

مجله مخاطرات محیط طبیعی، سال ششم، شماره یازدهم، بهار ۱۳۹۶

تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۰۹/۰۹

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۱۱/۲۱

صفحات: ۱۱۸-۱۰۱

## شناسایی مناطق برداشت گرد و غبار در شرق خاورمیانه با استفاده شاخص‌های آشکار سازی گرد و غبار

مهدی بروغنی<sup>۱\*</sup>، سیما پور هاشمی<sup>۲</sup>، محمدعلی اسدی زنگنه<sup>۳</sup>، حمیدرضا مرادی<sup>۴</sup>

### چکیده

توفان گرد و غبار از پدیده‌های معمول در خیلی از بخش‌های جهان به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک جهان می‌باشد. توفان گرد و غبار اثرات سوء روی محصولات کشاورزی و باغداری، آلودگی منابع آب و خاک، امراض گوناگون تنفسی و در نهایت معضلات زیست محیطی، چالش‌های اجتماعی، کاهش شدید دید افقی و تصادفات جاده‌ای منتج از آن دارد. در این تحقیق به شناسایی مناطق برداشت گرد و غبار در شرق خاورمیانه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای MODIS در دوره مطالعه ۲۰۱۴-۲۰۰۴ پرداخته شده است. برای شناسایی مناطق برداشت گرد و غبار، چهار شاخص  $BTD_{3132}$ ،  $BTD_{2931}$ ،  $NDI$  و  $D$  برای تصویر ماهواره‌ای MODIS محاسبه گردید. سپس با ایجاد ترکیب رنگی کاذب (FCC) بهترین روش برای شناسایی مناطق برداشت گرد و غبار تعیین شد. نتایج نشان داد که ترکیب رنگی  $BTD_{2931}$ ،  $B4$  و  $B3$  بهترین ترکیب رنگی برای آشکار سازی گرد و غبار و تعیین مناطق برداشت گرد و غبار است. نتایج بررسی‌ها نشان داد که ۲۱۶ نقطه برداشت گرد و غبار در کل منطقه مورد مطالعه وجود دارد که ۱۲۳ نقطه برداشت در ایران و ۹۳ نقطه برداشت در خارج از کشور می‌باشد. نتایج هم‌چنین حاکی از آن است که بعد از ایران، کشور افغانستان بیشترین نقاط برداشت گرد و غبار را در منطقه مورد مطالعه دارا می‌باشد. شرق خاورمیانه دارای آب و هوای خشک و نیمه خشک می‌باشد و بارش در این منطقه به ندرت از ۳۰۰ میلی‌متر در سال تجاوز می‌کند در نتیجه این منطقه دارای پوشش گیاهی ضعیف و رسوبات آن سخت نشده و حساس به فرسایش می‌باشد.

واژگان کلیدی: تصاویر MODIS، شاخص‌های گرد و غبار، نقاط برداشت گرد و غبار

mboroghani@yahoo.com  
S\_pourhashemi@yahoo.com  
ma.zanganehasadi@hsu.ac.ir  
hmradi@modares.ac.ir

۱- دکتری آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی نور، دانشگاه تربیت مدرس  
۲- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشکده جغرافیای دانشگاه حکیم سبزواری  
۳- دانشیار دانشکده جغرافیای دانشگاه حکیم سبزواری  
۴- دانشیار گروه مهندسی آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی نور، دانشگاه تربیت مدرس

## مقدمه

گرد و غبار در مناطق خشک و نیمه خشک سالانه چندین میلیون تن خاک را به اتمسفر وارد می‌کند که نقش مهمی در سیستم آب و هوایی، میزان تابش اتمسفری و چرخه هیدرولوژیکی دارد (AlizadehChoobari et al., 2014; Shao et al., 2011). توفان گرد و غبار فرایند پیچیده‌ای است که تحت فعل و انفعالات سامانه‌های اتمسفری بوده و اساساً شرایطی مانند سرعت زیاد باد، خاک برهنه و هوای خشک باعث ایجاد آن می‌شود. خاورمیانه یکی از پنج منطقه جهان می‌باشد که بیشترین تولید گرد و غبار را دارد (Rezazadeh et al., 2013).

ایران به علت قرار گرفتن در کمربند خشک و نیمه خشک جهان، در معرض سیستم‌های متعدد گرد و غبار محلی و فرا منطقه‌ای می‌باشد (Goudie, 2014; Rashki et al., 2012). توفان گرد و غبار مواد غذایی مورد نیاز گیاه در خاک را از محل برداشت به محل ترسیب انتقال می‌دهد و بر روی اکولوژی هر دو منطقه برداشت و ترسیب اثر می‌گذارد (Prospero et al., 2002). توفان گرد و غبار در انتقال عوامل بیماری‌زای خطرناک به انسان، آلودگی هوا و آسیب رساندن به عملکرد دستگاه تنفس و حتی در قطع کردن فرایندهای حمل و نقل و ارتباطات نقش دارد. تسریع فرسایش خاک و تشدید بیابان‌زایی از دیگر اثرات توفان‌های گرد و غبار می‌باشد (Karimi et al., 2011) بر اساس تعریف سازمان جهانی هواشناسی (WMO<sup>1</sup>) وقوع گرد و غبار از نظر میزان دید افقی به چهار طبقه گرد و غبار ضعیف با دید افقی کمتر از ۱۰ کیلومتر، گرد و غبار متوسط با دید بین ۱ تا ۱۰ کیلومتر، توفان شدید با دید بین ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ متر و توفان خیلی شدید با دید کمتر از ۲۰۰ متر تقسیم‌بندی می‌شود (Tan et al., 2014).

یکی از روش‌های بسیار موثر در زمینه شناسایی مناطق برداشت گرد و غبار، استفاده از روش‌های سنجش از دور است (Baddock et al., 2011; Miller et al., 2012). این روش‌ها علاوه بر صرف وقت و هزینه کمتر می‌توانند بسیار دقیق و سریع عمل کنند و ما را به کشف مناطق برداشت گرد و غبار و نحوه توزیع این منابع در خاورمیانه هدایت کنند. با توجه به عواقب این پدیده به ویژه در منابع آب، خاک و کشاورزی، مطالعات دقیق در مورد یافتن مناطق منشاء گرد و غبار، شدت، تکرار و اثرات زیست‌محیطی این پدیده ضروری است. تحقیقات زیادی در زمینه استفاده از فنون سنجش از دور در شناسایی مناطق برداشت گرد و غبار صورت گرفته است (Baddock et al., 2011; Bullard et al., 2008; Lee et al., 2009; Sharma et al., 2009; Zhang et al., 2008). در این مطالعات، محققین مختلف به بررسی مناطق برداشت گرد و غبار با استفاده از سنجش از دور پرداخته‌اند. در تحقیقی برای شناسایی مناطق برداشت گرد و غبار با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای MODIS از ۵ روش شامل ۱- فرایند ترکیب رنگ کاذب، ۲- اختلاف دمای درخشندگی، ۳- پروسه اکرم، ۴- الگوریتم بارسازی گرد و غبار میلر، ۵- الگوریتم تفکیک گرد و غبار روسکوینسکی و لیو استفاده کردند. نتایج نشان داد که اختلاف دمای درخشندگی قابل اطمینان‌ترین تکنیک برای شناسایی مناطق برداشت گرد و غبار می‌باشد (Baddock et al., 2011).

