

## شناسایی مناطق برداشت رسوبات بادی با استفاده از سه الگوریتم حداکثر شباهت، حداقل فاصله و متوازی السطوح (مطالعه موردی: شهرستان رودبار جنوب- استان کرمان)

رسول مهدوی<sup>۱\*</sup>، اعظم علی عوضی دختک<sup>۲</sup>، حمید غلامی<sup>۳</sup> و علیرضا کمالی<sup>۴</sup>

\* نویسنده مسئول، استادیار، عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان، ایران

پست الکترونیک: ra\_mahdavi2000@yahoo.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی - بیابان‌زدایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

۳- استادیار، عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

۴- دانشجوی دکترای مخاطرات اقلیمی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۴/۸/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۵/۳/۱۷

### چکیده

تلفیق فنون سنجش از دور (RS) و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، ابزار مهمی برای انجام مطالعات شناسایی منابع ماسه بشمار می‌رود. این مهم، زمان و هزینه عملیات مکان‌یابی منابع ماسه‌ای را کاهش می‌دهد. در این تحقیق با استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر و به کمک داده‌های راقومی Landsat ۸ و سنجنده OLI کانونهای برداشت رسوبات بادی در شهرستان رودبار جنوب شناسایی شد. برای انجام کار، ابتدا تصحیح رادیومتریک بر روی داده اعمال و با استفاده از شاخص فاکتور مطلوبیت (OIF) بهترین ترکیب باندی تعیین گردید، به طوری که ترکیب باندی (۵،۶،۷) مناسبتر تشخیص داده شد. در مرحله بعد، تصاویر به سه روش متوازی السطوح، حداقل فاصله و حداکثر شباهت طبقه‌بندی شدند. برای ارزیابی صحت طبقه‌بندی، برداشت‌های زمینی با استفاده از سیستم مختصات یاب جهانی (GPS) انجام شد. در نهایت از چهار معیار صحت کلی، ضریب کاپا، دقت تولید کننده و دقت کاربر برای بیان صحت طبقه‌بندی استفاده شد. نتایج حاصل از سه متد طبقه‌بندی نشان می‌دهد که بیش از ۵۰ درصد مساحت منطقه مطالعاتی، در طبقه مناطق برداشت رسوبات بادی قرار گرفته است که عمدتاً شامل اراضی کشاورزی، خشکه‌رودها و اراضی شور و سطوح شلجی شکل در واحد پلایا می‌باشد. نتایج حاصل از ارزیابی دقت نشان می‌دهد که الگوریتم حداکثر شباهت با دقت کلی ۹۵/۵۴ درصد و ضریب کاپا ۰/۹ نسبت به دو الگوریتم دیگر دقت بیشتری دارد. برای استخراج نقشه‌های مناطق برداشت رسوبات و کانون‌های فرسایش بادی با صحت و دقت مناسب‌تر، استفاده از داده‌های ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی بالا مانند Ikonos و Quick Bird پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: سنجش از دور، Landsat ۸، OLI، فرسایش بادی، منشأ برداشت، رودبار جنوب.

### مقدمه

تاکنون روش‌های ارائه شده در ایران و یا سایر کشورهای دنیا برای شناخت مناطق برداشت با موفقیت همراه نبوده، به طوری که هر محقق براساس تخصص خود روشی را ارائه کرده که اغلب مبتنی بر زمین‌شناسی، سنگ‌شناسی و یا کانی‌شناسی می‌باشد (احمدی، ۱۳۷۷). تحقیقاتی برای تعیین

شناسایی مناطق تحت تأثیر فرسایش بادی به دلیل تأثیر مستقیم آن در بررسی، ارزیابی و کنترل فرسایش بادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این مهم مشخص‌کننده راهبردهای مدیریتی در هریک از این مناطق است. البته

صحرای بزرگ آفریقا به این نتیجه دست یافتند که مکانیابی آب‌های زیرزمینی و کاوش برای مخازن نفت و گاز در منطقه با سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی امکان‌پذیر است.

Hermes و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای در شمال‌غربی شبه جزیره سینا در مصر، به بررسی حرکت تپه‌های شنی با استفاده از رابطه زیر پیکسل‌ها از چندین زمان با تصاویر سنجش از دور نوری پرداختند. نتایج آنان نشان داد که حرکت جانبی در امتداد خطوط تاج تپه‌های شنی خطی به طور متوسط برای کل منطقه اشغال شده توسط تپه‌های شنی ۶/۸ متر در سال می‌باشد.

فرسایش بادی در مناطق بیابانی در ابعاد مکانی وسیعی رخ می‌دهد. در بعضی مناطق محل‌های برداشت از محل‌های انباشت فاصله زیادی دارند. به همین جهت روش‌های منشأیابی که بیش از حد به عملیات میدانی وابسته باشند مشکل، وقت‌گیر و پرهزینه و گاه غیرممکن می‌شوند. همچنین، این روش‌ها در مقطع زمانی خاصی در منطقه انجام می‌شود و تکرار عملیات میدانی گسترده در زمان‌های متوالی امکان‌پذیر نمی‌باشد. در این تحقیق از اطلاعات و آمار موجود در بخش‌های مختلف اطلاعاتی و آماری مانند تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده است. این روش موجب کاهش وابستگی به عملیات مفصل میدانی و کاهش حجم، زمان و هزینه عملیات می‌شود.

