

کاربرد تصاویر ماهواره‌ای و تحلیل گل‌باد در شناسایی منشا تپه‌های ماسه‌ای خوزستان

سمیه جعفری^{۱*}، رضا بیات^۲، امیرحسین چرخابی^۳، نادر جلالی^۴ و فاضل ایرانمنش^۵

^۱ کارشناس ارشد، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، آمری، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، دانشیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری و ^۴ استادیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۰۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۱۲

چکیده

گسترش تلماسه‌ها در ۱۵ استان کشور با مساحت حدود ۴/۴ میلیون هکتار و به‌صورت ۵۶ ارگ، یکی از سطوح ژئومورفولوژیکی مهم در ایران است. مطالعات دفتر فنی تثبیت شن و بیابان‌زدایی در کشور با توجه به نتایج طرح‌های مطالعاتی، چهار منطقه در استان خوزستان شامل اهواز، دشت آزادگان، شوش و امیدیه را مناطق بحرانی و فعال فرسایش بادی معرفی نموده است که ۲۷۹۵۰۵ هکتار از اراضی استان خوزستان را شامل می‌شود. هدف از این تحقیق، بررسی و جهت‌یابی مناطق منشا این تلماسه‌ها با تاکید بر فنون دورسنجی می‌باشد. به منظور جهت‌یابی مناطق منشا، جهت‌بادهای منطقه با استفاده از نمودارهای گل‌باد مورد بررسی و آنالیز قرار گرفت. با بهره‌گیری از روش‌های پردازش تصاویر ETM⁺ سال ۲۰۰۲ نظیر افزایش تباين، ترکیب کاذب رنگی، طبقه‌بندی نظارت نشده تصاویر، به‌کارگیری فیلتر و تحلیل طیفی و تلفیق نتایج به‌دست آمده از این تکنیک‌ها از یک سو و تحلیل گل‌بادهای از سوی دیگر می‌توان محل‌های برداشت ماسه‌ها را شناسایی نمود. نتایج حاصل از جهت‌یابی مناطق برداشت موید این موضوع هستند که منشا تلماسه‌های روان خوزستان در قطاع شمال غرب تا غرب واقع شده‌اند. دشت‌های آبرفتی و سیلابی، آبرفت‌های بادبزی شکل، زمین‌های کشاورزی، پیچان رودهای خشک و نیز سازندهای حساس به فرسایش از جمله سازند آغاچاری و سازند بختیاری که در قطاع شمال غرب تا غرب قرار دارند، مناطق برداشت می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: تصاویر ETM⁺، تلماسه، سنجش از دور، منشایابی، GIS

مقدمه

بادی در مرحله برداشت علاوه بر صرف هزینه کمتر با موفقیت بیشتری نسبت به دو منطقه دیگر به‌خصوص منطقه رسوب‌گذاری همراه است. لذا شناخت نقاط برداشت یا منشا تپه‌های ماسه‌ای، مهمترین و اصولی‌ترین راه مبارزه با فرسایش بادی می‌باشد. با شناسایی مناطق برداشت می‌توان عملیات کنترل و مبارزه را از این مناطق شروع نمود. تاکنون مطالعات

در فرسایش بادی سه منطقه برداشت، حمل و رسوب‌گذاری وجود دارد. مطالعات انجام شده در مناطق بیابانی نشان می‌دهد که بهترین مرحله مبارزه با فرسایش بادی، مرحله برداشت می‌باشد و فقط در مواقع ضروری می‌توان عملیات کنترل فرسایش بادی را در دو منطقه دیگر انجام داد. مبارزه با فرسایش

* مسئول مکاتبات: jafarisomayeh11@yahoo.com

توجه به این که بارخان‌های جدید و فعال دارای شکلی مشخص و متمایز از سایر نهشته‌های بادی هستند، اشکال مورد نظر بر روی تصاویر مربوطه شناسائی شد (Khalifeh و همکاران، ۲۰۰۷).

Doasari در سال ۱۹۹۶ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست و اندازه‌گیری‌های صحرایی در ۸۰ سایت متفاوت از بیابان‌های کویت نشان داد که بین بازتاب طیفی و مواد سطحی بیابان‌ها ارتباط وجود دارد. آن‌ها با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت نشده و عملیات میدانی، محدوده‌های تله‌های نفتی، مناطق مرطوب، ماسه‌های فعال با پوشش گیاهی را تفکیک نمودند. همچنین، دریافتند که بازتاب‌های بالا در برخی از سایت‌های نمونه‌برداری مربوط به رنگ روشن ماسه‌هایی است که اخیراً جابه‌جا شده و دانه‌بندی کوچکی دارند. Williams و Greeley (۲۰۰۳) برای بررسی رطوبت و پوشش تپه‌های ماسه‌ای، تصاویر رادار را مورد استفاده قرار داده و باندهای مناسب این مطالعات را معرفی نمودند.

فرسایش بادی در ابعاد مکانی وسیعی رخ می‌دهد. گاهی محل‌های برداشت کیلومترها از محل‌های انباشت فاصله دارند، به همین جهت روش‌های منشاییابی که بیش از حد به عملیات میدانی وابسته باشند، مشکل، وقت‌گیر، پرهزینه و گاه غیر ممکن می‌شوند. همچنین، این روش‌ها در مقطع زمانی خاص در منطقه صورت می‌گیرند و تکرار عملیات میدانی گسترده در زمان‌های متوالی امکان‌پذیر نمی‌باشد. تلفیق RS^۱ و GIS^۲، ابزار و امکانات قابل توجهی را جهت انجام مطالعات منشاییابی در اختیار می‌گذارد. تصاویر ماهواره‌ای، گستره وسیعی از سطح زمین را در یک قاب نمایش می‌دهند.

با اتصال چند قاب تصویر، سطح بسیار وسیعی از منطقه قابل مشاهده و بررسی می‌شود (Khalifeh و همکاران، ۲۰۰۷). بنابراین، استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و تکنیک‌های مناسب پردازش آن‌ها در بررسی‌ها و مطالعات مرتبط با نهشته‌های بادی و تپه‌های ماسه‌ای حائز اهمیت فراوان است، به‌ویژه آن که این تصاویر در واقع آماری ثبت شده از منطقه مورد نظر بوده و امکان

متعدد با روش‌های مختلفی در ایران و سایر کشورها جهت شناخت مناطق برداشت انجام گرفته است که در ادامه گزیده‌ای از این مطالعات که متکی بر استفاده از تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد، ذکر می‌شود.

Iranmanesh و همکاران (۲۰۰۶) کاربرد مفید تصاویر MODIS^۱ از سنجنده TERRA^۲ و همچنین، سنجنده ETM^۳ را در شناخت مناطق برداشت طوفان‌های غبارزا و چگونگی انتشارات گرد و غبار در طوفان‌های منطقه‌ای سیستان نشان دادند. این تصاویر به‌دلیل پوشش زیاد، قابلیت تکرار و همچنین، دریافت بازه وسیع انرژی تابشی در محدوده‌های طیفی مرئی و نامرئی، برای این گونه مطالعات قابل استفاده هستند (Iranmanesh و همکاران، ۲۰۰۶). Khalifeh و همکاران (۲۰۰۷)، روش جدیدی تحت عنوان پردازش تصاویر ماهواره‌ای و تحلیل باد ارائه و برای منشاییابی رسوبات بادی منطقه اردستان به‌کار گرفتند که از تکنیک‌های پردازش تصاویر مانند افزایش تباین، روشنایی تصاویر، آستانه‌گیری طیفی، ترکیب کاذب رنگی، فیلتر روش گمانه‌زنی و تحلیل طیفی و تلفیق نتایج به‌دست آمده از یک سو و تحلیل گلماسه‌ها از سوی دیگر و برقراری ارتباط مناسب بین آن‌ها، محل‌های برداشت مرتبط با نهشته‌های مورد نظر شناسایی شد.

