اثر شاخص­های بافت در تهیه نقشه پوشش/کاربری اراضی بر روی تصاویر **ماهواره‌ای Landsat-8** (مطالعه موردی: حوزه غرب شیراز)

**فرزانه بوربورحسین بیگی1، سیدرشید فلاح شمسی2، سیدیوسف عرفانی فرد3، غلامعباس قنبریان4**

1دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست-مدیریت مناطق بیابانی دانشگاه شیراز، (farzaneh.boorboor@gmail.com)

2دانشیار بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست-مدیریت مناطق بیابانی دانشگاه شیراز، (fallahsh@shirazu.ac.ir)

3دانشیار بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست-مدیریت مناطق بیابانی دانشگاه شیراز، (erfanifard@shirazu.ac.ir)

4استادیار بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست-مدیریت مناطق بیابانی دانشگاه شیراز، (ghanbarian@shirazu.ac.ir)

**چکیده**

طبقه­بندی به‌عنوان یکی از مباحث محوری سنجش از دور، برگرفته از علم تشخیص الگو بوده و پیکسل­ها را به‌عنوان جزء اصلی در نظر می­گیرد و بر اساس اطلاعات طیفی­ به آن‌ها برچسب می­دهد و به تصمیم­گیری در مورد اینکه به کدام پدیده تعلق دارند می‌پردازد. آشکار است که اطلاعات طیفی به‌تنهایی در بعضی از مواقع نمی‌توانند دقت کافی برای تفسیر را ارائه دهد. در این شرایط شاید اطلاعات بافت بتواند­ جهت حصول دقت بالا در طبقه­بندی به ما کمک رساند. این تحقیق باهدف اثر شاخص­های بافت در تهیه نقشه پوشش کاربری با استفاده از تصاویر لندست8 در حوزه غرب شیراز صورت گرفت و شاخص­های بافت شامل: NDC, CVN و BCM روی باندهای مختلف ارزیابی و انتخاب گردید سپس با استفاده از ادغام اطلاعات طیفی و بافت طبقه­بندی به روش حداکثر احتمال انجام گردید. با توجه به نتایج بدست آمده صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب 59/0 و 51/0 برای طبقه­بندی اطلاعات طیفی به تنهایی و 65/0 و 57/0 برای اطلاعات طیفی همراه با بافت برآورد گردید. نتایج حاصله نشان می­دهد ادغام اطلاعات مکانی و اطلاعات طیفی صحت طبقه­بندی را نسبت به حالتی که تنها از اطلاعات طیفی استفاده می­گردد بهبود می­دهد.