هدف از انجام این مطالعه، شناسایی مناطق برداشت رسوبات بادی با استفاده از الگوریتم‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده و ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصاویر در شهرستان رودبار جنوب می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

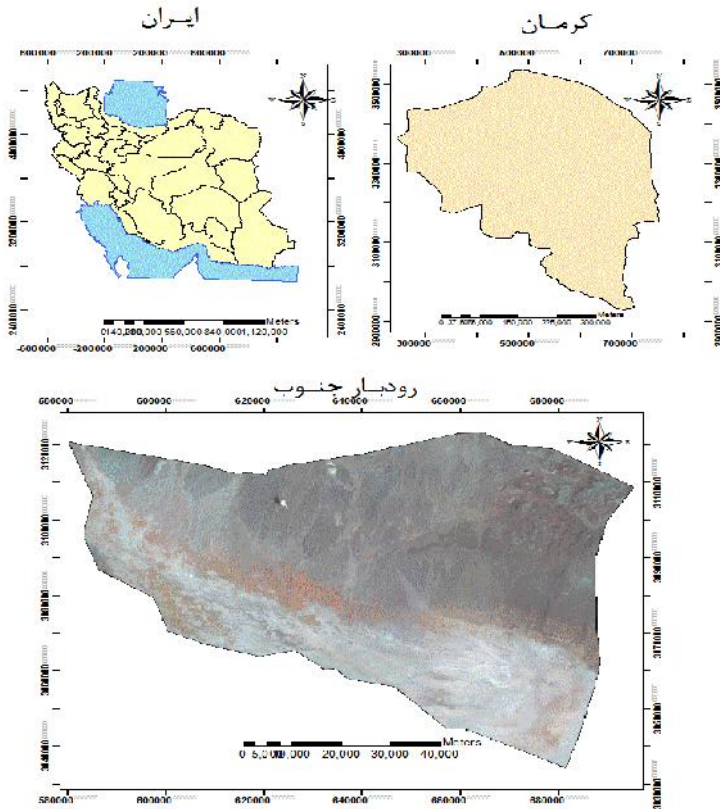
موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

شهرستان رودبار جنوب از نظر موقعیت جغرافیایی بین عرض‌های ۲۷° ۲۷ تا ۲۸° ۱۵ شمالی و طول‌های ۴۹° ۵۷ تا ۵۷° ۵۹ شرقی در جنوب استان کرمان واقع شده است. اقلیم منطقه بر اساس روش دومارتن از نوع خشک می‌باشد.

مناطق برداشت رسوبات بادی با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دوری در ایران انجام شده است. رنجبر و همکاران (۱۳۸۴) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست به بررسی نقش پلایاهای سیستان در گسترش طوفان‌های غبارزا پرداختند. اندازه‌گیری‌های انجام شده بر روی تصاویر نشان داد که از مجموع ۱۴۹۳۱ کیلومتر مربع، وسعت پلایاهای منطقه نزدیک به ۱۸ درصد منطقه را شامل می‌شود. این دو واحد با دو قسمت جداگانه تحت عنوان پلایا با تیپ کویر نمکی و پلایا با تیپ اراضی رسی را دربرمی‌گیرند. خلیفه و همکاران (۱۳۸۶) در مطالعه پژوهشی، با کاربرد تکنیک‌های فیلتر و نسبت‌گیری به شناسایی و تفکیک تپه‌های ماسه‌ای فعال و غیرفعال در منطقه طبس پرداختند. در این تحقیق مناسب‌ترین باند و نسبت طیفی به‌منظور شناسایی و تفکیک تپه‌های ماسه‌ای فعال و غیرفعال معرفی گردید. کاشکی و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه‌ای تحت عنوان کارایی تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در مدیریت مناطق بیابانی به شناسایی ماسه‌زارها در استان خراسان پرداختند. نتایج آنان نشان می‌دهد با استفاده از تکنیک‌های فوق سطح ماسه‌زارهای استان با دقتی بالا برآورد گردیده است. محمودی و همکاران (۱۳۹۲) به‌منظور بررسی میزان گسترش تپه‌های ماسه‌ای شرق جاسک در محدوده زمانی (۱۳۸۳-۱۳۶۹) از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در مطالعه خود استفاده کردند. نتایج آنان نشان می‌دهد که مساحت تپه‌های ماسه‌ای در محدوده زمانی مورد مطالعه افزایشی برابر ۱۰۱۶۹ کیلومترمربع داشته است. Levin و همکاران (۲۰۰۳) با بررسی سایه ایجاد شده در تصاویر لندست و ترکیب آن با تصاویر استر، ناهمواری‌های تپه‌های ماسه‌ای را مطالعه کردند. Hall (۲۰۰۴) با تعیین جهت تابش و سایه روشن ایجاد شده در تصاویر ماهواره‌ای متوسط بین تپه‌های منظم عرضی و ارتفاع آنها را اندازه‌گیری کرد. Ghoneim و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای تحت عنوان تجزیه و تحلیل‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در شرق

جهت‌های کلاس ۷-۱۱ نات بیشترین مقدار می‌باشد. از نظر وسعت، شهرستان رودبار جنوب ۳/۷۴ درصد مساحت استان را به خود اختصاص داده است (شکل ۱).

میانگین بارندگی در همه ایستگاه‌های موجود در منطقه برای دوره آماری ۱۳۸۹-۱۳۶۱ کمتر از ۲۵۰ میلیمتر می‌باشد. سرعت باد اغلب بین ۷ تا ۱۷ نات می‌باشد که در کل



شکل ۱- نقشه موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعاتی

Subtract که در نرم‌افزار ENVI قابل اجراست، انجام شد. تصاویر پس از اعمال تصحیحات لازم آماده پردازش و با یکدیگر موزائیک شدند، تا منطقه مورد مطالعه را تشکیل دهند. در مرحله بعد با قرار دادن مرز منطقه بر روی تصویر، منطقه مطالعاتی از کل تصویر بدست آمده جدا شد. پس از انجام پیش‌پردازش‌های لازم، به منظور تعیین بهترین ترکیب باندی از فاکتور شاخص مطلوبیت (OIF) استفاده گردید. سپس برای طبقه‌بندی تصاویر از سه روش طبقه‌بندی نظارت شده شامل متوازی السطوح، حداقل فاصله و حداکثر شباهت استفاده گردید و در نهایت، ماتریس خطای طبقه‌بندی برای ارزیابی نتایج تحقیق تهیه شد. داده‌های مورد استفاده

روش کار  
با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه در دو صحنه ماهواره‌ای (Scene) قرار دارد، در این تحقیق از تصاویر سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ برداشت شده از منطقه در تاریخ‌های ۱۳۹۲/۲/۲ مربوط به گذر ۱۵۹ و ردیف ۴۱ و ۱۳۹۳/۷/۳ مربوط به گذر ۱۵۸ و ردیف ۴۱ استفاده گردید تا امکان تهیه نقشه مناطق برداشت رسوبات بادی فراهم گردد. در این راستا، ابتدا تصاویر از لحاظ هندسی و رادیومتریک مورد بررسی قرار گرفتند. در این تحقیق بدلیل اینکه از دو فریم تصویر غیر همزمان استفاده شده است از روش‌های عمومی تصحیحات اتمسفری برای کاهش اثر اتمسفری استفاده شد. این روش بر اساس الگوریتم Dark

این فرض انجام می‌شود که کمترین ارزش پیکسل‌ها باید صفر باشد و اگر کمترین ارزش تصویر صفر نباشد این بدان معنی است که این اضافه ارزش در اثر بازتاب اتمسفر است، پس این مقدار را از همه ارزش‌های تصویر باید کم کرد.