با رسم منحنی طیفی (شکل ۲) در منطقه طبس، باند b5 به‌عنوان یکی از بهترین باندها، جهت مطالعه ماسه‌های بادی معرفی شد. به عقیده محققین بیشترین فاصله بین بیشینه و کمینه و نیز نظم طبقاتی ارزش‌های روشنایی موجود در یک باند، در باند b5 به چشم می‌خورد (Khalifeh و همکاران، ۲۰۰۷). Khalifeh و همکاران (۲۰۰۷) در منطقه طبس با تهیه ترکیب رنگی کاذب از باندهای هفت، چهار و دو از تصاویر ETM و تحلیل طیفی باندهای b6، b4 و b5 را باندهای حاوی بیشترین اطلاعات راجع به تپه‌های ماسه‌ای معرفی نمودند. با نسبت‌گیری طیفی و همچنین، اجرای عملیات فیلتر غیر خطی و با

¹ Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer

² واژه لاتین به معنای زمین

³ Enhanced Thematic Mapper

⁴ Remote Sensing

⁵ Geographical Information Systems

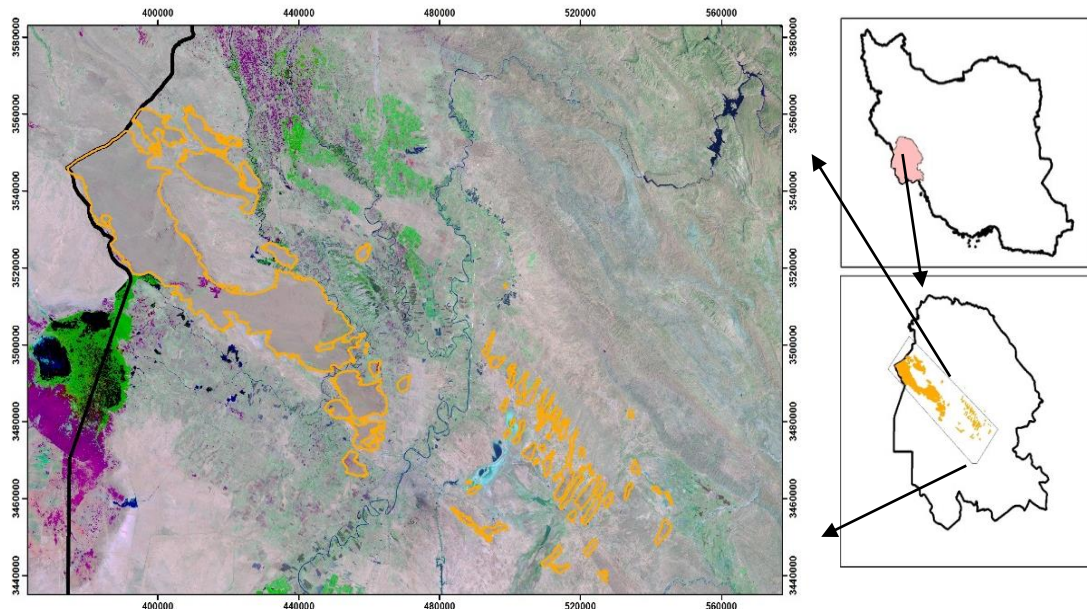
مانند استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و تحلیل متغیرهای باد ضمن شناخت مناطق برداشت، اولویت‌های اجرایی برای مبارزه با آن نیز مشخص شوند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد پژوهش: استان خوزستان در محدوده طول‌های جغرافیایی ۴۷° ۴۰' تا ۵۰° ۳۳' شرقی و عرض‌های ۲۹° ۵۲' تا ۳۲° ۵۹' شمالی واقع شده است. ماسه‌های روان خوزستان در محدوده شهرهای اهواز، دزفول و بستان در نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰، بین طول ۴۷° تا ۴۹° شرقی و عرض ۳۱° تا ۳۲° شمالی واقع شده‌اند. شکل ۱ موقعیت منطقه مطالعاتی را نشان می‌دهد.

استفاده از آن‌ها برای بررسی‌های مرتبط با دوره زمانی خاص میسر می‌کند.

با توجه به گسترش تپه‌های ماسه‌ای در جلگه خوزستان و شرایط ناپایدار آن‌ها، همیشه بیم این مسئله وجود دارد که مخاطرات ناشی از گسترش تپه‌های ماسه‌ای بر روی عناصر فضایی اعم از طبیعی و انسانی (کشاورزی، شهرنشینی و ژئومورفولوژیکی) تاثیرگذار باشند و موجب خسارات جبران‌ناپذیری در منطقه شود. بنابراین مبارزه با فرسایش بادی از اولویت حفاظتی در جلگه خوزستان به شمار می‌آید. در این راستا شناخت منشأ رسوبات و مناطق برداشت اولین گام در مبارزه با فرسایش بادی است. در این پژوهش نیز سعی شده است، با استفاده از روش‌های کم هزینه



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد پژوهش

تصاویر زمین مرجع شده و ثبت آن‌ها به نقشه‌های به هنگام منطقه صورت گیرد. در پژوهش حاضر ابتدا نقشه‌های توپوگرافی با ۲۰ نقطه زمین مرجع شد. سپس جهت رسیدن به $RMSE^1$ پایین‌تر، نقاط دارای خطا حذف شد تا $RMSE$ قابل قبول به دست آید. بعد از آن با نقاط کنترل زمینی خطای جابه‌جایی بررسی شد. سپس تصویر ETM^+ با استفاده از روش نقشه به تصویر تصحیح شد. مراحل تصحیح هندسی با روش

روش پژوهش: در این پژوهش از تصاویر ETM^+ ماهواره لندست به تاریخ هفتم آگوست ۲۰۰۲ مربوط به گذرهای شماره ۱۶۵ و ۱۶۶، ردیف ۳۸ استفاده و مراحل ذیل برای آماده‌سازی آن‌ها انجام شده است.

پیش پردازش تصاویر ماهواره‌ای

۱- **تصحیح ژئومتری تصاویر:** از آن‌جا که تصاویر ماهواره‌ای خام دارای خطاهای هندسی و ژئومتری می‌باشند، برای رفع این خطا و برای این که داده‌ها دارای مختصات جغرافیایی دقیق باشند، لازم است،

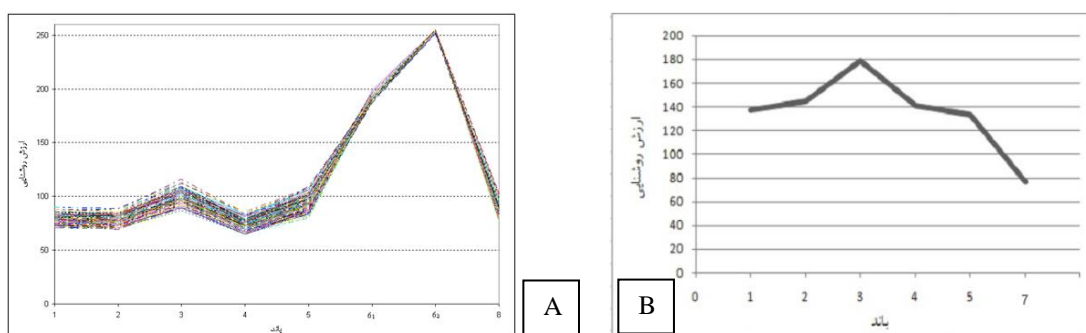
¹ Root Mean Square Error

با بازدیدهای صحرائی، پدیده‌های مختلف موجود در منطقه شناسایی شدند.

۳- **فیلترگذاری:** مهمترین مسئله در ارتباط با عملیات فیلتر، انتخاب باند مناسب این عملیات است. برای رسیدن به این هدف منحنی طیفی ماسه بادی منطقه ترسیم (شکل ۲) و با تحلیل آن، باند حاوی بیشترین اطلاعات راجع به تپه‌های ماسه‌ای جهت فیلترگذاری انتخاب شد. در این تحقیق بهترین باند انتخابی، باند b5 تشخیص داده شد.

نزدیک‌ترین همسایه انجام شد. باید متذکر شد که منطقه مورد مطالعه در دو زون ۳۸ و ۳۹ قرار گرفته، ولی به دلیل آن که کمتر از یک درجه از منطقه در زون ۳۸ می‌باشد، بنابراین از UTM زون ۳۹ به عنوان مختصات جغرافیایی استفاده شد.

