



شناسایی میکروکانون‌های مستعد فرسایش بادی و منشأ گرد و غبار با استفاده از پردازش

شیء‌گرایی تصاویر ماهواره‌ای

پناه محمدی^{۱*}، بختیار فیضی زاده^۲، مهدی رحمتی^۳

۱- دانش آموخته دکتری فیزیک، فرسایش و حفاظت خاک، دانشگاه تبریز؛ * (Panah.m83@gmail.com)

۲- دانشیار، گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه تبریز

۳- دانشیار، گروه مهندسی علوم خاک، دانشگاه مراغه

چکیده:

مطالعه و شناسایی دقیق کانون و میکروکانون‌های فرسایش بادی نقش کلیدی در شناسایی منابع تولید گرد و غبار، تحلیل و پیش‌بینی پیامدها و خطرات ناشی از آن دارد و امکان هدف‌گذاری مؤثر اقدامات حفاظتی و اولویت‌بندی مناطق بحرانی را فراهم می‌سازد. در پژوهش حاضر، به‌منظور شناسایی دقیق میکروکانون‌های مستعد فرسایش بادی و پهنه‌های مستعد تولید گرد و غبار، از پردازش شیء‌گرایی تصاویر ماهواره‌ای (OBIA) استفاده شد. با بهره‌گیری از این تکنیک، طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای مبتنی بر اشیاء قطعه‌بندی شده و تصاویر ماهواره‌ای با دقت مکانی بالا در کلاس‌های مختلف طبقه‌بندی گردید. نتایج ارزیابی دقت طبقه‌بندی نشان داد که کلاس اراضی لخت (بایر) با دقت تولیدکننده ۰.۸۶٪، دقت کاربر ۰.۸۸٪ و ضریب کاپا ۰.۹۰٪ از صحت بالایی برخوردار بوده و به‌عنوان اصلی‌ترین منبع پتانسیل‌دار برای ایجاد گرد و غبار شناسایی شد. این اراضی تحت عنوان میکروکانون‌های فرسایش بادی، عمدتاً در اطراف و نزدیک مناطق شهری و مسکونی، حاشیه جاده‌ها و اراضی آیش پراکنده‌اند که با توجه به شرایط اقلیمی منطقه، آن‌ها را به کانون‌های مؤثر در بروز پدیده‌های گرد و غباری تبدیل می‌کند. پژوهش حاضر بر نقش ویژه و حیاتی تکنیک پردازش شیء‌گرایی تصاویر در افزایش دقت طبقه‌بندی و در نتیجه بهبود برنامه‌ریزی‌های مدیریتی در مناطق حساس تأکید دارد.

کلیدواژه‌ها: پردازش شیء‌گرا، تصاویر ماهواره‌ای، اراضی بایر، فرسایش بادی، گرد و غبار

مقدمه:

فرسایش بادی یکی از مهم‌ترین عوامل تخریب اراضی به‌شمار می‌رود که با جابجایی ذرات خاک توسط باد، ضمن کاهش کیفیت خاک منجر به از دست رفتن خاک سطحی، کاهش حاصلخیزی، تهدید منابع زیستی، بروز طوفان‌های گرد و غبار و در نهایت بروز بحران‌های اقتصادی و اجتماعی می‌شود (شائو و همکاران، ۲۰۱۱) می‌شود. این پدیده مخرب به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، به‌عنوان یکی از چالش‌های جدی زیست‌محیطی و اقتصادی مطرح است و شدت آن به ویژگی‌های اقلیمی و نوع و میزان پوشش گیاهی منطقه، بافت خاک، کاربری اراضی، کیفیت بهره‌برداری از اراضی و ... بستگی دارد. شناسایی کانون‌های فعال فرسایش بادی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، چرا که برنامه‌ریزی مؤثر برای کنترل فرسایش، امکان مدل‌سازی و پیش‌بینی روند گسترش آن تنها در صورت شناخت دقیق مکان‌های درگیر، نوع فرسایش و شدت آن امکان‌پذیر خواهد بود (بورولی و همکاران، ۲۰۱۷). طی مطالعات علمی انجام شده در دهه‌های گذشته، روش‌های سنتی مبتنی بر بازدید میدانی از منطقه برای شناسایی این کانون‌ها به کار می‌رفت، اما این روش‌ها اغلب هزینه‌بر، نیاز به نیروی انسانی زیاد، و با پوشش