- موزائیک داده‌های رقومی

با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه در دو صحنه ماهواره‌ای (Scene) قرار دارد، پس از انجام تصحیحات رادیومتریک، دو تصویر یادشده در کنار هم موزائیک شده و محدوده کاری مورد نظر از تصویر حاصل برش داده شد.

- انتخاب بهترین ترکیب بانندی و ایجاد تصویر رنگی

برای به دست آوردن بهترین ترکیبات بانندی معمولاً از ضریب شاخص شاخص مطلوبیت (OIF) استفاده می‌گردد. این شاخص یک شاخص آماری است که بر اساس انحراف معیار و ضریب همبستگی بین باندها می‌باشد. از بین کلیه باندهایی که در یک Maplist قرار دارند، بهترین ترکیبات سه بانندی را به ترتیب میزان اطلاعاتشان درجه بندی می‌کند. ترکیباتی که OIF بزرگتری داشته باشند دارای اطلاعات بیشتری هستند (فتاحی و همکاران، ۱۳۸۶).

بر اساس رابطه شماره ۱ می‌توان تعداد ترکیبات سه تایی به دست آمده از باندهای مورد استفاده را محاسبه کرد.

$$\left[ \begin{matrix} N \\ 3 \end{matrix} \right] = \frac{N!}{3!(N-3)!}$$

می‌توان برای ایجاد FCC انتخاب کرد، زیرا بیشترین اطلاعات را در خود جای داده است (Bodily, 2004:56).

ب) طبقه بندی تصویر

پس از انجام تصحیحات لازم و برش تصویر ماهواره‌ای طبق مرز محدوده مطالعاتی، تصاویر مورد طبقه بندی قرار گرفتند. برای انتخاب نمونه‌های تعلیمی از تصویر رنگی، مطالعات و گزارش‌های انجام شده توسط سازمان جنگل‌ها،

داده‌های رقومی سنجنده OLI ماهواره لندست ۸

تصاویر ماهواره‌ای Google Earth

داده‌های حاصل از GPS

نرم افزار ENVI 4.8 و Arc GIS 9.1

الف) پیش پردازش و آماده سازی تصویر ماهواره‌ای

مرحله پیش پردازش داده‌ها یکی از مهمترین مراحل در پردازش تصاویر است؛ زیرا تمامی محاسبات بعدی بر اساس تصویر تولیدی در این مرحله انجام می‌شود. نوع و نحوه انجام این عملیات با توجه به عوامل مختلفی مانند نوع داده‌های مورد استفاده و هدف تحقیق، متغیر است. به طور کلی پیش پردازش داده‌ها شامل دو مرحله کلی تصحیحات رادیومتریک و تصحیحات هندسی است.

- تصحیح هندسی

برای انجام این کار مختصات داده‌های ماهواره‌ای با تصاویر Google Earth بررسی گردید و به علت انطباق مکانی نقاط، کار تصحیح هندسی بر روی تصاویر ماهواره‌ای انجام نشده است.

- تصحیحات رادیومتریک

در این مطالعه از روش Dark Subtract که در نرم افزار ENVI قابل اجراست، برای تصحیح رادیومتریک استفاده شده است. این فرایند برای کاهش اثرات پخش اتمسفری بر روی تصویر است (Du و همکاران، ۲۰۰۲). این تصحیح با

رابطه (۱)

$$\left[ \begin{matrix} N \\ 3 \end{matrix} \right] : \text{تعداد ترکیب سه تایی باندها}$$

N: تعداد باندهای طیفی

در رابطه (۲) OIF فاکتور شاخص مطلوبیت،  $\sigma(i)$  انحراف معیار از K باند و  $r(j)$  مقادیر ماتریس همبستگی می‌باشد. مقادیر بالای OIF حکایت از آن دارد که باندها محتوای بیشترین اطلاعات (انحراف معیار بالا) با حداقل تکرار (همبستگی پایین) می‌باشند (سرمدی و همکاران، ۱۳۹۲).

ترکیب سه بانندی را که بالاترین OIF را داشته باشد،

می‌شود. در این روش بعد از ارزیابی احتمالات در هر کلاس پیکسل‌ها به کلاس‌هایی که بیشترین شباهت را دارند اختصاص می‌یابند (قره‌چلو، ۱۳۸۹).

در روش حداقل فاصله، پس از تعیین مقادیر میانگین طیفی در هر باند، با مشخص شدن پیکسلی که میانگین ارزش طیفی نمونه‌های انتخابی هر طبقه را به خود اختصاص داده، فاصله هر پیکسل طبقه‌بندی نشده با پیکسل‌های میانگین مقایسه شده و بعد پیکسل مورد نظر به کلاسی اختصاص می‌یابد که کمترین فاصله را با میانگین دارد (قره‌چلو، ۱۳۸۹).

در متوازی السطوح ابتدا با توجه به دامنه طیفی طبقات نمونه که بر روی تصویر انتخاب شده است واریانس ارزش‌های طیفی محاسبه می‌شود و بعد با استفاده از حداقل و حداکثر ارزش طیفی طبقات نمونه در باندهای مختلف چهار ضلعی‌هایی ایجاد می‌گردد. پیکسل‌های تصویر با توجه به اینکه در کدام یک از چهار ضلعی‌ها قرار گیرند طبقه‌بندی و به گروه‌های منطبق با مناطق نمونه تفکیک می‌شوند (Ahmadpour و همکاران، ۲۰۱۱).

ج) ارزیابی صحت نقشه‌های طبقه‌بندی شده

بعد از تولید نقشه‌ها، دقت نقشه‌های تولیدی با واقعیت زمینی مقایسه شد. برای بیان صحت یک نقشه به صورت کمی، می‌توان آن را پیکسل به پیکسل با واقعیت زمینی مقایسه و نتایج را در جدولی به نام ماتریس خطا (Confusion Matrix) درج کرد (Fauzi et al., 2005:53).