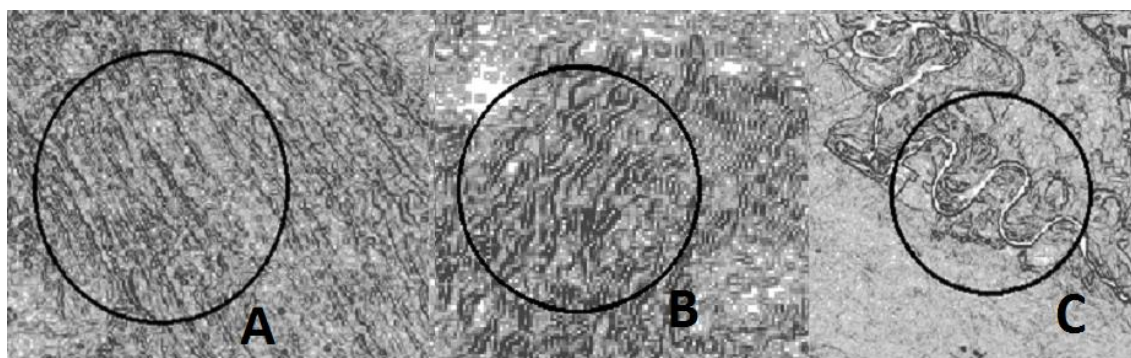
۲- **بارسازی تصاویر:** پس از تصحیح خطای هندسی برای مقایسه و جهت وضوح تصاویر به منظور تفسیر چشمی و طبقه‌بندی آن‌ها سه روش اعمال شد. این سه روش عبارتند از: بسط، تباین به روش خطی و بارسازی به روش هیستوگرام فراوانی. سپس



شکل ۲- (A) منحنی طیفی نهشته‌های بادی منطقه طبس و (B) منحنی طیفی نهشته‌های بادی خوزستان (اقتباس از Khalifeh و همکاران، ۲۰۰۷)

استفاده شد (شکل ۳). با انجام عملیات آشکارساز غیر خطی لبه‌ها، مشخصات هندسی و شکل نهشته‌های بادی مشخص و جهت بادهای فرساینده لحاظ می‌شود.

با تحلیل این منحنی و انتخاب باند مناسب، در نهایت از فیلتر غیر خطی Sobel برای آشکارسازی عوارض خطی و به‌خصوص خط الراس تپه‌های ماسه‌ای



شکل ۳- تصویر حاصل از تاثیر فیلتر بر روی باند b5 (ETM 2002) در نرم افزار ERDAS 8.7. (A) لایه‌بندی در سازند آغاچاری، (B) خط الراس تپه‌های ماسه‌ای عرضی و (C) منادریهای رودخانه‌ای

همبستگی بین باندها محاسبه و ترکیب‌های کاذب سه، یک، پنج و دو، چهار، هفت انتخاب شد. مقایسه ترکیب‌های حاصل از این باندها نشان داد که ترکیب

در آخرین مرحله از پردازش‌های اولیه، جهت داشتن دید کلی نسبت به منطقه، مبادرت به تهیه تصویر کاذب رنگی شد که جهت این امر عامل

سرعت باد که می‌تواند به صورت دلخواه باشد، b تعداد کل دیده‌بانی‌های باد و n_{ij} تعداد بادهای مربوط به جهت جغرافیایی i که دارای کلاس سرعت j می‌باشد.

ترسیم گل‌باد علاوه بر این که فراوانی بادهای بیشتر از یک نات را در جهات مختلف جغرافیایی مشخص می‌کند، جهت وزش بادهای غالب منطقه را نیز نشان می‌دهد که با استفاده از آن دید کلی از وضعیت وزش باد در منطقه مورد مطالعه به دست می‌آید. در پایان اقدامات دفتری، بازدیدهای صحرائی به منظور کنترل مرز واحدهای ژئومورفولوژی و نیز بررسی مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای و جهت قله‌های بارخان‌ها و بارخانوئیدها انجام گرفت.

نتایج و بحث

گل‌باد: نتایج حاصل از رسم گل‌باد سالانه ایستگاه سینوپتیک اهواز نشان می‌دهد که جهت باد غالب منطقه غرب تا شمال غرب می‌باشد (شکل ۴). میانگین سرعت باد غالب $2/55$ متر بر ثانیه و درصد حالات آرام باد $36/94$ درصد می‌باشد. همچنین، نتایج حاصل از تحلیل گل‌باد سالانه ایستگاه رامهرمز نشان داد که میانگین سرعت باد غالب $1/89$ متر بر ثانیه و درصد حالات آرام باد $48/01$ درصد می‌باشد. به منظور امکان مقایسه کمی داده‌های بادسنجی نتایج مربوط به نحوه توزیع کلاس‌های مختلف سرعت باد و دیگر شاخص‌های معرف رژیم بادناکی ایستگاه‌های مورد بررسی در جدول ۱ خلاصه شده است.

نتایج مندرج در جدول مذکور جهات غرب تا شمال غرب را به‌عنوان بادهای غالب برای ایستگاه‌های اهواز و رامهرمز نشان می‌دهد، این جهات معمولاً با بادهای شدید نیز انطباق نشان می‌دهد. همان‌گونه که گل‌باد سالانه منطقه نشان می‌دهد، به‌طور میانگین در ایستگاه‌های اهواز و رامهرمز حدود $42/47$ درصد از بادهای حاکم در منطقه دارای سرعتی کمتر از یک نات بوده که تحت عنوان بادهای آرام در نظر گرفته شده‌اند و در هنگام ترسیم گل‌باد از آن‌ها صرف نظر شده است (Faraji, 2010). همان‌گونه که گل‌باد سالانه منطقه نشان می‌دهد، عمده بادهای حاکم در منطقه از سمت شمال غرب تا غرب جریان داشته و

سه باند دو، چهار، هفت نمایش بهتری از ماسه‌های روان نشان می‌دهد. ترکیب رنگی باندهای هفت، چهار و دو توانایی زیادی در تفکیک پدیده‌ها و آشکارسازی آن‌ها دارد، چون خاک در باند هفت بیشترین بازتاب را دارد. پس از آن به افزایش تباین و روشنایی تصاویر کاذب رنگی پرداخته شد.

پردازش تصاویر

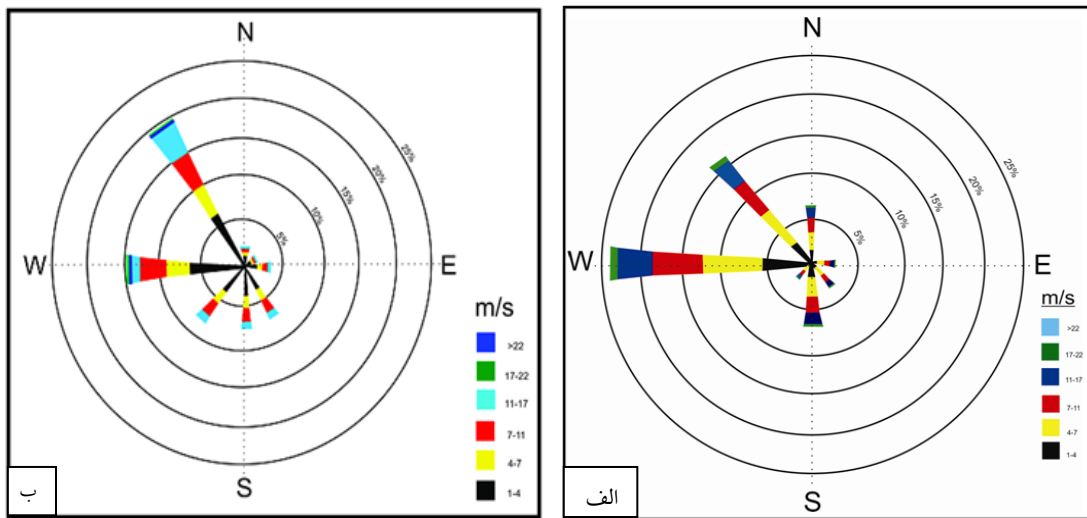
تجزیه و تحلیل و طبقه‌بندی رقومی اطلاعات ماهواره‌ای: اصولاً روش طبقه‌بندی نظارت نشده، پیش شناختی را در مورد مشخصات طبقه‌ها طلب نمی‌نماید. در این روش کلاس‌های حاصل بر اساس تشابه طیفی پیکسل‌ها ایجاد می‌شود، بنابراین نتایج حاصله نیاز به استفاده از اطلاعات جانبی، تکمیلی و تفسیر و شناسایی دارد (Alavipanah, 2007). انتخاب تعداد کلاس‌های طیفی در این روش از اهمیت خاصی برخوردار است که این امر بستگی به شناخت مفسر از منطقه مورد مطالعه، تجربه و وضعیت بازتاب‌های طیفی دارد. در این پژوهش برای شناخت نقاط برداشت (منشا) بر روی تصاویر ETM⁺ سال 2002، چندین طبقه‌بندی نظارت نشده انجام گرفت و در نهایت طبقه‌بندی با پنج کلاس، مناسب تشخیص داده شد. برای تفسیر نتایج طبقه‌بندی از نقشه‌های کاربری اراضی، نقشه‌های توپوگرافی و نقشه‌های زمین‌شناسی استفاده شد.