کلمات کلیدی: کاربری و پوشش اراضی، حداکثر احتمال، شاخص بافت، لندست 8

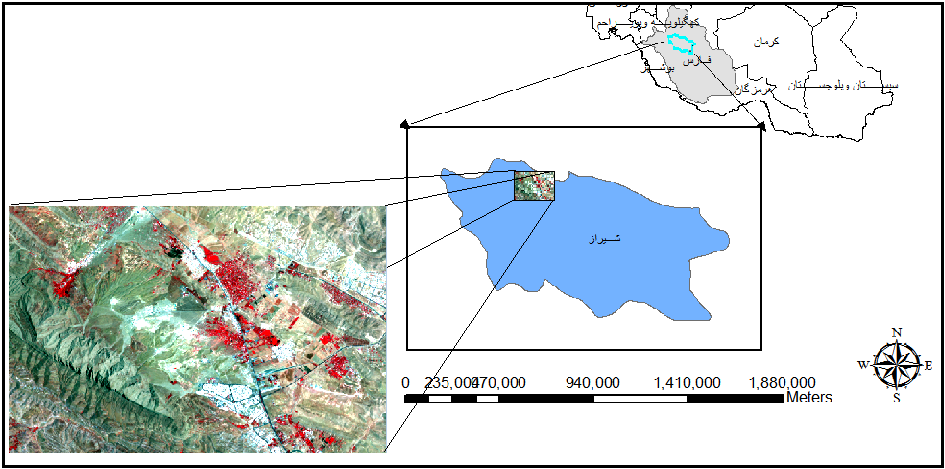
**مقدمه:**

داده­های سنجش از دور منبع مهمی از اطلاعات برای تهیه نقشه­های پوشش و کاربری اراضی می­باشند. بسیاری از روش­های بکار گرفته شده در طبقه­بندی تصاویر تنها بر اساس مشخصات طیفی در درون یک پیکسل بوده و موقعیت مکانی پیکسل در مجاورت سایر پیکسل­ها اغلب نادیده گرفته می­شود. گرچه بازتاب طیفی عامل مؤثری در شناسایی ماهیت پدیده به شمار می­رود اما در صورت بروز شباهت رفتار طیفی پدیده­ها و یا عدم یکپارچگی توزیع مکانی پدیده­، صرفاً به‌کارگیری مقادیر بازتابش طیفی سبب بروز مشکلاتی خواهد شد (Lee & Philpot, 1991). درنتیجه پردازش­های هم‌زمان طیفی-مکانی مانند تحلیل بافت می‌تواند محدودیت­ها و مشکلات روش­های معمول طبقه‌بندی را برطرف نماید (Zhang, 1999). درروش طبقه­بندی طیفی، هر پیکسل مستقل یا به تاج پوشش درخت تعلق دارد و یا به خاک فاقد پوشش، درحالی‌که ترکیب ویژه این دو پدیده در کنار هم با فاصله و تکرار معین، مبین "الگوی" جنگل تنک در نواحی نیمه‌خشک به شمار می­رود. تغییر در فاصله، نحوه تکرار، همگنی و ... سبب درک بافت از زمینه تصویر می­گردد؛ بنابراین به نظر می­رسد طبقه­بندی تصویر و تفسیر بر اساس تحلیل اطلاعات پیکسل (بدون در نظر گرفتن پیکسل­های مجاور و ارتباط آن با پیکسل­های هم‌جوار) در تهیه نقشه پدیده­های سطحی زمین به‌تنهایی کافی نباشد و تفسیر رضایت­بخش تصاویر سنجش از دور می­بایست تحلیل طیف و بافت را به‌طور هم‌زمان شامل شود (He & Wang, 1990). شیه و شوانگرد (1983) بافت را تغییرات تن و یا الگوی روابط فضایی بین گام­های خاکستری پیکسل­های مجاور یک پیکسل دانستند. تغییرپذیری یک خصیصه متغیر است هرچند که این تغییرپذیری لزوماً تصادفی نیست و می­تواند ساختاری در جهت خاص داشته باشد (نجفی دیسفانی، 1377). در میان خصوصیات مختلف عوارض موجود در یک تصویر (مانند رنگ، شکل، بافت و ...)، بافت بارزترین این عوارض هم ازنظر بصری هم از دیدگاه پردازش تصویر است. بافت یک تصویر به توزیع مکانی مقادیر درجه خاکستری بستگی دارد و شامل اطلاعاتی راجع به کنتراست، چین‌خوردگی، نظم و مانند این‌ها است. تحلیل بافت، امکانات جالبی برای تشخیص ناهمگونی ساختاری طبقه­ها ارائه می­دهد. بافت ناهمگنی مقادیر مربوط به ارزش پیکسل­ها در داخل یک منطقه تعریف شده را در تصویر محاسبه می‌کند (Wood et all, 2012). مشاهده بافت به دو عامل بستگی دارد نخست اندازه تغییراتی که "بافت" را معرفی می­کند که ممکن است محلی یا ناحیه­ای باشند. دومین عامل مقیاس مشاهده شده است؛ اما علی­رقم این واقعیت که ارائه تعریف دقیقی از بافت دشوار است استفاده از این تحلیل مداوما" مورد استفاده قرار می­گیرد. درصورتی‌که تفکیک‌پذیری فضایی تصویر در حدی باشد که مفهوم بافت را معنی­دار و قابل استفاده کند، بافت می­تواند به‌عنوان یک شاخص بسیار جالب در تشخیص عوارض موردنظر در تفسیر به شمار رود (نجفی دیسفانی، 1377). Haralick et all (1973) اولین بار کاربرد بافت را در تصاویر سنجش از دور ارائه نمودند و ماتریس grey level co-occurance را پیشنهاد کردند. Marceau et all(1990) با استفاده از تحلیل طیف- بافت روی تصاویر چند طیفی Spot مبتنی بر روش ماتریس هم‌زمان سطح خاکستری به طبقه­بندی پوشش/کاربری اراضی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که این روش در طبقه­بندی نتایج مطلوبی را به همراه داشته است. در مطالعه­ای Carr (1996) به طبقه‌بندی با استفاده از بافت تصاویر دیجیتال تک باند و چند باند پرداخت و از الگوریتم تحت نظارت استفاده کرد. برای طبقه‌بندی طیفی (تشخیص الگو) روش حداقل فاصله و الگوریتم حداکثر احتمال استفاده شد. طبقه‌بندی بافت تصویر بر اساس واریوگرام محلی اطراف هر پیکسل تصویر انجام شد ترکیب طبقه‌بندی بافت با اطلاعات طیفی نشان داد که ارزش خاص برای تصاویر رادار تک باند را در بردارد همچنین برای تصاویر چند باندی نشان داد که واریوگرام و کراس واریوگرام استفاده شده در طبقه‌بندی بافت و اطلاعات طیفی دقت طبقه‌بندی را بهبود بخشیده است. et all Kabir (2006) طبقه­بندی حداکثراحتمال را روی سه دسته داده انجام دادند. دسته اول داده­های طیفی دسته دوم داده‌های مکانی و دسته سوم استفاده از داده‌های ترکیبی تصاویر طیفی و بافت بود؛ که استفاده از داده‌های ترکیبی بالاترین صحت و استفاده از داده­های بافت به‌تنهایی، کمترین صحت را داشت. et all Berberoglu (2007) در تهیه نقشه پوشش اراضی از تحلیل بافت استفاده نموده و به مقایسه آن با نتایج طبقه­بندی به روش حداکثر احتمال پرداختند. روش­های بکار رفته در تحلیل بافت بر استفاده از انحراف معیار واریانس و آماره­های مشتق شده از ماتریس هم‌زمان و واریوگرام مبتنی بودند. در تحقیقیWang Zhang &(2014) با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ETM/TM یک روش جدید ترکیبی از اطلاعات طیفی و بافت چند متغیره برای مناطق شهری ارائه دادند و درروش خود برای مقایسه، از ماتریس کوواریانس سطح خاکستری برای استخراج بافت تصویر استفاده کردند نتایج کار آن‌ها نشان داد که روش ارائه‌شده عملکرد بهتری نسبت به استفاده از اطلاعات طیفی (به‌تنهایی) داشته است. طاهری زاده (1380) از ترکیب ویژگی­های طیفی- مکانی برای طبقه­بندی تصاویر ماهواره­ای استفاده کرد. جهت به دست آوردن باند حاوی اطلاعات بافت از باندهای مختلف و پنجره­هایی با ابعاد متغیر استفاده شده است. سپس با استفاده از ترکیب اطلاعات بافت و اطلاعات طیفی با روش طبقه­بندی حداکثر احتمال و حداقل فاصله، فرایند طبقه­بندی صورت گرفت. نتایج حاصل نشان می­دهد که ادغام اطلاعات مکانی بافت و اطلاعات طیفی به‌طور قابل‌توجهی طبقه­بندی را افزایش می­دهد. میرزاپور (1380)با استفاده از ویژگی­های بافت در تصاویر ماهواره­ای به‌منظور آشکارسازی پوشش­های زمینی، اقدام به تهیه نقشه­های کاربری نمود. حق‌پرست و همکاران (1390) به‌منظور ارزیابی نتایج طبقه­بندی تصاویر ماهواره­ای با به‌کارگیری پارامترهای بافت از تصویر سنجنده LISS-III از ماهواره IRS-P 6 استفاده کردند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد استفاده از اطلاعات مکانی در کنار اطلاعات طیفی صحت طبقه­بندی را نسبت به حالتی که تنها از اطلاعات طیفی استفاده می­گردد، بهبود می­دهد. گلشنی و همکاران (1393) به بررسي قابليت داده­هاي سنجندة GeoEye-1، مشخصه­هاي بافت تصوير و روش طبقه‌بندی BRT، براي طبقه‌بندی كاربري­هاي شهري پرداختند و با استفاده از لایه­های اصلی و مشخصه­های بافت تصویر اقدام به طبقه­بندی کردند. نتايج تحقیق آن‌ها نشان داد که طبقه­بندي داراي صحت كلي و ضريب كاپا، به ترتيب 92/0 و 90/0 بدست آمد.