مقایسه مشاهدات ماهواره‌ای مناطق برداشت گرد و غبار در منطقه صحرای آفریقا نشان داده شد که تفکیک زمانی داده‌های ماهواره‌ای یک عامل مهم در تشخیص نواحی منبع گرد و غبار می‌باشد. همچنین توزیع مکانی مناطق منشاء گرد و غبار به شدت وابسته به زمان شروع گرد و غبار می‌باشد (Schepanski et al., 2012).

نتایج بررسی خصوصیات ژئومورفیکی و پوشش سطح زمین مناطق تولید گرد و غبار در غرب تگزاس و شرق نیومکزیکو در امریکا با استفاده از سنجش از دور حاکی از آن است که زمین‌های کشاورزی رها شده با ۵۷ درصد، بیشترین مناطق برداشت گرد و غبار را تشکیل می‌دهند (Lee et al., 2012). در تحقیقی با استفاده از روش سنجش از دور به ریخت‌شناسی و پوشش سطحی زمین مناطق برداشت گرد و غبار در شرق حوزه بزرگ یوتا، در امریکا پرداختند. نتایج حاکی از آن است که بیش از ۶۰ درصد مناطق برداشت در دریاچه‌های خشک شده و بدون پوشش سطحی با خاک سیلنتی-رسی قرار دارد (Hahnenberger and Kathleen, 2014). شناسایی خاستگاه‌های تولید توفان‌های گرد و غبار در خاورمیانه با استفاده از سنجش از دور حاکی از آن است که کشورهای عراق و سوریه بیش از ۶۰ درصد گرد و غبار خاورمیانه را تولید می‌کنند. همچنین خاستگاه‌های تولید گرد و غبار در مناطقی با پوشش گیاهی ضعیف، ارتفاع کمتر از ۴۰۰ متر و سطح خاک سخت نشده واقع شده است (Karimi et al., 2011). مطالعه‌ی الگوهای هواشناسی، شناسایی چشمه‌های تولید گرد و غبار و مسیر حرکت ذرات معلق برای توفان جولای ۲۰۰۹ نشان داد که منبع اصلی تولید گرد و غبار در نواحی شرقی سوریه و شمال غربی عراق بوده که با حرکت توفان به سمت شرق، غلظت ذرات معلق افزایش یافته و ایران را تحت تاثیر قرار داده است (Saadat Abadi and azizi., 2013). بررسی برآورد میزان گرد و غبار با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سنجنده MODIS در استان کردستان طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۹۰ پرداخته شد. نتایج نشان دهنده آن است که میزان گرد و غبار متوسط به طور کلی روندی کاهشی و گرد و غبار ضعیف و شدید روندی افزایشی داشته‌اند (Rezai Banafshe et al., 2013). با توجه به افزایش شدت و فراوانی وقوع توفان‌های گرد و غبار در کشور و منطقه مورد مطالعه، هدف از این تحقیق شناسایی مناطق برداشت گرد و غبار با استفاده از سنجش از دور و با کمک شاخص‌های آشکارسازی گرد و غبار در شرق خاورمیانه می‌باشد.

## داده‌ها و روش‌ها

### الف: منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شرق خاورمیانه که شامل کشورهای ایران، افغانستان، ترکمنستان، ازبکستان و تاجیکستان می‌باشد. این منطقه دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک است که دارای شرایط مناسب برای وقوع توفان گرد و غبار و فرسایش بادی می‌باشد (شکل ۱). این منطقه دارای دریاچه‌های موقتی و خشک شده است که از نمونه‌های شاخص آن دریاچه هامون می‌باشد که تحت تاثیر بادهای ۱۲۰ روزه بوده و توفان‌های شدید گرد و غبار در این منطقه به وقوع می‌پیوندد. همچنین وجود بیابان‌های وسیع و کم ارتفاع و خشک نظیر دشت کویر، لوت، سرخس و قره‌قوم از دیگر نمونه‌های شاخص تولید گرد و غبار در منطقه می‌باشد.



شکل ۱: منطقه مورد مطالعه

#### ب: مبانی نظری تحقیق

در این تحقیق برای مشخص کردن تعداد روزهای همراه با گرد و غبار در منطقه مورد مطالعه، ابتدا برای هر کدام از ایستگاه‌ها، تعداد روزهایی که دید افقی از ۲ کیلومتر کمتر بوده مشخص و تصاویر سنجنده MODIS مربوط به این روزها تهیه گردید. (Lee et al., 2009). برای تعیین روزهای همراه با گرد و غبار در ایستگاه سینوپتیک از کدهای هواشناسی استفاده گردید. کدهایی که نشان دهنده وقوع گرد و غبار شامل کدهای ۰۶، ۰۷، ۰۸، ۰۹، ۳۰، ۳۱، ۳۲،

۳۳، ۳۴ و ۳۵ می‌باشد. این تصاویر برای تهیه شاخص‌های تعیین مناطق برداشت گرد و غبار زمین مرجع<sup>۱</sup> شده و تصحیحات اولیه بر روی آن انجام شد. آشکارسازی تصویر به منظور شناسایی مناطق برداشت گرد و غبار برای تمام تصاویر انجام شد. در نهایت در ۴۶ تصویر سنجنده MODIS از ماهواره تراه گرد و غبار مشخص و شناسایی گردید. (Vickery and Eckardt, 2013). بازه زمانی مورد مطالعه در این تحقیق از سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۴ می‌باشد. دلیل این امر در دسترس بودن داده‌های ایستگاه سینوپتیک تا سال ۲۰۱۴ و همچنین شروع استفاده از تصاویر ماهواره‌ای MODIS از سال ۲۰۰۴ می‌باشد.

جدول ۱: موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه گرد و غبار در منطقه مورد مطالعه

ردیف	نام ایستگاه	نوع ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)	طول دوره آماری
۱	مشهد	سینوپتیک	۵۹° ۳۸'	۳۶° ۱۶'	۹۹۲/۲	۲۰۱۴-۲۰۰۴
۲	سبزوار	سینوپتیک	۵۹° ۴۳'	۳۶° ۱۲'	۱۰۷۹/۹	۲۰۱۴-۲۰۰۴
۳	بجنورد	سینوپتیک	۵۷° ۳۰'	۳۷° ۴۹'	۱۲۱۳	۲۰۱۴-۲۰۰۴
۴	زابل	سینوپتیک	۶۱° ۵۴'	۳۱° ۰۹'	۴۹۶/۳۱	۲۰۱۴-۲۰۰۴
۵	یزد	سینوپتیک	۵۴° ۲۷'	۳۱° ۹۰'	۱۲۳۵/۶	۲۰۱۴-۲۰۰۴
۶	زاهدان	سینوپتیک	۶۰° ۹۰'	۲۹° ۴۷'	۱۳۷۷/۶	۲۰۱۴-۲۰۰۴
۷	اصفهان	سینوپتیک	۵۱° ۸۶'	۳۲° ۷۵'	۱۵۴۵/۹	۲۰۱۴-۲۰۰۴
۸	سرخس	سینوپتیک	۶۱° ۱۰'	۳۶° ۳۲'	۲۳۵	۲۰۱۴-۲۰۰۴
۹	کرمان	سینوپتیک	۵۶° ۹۵'	۳۰° ۲۷'	۱۷۴۸/۳	۲۰۱۴-۲۰۰۴
۱۰	بیرجند	سینوپتیک	۵۹° ۲۶'	۳۲° ۸۹'	۱۵۰۹/۳	۲۰۱۴-۲۰۰۴
۱۱	هرات	سینوپتیک	۶۲° ۲۲'	۳۴° ۲۱'	۹۹۷/۱۸	۲۰۱۴-۲۰۰۴
۱۲	عشق آباد	سینوپتیک	۵۸° ۳۶'	۳۷° ۹۸'	۲۱۰/۹۲	۲۰۱۴-۲۰۰۴
۱۳	کابل	سینوپتیک	۶۹° ۲۱'	۳۴° ۵۶'	۱۷۹۱/۳	۲۰۱۴-۲۰۰۴
۱۴	پنجور	سینوپتیک	۶۴° ۱۳'	۲۶° ۹۵'	۱۰۰۲/۴	۲۰۱۴-۲۰۰۴
۱۵	کلات	سینوپتیک	۶۶° ۵۸'	۲۹° ۰۳'	۲۰۱۷	۲۰۱۴-۲۰۰۴