مکانی محدود هستند (زوبک و ون پلت، ۲۰۰۶). در سال‌های اخیر و با پیشرفت تکنولوژی و کیفیت پایش و تصویربرداری هوایی، استفاده از فناوری سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، امکان شناسایی دقیق و گسترده این مناطق را با هزینه کمتر و دقت بیشتر فراهم کرده است (والنتین و همکاران، ۲۰۰۵). تصاویر ماهواره‌ای با رزولوشن مناسب و پوشش وسیع (مانند Sentinel-2 یا Landsat-8)، تکرارپذیری زمانی و قابلیت تحلیل چندطیفی، امکان ارزیابی سریع، دقیق و مقرون‌به‌صرفه مناطق وسیع را فراهم می‌سازند. این ابزارها به پژوهشگران کمک می‌کنند تا الگوهای مکانی فرسایش بادی را شناسایی کرده و روندهای تغییر در سطح کانون‌های بحران را مورد بررسی قرار دهند.

بورولی و همکاران (۲۰۱۵) در چارچوب پروژه جهانی GloWEM از داده‌های سنجش از دور برای نقشه‌برداری از حساسیت جهانی به فرسایش بادی استفاده کرده‌اند که نشانگر توان بالای این فناوری در مقیاس‌های مختلف است.

با توجه به اهمیت شناسایی کانون‌های فرسایش بادی و دقت بالا و نقش فناوری‌های نوین در این زمینه، نه تنها یک نیاز ضروری در برنامه‌ریزی زیست‌محیطی است، بلکه پیش‌شرط تحقق مدیریت پایدار منابع خاک و مقابله مؤثر با بیابان‌زایی به شمار می‌آید. از آنجاییکه در مناطق نزدیک حوضه‌های شهری و مناطق مسکونی جدای اینکه تحت تأثیر شرایط اقلیمی و محیطی هستند بیشتر در معرض دخالت‌های انسانی و تغییرات کاربری زمین قرار دارند و به همین خاطر آثار تخریبی بیشتری نیز متوجه جوامع شهری و سلامت آنها می‌شود. این رویکرد می‌تواند نقشی کلیدی در برنامه‌های منطقه‌ای حفاظت از منابع طبیعی و حتی بهداشت و سلامتی ایفا کند. بنابراین هدف این مقاله بررسی و تحلیل تصاویر ماهواره‌ای برای شناسایی مناطق تحت تأثیر فرسایش بادی در اطراف و نزدیکی مناطق مسکونی و تحت عنوان میکروکانونهای فرسایش بادی و ایجاد گرد و غبار است. در این راستا، تکنیک پردازش تصاویر با روش شی‌اگرا بعنوان یکی از روش‌های نوین و با دقت بالای پردازش تصاویر ماهواره‌ای مورد بررسی قرار گرفته تا چارچوبی جامع برای استفاده از سنجش از دور در مدیریت و کاهش اثرات فرسایش بادی ارائه شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق شهر خوی واقع در شمال استان آذربایجان غربی با طول و عرض جغرافیایی به ترتیب برابر ۴۴:۹۵:۰۰ درجه شرقی و ۳۸:۵۵:۰۰ شمالی می‌باشد. این منطقه تحت تأثیر اقلیم نیمه‌خشک بوده و دارای پوشش و کاربری اراضی کشاورزی و باغی، دشت‌های وسیع با پوشش گیاهی فصلی و فقیر تا خاک‌های برهنه بوده و به علت بهره‌برداری‌های غیر اوصولی و همچنین دخالت‌های انسانی مستعد بروز پدیده فرسایش بادی است. موقعیت جغرافیایی خاص و شرایط توپوگرافی متنوع منطقه، آن را به مکانی مناسب برای شناسایی و پایش کانون‌های فعال فرسایش بادی تبدیل کرده است.

داده‌های ماهواره‌ای

در این پژوهش از تکنولوژی سنجش از دور و پردازش شی‌اگرای تصاویر ماهواره‌ای MSI-SENTINEL-2 استفاده شد. این ماهواره جز سنجنده‌های اپتیک بوده و با تصویربرداری چند طیفی با استفاده از ۱۳ باند مختلف در محدوده مرئی و فروسرخ کاربردهای فراوانی مانند نظارت بر سطح زمین، کشاورزی، زمین‌شناسی، شاخص رطوبت، پوشش گیاهی و ... دارد. تصاویر این ماهواره که به صورت رایگان از سایت Copernicus قابل دانلود می‌باشند، دارای قدرت تفکیک زمانی ۵ و ۱۰ روز، قدرت تفکیک مکانی ۱۰، ۲۰ و ۶۰ متر هستند. تصاویر مربوط به بازه زمانی فصول بهار و تابستان انتخاب شدند تا امکان شناسایی و تشخیص خاک‌های بدون پوشش گیاهی فراهم باشد. پس از تهیه و دریافت تصاویر مذکور در ابتدا طی مرحله پیش‌پردازش تصاویر، تمامی خطاهای سیستماتیک و غیرسیستماتیک موجود در تصاویر با اعمال فرآیند تصحیح هندسی، تصحیح رادیومتریکی و اتمسفری برطرف و پس از آماده‌سازی تصاویر، با استفاده از نرم‌افزار eCognition مورد پردازش و طبقه‌بندی قرار گرفتند.