**روش پژوهش:**

منطقه موردمطالعه

منطقه موردمطالعه در 15 کیلومتری شمال غرب شیراز با مختصات جغرافیایی "21.92 '17 °52 و "59.85 '29 °52 طول خاوری "32.55'43 °29 و "3.98 '51 °29 عرض شمالی واقع‌شده است. مساحت منطقه 4/28071 هکتار و ارتفاع از سطح دریا 1846 متر است. میانگین دمای سالانه 5/14 درجه سانتی­گراد و بارش 4/617 میلی­متر با آب‌وهوای معتدل کوهستانی است.



**شکل 1- موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه**

داده‌های مورداستفاده و آماده‌سازی آن‌ها

در این تحقیق، از تصویر سنجنده ماهواره Landsat 8 استفاده شده است. این ماهواره در تاریخ 11 فوریه 2013 توسط سازمان زمین‌شناسی آمریکا و ناسا عملیاتی شد. لندست 8 اخذ مستمر داده و در دسترس بودن داده‌های لندست را با استفاده از دو حسگر، یکی سنجنده عملیاتی تصویرساز سرزمین OLI[[1]](#footnote-2))) و دیگری سنجنده حرارتی مادون‌قرمز TIRS[[2]](#footnote-3))) تضمین خواهد کرد. OLI داده­ها را از 9 باند طیفی جمع‌آوری می‌کند. 7 تا از این 9 باند با سنجنده­های TM [[3]](#footnote-4) و ETM[[4]](#footnote-5) که بر روی ماهواره­های لندست قبلی قرار داشتند سازگار می­باشند که این عمل علاوه بر سازگاری داده­های تاریخی لندست، قابلیت­های اندازه­گیری را نیز بهبود داده است. جدول 1 اطلاعات طیفی لندست 8 را نشان می‌دهد.

