوره‌ای (سال‌های ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۶) بررسی شده است. برای آشکارسازی گردوغبار از شاخص آکرم TDI، BTM استفاده شده، سپس به منظور بررسی تغییرات در کاربری اراضی از تصاویر لندست (TM) استفاده گردیده همچنین با روش‌های طبقه‌بندی تغییراتی که طی طوفان‌های گردوغبار در کاربری اراضی و پوشش گیاهی ایجاد شده را تبیین نموده است [۳].

عبدویس و همکاران در تحقیقی در سال ۱۳۹۰ با بررسی تاثیر کاهش بارندگی بر فراوانی وقوع پدیده گردوغبار در استان خوزستان نشان داد که سال‌هایی با بیشترین تعداد روزهای همراه با طوفان گردوغبار در این استان با سال‌هایی با کمترین میزان بارندگی همراه است [۹].

در تحقیقی دیگر اسماعیل صباح و همکاران در سال ۲۰۱۲ به بررسی گردوغبار در کویت با سنجش از دور پرداخته است. در واقع هدف اندازه‌گیری عمق اپتیکی گردوغبار با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای Terra/Modis در بازه‌ی زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۷ بوده است. و علاوه بر تصاویر ماهواره‌ای از داده‌های هواشناسی مانند سرعت باد، دمای هوا، بخار آب، با استفاده از محدوده مادون قرمز حرارتی که نسبت به گردوغبار حساسیت بیشتری دارند. در نهایت به تجزیه و تحلیل پارامترها پرداخته و مقایسه‌ای بین آن‌ها انجام داده است [۱۹]. لی و همکاران نشان دادند که تعداد روزهایی با طوفان گردوغبار، کمتر از تعداد روزهای بادی در مونگولای چین است و این نشان می‌دهد که پیدایش و شدت این طوفان‌ها علاوه بر این، متاثر از شرایط اقلیمی مثل سرعت باد است. همچنین متاثر از ویژگی‌های سطح زمین مثل پوشش گیاهی، مقدار رطوبت خاک و غیره نیز می‌باشد [۲۴].

تفکیک رادیومتریکی بالا بوده و بازه‌ی وسیعی از انرژی تابشی محدوده مرئی و نامرئی را پوشش می‌دهد تا در بررسی طوفان‌های گردوغبار مورد استفاده قرار گیرد [۱۱].

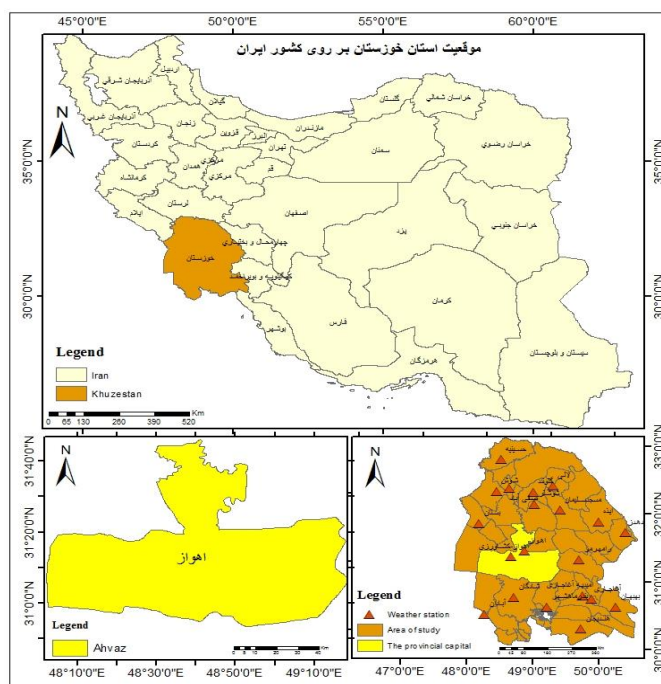
۲- مواد و روش

۲-۱- منطقه‌ی مورد مطالعه

استان خوزستان در محدوده‌ی ۴۷ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ و ۲۹ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی از خط استوا قرار دارد. از نظر تعداد جمعیت دارای ۴,۷۱۰,۵۰۶ نفر می‌باشد و شهر اهواز مرکز استان خوزستان می‌باشد. گستردگی استان خوزستان، تنوع ارتفاعی و نیز وجود گستره‌ی آب‌های خلیج فارس در بخش جنوبی آن، اقلیم‌های متنوع و گوناگونی در سرتاسر استان قابل شناسایی است که در شکل‌گیری آن‌ها دو دسته عوامل تحت عنوان سازندهای اصلی و فرعی اقلیمی موثرند. سازندهای اصلی اقلیمی شامل فاکتور ارتفاع، عرض جغرافیایی، منابع رطوبتی، توده‌های هوا و سیستم‌های هواشناسی بوده و عوامل فرعی نظیر فعالیت‌های کشاورزی، پوشش گیاهی، فعالیت‌های صنعتی و معدنی و نظایر آن‌ها می‌باشد. (سازمان هواشناسی کشور سال ۱۳۸۰، ۲۵)

کریستوفر و جونز^۱ در سال ۲۰۱۰ برای تشخیص طوفان‌های گردوغبار از ماهواره Terra سنجنده مادیس استفاده نمودند زیرا از نظر مکانی و هم از نظر زمانی در بررسی پدیده‌های زودگذر گردوغبار مناسب‌تر است. در واقع میزان عمق نوری AOD^۲ گردوغبار را با استفاده تصاویر ماهواره‌ای بدست آورده و با ایستگاه‌های زمینی (Aeronet) مقایسه کرده و به این نتیجه رسیده است که ضخامت عمق نوری در فصل‌های بهار و تابستان به بیشترین مقدار خود می‌رسد. زینگ کویی وقایع طوفان‌های گردوغبار و خصوصیات سطح زمین را مورد مطالعه و بررسی قرار داد او در بررسی خود ارتباط معنی‌داری بین وقایع طوفان‌های گردوغبار و دیگر پارامترهای اتمسفری مانند بارندگی و دما مشاهده کرد. به علاوه خصوصیات پوشش سطح زمین (پوشش گیاهی، بارش برف و بافت خاک)، در رخداد طوفان‌های گردوغبار اثرگذار معرفی نمود، وی دریافت که بارش به شکل جامد مستقیماً بر این گونه رخدادها تاثیر دارد [۲۰-۲۳].