طبقه‌بندی تصاویر

در روش شیء‌گرا^۱ تصاویر با استفاده از نرم‌افزار eCognition و بر اساس پارامترهای طیفی، فیزیکی و هندسی پدیده‌های زمینی ثبت شده بر روی تصویر قطعه‌بندی^۲ شده و واحدهای پردازش تصویر از پیکسل به پدیده‌های تصویری یا سگمنت تغییر می‌یابند. در این روش برای ارزیابی اشیاء هر کلاس، از تابع عضویت که ارزش آن معمولاً بین صفر (بیانگر عدم احتمال وابستگی مطلق) و یک (بیانگر نسبت عضویت کامل هر پیکسل در کلاسی خاص) متغیر است، استفاده می‌گردد (محمدی و همکاران، ۲۰۲۴).

با توجه به اینکه شیء‌های تصویری حاصل از فرآیند قطعه‌بندی مبنای طبقه‌بندی قرار می‌گیرند بنابراین قطعه‌بندی یا سگمنت‌سازی تصاویر مهمترین و اساسی‌ترین مرحله طبقه‌بندی شیء‌گرا بوده و مستقیماً نتیجه و صحت و دقت طبقه‌بندی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. (فیضی‌زاده و همکاران، ۲۰۲۰).

قطعه‌بندی تصاویر با الگوریتم‌های مختلفی مانند چند تفکیکی (چندمقیاسه)^۳، صفحه شطرنجی^۴، چارت درختی^۵ و کنتراست^۶ انجام می‌شود که در این تحقیق فرآیند قطعه‌بندی با روش‌های مختلف انجام و با مقایسه نتایج حاصل از هر کدام از این روش‌ها نهایتاً روش قطعه‌بندی چندمقیاسه بعنوان مناسب‌ترین روش انتخاب شد.

در مرحله طبقه‌بندی تصاویر، با استفاده از نتایج حاصل از مطالعات میدانی و همچنین بررسی نقشه‌های پایه منطقه، اشیاء تصویری که از نظر مکانی تحت پوشش نقشه منطقه قرار می‌گیرند بعنوان داده آموزشی^۷ برای آن کلاس تعیین و محدوده هر کدام از نمونه‌ها با استفاده از نرم‌افزار eCognition مشخص شدند (فیضی‌زاده، ۲۰۱۷). برای این منظور برای هر کدام از کلاس‌های معرفی شده به سیستم (شامل کلاس‌های مناطق مسکونی، اراضی کشاورزی، اراضی باغی، اراضی لخت و مستعد فرسایش بادی و ...)، تعداد ۳۰ نمونه آموزشی از طریق نمونه برداری میدانی (با پراکنش مناسب) و ثبت اطلاعات مکانی آنها با GPS، انتخاب و بعنوان نمونه‌های واقعیت زمینی جهت آموزش سیستم تعیین شدند و پس از پیاده‌سازی آنها در محیط نرم افزار eCognition، شیء‌های متناظر آنها بعنوان نمونه‌های آموزشی برای هر کلاس انتخاب شدند.

ارزیابی دقت و مقایسه نتایج

به منظور ارزیابی دقت مدل طراحی و اجرا شده در تحقیق حاضر، با انتقال قطعات طبقه‌بندی شده بعنوان کانون‌های مستعد فرسایش بادی به نرم‌افزار Arc GIS و تطبیق آن با نقشه واقعیت زمینی، ماتریس خطا تشکیل و بر اساس آن دقت تولید کننده^۸، دقت کاربر^۹ و ضریب کاپا برای هر کدام از الگوریتم‌ها محاسبه گردید که نتایج آن در جدول ۶ ارائه شده است.

نتایج و بحث:

با توجه به ارزیابی نتایج به‌دست آمده از به‌کارگیری الگوریتم چندمقیاسه و همچنین میزان تطابق اشیاء (قطعات) ایجادشده با نمونه‌های واقعیت زمینی، متناسب‌ترین مقادیر برای وزن‌دهی لایه‌ها تعیین و قطعه‌بندی تصاویر انجام شد (جدول ۱، شکل ۱).