گل‌بادهای: به منظور نمایش فراوانی نسبی سرعت‌های مختلف باد در جهات متفاوت و در یک دوره معین، از گل‌باد استفاده می‌شود. جهت ترسیم گل‌باد ابتدا لازم است درصد فراوانی بادهای آرام و همچنین، فراوانی کلاس‌های مختلف سرعت باد در جهات جغرافیایی (معمولاً هشت یا ۱۶ گانه) محاسبه شود که برای این منظور از داده‌های بادسنجی در ایستگاه‌های هواشناسی در یک دوره مناسب استفاده می‌شود. به منظور محاسبه فراوانی نسبی کلاس‌های باد در هر سمت، از رابطه زیر استفاده می‌شود.

$$f = \sum_{i=1}^{8 \text{ or } 16} \sum_{j=1}^b \frac{n_{ij}}{j} \times 100 \quad (1)$$

که در آن، f درصد فراوانی نسبی کلاس‌های مختلف سرعت باد، i جهات مختلف جغرافیایی، معمولاً به‌صورت هشت یا ۱۶ گانه، j کلاس‌های

به‌طور کلی بادهایی با سرعت یک الی ۱۱ نات بیشترین فراوانی را در تمام جهات به خود اختصاص داده‌اند.



شکل ۴- گل‌باد سالانه ایستگاه سینوپتیک (الف) اهواز (۲۰۰۵ - ۱۹۶۱) و (ب) رامهرمز (۲۰۰۶-۱۹۸۷)

جدول ۱- آمار ایستگاه های سینوپتیک اهواز و رامهرمز

| نام ایستگاه | جهت باد | درصد حالات آرام باد | میانگین سرعت باد (m.s ⁻¹) | طبقه سرعت باد (knot) | | | | | |
|-------------|---------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|------|------|-------|-------|-----|
| | | | | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ |
| | | | | ۱-۴ | ۴-۷ | ۷-۱۱ | ۱۱-۱۷ | ۱۷-۲۲ | >۲۲ |
| اهواز | W | ۳۶/۹۴ | ۲/۵۵ | ۳/۱۶ | ۱۶/۹ | ۱۸/۱ | ۹/۵ | ۱/۵ | ۰/۷ |
| رامهرمز | NW | ۴۸/۰۱ | ۱/۱۹ | ۲۰/۸ | ۱۰/۲ | ۱۳/۷ | ۶/۷ | ۰/۴ | ۰/۲ |

عبارتند است از: ۱) تپه‌های قدیمی‌تر که دارای تن تیره‌تر هستند و ۲) تپه‌های جدید که دارای تن روشن‌تر هستند. البته لازم به ذکر است که حتی پوشش گیاهی نیز در این تصاویر به راحتی قابل تشخیص است. به منظور آشکارسازی بهتر، مناطق منشا مرتبط به آن تصویر فوق طبقه‌بندی شد و بدین ترتیب نقشه منشا رسوبات بادی ارگ‌های خوزستان به‌دست آمد (شکل‌های ۸، ۹ و ۱۱).

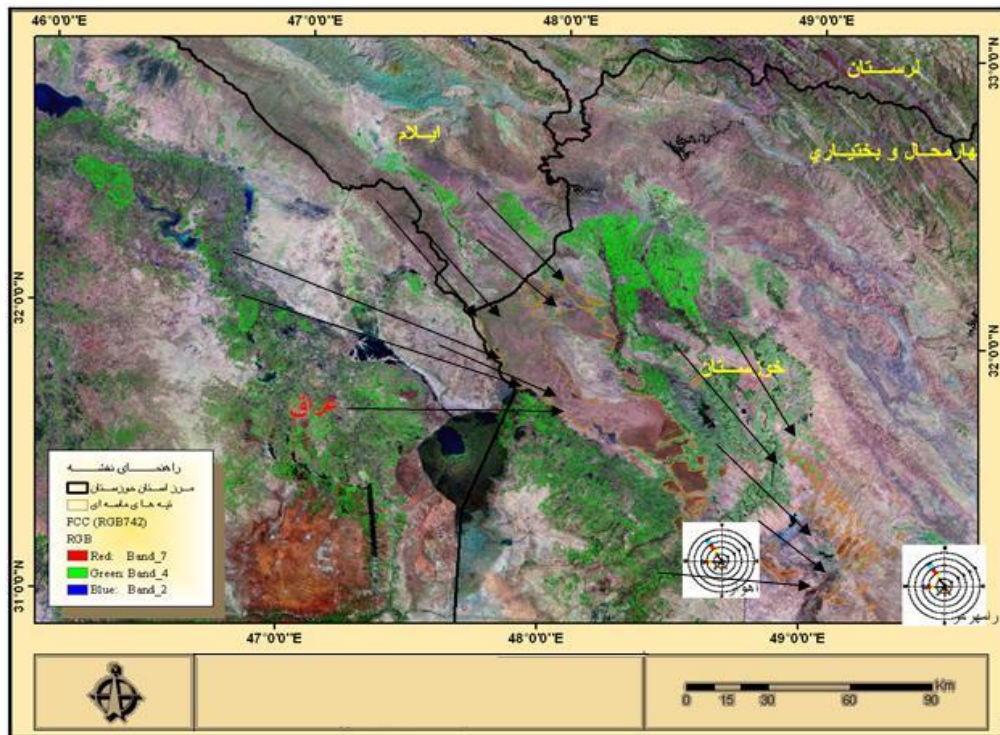
ارتباط طیفی بین رسوبات بادی و واحدهای زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی مجاور، محلی بودن منشا رسوبات را به‌خوبی نشان می‌دهد، اگر چه این گفته برای نهشته‌های ماسه بادی جنوب شرق اهواز مصداق کامل دارد، ولی برای نیمه شمال غربی اهواز، شرایط متفاوت است. زیرا نهشته‌های ماسه‌ای ایران تا مرز استان ایلام و کشور عراق کشیده شده و گل‌باد ایستگاه‌های سینوپتیک نیز جهت باد غالب را شمال غرب تا غرب نشان می‌دهند. پس به‌طور قطع، رسوبات

برای انجام عملیات منشایی در منطقه مورد مطالعه، تصاویر و پردازش‌های لازم به ترتیبی که در روش پردازش تصاویر و تحلیل باد بیان شده، انجام شد. برای تفکیک مناطق برداشت، حمل و انباشت نیز از ترکیب کاذب رنگی (شکل ۵)، تصویر حاصل از کاربرد مجموعه عملیات فیلتر بر روی باند b5 (شکل ۳)، تصویر حاصل از افزایش تباین و روشنایی تصویر دو، چهار، هفت RGB (شکل ۶ و ۷)، تصویر حاصل از طبقه‌بندی نظارت نشده (شکل ۸، ۹ و ۱۱)، مدل رقومی ارتفاع و Hill Shade، استفاده شده است. برای دستیابی به نتایج بهتر و دقیق‌تر، تصاویر و اطلاعات فوق با واحدهای زمین‌شناسی، کاربری و ژئومورفولوژی تلفیق شد.