در تحقیق حاضر سنجنده MODIS به علت داشتن چندین ویژگی انتخاب گردید: ۱- قابلیت دید وسیع آن، ۲- محدوده طیفی و تعداد باندهای آن، ۳- قدرت تفکیک مکانی (تفکیک مکانی باندهای ۱ و ۲، ۲۵۰ متر، باندهای ۳ تا ۷، ۵۰۰ متر و باندهای ۸ تا ۳۶، یک کیلومتر) و زمانی مناسب (تصویربرداری روزانه) آن، ۴- در دسترس بودن داده‌های این سنسور در ایران (Hahnenberger and Kathleen, 2014; Mahowald et al., 2003; Walker et al., 2009; )

<sup>1</sup> Georeference

(Engelstaedter et al., 2003). در این تحقیق از ۴۶ تصویر سنجنده MODIS از ماهواره ترا مربوط به روزهای گرد و غباری انتخابی از سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۴ استفاده گردیده است. مشخصات زمانی این تصاویر در جدول ۲ ارائه شده است. در ابتدا روزهای وقوع گرد و غبار در سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۴ با استفاده از داده‌های هواشناسی مانند قابلیت دید، سرعت و جهت باد و وضعیت ابرناکی تعیین گردید. سپس روزهایی که وقوع گرد و غبار هم‌زمان با تصویربرداری بوده تعیین شد و در نهایت ۴۶ تصویر ماهواره‌ای MODIS از ماهواره ترا مربوط به روزهای گرد و غباری انتخابی از سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۴ استفاده گردید. این تصاویر برای تهیه شاخص‌های تعیین مناطق برداشت گرد و غبار تصحیح هندسی و تصحیحات اولیه بر روی آن انجام شد.

جدول ۲: مشخصات زمانی تصاویر ماهواره‌ای MODIS

ردیف	ماهواره	تاریخ	ردیف	ماهواره	تاریخ
۱	terra	2014 July 1	۲۴	Terra	2008 August 9
۲	terra	2013 November 1	۲۵	Terra	2009 July 2
۳	terra	2013 October 21	۲۶	Terra	2007 November 13
۴	terra	2013 June 9	۲۷	Terra	2004 may 17
۵	terra	2013 may 17	۲۸	Terra	2008 July 19
۶	terra	2013 January 11	۲۹	Terra	2005 September 19
۷	Terra	2012 July 21	۳۰	Terra	2006 August 1
۸	terra	2012 may 24	۳۱	Terra	2005 June 24
۹	terra	2012 march 6	۳۲	Terra	2007 June 24
۱۰	terra	2012 march 3	۳۳	Terra	2008 August 10
۱۱	Terra	2005 July 8	۳۴	Terra	2013 June 12
۱۲	terra	2006 September 16	۳۵	Terra	2011 April 10
۱۳	Terra	2008 June 5	۳۶	Terra	2004 September 7
۱۴	Terra	2008 July 5	۳۷	Terra	2005 July 8
۱۵	Terra	2008 August 3	۳۸	Terra	2008 June 5
۱۶	Terra	2008 August 4	۳۹	Terra	2008 August 1
۱۷	Terra	2008 June 10	۴۰	Terra	2005 June 23
۱۸	Terra	2009 may 31	۴۱	Terra	2006 June 14
۱۹	Terra	2009 June 29	۴۲	Terra	2008 June 13
۲۰	Terra	2009 August 11	۴۳	terra	2006 December 26
۲۱	Terra	2010 June 19	۴۴	Terra	2007 November 13
۲۲	Terra	2008 June 10	۴۵	terra	2008 August 9
۲۳	Terra	2006 August 13	۴۶	Terra	2008 June 10

## شاخص‌های تعیین مناطق برداشت گرد و غبار

پارامترهای ارائه شده برای ردیابی مناطق برداشت گرد و غبار شامل BTDD2931، BTDD3132، NDDI و D می‌باشد که در این تحقیق مورد محاسبه قرار می‌گیرد (Ackerman, 1997; Qu et al., 2006; Roscovensky and Liou, 2005). جهت پیاده کردن شاخص‌های آشکارسازی گرد و غبار، ابتدا برای تمام تصاویر موجود، بعد از تبدیل کردن مقدار رقومی تصاویر به رادیانس، با استفاده از معادله‌ی پلانک (رابطه ۱) مقدار درجه حرارت روشنایی باندهای ۱۱، ۸/۵ و ۱۲ میکرومتر تصاویر محاسبه گردید.

$$B(T, \lambda) = \frac{2hc^2}{\lambda^5 \left( e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1 \right)} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن:  $B(T, \lambda)$  تابع پلانک در یک طول موج ( $\lambda$ ) و دمای درخشندگی مشخص ( $T$ )،  $h$  ثابت پلانک (۳۴- $6.626 \times 10^{-34}$  J.s)،  $k$  ثابت بولتزمن ( $1.380658 \times 10^{-23}$  J/K) و  $c$  سرعت نور (متر بر ثانیه  $3 \times 10^8$ ) بوده و  $T$  درجه حرارت می‌باشد (Hao et al., 2007). با استفاده از معادله‌ی پلانک، پارامتر درجه حرارت را می‌توان با رابطه‌ی (۲) استخراج کرد.

$$T = \frac{hc}{\lambda k \ln \left( 1 + \frac{2hc^2}{\lambda^5 B} \right)} \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن،  $L$  همان مقادیر رادیانس تصاویر می‌باشد (بر حسب  $1 \mu\text{m} \cdot \text{sr} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{w} \cdot \text{m}^{-1}$ ). بعد از محاسبه‌ی دمای روشنایی نوبت به تعیین اختلاف این دما در طول موج‌های مورد نظر می‌رسد. لازم به ذکر است که جهت نشان دادن اختلاف دمای روشنایی بین طول موج‌های ۸/۵ میکرومتر (باند ۲۹ MODIS) و ۱۱ میکرومتر (باند ۳۱ MODIS)، عبارت BTDD2931 و برای اختلاف دمای روشنایی بین طول موج‌های ۱۱ میکرومتر و ۱۲ میکرومتر باند (۳۲ MODIS) عبارت BTDD3132 به کار خواهد رفت. برای تمام تصاویر مقادیر BTDD در باندهای مورد نظر محاسبه گردید (Ackerman, 1997).