در این تحقیق، واقعیت زمینی بر اساس مطالعات پیشین در منطقه مورد مطالعه اقتباس شده است. بر اساس داده‌های موجود و مطالعات انجام شده توسط سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور (دفتر امور بیابان) و بر اساس بازدید میدانی از منطقه، نقشه واقعیت زمینی تهیه و برای مقایسه با تصاویر طبقه‌بندی شده و تهیه ماتریس خطا به کار گرفته شدند. در طی بازدید میدانی مختصات ۱۵ نقطه توسط GPS برداشت گردید که پراکندگی آنها در شکل ۲ نمایش داده شده است. از نقشه مناطق تحت تأثیر فرسایش بادی که توسط سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور تهیه شده

مراتع و آبخیزداری کشور و همچنین بازدیدهای میدانی استفاده گردید و با توجه به شرایط منطقه، هدف تحقیق و شرایط همگن بودن پیکسل‌ها در تصویر برای طبقه‌بندی ۲ کلاس در نظر گرفته شد: ۱- مناطق برداشت رسوبات، ۲- مناطق غیرحساس به فرسایش. برای تهیه نمونه‌های تعلیمی، از میان کل پیکسل‌های معلوم تعدادی پیکسل به طور تصادفی و مجزا بر اساس همگنی و یکدستی پیکسل‌ها برای هر یک از کلاس‌ها در یک قطعه به عنوان واحد نمونه‌برداری انتخاب شد. پس از انتخاب بهترین نمونه‌های تعلیمی، طبقه‌بندی نظارت شده به روش حداکثر احتمال، حداقل فاصله و متوازی السطوح بر روی تصویر اعمال گردید.

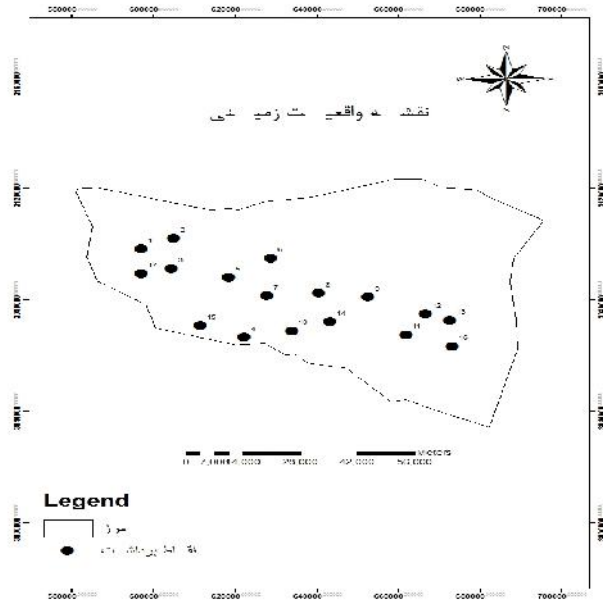
- طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای به روش حداکثر احتمال، حداقل فاصله از میانگین و متوازی السطوح

طبقه‌بندی نظارت‌شده سعی در برقراری ارتباط میان مجموعه پیکسل‌ها با پوشش‌های واقعی سطح زمین دارد، این روش به داده‌های ورودی از طرف استفاده‌کننده قبل از استفاده از الگوریتم انتخاب شده نیازمند است. به همین منظور، با بازدیدهای صحرایی، مناطق برداشت رسوبات بادی شناسایی و مختصات جغرافیایی آنها با استفاده از GPS ثبت و پس از تلفیق تصاویر، بر روی تصویر حاصل از بهترین ترکیب باندی (۷، ۶، ۵) منتقل شدند تا به کمک نقاط تعلیمی داده شده که شرایط همگن بودن پیکسل‌ها در آن لحاظ شده بود (مجموعه‌های کوچکی از پیکسل‌های هموزن)، بطور خودکار تصویر ماهواره‌ای با توجه به ماهیت هر یک از روش‌های حداکثر احتمال، حداقل فاصله از میانگین و متوازی السطوح طبقه‌بندی شود.

از میان روش‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده، روش حداکثر احتمال به عنوان یک روش دقیق و کاربردی شناخته شده است. در روش حداکثر احتمال، مرحله اول بر اساس نمونه‌های آموزشی طبقات، میانگین واریانس و کوواریانس برای باندهای مورد استفاده در طبقه‌بندی محاسبه می‌شود، در مرحله دوم میزان احتمال تعلق پیکسل‌ها به هر یک از طبقه‌ها محاسبه می‌شود و بر اساس بالاترین میزان احتمال عمل طبقه‌بندی و اختصاص پیکسل‌ها به طبقات مختلف انجام

است در انتخاب این نقاط استفاده و موقعیت میدانی آنها برداشت و بر روی تصویر ناحیه مطالعاتی مشخص گردید. سپس ضریب کاپا (Kappa coefficient)، صحت کلی (overall accuracy)، دقت تولید کننده (Producers accuracy) و دقت کاربر (Users accuracy) برای هر یک از روش‌های طبقه‌بندی با توجه به ماتریس‌های طبقه‌بندی محاسبه شد.

است در انتخاب این نقاط استفاده و موقعیت میدانی آنها برداشت و بر روی تصویر ناحیه مطالعاتی مشخص گردید. سپس ضریب کاپا (Kappa coefficient)، صحت کلی (overall accuracy)، دقت تولید کننده (Producers accuracy) و دقت کاربر (Users accuracy) برای هر یک از روش‌های طبقه‌بندی با توجه به ماتریس‌های طبقه‌بندی محاسبه شد.



شکل ۲- تصویر نقشه واقعیت زمینی منطقه مورد مطالعه

سه تایی به خود اختصاص داده‌اند. بر اساس OIF ترکیب سه تایی (۷،۶،۵) که دارای انحراف معیار بالا (۸۲/۰۴)، همبستگی کم (۲/۹۶) و در نتیجه OIF بالا (۲۷/۷۱) می‌باشد برای ایجاد تصویر رنگی کاذب مناسب است. این ترکیب باندی برای تهیه نمونه‌های تعلیمی، تفسیر و تهیه نقشه مناطق برداشت رسوبات بادی مورد استفاده قرار گرفت.