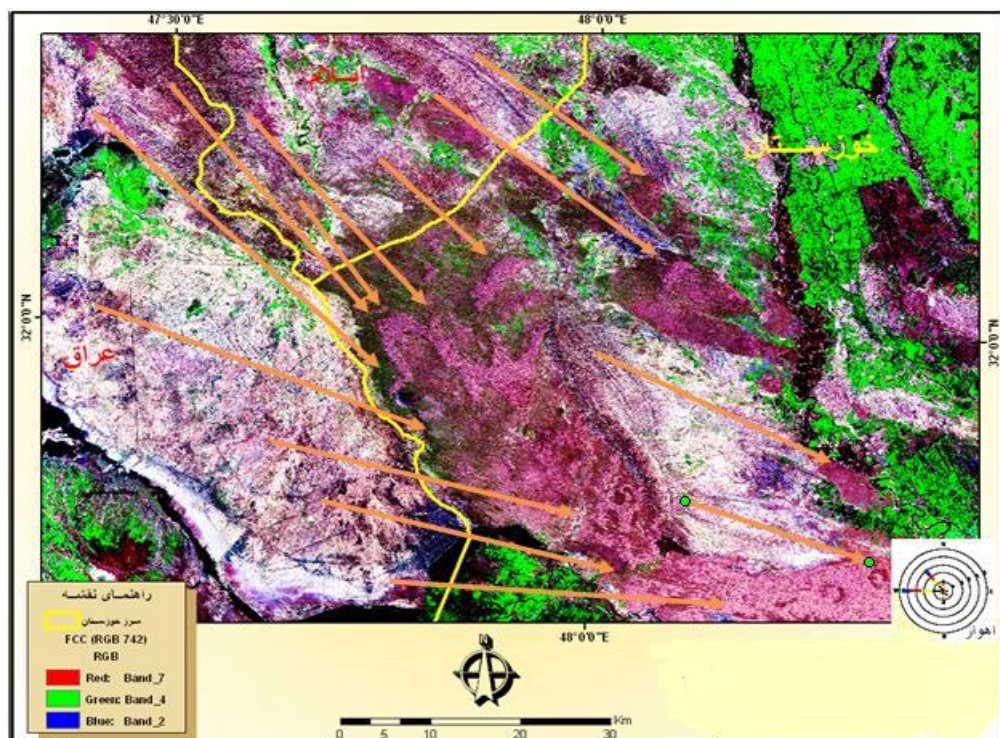
تصویر تهیه شده از اعمال طبقه‌بندی نظارت نشده بر تصویر کاذب رنگی دو، چهار، هفت منجر به ایجاد تصویری شد که رسوبات بادی ارگ را از نظر بازتاب طیفی به دو بخش تقسیم می‌نمود. این دو بخش

کشورهای همسایه از جمله عراق، تاثیر به سزایی در تامین رسوبات تپه‌های ماسه‌ای خوزستان دارند.

برجای مانده در پیچان رودهای خشک، کفه‌های رسی-سیلتی و نواحی بیابانی واقع در استان ایلام و نیز



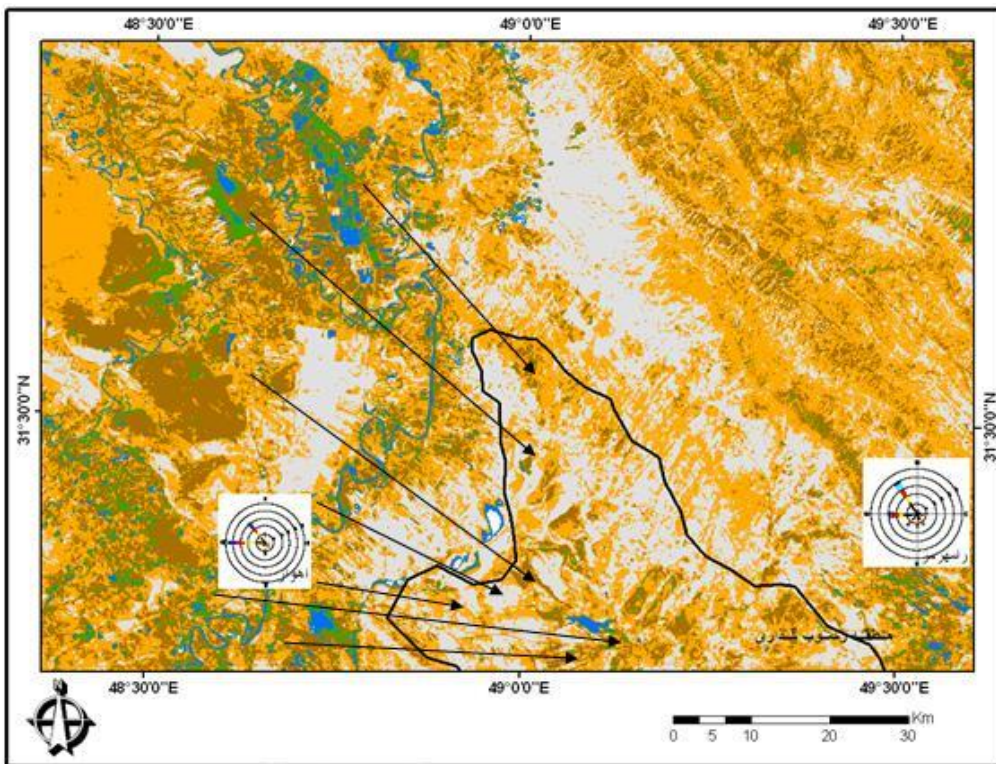
شکل ۵- تصویر کاذب رنگی RGB742 در محدوده تپه‌های ماسه‌ای خوزستان (تصویر 2002 ETM+) (پیکان‌های روی شکل جهت حمل رسوبات به محدوده آرگ را نشان می‌دهند)



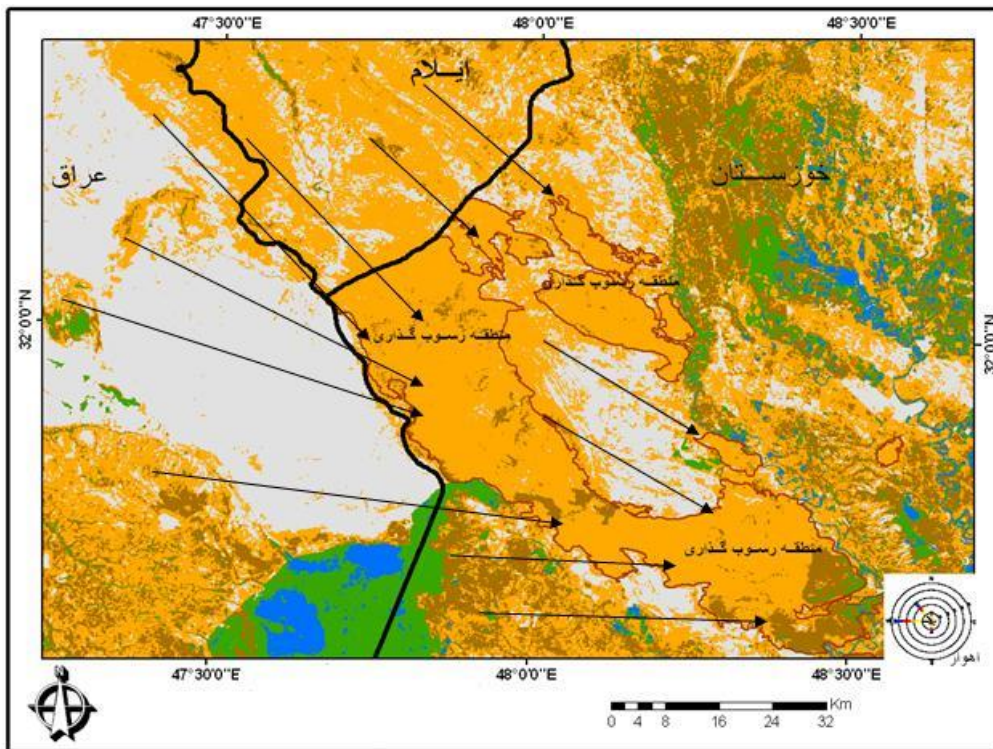
شکل ۶- تصویر حاصل از افزایش تابین و روشنایی ترکیب کاذب رنگی RGB742 و تلفیق آن با گل‌باد ایستگاه‌های سینوپتیک اهواز و رامهرمز در محدوده تپه‌های ماسه‌ای شمال غرب خوزستان (پیکان‌های روی تصویر جهت حمل رسوبات و مناطق برداشت را نشان می‌دهند که عمود بر قله برخان‌ها و تپه‌های عرضی می‌باشد)