1 - Object-oriented classification

2 - Segmentation

3 - Multiresolution segmentation

4 - chessboard segmentation

5 - quadtree based segmentation

6 - contrast split segmentation

7 - Training Data

8 - Producer Accuracy

9 - User Accuracy



جدول ۱- مقادیر و وزن پارامترها برای قطعه‌بندی تصاویر

| پارامتر | مقیاس | شکل | فشرده‌گی | شیب | مدل رقومی ارتفاع | باندهای ۲ تا ۸ تصاویر سنتینل |
|-------------|-------|-----|----------|-----|------------------|------------------------------|
| وزن لایه‌ها | ۱۰۰ | ۰/۶ | ۰/۴ | ۰ | ۰ | ۱ |



(الف)



(ب)

شکل ۱ - تصویر اصلی (الف) و قطعه‌بندی شده (ب)

هرکدام از اشیاء حاصله از قطعه‌بندی دارای اطلاعات زمینی زیادی می‌باشند که می‌توان آن‌ها را با استفاده از نرم‌افزار eCognition استخراج کرد. انتخاب مناسب این اطلاعات بسیار مهم است. زیرا استفاده از تمام ویژگی‌های طیفی، فیزیکی، هندسی و غیره به دلیل وابستگی آماری این ویژگی‌ها، صحت طبقه‌بندی را کاهش می‌دهد (فیضی‌زاده و همکاران، ۲۰۱۶) و همچنین انتخاب تجربی و از طریق آزمون و خطای این ویژگی‌ها متاثر از تجربه کاربر بوده و لزوماً بهترین انتخاب نیست. تشکیل فضای ویژگی بهینه^{۱۰} قبل از مرحله طبقه‌بندی بعنوان راهکاری مناسب جهت حذف این خطاهای احتمالی می‌باشد. با استفاده از ابزار FSO و بر اساس نمونه‌های آموزشی، تمام ویژگی‌های موثر در طبقه‌بندی تجزیه و بهینه‌سازی شده و مؤثرترین و بهترین الگوریتم‌ها (ویژگی‌هایی که بیشترین تفاوت را در بین طبقات و کلاس‌ها دارند) به ترتیب اولویت تعیین و جهت طبقه‌بندی دقیق بکار گرفته شدند (جدول ۱ و شکل ۲).

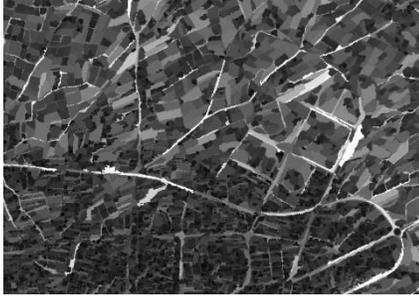
جدول ۲- الگوریتم‌های بهینه شده با FSO برای آشکارسازی تغییرات و طبقه‌بندی

| شاخص | الگوریتم |
|---|----------------------|
| طول - عرض - نسبت طول به عرض | ویژگیهای هندسی |
| روشنایی - حداکثر اختلاف - ضریب پوشش گیاهی | میانگین وزنی لایه‌ها |
| ضریب فشرده‌گی - تراکم - شاخص شکل | ویژگیهای شکل و بافت |

¹⁰ - Feature Space Optimized



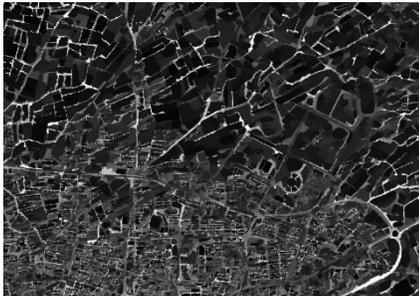
طول (متر)



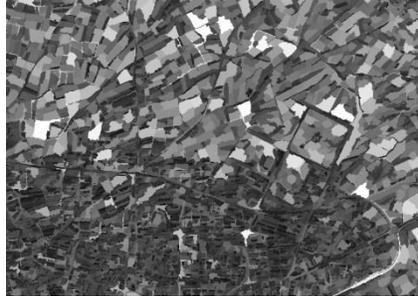
روشنایی



ضریب فشردگی



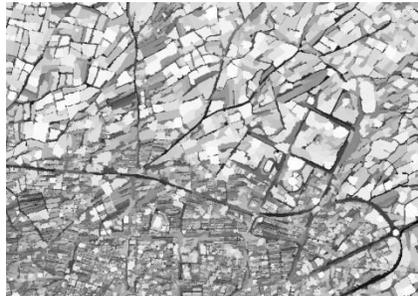
عرض (متر)