تصاویر ماهواره‌ای به دلیل پوشش وسیع و ویژگی‌های طیفی مناسب، توانایی تشخیص این ذرات معلق را داشته است و بخوبی می‌توانند مسیر انتشار و حرکت آنها را نشان دهند. برای تشخیص پدیده‌ی گردوغبار، تصاویر ماهواره‌ای با پوشش وسیع و تکرار زیاد همراه با باندهای طیفی بالا نیاز است، سنجنده مادیس از ماهواره ترا و آکوا دارای توان



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی استان خوزستان

^۱ Sunder A. Christopher-Thomas A Jones

^۲ Aerosol optical depth

۲-۲- داده‌های مورد استفاده‌ی پژوهش

۲-۲-۱- تصاویر ماهواره‌ای مادیس

گردوغبار پدیده‌ای زودگذر و دینامیک می‌باشد و چون فاصله زیادی را طی می‌کند، اثرات منفی خود را بر تمام مناطق اطراف خود می‌گذارد، باید از تصاویری استفاده کنیم که قدرت تفکیک مکانی متوسط و قدرت تفکیک زمانی کمتری دارا باشد. سنجنده‌ی مادیس به روی ماهواره AQUA و TERRA قرار دارد، بهترین گزینه برای مطالعات پدیده‌های طبیعی مانند گردوغبار می‌باشد. سنجنده MODIS به علت پوشش روزانه، قدرت تفکیک مکانی بالا، مقرون به صرفه بودن، دسترسی آسان و رایگان در تشخیص و پایش گردوغبار بیشترین استفاده را دارا می‌باشد [۱۴]. سنجنده مادیس دارای ۳۶ باند طیفی در محدوده‌ی طیفی ۰٫۴ میکرومتر با قدرت تفکیک طیفی متفاوت می‌باشد، قدرت تفکیک مکانی مادیس برای باندهای ۱ و ۲، ۲۵۰ متر و برای باندهای ۳ و ۷، ۵۰۰ متر

همچنین ۱۰۰۰ متر برای باندهای ۸ تا ۳۶ می‌باشد. تصاویر دریافتی این ماهواره هر دو روز یک بار کره زمین را پوشش می‌دهد و دارای حساسیت رادیومتریکی بالا (۱۲ بیت) می‌باشد [۱۶]. سنجنده مادیس با داشتن باندهای چند طیفی، تفکیک مکانی و زمانی مناسب، داده‌های با کیفیت بالایی را جهت پایش طوفان‌های گردوغبار فراهم می‌کند [۱۴].

جدول ۱- تاریخ روز و سال تصاویر سنجنده MODIS مورد استفاده در محدوده‌ی مورد مطالعه (خوزستان)

ردیف	MODIS	تاریخ تصاویر مورد استفاده در پژوهش	ساعت (hrs.)
1	Terra	2010/07/21 1389/04/30	10.30
2	Terra	2012/06/17 1391/03/28	10.30
3	Terra	2015/08/02 1394/06/11	10.30
4	Terra	2017/06/22 1396/04/1	10.30

۲-۲-۲- داده‌های سینوپتیک

داده‌های سینوپتیکی مورد استفاده در این پژوهش استفاده از ۲۰ ایستگاه سینوپتیک در استان خوزستان شامل پارامترهای دما، رطوبت نسبی و دید افقی کمتر ۱۰۰۰ متر در نهایت روزهای گردوغباری در سال، توسط مرکز پردازش سازمان داده هواشناسی کشور تهیه شده است. ثبت پدیده ها در ایستگاه‌های سینوپتیک کشور در ۸ نوبت در ساعات (۰۰، ۰۳، ۰۶، ۰۹، ۱۲، ۱۵، ۱۸، ۲۱) صورت می‌پذیرد. به

هر پدیده اتفاق افتاده در روز یک کد شناسه از اعداد (۰ تا ۹۹) داده می‌شود. در مورد وجود گردوغبار معلق در هوا که در اثر طوفان شن و خاک خارج از ایستگاه به ایستگاه آمده است و پایداری دارد، کد (06= WW) در کنار آن ساعات دیدبانی در نظر گرفته می‌شود. بازه‌ی زمانی مورد ارزیابی و بررسی پژوهش سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۱۲-۲۰۱۵ و ۲۰۱۷ می‌باشد، در تحقیق حاضر از داده‌هایی استفاده شده که شروط زیر را دارا باشد:

الف. دارای دید افقی کمتر از ۱۰۰۰ متر، سرعت باد ۱۵ متر بر ثانیه و کد ۰۶ ثبت شده در ایستگاه سینوپتیک.
ب. طوفان گردوغبار در بیشترین ایستگاه‌ها دیده شده باشد.

ج. همخوانی ساعات ثبت پدیده گردوغبار در ایستگاه‌های سینوپتیک با زمان تصویربرداری سنجنده مادیس (MODIS).