## نتایج

برای انتخاب ترکیب باندی (RGB) مناسب، از شاخص مطلوبیت استفاده شد تا تفسیر و طبقه‌بندی بهتری ارائه دهد. نتایج حاصل از آنالیزهای انجام شده برای انتخاب ترکیب باندی مناسب برای تفسیر و طبقه‌بندی تصاویر، در جدولهای ۱، ۲ و ۳ آمده است. جدولها نشان می‌دهند که باندهای ۶، ۷ و ۵ بیشترین انحراف معیار و بیشترین OIF را در ترکیبات

جدول ۱- ضریب همبستگی بین باندهای انعکاسی داده‌های لندست ۸

Band۹	Band۷	Band۶	Band۵	Band۴	Band۳	Band۲	Band۱	
							۱	Band
						۱	۰/۹۹	Band
					۱	۰/۹۹	۰/۹۹	Band
				۱	۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۹۸	Band
			۱	۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۹۶	Band
		۱	۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۹۶	۰/۹۵	Band

شناسایی مناطق برداشت رسوبات بادی با استفاده از و ...

Band۹	Band۷	Band۶	Band۵	Band۴	Band۳	Band۲	Band۱	
	۱	۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۹۶	۰/۹۵	Band
۱	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۲	۰/۹۴	۰/۹۶	۰/۹۷	۰/۹۸	Band

جدول ۲- مقادیر انحراف معیار باندهای انعکاسی داده‌های لندست ۸

Band۹	Band۷	Band۶	Band۵	Band۴	Band۳	Band۲	Band۱	
۸/۲۵	۲۵/۶۹	۲۹/۲۴	۲۷/۱۱	۲۳/۸۷	۲۱/۸۶	۲۱/۳	۲۱/۵۷	انحراف معیار

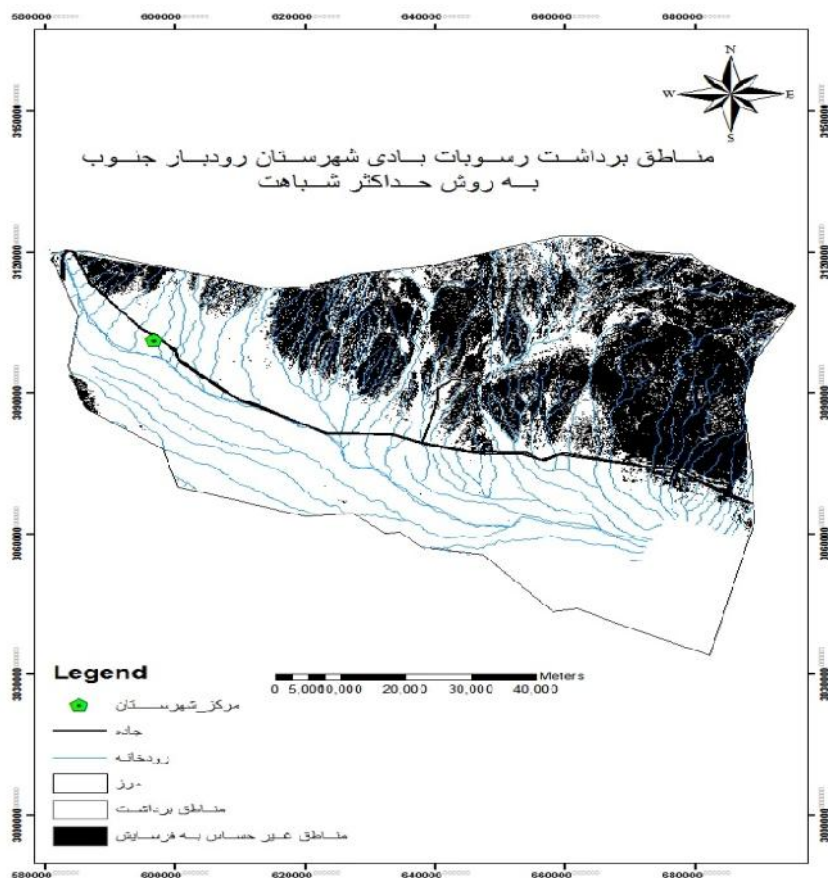
جدول ۳- مجموع انحراف معیار، مجموع همبستگی و مقدار OIF برای ترکیب (۵،۶،۷)

OIF	مجموع همبستگی	مجموع انحراف معیار	ترکیب باندی
۲۷/۷۱	۲/۹۶	۸۲/۰۴	۵،۶،۷

۹۵/۵۴ درصد و مقدار کاپا ۰/۹۰ برآورد شد. تصویر حاصل از طبقه‌بندی نظارت‌شده به روش حداکثر احتمال (شکل ۳)، ماتریس خطا در جدول (۴) و نتایج ارزیابی دقت طبقه‌بندی در جدول (۵) نشان داده شده است.

نتایج روش‌های اعمال شده بر روی داده‌های لندست - نتایج روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال بر اساس نتایج به دست آمده از ماتریس خطای طبقه‌بندی به روش حداکثر احتمال، صحت کلی طبقه‌بندی

Archive of SID



شکل ۳- تصویر نقشه مناطق برداشت رسوبات بادی منطقه به روش حداکثر احتمال

جدول ۴- ماتریس خطای طبقه‌بندی در خروجی روش حداکثر احتمال

کل	واقعیت زمینی		طبقه‌بندی شده
	مناطق غیر حساس به فرسایش	مناطق برداشت رسوبات	
۶۳/۷۷	۶/۴۳	۹۶/۶۸	مناطق برداشت رسوبات
۳۶/۲۳	۹۳/۵۷	۳/۳۲	مناطق غیر حساس به فرسایش
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	کل