شاخص NDDI برای ردیابی توفان گرد و غبار و با رابطه ۳ به کار می‌رود.

$$NDDI = (p_{2.13} - p_{0.469}) / (p_{2.13} + p_{0.469}) \quad \text{رابطه (۳)}$$

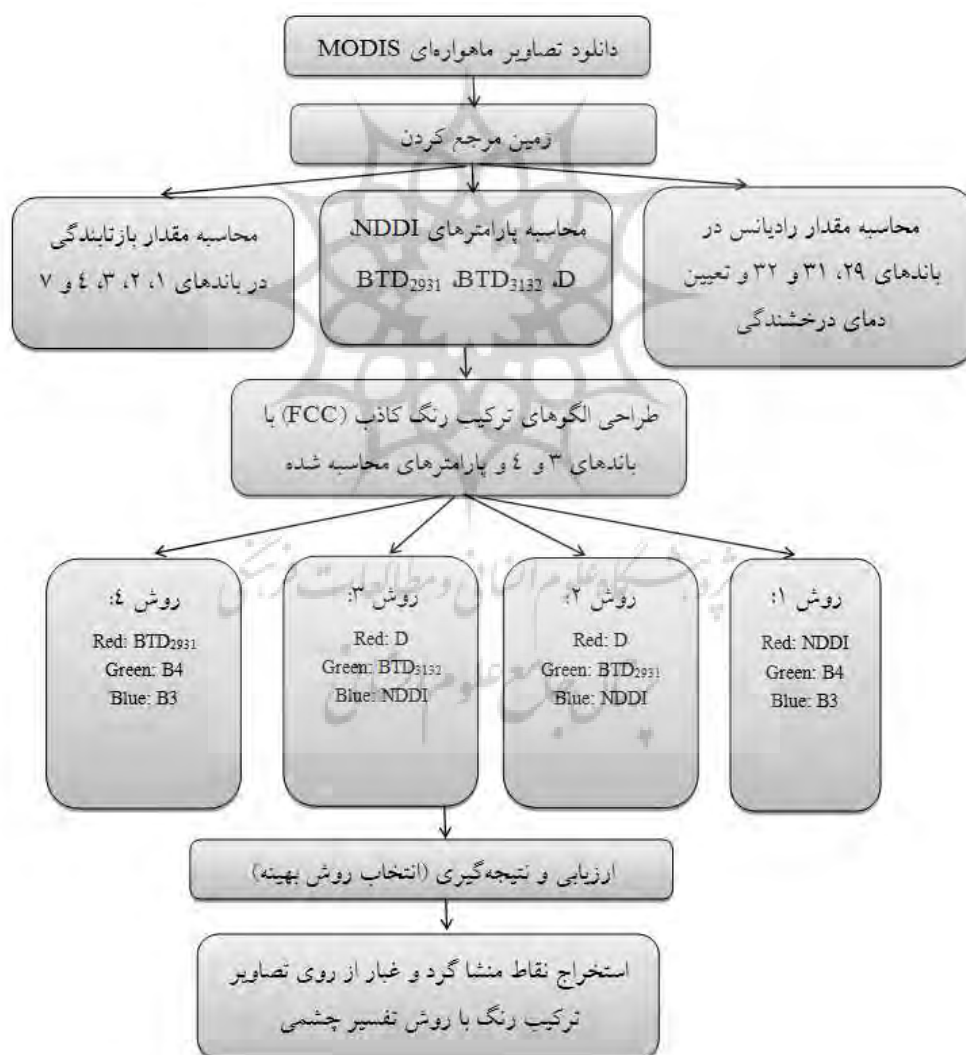
که در آن:  $p_{2.13}$  و  $p_{0.469}$  به ترتیب مقادیر بازتابندگی در بالای جو، در طول موج‌های ۲/۱۳ میکرومتر (باند ۷ MODIS) و ۰/۴۶۹ میکرومتر (باند ۳ MODIS) می‌باشند (Qu et al., 2006)

شاخص D ویژگی‌های بازتابندگی و نیز اختلاف دمای درخشندگی باندهای دمایی را با یکدیگر تلفیق می‌کند که با استفاده از رابطه ۴ محاسبه می‌شود.

$$D = \exp\{-[rr \times a + (btd - b)]\} \quad \text{رابطه (۴)}$$

در این رابطه،  $rr$  نسبت بازتابندگی بین طول موج‌های ۰/۵۴ و ۰/۸۶ میکرومتر است و BTDD اختلاف دمای درخشندگی بین باندهای ۱۱ و ۱۲ میکرومتر،  $a$  و  $b$  ضرایب ثابتی هستند که توسط کالیبره کردن رابطه ۱ بدست می‌آیند. شناسایی گرد و غبار با استفاده از باندهای انعکاسی تصاویر ماهواره‌ای، به‌ویژه روی سطوح درخشان مانند

صحراها به علت انعکاس بالا کار سختی است. بنابراین، به کار گیری ترکیب باندها و ایجاد تصاویر رنگی کاذب به نحوی که بتواند مستقیماً مناطق تحت پوشش گرد و غبار را آشکارسازی کند در تشخیص مناطق برداشت گرد و غبار و موقعیت آنها مفید می‌باشد. به این منظور شاخص‌های تشخیص مناطق گرد و غبار ایجاد و مقدار بازتابندگی باندهای ۳ و ۴ به چند روش جهت ساختن تصاویر رنگی کاذب (FCC) به صورت RGB به کار گرفته شدند تا بهترین تصویری که می‌تواند مناطق برداشت گرد و غبار را آشکارسازی نماید را تعیین شود. این روش‌ها بر روی ۴۶ تصویر ماهواره‌ای انجام شد تا نقاط برداشت گرد و غبار در منطقه مورد مطالعه مشخص شود. چگونگی انجام کار در شکل ۲ نشان داده شد.