۲-۳- روش مورد استفاده

پس از مشخص نمودن روزهای گردوغباری همراه با دید افقی کمتر از ۱۰۰۰ متر، تصاویر ماهواره‌ای روز را دانلود می‌کنیم. تصاویر مورد استفاده، مربوط به ماهواره Terra و سنجنده مادیس بوده است. امکان دسترسی پژوهشگران به تصاویر مادیس (MODIS) در ماهواره‌های TERRA و AQUA از طریق سایت NASA و USGS فراهم می‌باشد. تصاویر سنجنده مادیس مربوط به روزهای دارای گردوغباری از سایت <https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/search/ord> (er/1/MOD021KM--61) اخذ گردید. داده‌های دریافتی از سایت ذکر شده به فرمت (HDF) می‌باشد. این فرمت توانایی ذخیره شناسنامه داده‌ها (Data Profile) یا مشخصات داده، ذخیره مجموعه داده‌های چند بعدی و توانایی بدست آوردن شاخص AOD را دارد.

AOD در واقع یک پارامتر مهم در مطالعه ذرات معلق طوفان‌های گردوغبار می‌باشد، یک کمیت وابسته به طول موج است که به معنای کاهش نور در واحد طول بر روی مسیر مشخص تعریف می‌شود. مسیر نوری نام برده در واقع فاصله عمودی از سطح زمین تا قسمت فوقانی جو است. مقدارهای AOD می‌تواند بسته به تراکم ذرات معلق و نیز ویژگی‌های آن ذرات متفاوت باشد [۲۱].

ب- اعمال پارامتر D

این پارامتر ویژگی‌های بازتابندگی و نیز اختلاف دمای درخشندگی باندهای دمایی را با یکدیگر تلفیق می‌کند. و جهت تشخیص و جداسازی ابرهای سیروس از گردوغبار در تحقیقات خاصی استفاده می‌شود [۲۲].

$$D = \exp \{ -[r \cdot a + (btd - b)] \} \quad (2)$$

در این رابطه، r نسبت بازتابندگی بین طول موج های ۰/۵۴ و ۰/۸۶ میکرومتر (۵۴/۰/۸۶ میکرومتر) است و BTD اختلاف دمای درخشندگی بین باندهای ۱۱ و ۱۲ میکرومتر، a و b ضرایب ثابتی هستند که توسط کالیبره کردن بدست می‌آیند [۲۲].

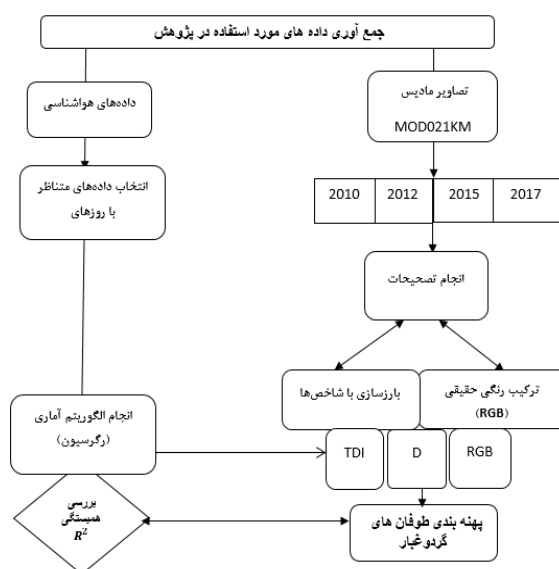
روسکونسکی و لیو با قرار دادن پارامتر a و b به ترتیب ۰/۸ و ۲ نشان دادند که پارامتر با حد آستانه ۱ می‌تواند ریزگردهایی با عمق نوری کمتر از ۰/۲ را شناسایی کند، همزمان ابرهای سیروس را نیز جدا می‌کند [۲۲].

۲-۳-۲- شناسایی پدیده‌ی گردوغبار

شاخص مادون قرمز (TDI) که براساس تحقیقات صورت گرفته در منابع آستانه‌ای برای این شاخص تعریف نشده است. و با مقایسه پیکسل به پیکسل تصویر بازسازی شده با ترکیب رنگی واقعی (۳ و ۴) محدوده‌ی پیکسل‌های گردوغبار از غیر آن مشخص گردید. اعمال شاخص TDI به روی تصاویر منطقه مورد مطالعه و مقایسه‌ی آن با تصویر ترکیب رنگی واقعی نشان می‌دهد، این شاخص برای بازسازی گردوغبار مناسب بوده است و پیکسل‌های گردوغبار را به شکلی جداگانه نمایان ساخته است.

اما در پارامتر D ویژگی‌های بازتابندگی و نیز اختلاف دمای درخشندگی باندهای دمایی را با یکدیگر تلفیق می‌کند. روسکونسکی و لیو با قرار دادن پارامتر a و b به ترتیب ۰/۸ و ۲ نشان دادند، که پارامتر با حد آستانه ۱ می‌تواند ریزگردهایی با عمق نوری کمتر از ۰/۲ را شناسایی کند، همزمان ابرهای سیروس را نیز جدا می‌کند. در این پژوهش پارامتر D به خوبی توانسته گردوغبار و ریزدگرها را با عمق نوری کمتر از ۰/۲ را شناسایی و نمایان سازد. و گردوغبار را رنگ دیگر کلاسنبدی نماید [۲۲].

جهت پایش پیکسل‌های حاوی گردوغبار از روش‌های ترکیب رنگی کاذب و شاخصها استفاده گردید. تا بتوان پایش طوفان‌های گردوغبار را انجام داد.