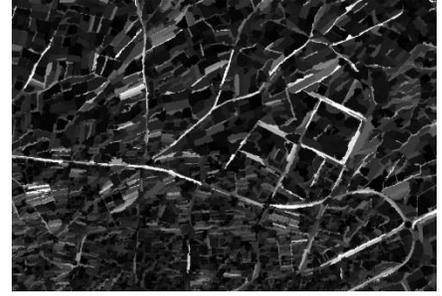
حداکثر اختلاف



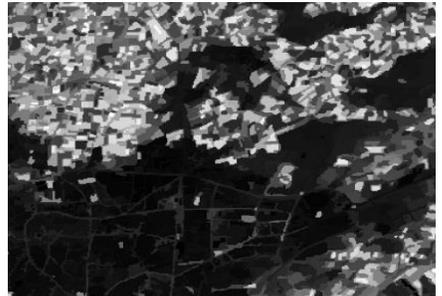
تراکم



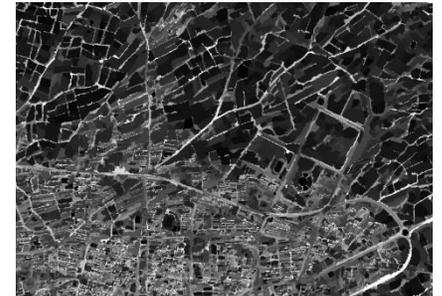
نسبت طول به عرض



ضریب پوشش گیاهی

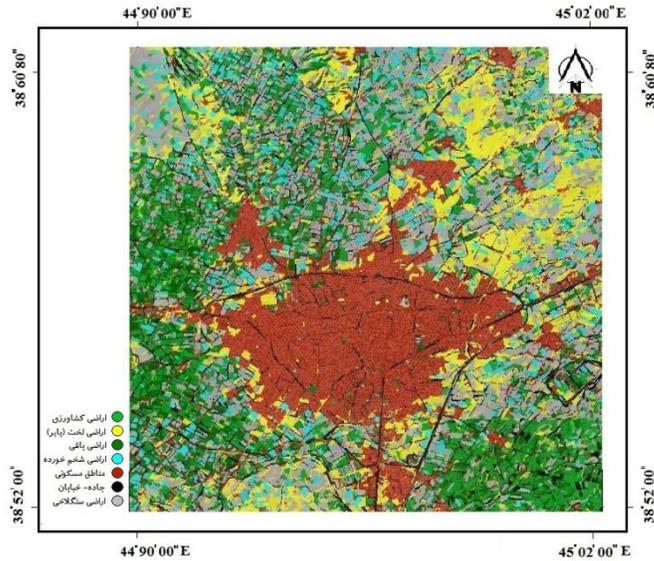


شاخص شکل



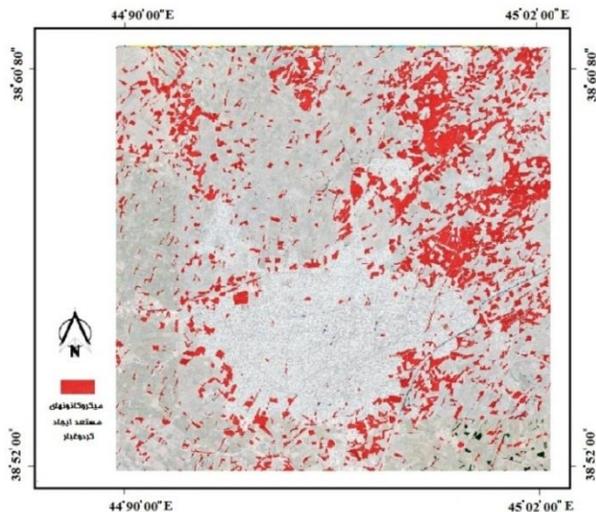
شکل ۲ - الگوریتم‌های استفاده شده در محیط نرم‌افزار eCognition