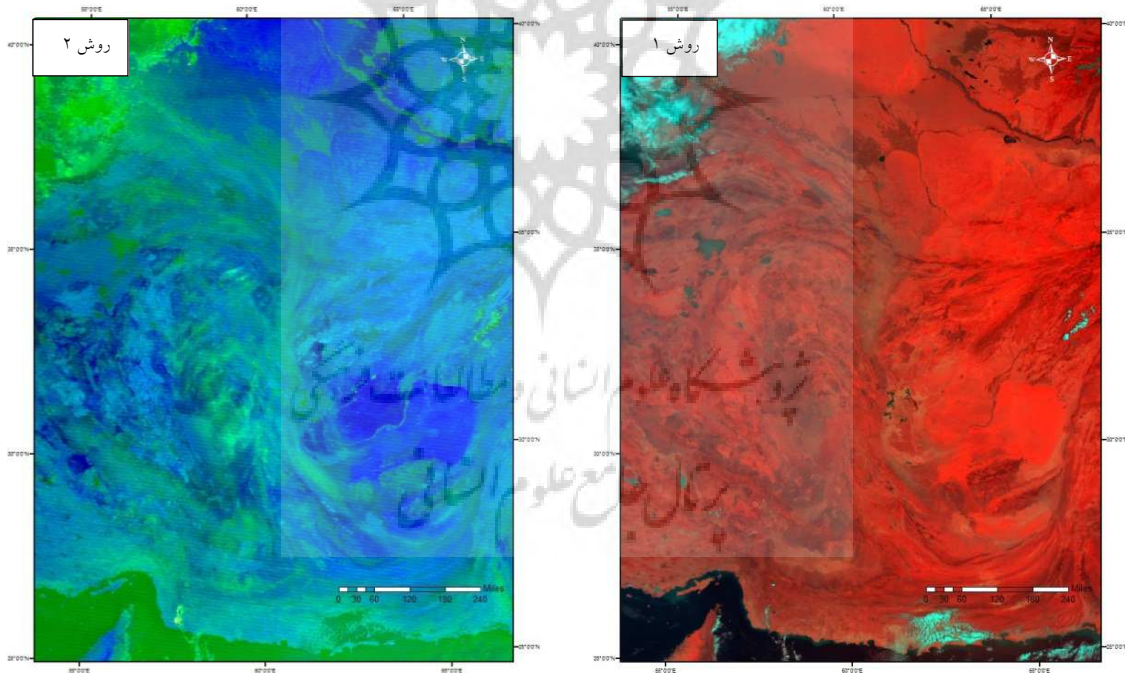


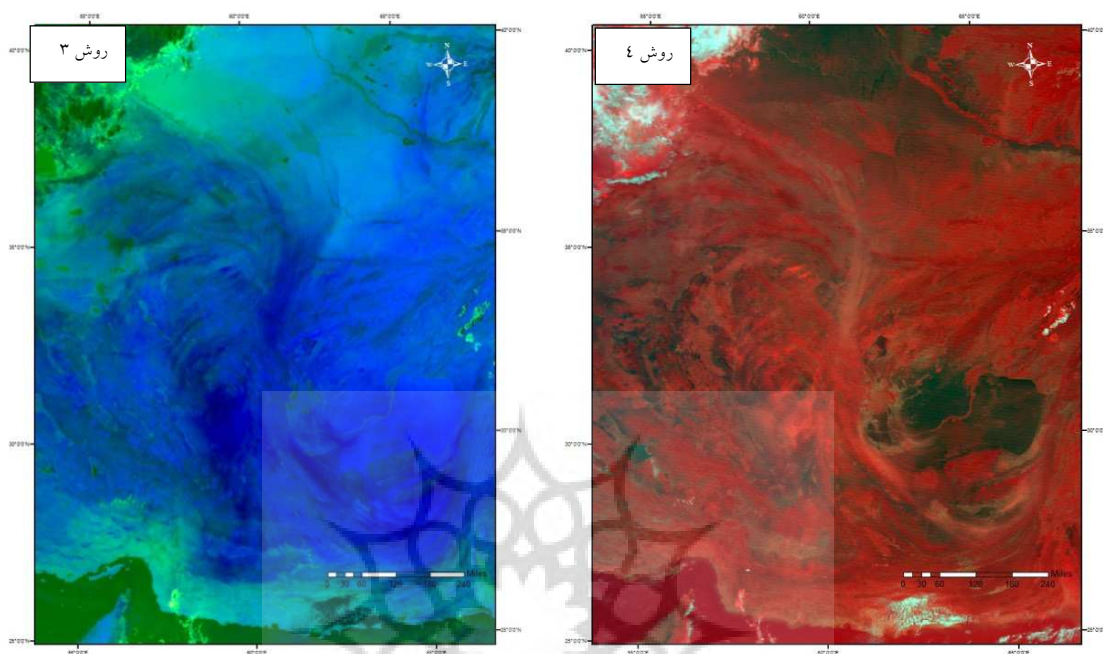
شکل ۲: مراحل الگوریتم تحقیق



### نتایج و بحث

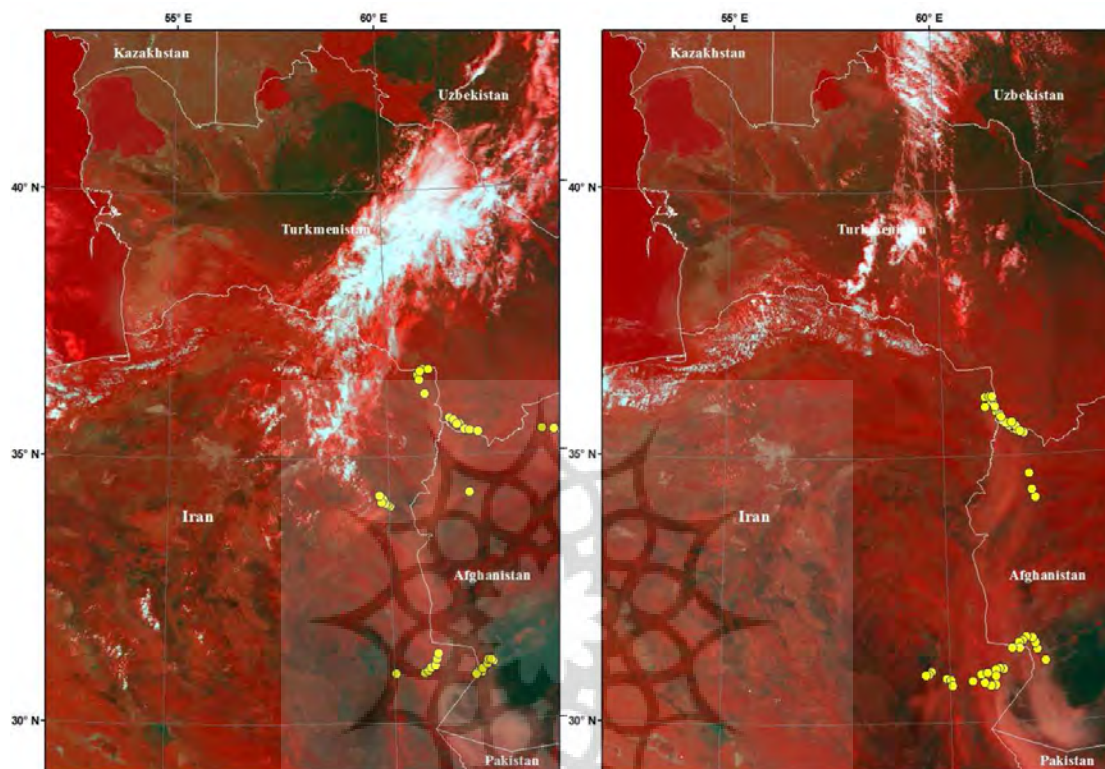
چهار روش ترکیب رنگی کاذب شامل ۱- R: NDDI, G: B4, B: B3 - ۲- R: NDDI, G: B4, B: B3 - ۳- R: D, G: BTD2931, B: NDDI - ۴- R: BTD2931, G: B4, B: B3 و D, G: BTD3132, B: NDDI تصاویر مورد استفاده قرار گرفت. هر کدام از این روش‌ها به گونه‌ای توده گرد و غباری را آشکارسازی کردند. روش چهارم (R: BTD2931, G: B4, B: B3) آشکارسازی گرد و غبار نسبت به سه روش دیگر بهتر نشان داد لذا برای آشکارسازی گرد و غبار و تعیین نقاط برداشت گرد و غبار از این روش استفاده شد. مقایسه چشمی تصاویر رنگی شده در چهار روش نشان داد که این روش قابلیت بهتری در آشکارسازی مناطق برداشت گرد و غبار نسبت به سایر روش‌ها داشته و به طور بارزتری مناطق گرد و غباری را از سایر عوارض و مناظر متمایز می‌کند. اجرای چهار روش ترکیب رنگی کاذب بر روی تصویر ماهواره‌ای MODIS در تاریخ ۱ جولای ۲۰۱۴ در شکل (۳) نشان داده شده است.