شکل ۲- مراحل الگوریتم تحقیق

۲-۳-۱- ترکیب رنگی حقیقی (RGB) و شاخص‌های

گردوغبار D و TDI

برای شناسایی گردوغبار روش‌های مختلفی وجود دارد: معمول‌ترین روش شناسایی، روش بصری با استفاده از ترکیب رنگی‌های حقیقی می‌باشد [۱۵]. ترکیب رنگی استفاده شده‌ی پژوهش، ترکیب ۱(R)، ۳(G) و ۴(B) می‌باشد، منطقه‌ی گردوغباری را به صورت توده‌ای با رنگ نارنجی و زرد نمایش می‌دهد. از تصویر رنگی واقعی مادیس ما گسترده‌ی طوفان‌های گردوغباری را می‌توان تشخیص داد.

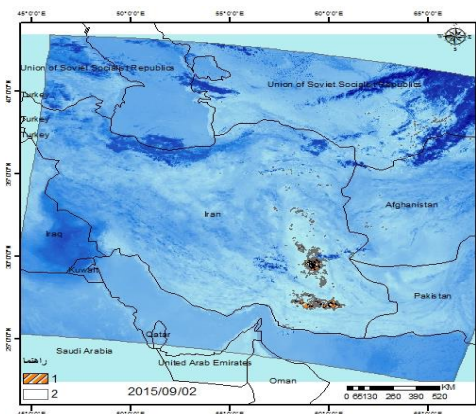
روش دیگر شناسایی استفاده از شاخص‌های گردوغباری می‌باشد. شاخص‌های مورد استفاده برای شناسایی گردوغبار TDI و D می‌باشد.

الف- اعمال شاخص Thermal Infrared Dust (TDI) Index) بروی تصاویر منطقه مورد مطالعه و مقایسه آن با تصویر ترکیب رنگی واقعی نشان می‌دهد که این شاخص برای بازسازی گردوغبار مناسب بوده است و پیکسل‌های گردوغبار را به شکلی جداگانه نمایان ساخته است [۸].

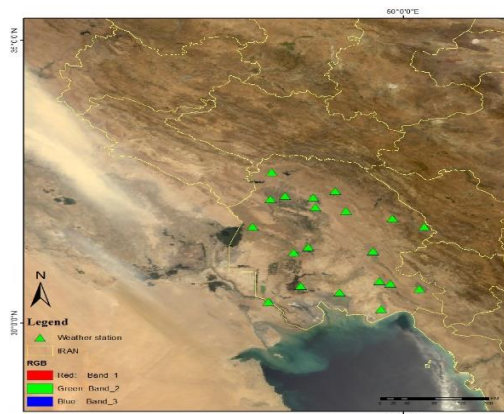
$$TDI = C_0 + C_1 * BT_{20} + C_2 * BT_{30} + C_3 * BT_{31} + C_4 * BT_{32} \quad (1)$$

جدول ۲- ضرایب و مقادیر شاخص (TDI)

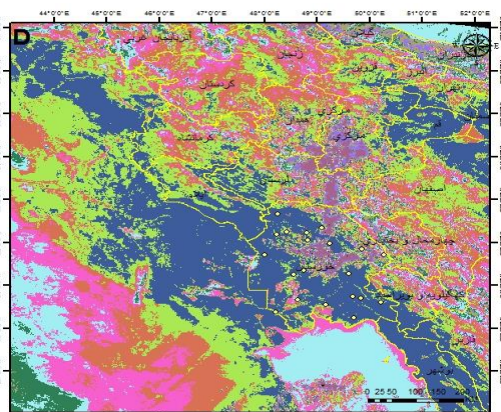
ضرایب	C0	C1	C2	C3	C4
مقادیر	-7.9370	0.1227	0.0260	-0.7068	0.5883



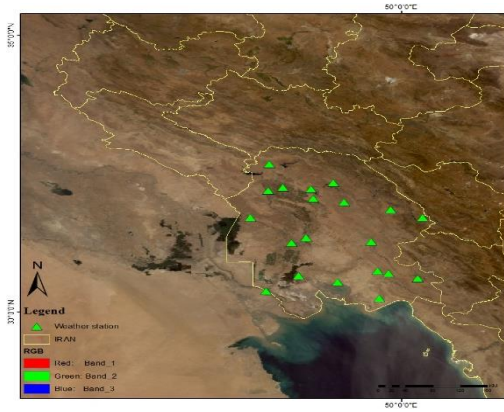
شکل ۷- بارزسازی گردوغبار با شاخص D سال ۲۰۱۵



شکل ۳- ترکیب رنگی حقیقی (۳و۱،۴) تاریخ ۲۰۱۰-۰۷-۲۱



شکل ۸- بارزسازی گردوغبار با شاخص D سال ۲۰۱۲

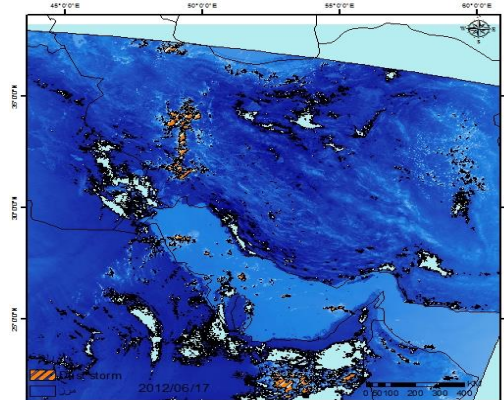


شکل ۴- ترکیب رنگی حقیقی (۳و۱،۴) تاریخ ۲۰۱۷-۰۶-۲۲

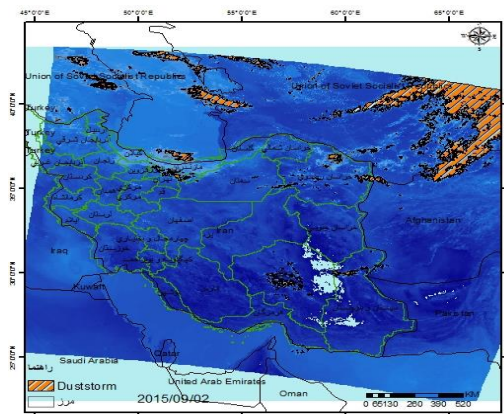
۲-۴- بررسی همبستگی شاخص‌های گردوغباری با متغیرهای مستقل (پارامترهای هواشناسی)