در فرآیند طبقه‌بندی شیء‌گرا تصاویر ماهواره‌ای به جای استفاده از پیکسل‌های منفرد، از اشیاء همگن حاصل از قطعه‌بندی که دارای اطلاعات طیفی، متنی، مکانی و شکلی هستند، استفاده می‌شود (فیضی‌زاده و همکاران، ۲۰۲۰). الگوریتم‌های طبقه‌بندی مختلفی مانند تصمیم‌گیری درختی، نزدیکترین همسایگی، ماشین بردار پشتیبان (SVM) یا شبکه‌های عصبی با تکیه بر ویژگی‌های استخراج‌شده از هر شیء، آن‌ها را به کلاس‌های هدف (مانند اراضی مسکونی و شهری، زمین کشاورزی، باغ، اراضی لخت و ...) نسبت می‌دهند (بلاشکی، ۲۰۱۰). در تحقیق حاضر، با استفاده از روش نزدیکترین همسایه و تعیین نمونه‌های کنترل زمینی مناسب اقدام به طبقه‌بندی تصویر و شناسایی سطوح مستعد فرسایش بادی بصورت سلسله‌مراتبی و نظارت‌شده گردید (شکل ۳).



شکل ۳ - نقشه طبقه بندی منطقه از تصاویر سنتینل-۲ در محیط نرم‌افزار eCognition

در تصویر نقشه کلاس‌بندی و طبقه‌بندی منطقه، اراضی لخت یا بایر (رنگ زرد در نقشه) معرف مناطقی هستند که فاقد هرگونه پوشش گیاهی دائمی یا موقت بوده و در برابر نیروهای فرساینده بسیار آسیب‌پذیرند. این اراضی مستعد ایجاد فرسایش بادی بوده و از مهم‌ترین منابع تولید ذرات معلق و گرد و غبار محلی محسوب می‌شوند. نکته قابل توجه در نقشه مذکور پراکنده‌گی اراضی بایر به صورت حلقه‌وار در اطراف مناطق شهری (قهوه‌ای) می‌باشد (به‌ویژه در شرق، شمال‌شرق و جنوب‌شرق منطقه شهری)، که نشان‌دهنده الگوی توسعه ناپایدار و یا تخریب یا تغییر کاربری اراضی است. البته طبق نقشه حاصله در شمال‌غرب و غرب منطقه نیز توده‌های نسبتاً گسترده‌ای از اراضی بایر دیده می‌شود که در مجاورت اراضی کشاورزی قرار دارند و نسبت به کانون‌های حومه مناطق مسکونی آثار مخرب کمتری دارند (شکل ۴).



شکل ۴ - نقشه پراکنده‌گی میکروکانونهای مستعد فرسایش بادی در محیط نرم‌افزار eCognition



اراضی بایر که در مجاورت مستقیم و نزدیکی نواحی شهری قرار دارند، ریسک انتقال گرد و غبار به داخل مناطق مسکونی را افزایش می‌دهند و در صورت حرکت بادهای غالب منطقه از این نواحی بایر به سمت مناطق مسکونی می‌توانند با انتقال گرد و غبار به سمت مناطق شهری و مسکونی، غلظت ریزگردها و غبار را افزایش داده و کیفیت هوا را کاهش دهند و مشکلات متعدد بخصوص برای سلامتی ساکنان ایجاد کنند. فقدان پوشش گیاهی، بافت خاک سبک (در بسیاری از مناطق بایر)، و نبود مدیریت بهره‌برداری مناسب باعث می‌شود این اراضی به عنوان کانون‌های فعال گرد و غبار محلی شناخته شوند و این مسئله به‌ویژه در فصول خشک و دوره‌های بدون بارش تشدید می‌شود.

ارزیابی صحت نقشه میکروکانونهای فرسایش بادی

از آنجایی که لازمه استفاده از هر نوع اطلاعات موضوعی و طبقه‌بندی، آگاهی از میزان صحت و درستی آن است (فیضی‌زاده و همکاران، ۲۰۲۰) بنابراین دقت و صحت نتایج و نقشه‌های حاصل از طبقه بندی شیء‌گرا مورد ارزیابی قرار گرفت. برای این منظور نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی با نقشه واقعیت زمینی و همچنین نمونه‌های آزمایشی (اطلاعات جغرافیایی آنها با استفاده از مطالعات میدانی ثبت شده بود)، ماتریس خطا تشکیل و بر اساس آن دقت تولید کننده، دقت کاربر و ضریب کاپا برای هر کدام از الگوریتمها محاسبه گردید که نتایج آن در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳ - ارزیابی صحت الگوریتم‌های مختلف طبقه‌بندی مبتنی بر روش شیء‌گرا

| ضریب کاپا | دقت کاربر | دقت تولید کننده | کلاس طبقه‌بندی شده |
|-----------|-----------|-----------------|--------------------|
| ۰/۹۱ | ۸۳ | ۸۱ | اراضی کشاورزی |
| ۰/۹۰ | ۸۸ | ۸۶ | اراضی لخت (بایر) |
| ۰/۹۸ | ۸۷ | ۸۸ | اراضی باغی |
| ۰/۹۱ | ۷۹ | ۸۳ | اراضی شخم خورده |
| ۰/۹۲ | ۸۳ | ۸۹ | مناطق مسکونی |
| ۰/۸۳ | ۷۴ | ۷۸ | جاده - خیابان |
| ۰/۸۴ | ۸۶ | ۹۱ | اراضی سنگلاخی |