جدول ۵- ارزیابی دقت طبقه‌بندی در خروجی روش حداکثر احتمال

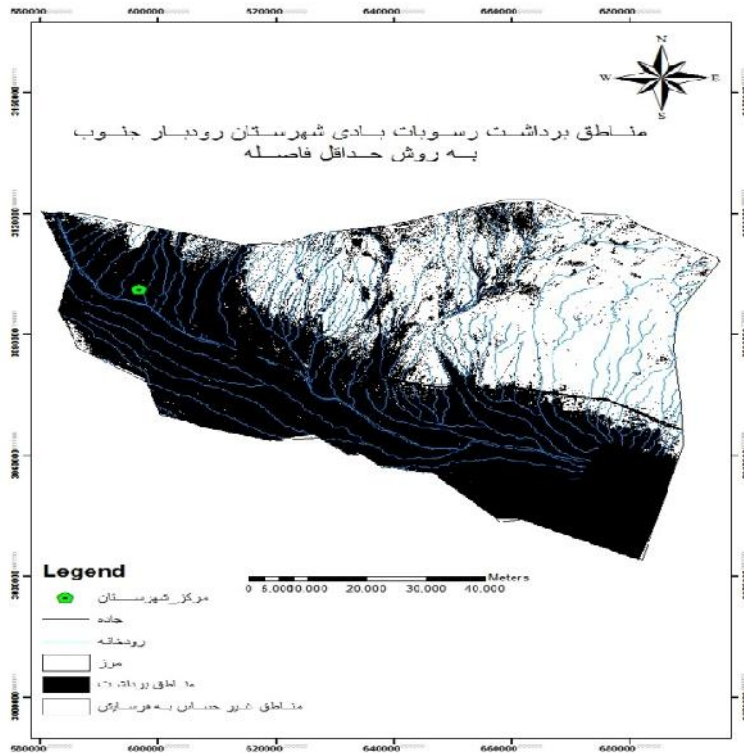
دقت کاربرد	دقت تولید کننده	
۹۶/۳۲	۹۶/۶۸	مناطق برداشت رسوبات
۹۴/۱۷	۹۳/۵۷	مناطق غیر حساس به فرسایش

صحت کلی: ۹۵/۵۴٪ ضریب کاپا: ۰/۹۰



است. همچنین تصویر طبقه‌بندی در (شکل ۴) نمایش داده شده است.

- نتایج روش طبقه‌بندی حداقل فاصله نتایج حاصل از این بررسی به همراه مقادیر کمی هر یک از معیارهای بیان صحت در جدول‌های ۶ و ۷ درج شده



شکل ۴- تصویر نقشه مناطق برداشت رسوبات بادی منطقه به روش حداقل فاصله

جدول ۶- ماتریس خطای طبقه‌بندی در خروجی روش حداقل فاصله

واقعیت زمینی		طبقه‌بندی شده	
کل	مناطق غیر حساس به فرسایش	مناطق برداشت رسوبات	
۵۵/۹۲	۲۱/۵۴	۷۵/۶۵	مناطق برداشت رسوبات
۴۴/۰۸	۷۸/۴۶	۲۴/۳۵	مناطق غیر حساس به فرسایش
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	کل

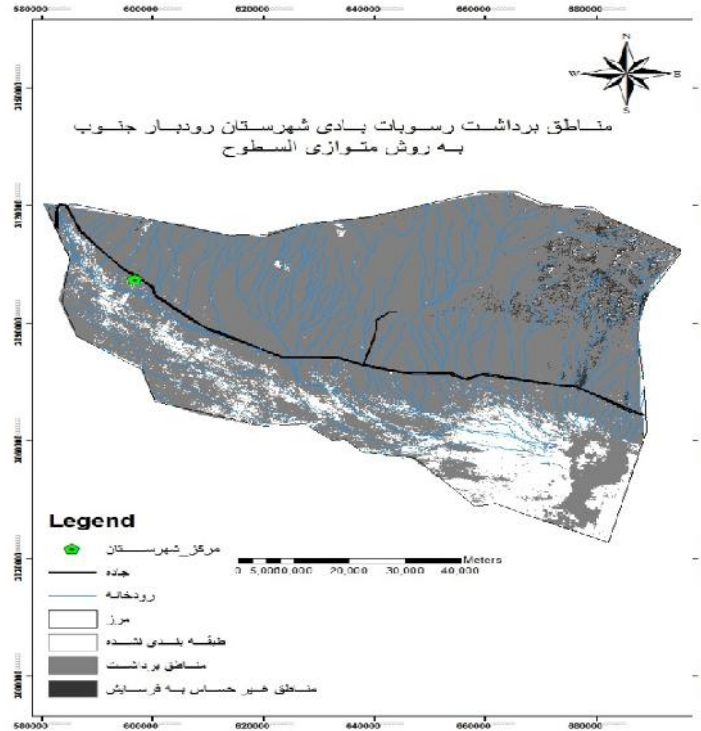
جدول ۷- ارزیابی دقت طبقه‌بندی در خروجی روش حداقل فاصله

دقت کاربر	دقت تولید کننده	
۸۵/۹۵	۷۵/۶۵	مناطق برداشت رسوبات
۶۴/۸۹	۷۸/۴۶	مناطق غیر حساس به فرسایش

صحت کلی: ۷۶/۶۷٪ ضریب کاپا: ۰/۵۱

روش متوازی السطوح نشان داده شده است. همچنین تصویر طبقه‌بندی در شکل ۵ نمایش داده شده است.

نتایج روش طبقه‌بندی متوازی السطوح در جدول‌های ۸ و ۹ ماتریس خطای طبقه‌بندی، مقادیر صحت کلی، ضریب کاپا، دقت تولید کننده و دقت کاربر در



شکل ۵- تصویر نقشه مناطق برداشت رسوبات بادی منطقه به روش متوازی السطوح

جدول ۸- ماتریس خطای طبقه‌بندی در خروجی روش متوازی السطوح

واقعیت زمینی			طبقه‌بندی شده
کل	مناطق غیرحساس به فرسایش	مناطق برداشت رسوبات	
۹۵/۶۶	۸۸/۴۲	۹۹/۸۲	مناطق برداشت رسوبات
۳/۵۲	۹/۶۵	۰	مناطق غیرحساس به فرسایش
۰/۸۲	۱/۹۳	۰/۱۸	طبقه‌بندی نشده
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	کل

جدول ۹- ارزیابی دقت طبقه‌بندی در خروجی روش متوازی السطوح

دقت کاربر	دقت تولید کننده	
۶۶/۳۰	۹۹/۸۲	مناطق برداشت رسوبات
۱۰۰	۹/۶۵	مناطق غیرحساس به فرسایش

صحت کلی: ۶۶/۹۴٪ ضریب کاپا: ۰/۱۲

همچنین مساحت مربوط به هر یک از طبقات در هر یک از الگوریتم‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده در جدول ۱۰ ارائه شده است.