بررسی ارتباط متقابل دو متغیر تصادفی از تحلیل همبستگی حاصل می‌شود. همبستگی خطی که توسط پیرسون آماردن انگلیسی معرفی شده است، معیاری از شدت وابستگی متغیر را به دست می‌دهد. هرچه R به صفر نزدیک باشد رابطه‌ی خطی خیلی ضعیفی و هرچه به ۱ و ۱- نزدیکتر باشد رابطه‌ی خطی قوی‌تر است و همچنین ضریب همبستگی مثبت نشان می‌دهد، با افزایش مقدار یکی از متغیرها مقدار حاصل متغیر دیگر افزایش می‌یابد و همبستگی منفی نشان می‌دهد که با افزایش مقدار یکی از متغیرها، مقدار حاصل از متغیر دیگر کاهش می‌یابد [۵].

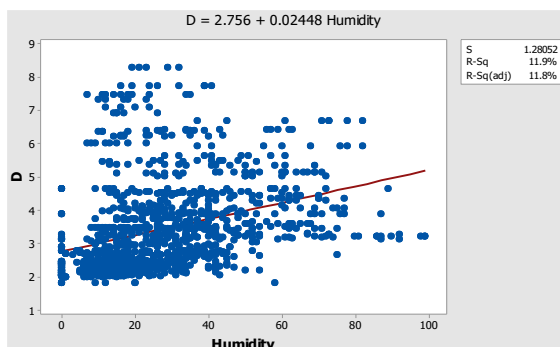
در این بخش میزان همبستگی و رابطه‌ی بین شاخص‌های گردوغبار با پارامترهای هواشناسی (دما و رطوبت) را نشان می‌دهد. با توجه به شکل‌های ذیل می‌توان دریافت که رابطه‌ی کدام شاخص گردوغباری (D، TDI) با پارامترهای هواشناسی (دما، رطوبت) بیشترین و کمترین همبستگی را دارد. با توجه به اینکه داده‌ها مربوط به فصل



شکل ۵- بارزسازی گردوغبار با شاخص TDI سال ۲۰۱۲



شکل ۶- بارزسازی گردوغبار با شاخص TDI سال ۲۰۱۵



شکل ۱۲- همبستگی شاخص D با رطوبت نسبی

۳- اعتبارسنجی در مدل رگرسیونی

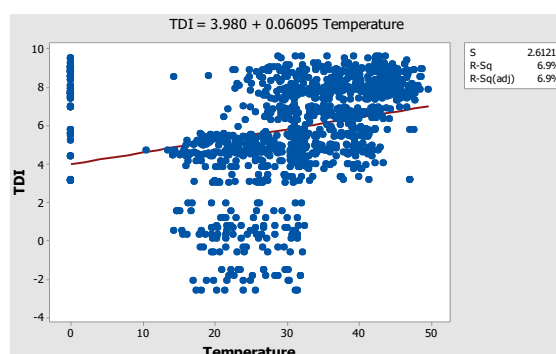
بزرگ بودن ضرایب R و R^2 همواره به معنی مناسب بودن مدل رگرسیونی نمی‌باشند. زیرا ممکن است مدلهایی با مقادیر بالایی از R و R^2 برای برآوردها و پیش‌بینی ضعیف باشند، این امر اعتبارسنجی مدل را قبل از بکارگیری آن‌ها ضروری می‌سازد [۶]. اعتبار حقیقی روابط رگرسیونی وابسته به تطابق آن با فرض‌های زیر بنایی تجزیه‌ی رگرسیونی می‌باشد. این فرض عمدتاً مرتبط با خطاها (باقی مانده‌ها) بوده است و شامل صفر بودن میانگین خطاها، ثبات واریانس، مستقل و تصادفی بودن و توزیع نرمال خطاهاست [۷]. ضریب تعیین و یا R^2 اندازه‌گیری آماری نزدیک داده‌ها به خط رگرسیون برازش شده می‌باشد. به R^2 ضریب تعیین و یا ضریب تشخیص نیز گفته می‌شود. در واقع R^2 نشان می‌دهد که چند درصد تغییرات متغیر وابسته به وسیله متغیر مستقل تبیین می‌شود یا به عبارتی ضریب تعیین نشان دهنده این است که چه مقدار از تغییرات متغیر وابسته تحت تاثیر متغیر مستقل مربوطه بوده است و مابقی تغییرات وابسته به سایر عوامل می‌باشد. ضریب تعیین همیشه بین صفر و ۱۰۰٪ است. ۰/۰۰ نشان می‌دهد که مدل هیچ یک از تغییرپذیری داده‌های پاسخ در اطراف میانگین آن را تبیین نمی‌کند. ۰/۱۰۰ نشان بیان می‌کند که مدل همه تغییرپذیری داده‌های پاسخ در اطراف میانگین آن را تبیین می‌کند.

R-Squared را ضریب تعیین و $R^2_{adjusted}$ را ضریب تعیین تعدیل شده گویند [۵].