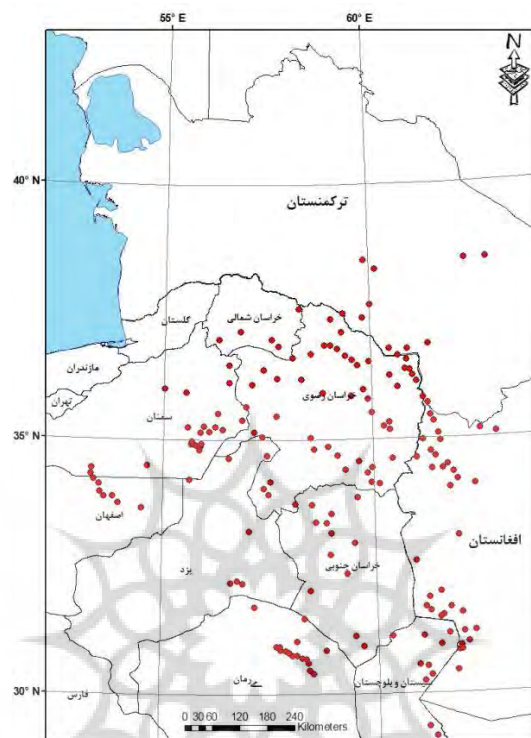
شکل ۳: تصاویر چهار روش الگوی ترکیب رنگی کاذب برای تصویر ماهواره‌ای MODIS در تاریخ ۱ جولای ۲۰۱۴

با استفاده از چهار روش ترکیب رنگی کاذب و اعمال آن بر روی ۴۶ تصویر موجود، توده گرد و غباری بر روی تصاویر آشکارسازی شد و سپس با تفسیر چشمی آن‌ها نقطه شروع گرد و غبار مشخص شد. در مجموع ۲۱۶ نقطه برداشت گرد و غبار در کل منطقه شناسایی شد. قاعده تشخیص مناطق برداشت در این تحقیق، بر اساس مدل انتشار گوسی پلوم بوده است. به این صورت که وقتی یک مخروط انتشار گرد و غبار در تصویر ماهواره‌ای مشاهده می‌شود راس مخروط نشان دهنده نقطه شروع گرد و غبار می‌باشد. شکل ۴ نمونه‌هایی از آشکارسازی گرد و غبار بر روی تصاویر ماهواره‌ای است که توسط روش چهارم ترکیب رنگی کاذب نمایان شده است.



شکل ۴: پراکنش نقاط برداشت گرد و غبار بازسازی شده بر روی تصاویر ماهواره‌ای MODIS

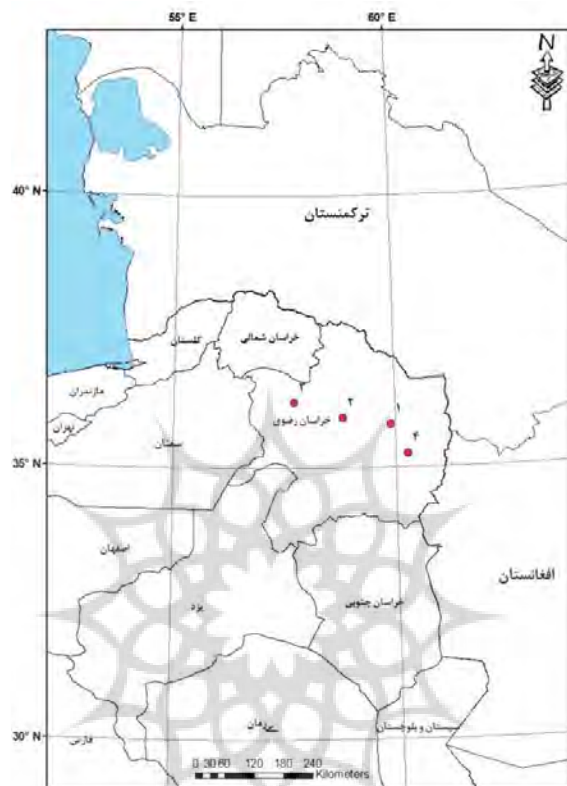
نقاط برداشت گرد و غبار از روی ۴۶ تصویر ماهواره‌ای انتخابی مربوط به روزهای گرد و غباری در یک دوره زمانی ۱۱ ساله (۲۰۰۴-۲۰۱۴) استخراج شده‌اند، عمده نقاط برداشت گرد و غباری منطقه را شامل می‌شوند. این تحقیق با نتایج تحقیقات Hahnenberger و Kathleen (2014)، Lee et al. (2009 و 2012) که به شناسایی مناطق برداشت گرد و غبار در بخش‌های مختلف آمریکا پرداختند همخوانی دارد. نتایج نشان داد که از کل نقاط برداشت منطقه شرق خاورمیانه، ۱۲۳ نقطه برداشت گرد و غبار در ایران و ۹۳ نقطه برداشت در خارج از کشور قرار دارد. شکل (۵) پراکنش مناطق برداشت گرد و غبار را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد.



شکل ۵: پراکنش مناطق برداشت گرد و غبار در منطقه مورد مطالعه

در نهایت بعد از شناسایی نقاط برداشت گرد و غبار با استفاده از سنجش از دور، برای تعیین دقت کار بازدید میدانی در ۵ نقطه انجام شد و صحت این نقاط مورد بررسی قرار گرفت. شکل ۶ نقاط مورد بازدید میدانی را بر روی نقشه نشان می‌دهد. مناطق برداشت گرد و غبار در فاصله زیاد از روستا و شهر قرار دارند و چون هیچ‌گونه راه آسفالت نزدیک به این نقاط وجود ندارد؛ برای رسیدن به این نقاط ابتدا باید به نزدیک‌ترین راه یا روستای محل این نقاط رفت و سپس چندین کیلومتر پیاده‌روی کنیم تا به محل برداشت گرد و غبار برسیم. لذا به دلیل سختی این مسیر، نقاط مورد بازدید میدانی در نزدیکی محل زندگی انتخاب شد تا با شناخت بیشتر و خطر کمتر به این نقاط رسید. در محل نقاط برداشت، خصوصیات توپوگرافی، نوع پوشش گیاهی، حساسیت خاک و شواهد برداشت ذرات خاک مورد بررسی قرار گرفت. شکل (۶) و جدول (۳) خصوصیات و موقعیت نقاط برداشت گرد و غبار را نشان داده است.