جدول ۱۰- مساحت مربوط به هریک از طبقات در هریک از الگوریتم‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده

روش طبقه‌بندی		مساحت (km <sup>2</sup> )	
متوازی السطوح	حداقل فاصله	حداکثر احتمال	
۴۱۶۸/۹۵	۳۴۶۵/۸۷	۳۷۶۵/۱	مساحت مناطق برداشت رسوبات
۲۳۳۱/۰۵	۳۰۳۴/۱۳	۲۷۳۴/۹	مساحت مناطق غیرحساس به فرسایش

## بحث

حداکثر احتمال هم‌واریانس و هم‌الگوهای طبقات طیفی را به‌طور کمی مورد بررسی قرار می‌دهد. بنابراین، از آنجا که این روش بر اساس پارامترهای آماری محکم‌تری استوار است. در بین روش‌های بکار برده شده در این مطالعه دقیق‌ترین روش طبقه‌بندی محسوب می‌شود. این روش هر چند به دراختیار داشتن تعداد نمونه‌های تعلیمی نسبتاً زیاد نیاز دارد و این امر تا حدودی استفاده از آن را با دشواری‌هایی روبه‌رو می‌سازد، ولی همین امر به افزایش میزان دقت این روش انجامیده است. همچنین نتایج حاصل از نقشه‌های بدست‌آمده از مناطق برداشت رسوبات بادی و انطباق آنها با تصاویر ماهواره‌ای Google Earth، نشان می‌دهد که اراضی کشاورزی، مسیل‌ها و خشک‌رودها در هر سه الگوریتم طبقه‌بندی، جزء مناطق برداشت طبقه‌بندی شده‌اند. همچنین در روش حداکثر شباهت و حداقل فاصله که دقت بالاتری را نسبت به الگوریتم متوازی السطوح نشان می‌دهند، پلایا یا تیپ اراضی رسی و سطوح شلجی شکل، در طبقه مناطق برداشت رسوبات بادی قرار گرفته‌اند.

در این تحقیق، ضرایب ارزیابی صحت استخراج شده از روش حداکثر شباهت، نشان‌دهنده دقت بالای این روش طبقه‌بندی است، از این رو پیشنهاد می‌شود که در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای از این روش استفاده شود. همچنین پیشنهاد می‌شود که در استخراج نقشه‌های مناطق برداشت رسوبات و کانون‌های فرسایش بادی از داده‌های رقومی با قدرت تفکیک مکانی بالا مانند Ikonos و Quick Bird استفاده شود. بنابراین با توجه به اینکه فرایند فرسایش بادی دارای دامنه تأثیرگذار وسیعی است و محدود به یک منطقه کوچک نمی‌باشد، از این رو پیشنهاد می‌گردد که علاوه بر

در این مطالعه از سه روش طبقه‌بندی نظارت‌شده حداکثر احتمال، حداقل فاصله و متوازی السطوح برای استخراج نقشه مناطق برداشت رسوبات بادی از تصویر ماهواره‌ای سنجنده Landsat 8 OLI استفاده شده است. بهترین طبقه‌بندی زمانی است که صحت کلی و ضریب کاپا هر دو بالا باشند (Warner et al., 2001). با انجام مقایسه دقت طبقه‌بندی حاصل از سه روش مشخص گردید که روش حداکثر احتمال با صحت کلی ۹۵/۵۴ درصد نسبت به روش حداقل فاصله با صحت کلی ۷۶/۶۷ درصد و متوازی السطوح با صحت کلی ۶۶/۹۴ درصد دارای دقت بیشتری است. همچنین صحت تولید‌کننده و صحت کاربر در روش حداکثر احتمال بالای ۹۰ درصد می‌باشد که نشان‌دهنده میزان صحت در حد مطلوب است. بهترین نتایج حاصل از طبقه‌بندی مربوط به طبقه‌بندی نظارت‌شده با استفاده از روش حداکثر احتمال با صحت کلی ۹۵/۵۴ و ضریب کاپای ۰/۹۰ می‌باشد و با نظر علوی‌پناه (۱۳۸۲) که بیان کرده است، صحت بالای ۸۵ درصد برای طبقه‌بندی مناسب است، مطابقت دارد. در مقابل، روش متوازی السطوح پایین‌ترین دقت طبقه‌بندی (صحت کلی ۶۶/۹۴ و ضریب کاپا ۰/۱۲) را ارائه داده است؛ این نتایج با نتایج احمدپور و همکاران (۲۰۱۱)، دیویس (Davis) و همکاران (۲۰۰۲)، دیلیت (Delate) و همکاران (۲۰۰۷)، کادمون (Kadmon) و هاراری کرمر (Harari-Kremer) (۱۹۹۹) و ریچاردز (Richards) (۱۹۹۹) مطابقت دارد.

این امر می‌تواند به علت ماهیت روش حداکثر احتمال و نیز تعداد کافی نمونه‌های تعلیمی در این مطالعه باشد. روش