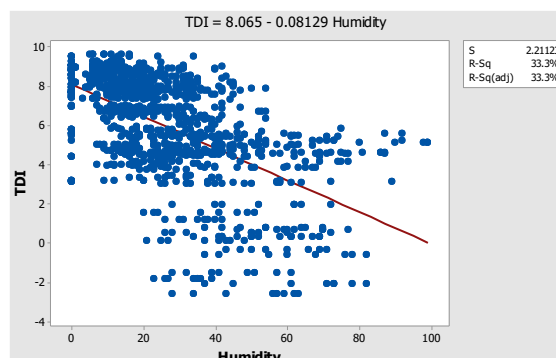
$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=0}^n (y_j - \hat{y}_j)}{\sum_{i=0}^n y_j^2 - \frac{\sum y_j^2}{n}} \quad (3)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (y_j - \hat{y}_j)^2}{r}} \quad (4)$$

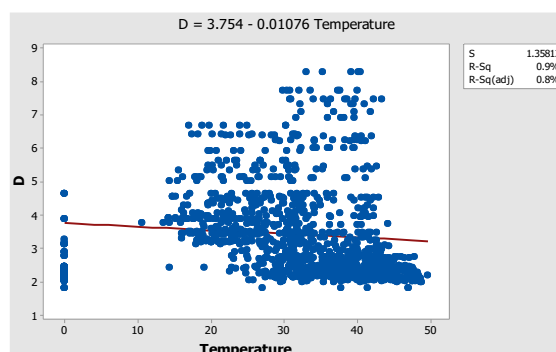
های گرم سال (بهار و تابستان) می‌باشد و تغییرات دمایی، نوسان کمتری دارد شکل‌های ۹- ۱۰- ۱۱- ۱۲ نشان می‌دهد که کمترین همبستگی در شاخص‌های گردوغبار با پارامترهای سینوپتیک وجود دارد. بیشترین همبستگی در شاخص TDI با رطوبت نسبی حدود ۰/۲۲ می‌باشد. همچنین میزان همبستگی بقیه شاخص‌ها با پارامترهای هواشناسی TDI با دما ۶/۹، پارامتر D با دما ۰/۹، پارامتر D با رطوبت ۱۱/۹ می‌باشد، بنابراین رابطه‌ی ضعیفی بین گردوغبار و پارامترهای دما و رطوبت وجود دارد.



شکل ۹- همبستگی شاخص TDI با دما



شکل ۱۰- همبستگی شاخص TDI با رطوبت



شکل ۱۱- همبستگی شاخص D با دما

R^2 نشان می‌دهد که چند درصد تغییرات متغیر وابسته، به وسیله متغیر مستقل تبیین می‌شود یا به عبارت دیگر ضریب تعیین نشان دهنده این است که چه مقدار از تغییرات متغیر وابسته تحت تاثیر متغیر مستقل مربوطه بوده و مابقی تغییرات متغیر وابسته مربوط به سایر عوامل می‌باشد [۱۳].

RMSE مجذور میانگین حسابی خطاها می‌باشد و برای تعیین دقت برآورد مدل‌های رگرسیونی مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۳- بررسی و ارزیابی نتایج مدل رگرسیون			
رگرسیون	RMSE	R^2 (0/0)	P value
TDI-Temperature	1.126526	6.9	0.000
D- Temperatur	1.126526	0.9	0.000
D- Humidity	30.3176	11.9	0.000

۴- بحث و نتایج

این پژوهش به جهت شناسایی گردوغبار موجود در استان خوزستان و بررسی همبستگی پارامترهای هواشناسی دما و رطوبت با شاخص‌های گردوغبار تهیه شد. بازه‌ی زمانی مورد مطالعه از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۷ می‌باشد که به صورت رندوم ۴ سال انتخاب گردید، تا بیشترین تاثیر میزان پارامترهای هواشناسی در گردوغبار منطقه مشخص گردد. داده‌های دریافت شده هواشناسی از ۲۰ ایستگاه سینوپتیک خوزستان بوده است. همچنین سال‌های مورد مطالعه با در نظر گرفتن شروط الف-کمترین دید افقی ب-بیشترین کد $W=06$ در ایستگاه‌های هواشناسی بوده است. پس از اعمال پیش پردازش‌ها به روی تصاویر مادیس، نوبت به اعمال شاخص‌های گردوغبار روی این تصاویر بوده است.

در ابتدا به بارزسازی گردوغبار با استفاده از دو روش تفسیر بصری و شاخص‌های گردوغبار پرداخته شد. در تفسیر بصری (ترکیب رنگی‌های واقعی) پدیده گردوغبار به صورت توده و ابر گردوغبار و خاک در تصاویر نمایان شده است، لذا رهگیری گردوغبار به صورت چشمی صورت گرفت. سپس با شاخص‌های گردوغباری TDI، D گردوغبار را بارزسازی می‌شود. اولین شاخص انجام شده بر روی تصاویر شاخص (TDI) بوده است، با انجام شاخص مادون قرمز و مقایسه پیکسل به پیکسل تصویر بارزسازی شده با ترکیب رنگی واقعی (۳و۴) محدوددهی پیکسل‌های گردوغبار از غیر آن مشخص گردید. اعمال شاخص TDI بر روی تصاویر منطقه مورد مطالعه و مقایسه آن با تصویر

ترکیب رنگی واقعی نشان می‌دهد این شاخص برای بارزسازی گردوغبار مناسب بوده است و پیکسل‌های گردوغبار را به شکلی جداگانه نمایان ساخته است.