شکل ۶: نقاط برداشت مورد بازدید میدانی

جدول ۳: موقعیت و تاریخ عکس برداری نقاط برداشت گرد و غبار

تاریخ عکس برداری	موقعیت محلی	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	شماره نقطه برداشت گرد و غبار
۱۳۹۵/۰۲/۰۸	فریمان- بخش مرکزی	۳۵° ۴۷'	۵۹° ۵۶'	۱
۱۳۹۵/۰۲/۱۱	نیشابور- بخش میان جلگه	۳۵° ۵۴'	۵۸° ۴۹'	۲
۱۳۹۵/۰۲/۱۳	سبزوار- بخش مرکزی	۳۶° ۱۲'	۵۷° ۴۴'	۳
۱۳۹۵/۰۲/۱۷	تربت جام- بخش مرکزی	۳۵° ۱۵'	۶۰° ۱۶'	۴



شکل ۷: تصاویری از نقاط برداشت گرد و غبار در بازدید میدانی

نتایج پراکنش نقاط برداشت گرد و غبار در خارج از کشور نشان می‌دهد که نقاط برداشت گرد و غبار در کشورهای افغانستان، ازبکستان، پاکستان، تاجیکستان و ترکمنستان می‌باشد. بیشترین و کمترین تعداد نقاط برداشت گرد و غبار در خارج از ایران، در افغانستان و پاکستان قرار دارد که به ترتیب دارای ۴۸ و ۱ نقطه برداشت می‌باشد. نتایج بررسی‌ها در ایران حاکی از آن است که پراکنش نقاط برداشت گرد و غبار در استان‌های اصفهان، خراسان رضوی، خراسان شمالی، خراسان جنوبی، کرمان، سیستان و بلوچستان و سمنان می‌باشد. نتایج هم‌چنین بیان‌کننده آن است که بیشترین و کمترین نقاط برداشت گرد و غبار در ایران در استان‌های خراسان رضوی و خراسان شمالی است که به ترتیب دارای ۴۸ و ۵ نقطه برداشت می‌باشد. نتایج نشان داد که پراکنش نقاط برداشت در منطقه دریاچه هامون تقریباً متراکم‌تر از دیگر مناطق مورد مطالعه است که به دلیل خشک شدن دریاچه هامون و شرایط خشک آن منطقه می‌باشد که بستر مناسبی برای ایجاد مناطق برداشت گرد و غبار ایجاد می‌کند. هم‌چنین در منطقه مرزی بین ایران و ترکمنستان نقاط برداشت متعددی قرار دارند که بیشتر آنها در خاک ترکمنستان می‌باشد. وجود منطقه بیابانی ترکمنستان می‌تواند عامل اصلی این پدیده باشد. در غرب خراسان و شرق سمنان نیز نقاط برداشت از تراکم بیشتری برخوردار است. دلیل اصلی آن نزدیکی به دشت کویر و حتی قرار گرفتن بخشی از آن در دشت کویر می‌باشد که دارای شرایط بارندگی کم، توپوگرافی هموار و خشکی شدید می‌باشد که شرایط مناسبی برای ایجاد مناطق برداشت گرد و غبار ایجاد می‌کند. نتایج هم‌چنین حاکی از آن است که مناطق برداشت گرد و غبار در منطقه مورد مطالعه عموماً در مناطق با توپوگرافی هموار و ارتفاع کم قرار گرفته و دارای شرایط آب و هوایی خشک می‌باشد که مستعد ایجاد گرد و غبار در منطقه می‌باشد.

### نتیجه‌گیری

در این تحقیق از چهار روش جدید برای آشکارسازی مناطق برداشت گرد و غبار با استفاده از روش ترکیب رنگی کاذب توسعه داده شد استفاده گردید. شاخص‌های مورد استفاده برای آشکارسازی و تشخیص مناطق برداشت گرد و غبار شامل BTDD2931، D، NDDI و BTDD3132 می‌باشند.

بهترین روش برای تشخیص مناطق برداشت گرد و غبار در این تحقیق، روش چهارم (R: BTDD2931, G: B4, B: B3) بود که با نتایج Karimi et al. (2011) که روش سوم را به عنوان بهترین روش برای شناسایی مناطق برداشت گرد و غبار تعیین کردند، هم‌خوانی ندارد. دلیل این اختلاف بازتابش متفاوتی است که از سطح زمین در مناطق مختلف و کاربری‌های مختلف وجود دارد. نتایج کار این محققین نشان داد که روش (R: D, G: BTDD3132, B: NDDI)، برای تشخیص مناطق برداشت گرد و غبار در خاورمیانه پاسخ بهتری می‌دهد. نتایج همچنین حاکی از آن است که ۲۱۶ نقطه برداشت گرد و غبار در شرق خاورمیانه وجود دارد که حدود ۵۸ درصد این نقاط برداشت در ایران و ۴۲ درصد آن در خارج از ایران قرار دارد. شرق خاورمیانه دارای آب و هوای خشک و نیمه خشک می‌باشد و بارش در این منطقه به ندرت از ۳۰۰ میلی‌متر در سال تجاوز می‌کند در نتیجه این منطقه دارای پوشش گیاهی ضعیف و رسوبات آن سخت نشده و حساس به فرسایش می‌باشد. به این ترتیب، شرایط مناسب برای فرسایش بادی و ایجاد مناطق برداشت گرد و غبار در این مناطق را فراهم کرده است.

محققانی همچون Lindley et al. (2011)، Floyd و Gill (2011) و Rivera و Rivera (2010)، شرایط آب و هوایی خشک و نیمه‌خشک، پوشش گیاهی ضعیف و رسوبات سخت نشده را از عوامل موثر در مناطق برداشت گرد و غبار و فرسایش بادی می‌دانند که با ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه هم‌خوانی دارد.

در منطقه شرق خاورمیانه به علت وجود مناطق پرفشار و کم‌فشار متعدد به طور مداوم داری بادهای شدید محلی و فرا منطقه‌ای می‌باشد که به علت پوشش گیاهی ضعیف و خاک‌های حساس به فرسایش، باعث برداشت خاک و توفان‌های شدید گرد و غبار می‌شود. از دیگر خصوصیات این منطقه که باعث ایجاد کانون برداشت گرد و غبار در آنها شده وجود دریاچه‌های متعدد خشک شده یا فصلی است که از نمونه‌های آشکار آن دریاچه هامون می‌باشد. این دریاچه در بیشتر ایام یا تمام سال خشک است و بستری مناسب برای برداشت گرد و غبار می‌باشد. et al. Engelstaedter (2003) و Baddock et al. (2011) در تحقیقات خود دریاچه‌های خشک شده را به عنوان مناطق برداشت گرد و غبار تعیین کردند که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. وجود بیابان‌های مهم در منطقه از جمله در ترکمنستان و دشت‌های کویر و لوت در ایران موجب شده که شرایط برای برداشت گرد و غبار فراهم باشد. از دیگر عوامل موثر در ایجاد مناطق برداشت گرد و غبار در منطقه مورد مطالعه تخریب منابع طبیعی و استفاده بیش از حد از مراتع می‌باشد که شرایط بیابانی شدن را افزایش داده و باعث ایجاد کانون برداشت گرد و غبار در این مناطق شده است.