دقت تولیدکننده نشان می‌دهد که چه درصدی از کل نمونه‌های واقعی اراضی بایر به درستی توسط الگوریتم شناسایی شده‌اند. در حالیکه دقت کاربر بیانگر این است که از میان تمام پیکسل‌هایی که به‌عنوان اراضی بایر طبقه‌بندی شده‌اند، چند درصد واقعاً متعلق به این کلاس بوده‌اند. نتایج ارزیابی صحت طبقه‌بندی با تمرکز بر کلاس اراضی لخت و بایر (مستعد فرسایش بادی)، دقت تولیدکننده (۸۶ درصد)، دقت کاربر (۸۸ درصد) و ضریب کاپا (۰/۹۰) نشان از عملکرد بسیار مناسب الگوریتم‌های استفاده شده در این تحقیق در شناسایی این کلاس دارد. این سطح دقت بیانگر توانایی مطلوب الگوریتم در تشخیص صحیح قطعات (اشیاء) بایر و عدم طبقه‌بندی نادرست آن در کلاس‌های دیگر است. دقت بالای طبقه‌بندی بر اساس روش شیء‌گرا را می‌توان بعلت استفاده از اطلاعات طیفی در قالب ارزش عددی پیکسلها، به‌کارگیری اطلاعات مربوط به محتوا، شکل، بافت و الگو در طبقه‌بندی تصاویر دانست (فیضی‌زاده و همکاران، ۲۰۱۶). با این حال، تحلیل ماتریس خطا نشان می‌دهد که بیشترین تداخل طبقه‌بندی کلاس اراضی بایر با اراضی کشاورزی، شخم‌خورده و سنگلاخی رخ داده است که عمدتاً به دلیل شباهت طیفی و ساختاری بین این کلاس‌ها در تصاویر ماهواره‌ای و نیز احتمال وجود آیش‌های فصلی یا اراضی رهاشده در حواشی مناطق شهری و حاشیه دشت‌ها می‌باشد.



نتیجه‌گیری:

با پیشرفت‌های حاصل شده در دهه‌های اخیر در حوزه تصاویر ماهواره‌ای و همچنین تکنیک‌های به‌روز و دقیق پردازش تصاویر لزوم به‌کارگیری و استفاده از این تکنولوژی در زمینه مطالعات محیطی، زمین‌شناسی، زیست محیطی و غیره بیش از پیش ضروری می‌نماید (هیلبرت و همکاران، ۲۰۲۳). جمع‌بندی نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که پردازش شیء‌گرایی تصاویر ماهواره‌ای ابزاری کارآمد در استخراج دقیق و قابل اعتماد کلاس‌های کاربری/پوشش زمین (بلاشکی، ۲۰۱۰)، به‌ویژه در تفکیک اراضی لخت (بایر) به‌عنوان مهم‌ترین عامل مؤثر در شکل‌گیری میکروکانون‌های فرسایش بادی و تولید گرد و غبار در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود. تحلیل صحت طبقه‌بندی نشان داد که کلاس اراضی بایر با دقت تولیدکننده ۸۶ درصد، دقت کاربر ۸۸ درصد و ضریب کاپای ۰/۹۰ از قابلیت شناسایی بالایی برخوردار بوده و سهم مؤثری در پایش و مدل‌سازی مناطق مستعد خطر دارد. نتایج حاصل از ارزیابی تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد که این اراضی اغلب در حواشی مناطق شهری، امتداد جاده‌ها و اراضی کشاورزی توزیع شده‌اند که هم از نظر اکولوژیکی و هم در بعد انسانی دارای حساسیت بالا نسبت به طوفان‌های گرد و غبار هستند. بنابراین، استفاده از تکنیک‌های شیء‌گرا، در کنار شاخص‌های بافتی، رطوبتی و مکانی، می‌تواند نقشی کلیدی در شناسایی هدفمند میکروکانون‌های بحرانی و تصمیم‌سازی مدیریتی در حوزه مقابله با بیابان‌زایی و پیامدهای اقلیمی آن ایفا نماید.