شکل ۷- تصویر حاصل از افزایش تابین و روشنایی ترکیب کاذب رنگی RGB742 و تلفیق آن با گل‌باد ایستگاه‌های سینوپتیک اهواز و رامهرمز در محدوده تپه‌های ماسه‌ای جنوب شرق خوزستان (پیکان‌های روی تصویر جهت حمل رسوبات و مناطق برداشت را نشان می‌دهند که عمود بر قله برخان‌ها و تپه‌های عرضی می‌باشد)



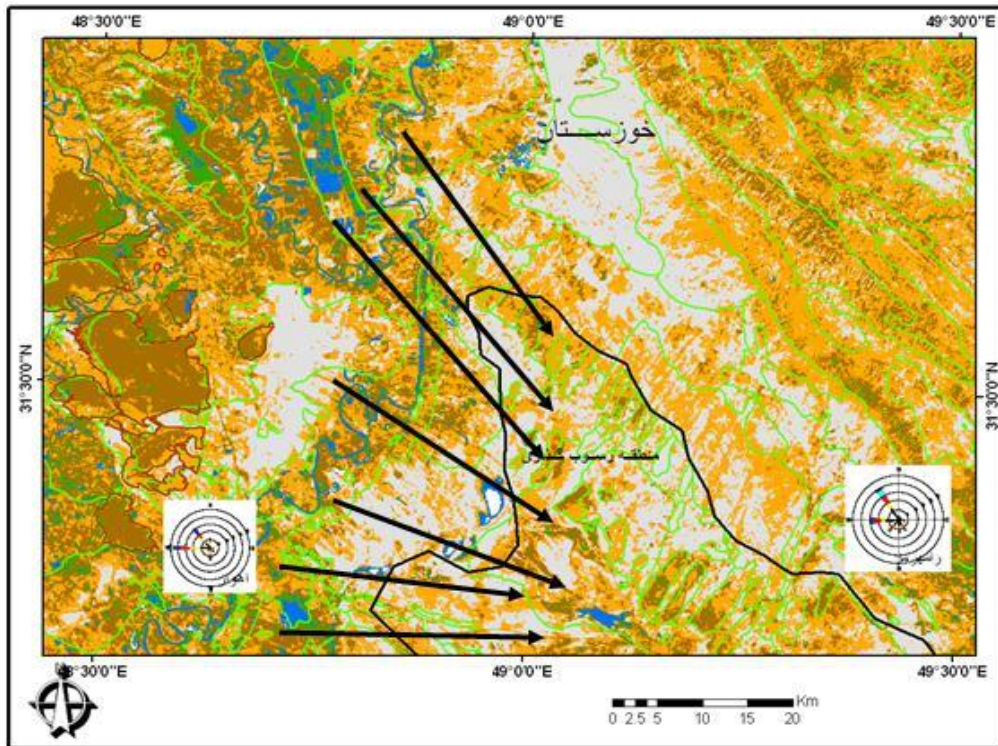
شکل ۸- تصویر حاصل از طبقه‌بندی نظارت نشده بر روی ترکیب کاذب رنگی RGB742 و تلفیق آن با گل‌باد ایستگاه‌های سینوپتیک اهواز در محدوده تپه‌های ماسه‌ای شمال غرب خوزستان (پیکان‌های روی تصویر جهت حمل رسوبات و مناطق برداشت را نشان می‌دهند)



شکل ۹- تصویر حاصل از طبقه‌بندی نظارت نشده بر روی ترکیب کاذب رنگی RGB742 و تلفیق آن با گل‌باد ایستگاه‌های سینوپتیک اهواز، رامهرمز و بستان در محدوده تپه‌های ماسه‌ای جنوب شرق خوزستان (پیکان‌های روی تصویر جهت حمل رسوبات و مناطق برداشت را نشان می‌دهند).

پیچان رودها، از جمله منشا مهم نهشته‌های بادی هستند. با توجه به این امر، تصاویر حاصل از طبقه‌بندی نظارت نشده، مدل ارتفاع رقومی و Hill Shade منطقه، جهت تفکیک مناطق انباشت و برداشت مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به آن که نهشته‌های بادی مختلف متأثر از جهت باد فرساینده منطقه می‌باشند، با بررسی وضعیت نهشته‌ها در تصاویر یاد شده از جمله تصویر حاصل از فیلتر، جهت باد فرساینده شمال غرب تا غرب لحاظ شد. بنابر این مناطقی که در غرب و شمال غرب نهشته‌های ماسه‌ای قرار دارند، احتمالاً می‌توانند منشا تپه‌های ماسه‌ای مورد نظر باشند. تصویر حاصل از طبقه‌بندی نظارت نشده در منشایابی تپه‌های ماسه‌ای کاربرد قابل توجهی دارد. در این تصاویر مناطق قهوه‌ای و نارنجی رنگ، هم در منطقه انباشت و هم در منطقه برداشت به خوبی قابل مشاهده هستند. اگر چه تنها شباهت رنگ را نمی‌توان تشابه ماهیت دانست، اما تلفیق تصاویر طبقه‌بندی شده و نقشه ژئومورفولوژی منطقه، ارزش تصویر طبقه‌بندی شده را آشکار می‌سازد (شکل ۱۰).

نتایج تحقیقات انجام شده در کویت نیز بیان می‌دارند که زمین‌های خشک و بایری که به مساحت ۹۰۰۰ کیلومتر مربع در اثر زهکشی نامناسب در جنوب عراق به وجود آمده‌اند، منشا مهم تپه‌های ماسه‌ای منطقه Ras Al-Subiyah در کویت می‌باشند (Al-Hurban و همکاران، ۲۰۰۷). همچنین، Gandomi (۲۰۱۱) با مطالعات رسوب‌شناسی این رسوبات عنوان داشت، متوسط قطر ذرات تشکیل‌دهنده تپه‌های ماسه‌ای شمال غرب خوزستان بین ۲/۸۷ - ۲/۱۴ فی (۱۳۶ تا ۲۲۶ میکرون) و در جنوب شرق بین ۲/۱۶ - ۳/۰۵ فی (۱۲۰ تا ۲۲۳ میکرون) متغیر بوده و نشان‌دهنده فاصله حمل بین ۲۰ تا ۵۰ کیلومتری و متوسط فاصله جابه‌جایی ۳۵ کیلومتر در شمال غرب و فاصله حمل بین ۵۰ تا ۲۰۰ کیلومتری و متوسط فاصله جابه‌جایی ۱۲۵ کیلومتر در جنوب شرق خوزستان می‌باشند که با نتایج این تحقیق و نیز اندازه‌گیری فاصله مناطق حمل و برداشت با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS هم‌خوانی کامل دارد. تپه‌های ماسه‌ای به‌طور معمول در مناطق مسطح از جمله دشت سر پوشیده شکل می‌گیرند و سایر دشت سرها و



شکل ۱۰- تصویر حاصل از طبقه‌بندی نظارت نشده بر روی ترکیب کاذب رنگی RGB742 و تلفیق آن با نقشه ژئومورفولوژی و گل‌باد ایستگاه‌های سینوپتیک اهواز و رامهرمز در محدوده تپه‌های ماسه‌ای جنوب شرق خوزستان (پیکان‌های روی تصویر جهت حمل رسوبات و مناطق برداشت را نشان می‌دهند)

است، هم‌خوانی بین کلاس‌های حاصل از طبقه‌بندی با نقشه رخساره‌های ژئومورفولوژی دیده می‌شود. این رخساره‌ها با کدهایی نشان داده شده است که در جدول ۲ توضیحات ارائه شده است.