شاخص بعدی اعمال شده، پارامتر D می‌باشد، ویژگی‌های بازتابندگی و نیز اختلاف دمای درخشندگی باندهای دمایی را با یکدیگر تلفیق می‌کند. روسکونسکی و لیو با قرار دادن پارامتر a و b به ترتیب ۰/۸ و ۲ نشان دادند که پارامتر با حد آستانه ۱ می‌تواند ریزگردهایی با عمق نوری کمتر از ۰/۲ را شناسایی کند، همزمان ابرهای سیروس را نیز جدا می‌کند. در این پژوهش پارامتر D به خوبی توانسته گردوغبار و ریزگرها را با عمق نوری کمتر از ۰/۲ را شناسایی و نمایان سازد. و گردوغبار را رنگ دیگر کلاسبندی نماید [۲۲].

سیروس شمشیری و همکاران سال ۱۳۹۳ در مقاله خود با عنوان "آشکارسازی و پهنه‌بندی ریزگردهای استان کرمانشاه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای MODIS" به بررسی وضعیت گردوغبار استان کرمانشاه با استفاده از داده‌های اقلیمی و سنجش از دور، روزهای گردوغباری در ۱۲ ایستگاه هواشناسی را جمع‌آوری و در مقیاس‌های ماهانه و سالانه در دوره‌های آماری ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۱ آنالیز گردید. سپس همبستگی بین داده‌های هواشناسی با دید کمتر از ۱۰۰۰ متر با پارامترهای دما، رطوبت نسبی، بارندگی، جهت و سرعت حداکثر باد به کمک روش رگرسیون چند متغیره مورد ارزیابی قرار دادند [۴]. و در نهایت به این نتیجه رسیدند که شاخص آکرمن بهترین کارایی و بعد از آن شاخص TDI و میلر دارد.

در این پژوهش پهنه‌بندی گردوغبار با شاخص‌های TDI و D با کمک آستانه‌ی موجود در منابع، پیکسل‌های حاوی گردوغبار از سایر پیکسل‌ها جدا و به صورت توده‌ای جدا از زمینه تصاویر تفکیک شدند. برای شاخص TDI براساس تحقیقات صورت گرفته، پیکسل‌های بزرگتر از ۲ حاوی گردوغبار هستند و به عنوان آستانه برای این شاخص مشخص گردید. در مورد پارامتر D در منابع حد آستانه‌ای مشخصی تعریف نشده است، اما با مقایسه پیکسل به پیکسل تصویر بارزسازی شده با تصویر ترکیب رنگی حقیقی (۱-۴-۳) محدوددهی پیکسل‌های گردوغبار از غیر آن مشخص گردید.

۵- نتیجه‌گیری

گردوغبار پدیده‌ای است که عمدتاً در مناطق خشک و نیمه خشک به جهت سرعت زیاد باد و تلاطم آن بروی سطح

پوشش زیاد به جهت شناسایی پدیده‌های زودگذر و دینامیک مانند گردوغبار بسیار مناسب بوده است.

با انجام شاخص‌های گردوغبار به این نتیجه رسیدیم که شاخص TDI نسبت به پارامتر D بهترین بارزسازی در شناسایی گردوغبار داشته است و شناسایی را به خوبی نمایش داده است. و با بررسی پارامتر دما و رطوبت و همبستگی آن‌ها با شاخص‌های TDI و D به این نتیجه رسیدیم گردوغبار منشأ داخلی نداشته و زودگذر بوده است و همچنین همبستگی میان شاخص گردوغبار و پارامتر هواشناسی وجود ندارد. با بررسی مطالعات پیشین، کشورهای عراق و عربستان سعودی و سوریه با وجود آب و هوای گرم و خشکی که دارند بیشترین گردوغبار را دارند که بیشترین گردوغبار وارده به ایران از این کشورهای همسایه بوده است.

سپاسگذاری

در این تحقیق از سازمان هواشناسی کشور تهیه شده است لذا از همکاری مسئولین این سازمان تشکر و قدردانی می‌گردد.

خاک بدون پوشش و مستعد فرسایش به وجود می‌آید [۸]. و ذرات تولیدکننده گردوغبار تا ارتفاع شش کیلومتری صعود و تا مسافت ۱۰۰۰ کیلومتری انتقال یافته همچنین دید افقی را به 10^3 تا 10^4 متر کاهش می‌دهند. در واقع ایجاد گردوغبار می‌تواند نوعی واکنش به تغییر پوشش گیاهی زمین باشد که در این رابطه نقش فعالیت‌های انسانی را در کنار شرایط طبیعی محیط‌های جغرافیایی باید در نظر داشت [۱۰].

با در دسترس بودن داده‌های هواشناسی و همزمان بودن داده‌های ماهواره‌ای و مقایسه آن‌ها به تجزیه و تحلیل روزهای گردوغباری پرداخته شده است. با کمک تصاویر ماهواره‌ای مادیس و اعمال یکسری از شاخص‌های گردوغباری به بارزسازی و منشأ گردوغبار در منطقه مورد مطالعه (استان خوزستان) پرداخته شد در نهایت با بررسی شاخص‌ها، مناسبترین شاخص، برای بارزسازی این منطقه شناسایی شد. پدیده گردوغبار و منشأ داخلی و خارجی آن پی برده‌ایم. با توجه به یافته‌های تحقیق به این نتیجه می‌رسیم که تصاویر سنجنده مادیس به علت روزانه بودن و