فهرست منابع

- Blaschke, T. (2010). Object-based image analysis for remote sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65(1), 2–16.
- Borrelli, P., Robinson, D., Fleischer, L., Lugato, E., Ballabio, C., Alewell, C., Meusburger, K., Modugno, S., Schütt, B., Ferro, V., Bagarello, V., Van Oost, K., Montanarella, L., Panagos, P. (2015). *An assessment of the global impact of 21st century land use change on soil erosion*. *Nature Communications*, 6, 7484. <https://doi.org/10.1038/ncomms8484>.
- Feyzizadeh, B., Blaschke, T., Tiede, D., Rezaei Moghaddam, M. (2017). Evaluating fuzzy operators of an object-based image analysis for detecting landslides and their changes. *Geomorphology* 293: 240-254.
- Feyzizadeh, B., Salmani, S. (2016). Modeling Agricultural Destruction Lands Resulted by Urban Growing in Suburb of Urmia City by Applying an Object Based Image Analysis Approach. *Journal of Town and Country Planning*, 8(2), 177-202. (In Persian).
- Feyzizadeh, B., Kazamei, M., Blaschke, T., Lakes, T. (2020). An object-based image analysis applied for volcanic and glacial landforms mapping in Sahand Mountain, Iran. *Catena*, 198, 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.105073>.
- Hilbert, H., Lacková, L., Lieskovský, J., Nikseresht, F., Halabuk, A., Halászová, K., Bahreini, F. (2023). Unlocking the Potential of Remote Sensing in Wind Erosion Studies: A Review and Outlook for Future Directions. *Remote Sensing*, 15(13), 3316.
- Mohamadi, P., Ahmadi, A., Feyzizadeh, B., Jafarzadeh, A.A., Rahmati, M. (2024). Utilizing the conventional, object-oriented and pixel-based techniques to estimate erosion and sediment yield by MPSIAC model. *Dryland Soil Research*, Vol. 1, No. 1, pp. 113-124. <https://doi.org/10.47176/jsssi.01.01.1020>.
- Shao, Y., Wyrwoll, K. H., Chappell, A., Huang, J., Lin, Z., McTainsh, G. H., Mikami, M., Tanaka, T. Y., Wang, X., Yoon, S. (2011). *Dust cycle: An emerging core theme in Earth system science*. *Aeolian Research*, 2(4), 181–204.
- Valentin, C., Poesen, J., Li, Y. (2005). *Gully erosion: Impacts, factors and control*. *CATENA*, 63(2-3), 132–153.
- Zobeck, T.M., Van Pelt, R.S. (2006). *Wind-Induced Dust Generation and Transport Mechanics on Agricultural Lands*. In: "Aeolian Environment, Sediments and Landforms".



دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران



۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴



توجه به گسترش پدیده‌های حدی،
هوش مصنوعی و جامع نگری در برنامه‌های ملی و محلی خاک



نوزدهمین کنفرانس علوم خاک ایران

"مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب"



Identification of Wind erosion Micro-hotspot and Dust Emission Using Object-Based Analysis of Satellite Imagery

Panah Mohammadi¹, Bakhtiar Feizizadeh², Mehdi Rahmati³

1- Ph.D. graduate, Department of Soil Science, University of Tabriz, Tabriz, Iran (*Panah.m83@gmail.com*)

2- Associate Professor, Department of Remote Sensing and GIS, University of Tabriz, Iran

3- Associate Professor, Department of Soil Science and Engineering, University of Maragheh

Abstract:

Accurate identification of wind erosion hotspots and micro-hotspots plays a crucial role in detecting dust emission sources, analyzing their consequences, and predicting the associated environmental hazards. Such identification also facilitates the targeted implementation of protective measures and prioritization of high-risk areas. In this study, object-based image analysis (OBIA) of high-resolution satellite imagery was employed to detect micro-hotspots to wind erosion and dust generation. By leveraging OBIA techniques, the satellite imagery was segmented and classified into multiple land use/land cover classes. Accuracy assessment revealed that the barren land class—identified as the most significant potential source of dust—achieved a producer's accuracy of 86%, user's accuracy of 88%, and a Kappa coefficient of 0.90, indicating high classification reliability. These barren lands, defined as wind erosion micro-hotspots, were predominantly distributed around urban and residential zones, along roadsides, and within fallow agricultural fields. Given the region's arid climatic conditions, these zones act as major contributors to dust storm occurrences. The findings underscore the critical role of object-based image processing techniques in enhancing classification precision and improving management strategies in ecologically sensitive regions.

Keywords: Object-Based Image Analysis, Satellite Imagery, Barren Lands, Wind Erosion, Dust Emission