از مهمترین ویژگی نهشته‌های بادی لبه‌ها، خط الرأس و حواشی آن‌ها می‌باشد. از طرفی این نهشته‌ها معمولاً باعث ایجاد سایه در یک طرف خود می‌شوند، بنابراین از مهمترین ایده‌های پردازش تصاویر این نهشته‌ها، فیلتر آشکارساز غیر خطی لبه‌ها است. با توجه به مطالب ذکر شده در روش تحقیق، مسئله مهم در امر فیلترگذاری انتخاب باند مناسب جهت انجام این عملیات می‌باشد. با توجه به منحنی طیفی، بیشترین نظم طبقاتی در باند b5 دیده می‌شود. این فاصله و نظم طبقاتی باعث افزایش قابلیت تفکیک این باند نسبت به سایر باندها در رابطه با نهشته‌های بادی می‌شود. به این منظور فیلتر خطی Sobel بر روی باند b5 اجرا شد (شکل ۱۲)، تپه‌های قدیمی‌تر، حجیم‌تر و یکنواخت‌تر و دارای خطوط کمتر در سطح خود بوده و نیز تپه‌های فعال دارای شکل و وضعیت هندسی

مطالعات قبلی در این زمینه (مطالعات رسوب‌شناسی و کانی‌شناسی)، در منطقه مورد مطالعه سازندهای زمین‌شناسی، رخساره‌های ژئومورفولوژی و رسوبات رودخانه‌ای واقع در قطاع غرب و شمال غرب را به‌عنوان منشأ معرفی نموده‌اند (Pashaei, ۱۹۷۶ و Jalali و همکاران، ۲۰۰۸). نتایج این تحقیق نیز تصدیقی بر این امر می‌باشد. به‌عنوان مثال تلفیق تصویر حاصل از طبقه‌بندی نظارت نشده و رخساره‌های ژئومورفولوژی نشان داد، دشت‌های آبرفتی و سیلابی، آبرفت‌های بادبزنی شکل، زمین‌های کشاورزی و نیز سازندهای حساس به فرسایش از جمله آغاچاری و بختیاری واقع در قطاع شمال و شمال غرب منشأ این رسوبات می‌باشند. با توجه به مطالب ذکر شده می‌توان منشأ رسوبات ماسه بادی در غرب و شمال غربی خوزستان را سازندهای زمین‌شناسی، زمین‌های کشاورزی رها شده، دشت‌های سیلابی و رسوبات آبرفتی دانست (شکل ۱۱).

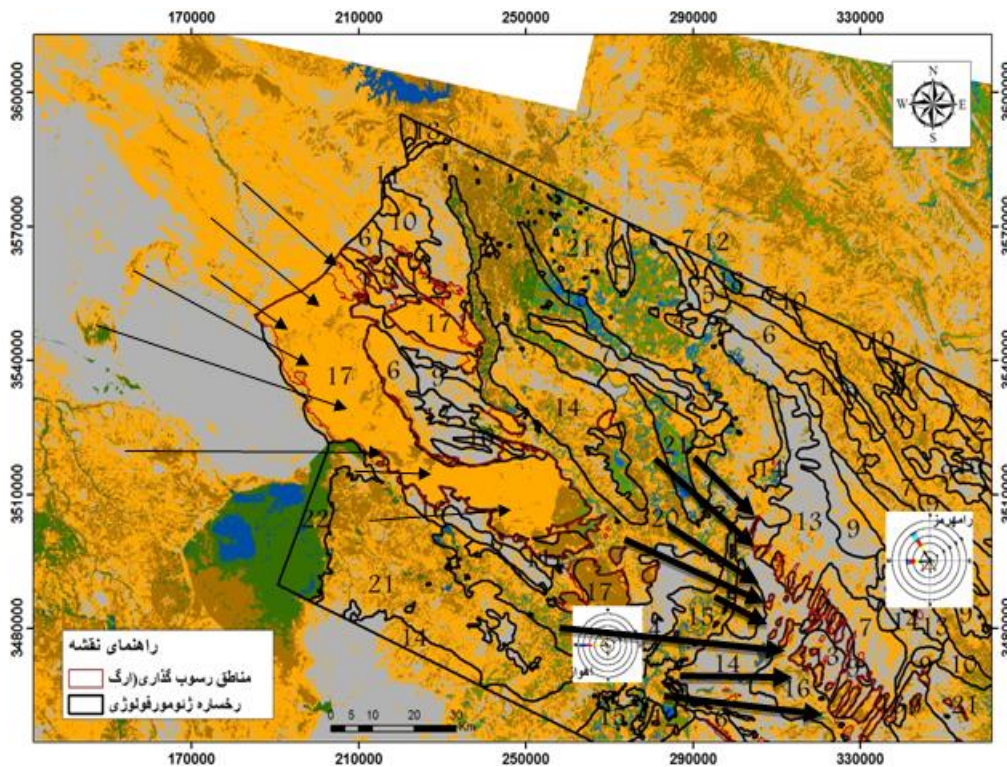
در شکل ۱۱ که حاصل روی هم گذاری رخساره‌های ژئومورفولوژی و تصاویر طبقه‌بندی شده

قابل تشخیص است که راس الخط آن‌ها نمایش‌دهنده جهت وزش باد غالب منطقه می‌باشد. تلفیق این تصاویر و گل‌باد ایستگاه‌های اهواز و رامهرمز به راحتی جهت غالب باد را مشخص می‌نماید.

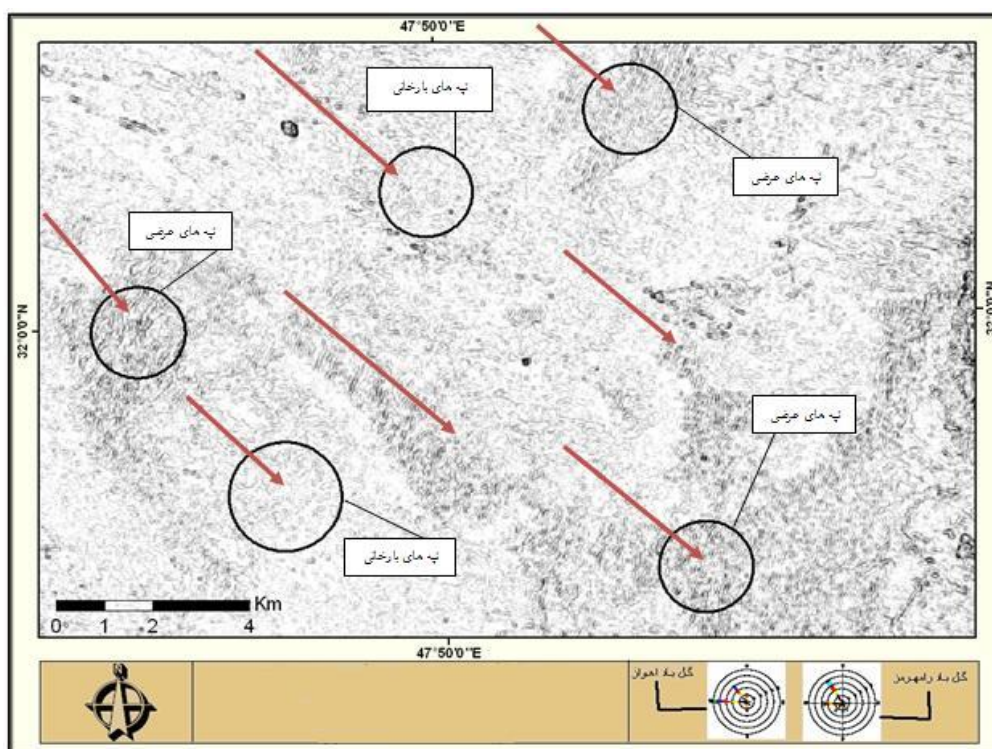
شناخته شده‌ای می‌باشند. با اجرای عملیات فیلتر آشکارساز غیر خطی لبه‌ها، مشخصات هندسی و خطوط یاد شده آشکار شد. در این تصویر شکل و وضعیت تپه‌های ماسه‌ای به‌ویژه بارخان‌ها به خوبی