مراجع

- [1] Ah. Shahsoni, M. Yarahmadi, N. Jafarzadeh Haghighatfard, A. Naeem Abadi, M. Mahmoudian, H. Saki, H. Solt M, Z. Suleimani, K. Nadafi (2010). The Effects of Dust Storms on Health and the Environment, Journal of North Khorasan University of Medical Sciences, pp. 56-45.
- [2] M. Baghideh, and H. Ahmadi (2014). Dust and Deterror Analysis of the Changes in the West and Southwest of Iran, Journal of Rescue and Rescue, Year 6, No.
- [3] M. Hamidi (2016). "Survey of Land Use Change and Land Coverage Trends in Southeast Iran" M.Sc., Islamic Azad University, Science and Research Branch.
- [4] S. Shmshiri, R. Jafari, S. Soltani, N. Ramezani (2014). Detection and Zoning of Kermanshah Province's Microdetections Using MODIS Satellite Images, Journal of Applied Ecology, Third Year, No. 8.
- [5] E. Soleimani Noor (2012). Dismantling of internal and external dust storms using satellite imagery, Master's thesis, University of Tehran, Faculty of Geography.
- [6] R. Khorrami (2004), Evaluation of Landsat ETM Satellite Data Capacity Estimation for Beech Stump Masses (Case Study in Sangde Forest), MSc Thesis, p. 80.
- [7] A. Rezaei, A. Soltani (2003). Introduction to Applied Regression Analysis", Isfahan University of Technology Publishing Center, p. 294.
- [8] J. Khoshhaldastjerdi, H. Mosavi, A. Kashki (2011). Synchronous analysis of Ilam dust storms, geography and environmental planning.
- [9] S. Abdus, F. Zaki Hosseini, M. Nayyar, N. Zahiri (2011). Investigation of the Effect of Rainfall Reduction on the Severity of Dust Occurrence in Khuzestan Province" First International Congress on Dust Control and Disease, Ahvaz.
- [10] T. Tavosi, M. Khosravi, K. Raeeshpour (2010). Synoptic Analysis of Dust Management Systems in Khuzestan Province, Geography and Development Quarterly, No. 20 Page 97-118.

- [11] M. Samadi (2011). Detection and Origin of Dust Storms Using Satellite Images, M.Sc., Department of Cartography, University of Tehran.
- [12] C. A. Pope, R T. Brunett, M. J. Thum, Calle, K. Krewski and G. D. Thurston (2002). Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. The Journal of American Medical Association, 287(9), pp. 1132–1141.
- [13] J. Samet, F. Dominici, F.C. Currieo, I.Coursac and S. L. Zeger (2000). Fine particulate air pollution and mortality in 20 US cities, 1987-1994. The New England Journal of Medicine, 343, pp. 1742-1749.
- [14] H. EL-Askary, M. Kafatos, and M. N. Hegazy (2000). Environmental monitoring of dust storms over the Nile Delta, Egypt, Using MODIS Satellite Data. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, 3, pp. 113-124.
- [15] W. E. Shenk and R. J. Curran (1974). The detection of dust storms over land and water with satellite visible and infrared measurements. Mon. Weather Rev, 102, pp. 830-837.
- [16] S. D. Miller (2003). A consolidated technique for enhancing desert dust storms with MODIS. Geophysical Research Letters, 30, 20 (Art. no. 2071).
- [17] H. J. Kwon, S. H. Cho, Y. Chun, F. Langarde and G. Pershanger (2002). Effects of the Asian dust events on daily mortality in Seoul, Korea. Environ. Res. Sec A. 90, pp. 1–5.
- [18] Y. Yang, Q. Hou, C. H. Zhou, H. L. Liu, Y. Q. Wang, and T. Niu (2008). Sand/dust storm processes in Northeast Asia and associated large-scale circulations. Atmospheric Chemistry and Physics 8, pp. 25–23.
- [19] I. Sabbah, A. AL-Mudhaf, F. Humood, A. Kandari, F. Sharifi (2012). Remote sensing of desert dust over Kuwait: long-term variation. Atmospheric Pollution Research 10.5094/APR.2012.009.
- [20] A.C. Sunder, T. Jones (2010). Satellite and surface-based remote sensing of Saharan dust aerosols. Remote Sensing of Environment 114(2010) 1002-1007.
- [21] R. J. Charlson, J. Heintzenberg (1995). Introduction, in Aerosol Forcing of Climate: Report of the Dahlem Workshop on Aerosol Forcing of Climate. Pp: 24-29.
- [22] J. K. Roscovensky, K. N. Liou (2005). differentiating airborne dust from cirrus clouds using MODIS data. Geophysical Research Letters, 32 Letters, 32, L12809. Doi: 10. 1029/2005GL022798.
- [23] Z. Meng, Q. Zhang (2007). Damage effects of dust storm PM_{2.5} on DNA in alveolar macrophages and lung cells of rats. Food and Chemical Toxicology 45 (8): 1368-1374.
- [24] N. Li, W. Gu, F. Xie, Z. X. Du (2004). Threshold value response of soil moisture to dust storms—a case study of Midwestern of Inner Mongolia. Journal of Natural Disasters 13 (1): 44-49.
- [25] X. Li, W. Song (2009). Dust storm detection based on MODIS data, International Conference on Geo-spatial Solutions for Emergency Management and the 50 Anniversary of the Chinese Academy of Surveying and Mapping 14-16 September 2009, Beijing, China, Volume XXXVIII-7/C4, 169-172.
- [26] A.S. Ahmadabadi, M. Razeghi (2007). The tourism potential of the Kish island by Climatology approach, Second Conference on the Persian Gulf, pp. 175- 186.
- [27] L. Barradas, Victor (1991). Air temperature and humidity and human comfort index of some city parks of Mexico City, International Journal of Biometeorology, Vol. 35, No.1.
- [28] M.P. Wanielista (1997). Hydrology Water Quantity and Water Quality Control, University of Central Florida, 565p.