## منابع

- رضایی بنفشه، مجید؛ شریفی، لیلا؛ خضرانیان، لقمان (۱۳۹۱). برآورد میزان گرد و غبار با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مطالعه موردی: استان کردستان، فصل‌نامه جغرافیای طبیعی، ۱۸(۴): ۱۳-۲۲.
- سعادت‌آبادی، عباس؛ عزیزی، قاسم (۱۳۹۱). مطالعه الگوهای هواشناسی، شناسایی چشمه‌های تولید گرد و غبار و مسیر حرکت ذرات معلق برای طوفان جولای ۲۰۰۹، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۴۴(۳): ۷۳-۹۲.
- کریمی، خدیجه؛ شهرآئینی، حمید؛ نوخندان، مجید و حافظی مقدس، ناصر (۱۳۹۰). شناسایی خاستگاه‌های تولید توفان‌های گرد و غبار در خاورمیانه با استفاده از سنجش از دور، نشریه پژوهش‌های اقلیم شناسی، ۷(۲): ۵۷-۷۲.
- Ackerman, S.A., (1997). Remote sensing aerosols using satellite infrared observations. *Journal of Geophysical Research* 102, 17069-17080.
- AlizadehChoobari, O., Zawar-Reza, P., Sturman, A., (2014). The global distribution of mineral dust and its impacts on the climate system: A review. *Atmospheric Research* 138(1), 152-165.
- Baddock, M.C., Gill, T.E., Bullard, J.E., Dominguez, Acosta, M., Rivera, N.I., (2011). Geomorphology of the Chihuahuan Desert based on potential dust emissions. *Journal of Maps* 7(1), 249-259.
- Bullard, J., Baddock, M., McTainsh, G., Leys, J., (2008). Sub-basin scale dust source geomorphology detected using MODIS. *Geophysical Research Letters* 35(15), 1-19.
- Engelstaedter, S., Kohfeld, K.E., Tegen, I., Harrison, S.P., (2003). Controls of dust emissions by vegetation and topographic depressions: an evaluation using dust storm frequency data. *Geophysics Research Letter* 30. doi:10.1029/2002GL016471.
- Floyd, K.W., Gill, T.E., (2011). The association of land covers with aeolian sediment production at Jornada Basin New Mexico, USA. *Aeolian Research* 3, 55-66.
- Goudie, A., (2014). Review Desert dust and human health disorders. *Environment International* 63(3), 101-113.
- Hahnenberger, M., Kathleen, N., (2014). Geomorphic and land cover identification of dust sources in the eastern Great Basin of Utah, U.S.A. *Geomorphology* 204(2), 657-672.
- Karimi, V., HabibNejad, M., Abkar, A., (2011). Synoptic stations of meteorological drought index in Mazandaran. *Journal of Irrigation and Water Engineering*, 5(3), 15-25. (in Persian)
- Lee, J., Baddock, M., Mbuh, M., Gill, T. (2012). Geomorphic and land cover characteristics of aeolian dust sources in West Texas and eastern New Mexico, USA. *Aeolian Research* 3(4), 459-466.
- Lee, J., Gill, T., Mulligan, K., Acosta, M.D., Perez, A., (2009). Land use/land cover and point sources of the 15 December 2003 dust storm in southwestern North America. *Geomorphology* 105(2), 18-27.
- Lindley, T.T., Vitale, J.D., Burgett, W.S., Beierle, M.J., (2011). Proximity meteorological observations for wind-driven grassland wildfire starts on the southern High Plains. *Elect. J. Severe Storms Meteor* 6, 1-27.
- Mahowald, N.M., Bryant, R.G., del Corral, J., Steinberger, L., (2003). Ephemeral lakes and desert dust sources. *Geophysical Research Letters* 30(2), 1074-1083
- Miller, M.E., Bowker, M.A., Reynolds, R.L., Goldstein, H.L., (2012). Post-fire land treatments and wind erosion lessons from the Milford Flat Fire, UT, USA. *Aeolian Research* 7(4), 29-44.
- Prospero, J.M., Ginoux, P., Torres, O., Nicholson, S.E., Gill, T.E., (2002). Environmental characterization of global sources of atmospheric soil dust identified with the Nimbus 7 total ozone mapping spectrometer absorbing aerosol product. *Reviews of Geophysics* 40(1), 2-31
- Qu, J., Hao, X.J., Kafatos, M., Wang, L., (2006). Asian Dust Storm Monitoring Combining Terra and Aqua MODIS SRB Measurements. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters* 3(4), 484-486.
- Rashki, A., Kaskaoutis, D.G., Rautenbach, C., Eriksson, P.G., Qiang, M., Gupta, P., (2012). Dust storms and their horizontal dust loading in the Sistan region, Iran. *Aeolian Research* 5(3), 51-62.
- Rezazadeh, M., Irannejad, P., Shao, Y., (2013). Climatology of the Middle East dust events. *Aeolian Research* 103-109.
- Rivera Rivera, N.I., Gill, T.E., Bleiweiss, M.P., Hand, J.L., (2010). Source characteristics of hazardous Chihuahuan Desert dust outbreaks. *Atmospheric Environmental* 44, 2457-2468.
- Roscovsky, J.K., Liou, K.N., (2005). Differentiating airborne dust from cirrus clouds using MODIS data. *Geophysical Research Letters* 32, L12809. Doi: 10.1029/2005GL022798.



- Schepanski, K., Tegen, I., Macke, a., (2012). Comparison of satellite based observations of Saharan dust source areas. *Remote Sensing of Environment* 123(3), 90-97.
- Shao, Y., Wyrwoll, K.H., Chappell, A., Huang, J., Lin, Z., McTainsh, G.H., (2011). Dust cycle: an emerging core theme in Earth system science. *Aeolian Research* 2(4), 181-204.
- Sharma, A.R., Kharol, S.K., Badarinath. K.V.S., (2009). Satellite observations of unusual dust event over North-East India and its relation with meteorological conditions. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics* 71(18), 2032-2039.
- Tan, M., Li, X., Xin, L., 2014. Intensity of dust storms in China from 1980 to (2007): A new definition. *Atmospheric Environment* 85(4), 215-222.
- Vickery, K., Eckardt, F., (2013). Dust emission controls on the lower Kuiseb River valley, Central Namib. *Aeolian Research* 10(3), 125-133.
- Walker, A.L., Liu, M., Miller, S.D., Richardson, K.A., Westphal, D.L., (2009). Development of a dust source database for mesoscale forecasting in Southwest Asia. *Journal of Geophysical Research* 114(18), 1-24.
- Zhang, B., Tsunekawa, A., Tsubo, M., (2008). Contributions of sandy lands and stony deserts to long-distance dust emission in China and Mongolia during 2000-2006. *Global and Planetary Change* 60(6), 487-504.



## Dust Source Identification in the Middle East by Using Remote Sensing

Mehdi Boroghani\*<sup>1</sup>, Sima Pourhashemi<sup>2</sup>, Mohamadali Zangane Asadi<sup>3</sup>, Hamidreza Moradi<sup>4</sup>

1- PhD in Watershed Engineering, Faculty of Natural Resource at Noor, Tarbeat Modares University

Email: mboroghani@yahoo.com

2- PhD student in Geomorphology, Faculty of Geography, Hakim Sabzevari University

3- Associate Professor, Faculty of Geography, Hakim Sabzevari University

4- Associate Professor of Watershed engineering, Faculty of Natural Resource at Noor, Tarbeat Modares University

Received: 2016.11.29

Accepted: 2017.02.09

### Abstract

A dust storm is a common phenomenon in many parts of the world, especially in arid and semiarid regions of the world. Dust storm adverse effects on the agriculture production and gardening, pollution of water and soil resources, a variety of respiratory diseases and the finally on the environmental issues, social challenges, a sharp reduction in horizontal visibility and road accidents. In this research, dust source identification in the Middle East with using MODIS satellite images was used in the period of time 2004-2014. For dust source identification 4 indices BTDD3132, BTDD2931, NDDI and D for 45 MODIS satellite images were calculated. Then with make a false-color combination (FCC) determined the best of a method dust source identification. The results showed that color combination BTDD2931, B4 and B3 determined the best color combination for enhancement dust and dust source identification. The results showed that 212 points dust source identified in the case study that 123 points were in Iran and 93 Points in out of the country. The results also show that after Iran, Afghanistan has highest points dust source in the study area. The Middle East arid and semi-arid climates and precipitation in this area rarely exceed 300 mm per year. As a result; this area has been poor vegetation cover and precipitation hardening and is susceptible to erosion.

**Keywords:** Dust storm, Dust source identification, MODIS Images, Dust Indices.