جدول ۲- کد رخساره‌های ژئومورفولوژی مربوط به شکل ۱۱

| کد | توضیحات | کد | توضیحات |
|----|-----------------------------------|----|----------------------------------|
| ۱ | کوه‌های بسیار مرتفع با قله مدور | ۱۲ | آبرفت‌های بادبزی شکل سنگریزه‌دار |
| ۲ | کوه‌های مرتفع با قله نوک تیز | ۱۳ | دشت‌های دامنه‌ای مسطح |
| ۳ | کوه‌های کم ارتفاع تا نسبتاً مرتفع | ۱۴ | دشت سیلابی |
| ۴ | تپه نسبتاً مرتفع با قله تیز | ۱۵ | دشت‌های آبرفتی |
| ۵ | تپه‌های کم ارتفاع با قله مدور | ۱۶ | اراضی پست و مسطح با شوری زیاد |
| ۶ | تپه نسبتاً مرتفع با فرسایش متوسط | ۱۷ | تپه‌های ماسه‌ای |
| ۷ | تپه‌های کم ارتفاع و فرسایش یافته | ۱۸ | اراضی مخلوط |
| ۸ | تپه‌های نسبتاً مرتفع جنگلی | ۱۹ | دره و کانال رودخانه |
| ۹ | فلات و تراس فوقانی و دشت رسوبی | ۲۰ | زمین کشاورزی و دشت سیلابی |
| ۱۰ | فلات و واریزه‌های قدیمی | ۲۱ | زمین کشاورزی |
| ۱۱ | واریزه‌های بادبزی شکل سنگریزه‌دار | ۲۲ | تالاب و هور |



شکل ۱۱- تصویر حاصل از طبقه‌بندی نظارت نشده بر روی ترکیب کاذب رنگی RGB742 و تلفیق آن با نقشه ژئومورفولوژی و گل‌باد ایستگاه‌های سینوپتیک اهواز و رامهرمز درخوزستان (پیکان‌های روی تصویر جهت حمل رسوبات و مناطق برداشت را نشان می‌دهند)



شکل ۱۲- تصویر حاصل از تاثیر فیلتر Sobel بر باند b5 از تصویر ETM⁺2002 (پیکان‌های روی شکل جهت باد را نشان می‌دهند که عمود بر خط الراس برخان‌ها و تپه‌های عرضی هستند و موید جهت حمل رسوبات می‌باشد)

آورد این تحقیق نیز این موضوع را تأیید می‌کند و جهت منشأ رسوبات بادی خوزستان را در قطاع غرب و شمال غرب می‌داند. بدیهی است که در مسیر باد غالب انواع اراضی و سازندها وجود دارند که می‌توانند منشأ تولید رسوب باشند و یا نباشند، که تنها از طریق آزمایشات مربوطه می‌توان به ترکیب تپه‌های ماسه‌ای پی‌برد. بنابراین باید عنوان داشت، نتایج این تحقیق نوید این را می‌دهد که با تکنیک‌های سنجش از دور و استفاده از تصاویر با قدرت تفکیک طیفی و مکانی بالا و نیز بهره‌گیری از فیلترهای مختلف می‌توان صحت و دقت این گونه مطالعات را بالا برد و از هزینه و زمان مطالعه کاست. علاوه بر آن با پردازش، تحلیل و مقایسه باندهای حرارتی مربوط به تصاویر مختلف می‌توان به اطمینان بیشتری از کارایی این روش و گسترش آن دست یافت.

استفاده از پردازش داده‌های رقومی ماهواره‌ای (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در مطالعات منشایی از تکنولوژی‌های روز جهان محسوب می‌شوند. از آنجایی که تهیه نقشه‌های مورد نیاز در این روش به صورت سازمان‌دهی شده به وسیله رایانه و با دقت در حد یک پیکسل انجام می‌شود، از کیفیت و دقت بالایی برخوردار هستند. نقشه‌های ارائه شده در این پژوهش نشان می‌دهد که تکنولوژی سنجش از دور در بارزسازی ارتباط طیفی بین مناطق برداشت و رسوب‌گذاری کارایی بالایی دارد. منشایی حاصل از روش‌های رسوب‌شناسی، کانی‌شناسی و خصوصیات مورفوسکوپی عناصر ماسه‌ای رسوبات بادی منطقه و نیز مطالعات ژئوشیمیایی عناصر کم مقدار این رسوبات، بیانگر حمل آن‌ها در جهت بادهای غالب منطقه (غرب به شرق) بوده (نه، هشت و دو) که دست

منابع مورد استفاده

1. Alavipناه, K. 2007. Application of remote sensing in earth science (soil science). Tehran University Publication, 128 pages.
2. Al-Hurban, A., H. El-Gamily and A. El-Sammak. 2007. Geomorphic changes in Ras Al-Subiyah area, Kuwait. Environmental Geology, 54: 1377-1390.

3. Faraji, M., 2010. Investigation on using tracers and Index minerals to finger printing of sand dune sediment (Khuzestan province, Molasani region case study). MSc Thesis, Tehran University, 150 pages.
4. Gandomi, Z. 2011. Study on granulometric properties of Khuzestan sand dune in order to origination. MSc Thesis, Azad University, 125 pages.
5. Iranmanesh, f., M. Arabkhedri and M. Akram. 2006. Investigation of dust origins and characteristics of their spreading in Sistan's storms, Iran region, using image processing. Pajouhesh and Sazandegi, 67: 25-33 (in Persian).
6. Jalali, N., F. Iranmanrsh, M.H. Davoodi and A.A. Abkar. 2008. Investigate on the cause and origin of the south west and west hurricanes and affected areas. Final report of Research institute for water scarcity and drought in agriculture and natural resources, 136 pages.
7. Khalifeh, E., M. Pakparvar and M.R. Kavianpour. 2007. Application of Filter and band ration techniques and separate active (new) and inactive (old) sand dunes, case study: Tabas. Iranian Journal of Range and Desert Research, 14(2): 402-420.
8. Khalifeh, E., M.R. Kavianpour, M. Pakparvar and S. Vafaei. 2007. A combination method of Image Processing and Wind Analysis for identification of sand sources in wind erosion, case study: of Ardestan. Iranian Journal of Range and Desert Research, 14(2): 204-221.
9. Pashaei, A. 1976. Dynamic assessment of dunes with its biological fixation in Khuzestan. Jondishapur University Publications, 18/72: 35.
10. Williams, K. and R. Greeley. 2003. Laboratory and field measurements of the modification of radar backscatter by sand. Remote Sensing of Environment, 89: 29-40.

Application of satellite image and wind analysis for identification of Khuzestan sand dunes sources

Somayeh Jafari^{*1}, Reza Bayat², Amirhossein Charkhabi³, Nader Jalali⁴ and Fazel Iranmanesh⁵

¹ MSc, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Iran, ² Scientific Board, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Iran, ³ Associate Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Iran and ^{4&5} Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Iran

Received: 02 May 2014

Accepted: 24 November 2014

Abstract

Sand dunes developed in 15 provinces with an area of 4.4 million hectares and 56 Citadel, are one of the most important geomorphological features in Iran. Sand and desert stabilization technical office studies, according to project results identify focal and present four regions including Ahvaz, Dasht-e-Azadegan, Susa and the Omidiyeh in Khuzestan province. The mentioned area includes 279505 hectares of land in Khuzestan. This study has used remote sensing technology, GIS techniques and analyzed effective recorded winds data. Toward were reviewed and analyzed the wind regime of the area for direction of source area using Windrose Diagrams. In this study, based on utilizing and composing of image processing techniques such as image enhancement, threshold, false color composition, filtering and analysis and results of wind data analysis, with other investigations is useful to find the source of sand dunes. The results from direction of source area confirm that source of sand dune located in NW to W, notice Windrose in Khuzestan. The source area are flood alluvial fan plain, alluvial fan, agriculture land, meandering rivers and sensitive formation to erosion including Aghajari formation and Bakhtiari formation that located in the in NW to W section.

Keywords: ETM⁺ image, GIS, Remote Sensing, Sand Dune, Source Identification

* Corresponding author: jafarisomayeh11@yahoo.com