- Flag staff, USA, 125p.
- De late, V., Paulissen, E. and Weakens, M., 2007. Methods For The Extraction of Archaeological Features From Very High-resolution Ikonos-2 Remote Sensing Imagery, Hisar (Southwest Turkey). *Journal of Archaeological Science*, 34: 830-841.
- Du, Y., Teillet, P. M. and Cihlar, J., 2002. "Radiometric normalization of multitemporal high-resolution satellite images with quality control for land cover change detection", *Remote Sensing of Environment*, 82: 123-134.
- Fauzi, A., Hussin, Y. A. and Weir, M., 2005. A Comparison between Neural Networks and Maximum Likelihood Remotely Sensed Data Classifiers to Detect Tropical Rain Logged-cover Forest in Indonesia. *International Journal of Geoinformatics*, 1(2):47-59.
- Ghoneim, E., Benedetti, M. and El-Baz, F., 2012. An integrated remote sensing and GIS analysis of the kufuran. *Geomorphology Eastern Sahara*, 139-140.
- Hall, A. 2004. Mars global surveyor image analysis spacing to height ratio of Sand dunes near cashma, 22P.
- Hermas, E., Leprince, S. and Abou El-magd, I., 2012. Retrieving sand dune movement using sub-pixel correlation of multi-temporal optical remote sensing imagery, northwest Sinai peninsula, Egypt. *Remote sensing of Environmen*, 12: 51-60.
- Kadmon, R. and Harari-Kremer, R., 1999. Studying long-term vegetation dynamics using digital processing of historical aerial photographs. *Remote Sensing of Environment*, 68: 164-176.
- Khalifeh, E., Pakparvar, M. and Kavianpour, M. R., 2007. Application of Filter and Band Ratio techniques to identify and separate active (new) and inactive (old) sand dunes (a case study of Tabas). *Iranian journal of Range and Desert Reseach*, 14 (3):403-420
- Levin, N., Ben-Dor, E. and karnieli, A., 2004. Topographic information of Sand dunes as extracted From shading effecte Using Landsat Image, *Journal of Remote Sensing of Environment*, 90: 190-209.
- Richards, J. A., 1999. *Remote Sensing Digital Image Analysis*, Springer-Verlag, Berlin, 240p.-
- Sarmasty, N., Faith, M. H., Beige Pour Motlaq, F. and Suzande pour, F., 2013. Use of techniques optimal index factor (OIF) data from Landsat 7 ETM + salt shells evaluation of Kashan, *Second International Conference on Environmental Hazards*, 1-12.
- Warner, A., Blonski, S., Gasser, G., Royan, R. and Zaroni, V., 2001. An approach to application Validation of multispectral sensors using AVIRIS data, 9p.
- شیت‌های کار شده، سایر شیت‌های اطراف منطقه مورد مطالعه نیز مورد ارزیابی و بررسی قرار گیرد تا امکان برنامه‌ریزی و مدیریت در زمینه مبارزه با فرسایش بادی و بیابان‌زایی وجود داشته باشد.
- ### منابع مورد استفاده
- احمدی، ح. ۱۳۷۷. ژئومرفولوژی کاربردی، فرسایش بادی. انتشارات دانشگاه تهران، ایران، ۵۷۰ ص.
- رنجبر، م. ایرانمنش، ف. و دهقان، ع. ر. ۱۳۸۴. نقش پلایاهای سیستان در گسترش طوفان‌های غبارزا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای. *جغرافیا*، ۳(۶ و ۷):۶۹-۸۱.
- علوی پناه، س. ک. ۱۳۸۲. کاربرد سنجش از دور در علوم زمین (علوم خاک). انتشارات دانشگاه تهران، ایران، ۴۷۸ ص.
- فتاحی، م. م. نوروزی، ع. ع. آبکار، ع. ع. و خلخالی، س. ع. ۱۳۸۶. مقایسه روش‌های طبقه‌بندی و تهیه نقشه استفاده از اراضی (landuse) مناطق خشک با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای. *پژوهش و سازندگی*، ۲۰(۳):۱۲۹-۱۳۵.
- قره‌چلو، س. ۱۳۸۹. ارزیابی و مقایسه الگوریتم‌های مختلف طبقه‌بندی در تهیه نقشه شوری سطحی خاک. همایش ملی ژئوماتیک ۸۹، تهران، ۲۵۲-۲۵۷.
- کاشکی، م. ت.، محمدی، م.، پژمان، ح. ۱۳۸۹. کارایی تکنیک‌های RS و GIS در مدیریت مناطق بیابانی. همایش ملی ژئوماتیک ۸۹، تهران، ۲۳۲-۲۳۹.
- محمودی، ش.، رامشت، م. ح. و سیف، ع. ۱۳۹۲. بررسی میزان گسترش تپه‌های ماسه‌ای شرق جاسک. *جغرافیا و توسعه*، ۱۱(۳۱):۱۲۱-۱۳۶.
- Ahmadpour, A., Shokri, M., Solaimani K. and Ghorbani. J., 2011. Evaluation of Satellite Data Efficiency in Identification of Plant Groups. *Acta Ecologica Sinica*, 31(6): 303-309
- Bodily, J., 2002. Protocol Development at the Golden Spike National Historie Site for Soil Survey Updates. *Applied Remote Sensing*, 27(12):478-499.
- Davis, P. A., Staid, M. I., Plescia, J. B. and Johnson, J. R., 2002. Evaluation of airborne image data for mapping riparian vegetation within the Grand Canyon. Report 02-470. U.S. Geological Survey,

## Identifying the sediment source zones using maximum likelihood, minimum distance and parallelepiped algorithms (Case Study: South Roudbar, Kerman)

R. Mahdavi<sup>1\*</sup>, A. Alievazi<sup>2</sup>, H. Gholami<sup>3</sup> and A. Kamali<sup>4</sup>

1\*- Corresponding author, Assistant Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandarabbas, Iran, Email: ra\_mahdavi2000@yahoo.com

2. Former M.Sc. Student in Combat Desertification, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandarabbas, Iran

3-Assistant Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandarabbas, Iran

4-Ph.D. Candidate in Climate Risks, University of Sistan and Baluchestan, Zabol, Iran

Received:11/12/2015

Accepted:6/6/2016

### Abstract

Integrating remote sensing techniques (RS) and GIS (GIS) is an important tool to identify sources of sand. This can reduce the time and cost of identifying the location of sand resources. In this study, wind sediment source was identified using the image processing techniques as well as digital data of Landsat 8 and OLI in south Rudbar city. To do so, first the radiometric correction was applied on data and the best band combination was identified by the use of optimal index factor (OIF) techniques, so that the band combination (5, 6, 7) was desirable. Then, the images were classified in three ways including parallelepiped, the minimum distance and maximum likelihood. To assess the accuracy of classification, ground observations were recorded using GPS. Finally, the four criteria including overall accuracy, Kappa coefficient, producers' accuracy and users' accuracy were used to express the accuracy of classification. The results of the three classification methods show that more than 50% of the study area is located in the class of sediment source zones, mainly consisting of agricultural lands, dried- bed rivers and saline lands as well as parabola-shaped surfaces in the playa unit. The results of the accuracy assessment showed that the maximum likelihood algorithm with an overall accuracy of 95.54 % and Kappa coefficient of 0.9 were more accurate as compared with other algorithms. To extract the maps of sediment source zones with higher accuracy the use of high spatial resolution images such as Ikonos and Quick Bird is recommended.

**Keywords:** Remote sensing, Landsat8, OLI, wind erosion, source zone, south Roudbar.