**جدول 1- اطلاعات طیفی لندست 8**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **باند طیفی** | **طول‌موج** | **قدرت تفکیک** |
| باند ۱- باند Coastal / Aerosol | µm ۰٫۴۳۳ – ۰٫۴۵۳ | ۳۰ متر |
| باند ۲- آبی | µm ۰٫۴۵۰ – ۰٫۵۱۵ | ۳۰ متر |
| باند ۳- سبز | µm ۰٫۵۲۵ – ۰٫۶۰۰ | ۳۰ متر |
| باند ۴- قرمز | µm ۰٫۶۳۰ – ۰٫۶۸۰ | ۳۰ متر |
| باند ۵- مادون‌قرمز نزدیک | µm ۰٫۸۴۵ – ۰٫۸۸۵ | ۳۰ متر |
| باند ۶- مادون‌قرمز طول‌موج کوتاه | µm ۱٫۵۶۰ – ۱٫۶۶۰ | ۳۰ متر |
| باند ۷- مادون‌قرمز طول‌موج کوتاه | µm ۲٫۱۰۰ – ۲٫۳۰۰ | ۳۰ متر |
| باند ۸ Panchromatic- | µm ۰٫۵۰۰ – ۰٫۶۸۰ | ۱۵ متر |
| باند ۹- Cirrus | µm ۱٫۳۶۰ – ۱٫۳۹۰ | ۳۰ متر |
| باند ۱۰- مادون‌قرمز طول‌موج بلند | µm ۱۰٫۳۰ – ۱۱٫۳۰ | ۱۰۰ متر |
| باند ۱۱- مادون‌قرمز طول‌موج بلند | µm ۱۱٫۵۰ – ۱۲٫۵۰ | ۱۰۰ متر |

طبقه­بندی تصاویر ماهواره‌ای:

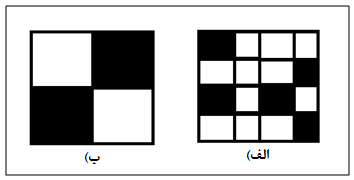
آماده­سازی و پیش‌پردازش

در ابتدا لازم است یک سری عملیات روی تصاویر، در ارتباط با خطاهای رادیومتری، هندسی و غیره انجام گیرد. با توجه به اینکه برای اولین بار است که در لندست از TIRS برای تشخیص تابش اشعه مادون‌قرمز استفاده شده است. با ثبت داده­های TIRS با داده­های OIL محصولات 12 بیتی لندست 8 تولید خواهد شد که تصحیحات هندسی، رادیومتری و زمینی به آن‌ها اعمال شده است. در این تحقیق جهت اطمینان کامل این تصحیحات روی تصاویر بررسی گردید. همچنین از نقشه پوشش گیاهی (اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری) به‌عنوان اطلاعات جانبی در فرایند دورسنجی استفاده شد. به‌منظور تعیین بهترین ترکیب باندی برای استفاده در ایجاد تصاویر کاذب رنگی از طریق مشاهده و شاخص حد مطلوب پردازش­های موردنظر اعمال گردید. جهت ایجاد این تصاویر از متداول‌ترین ترکیب‌های رنگی کاذب که در آن از باندهای 5، 4 و 3 استفاده می‌شود تحت عنوان RGB بهره گرفته شد. به‌منظور آشکارسازی بهتر پوشش­گیاهی جهت طبقه­بندی، باندهاي مصنوعی از طريق تجزيه مؤلفه‌های اصلي، رگرسیون تصاویر و شاخص­های بافت ايجاد شدند. تجزیه مؤلفه اصلی برای حذف اطلاعات زائد در داده­های ماهواره­ای کاربرد فراوانی دارد (علوی پناه، 1382). با توجه به وجود همبستگي زياد بين برخي از باندها كه نشان‌دهنده نوعي تكرار اطلاعات است، بايد از میان اين مجموعه باندي، باندهايي كه داراي كمترين حد همبستگي هستند انتخاب شوند. جدول شماره 2 تجزیه مؤلفه‌های اصلی را نشان می‌دهد.

**جدول 2- تجزیه مؤلفه‌های اصلی**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| b3 | b2 | b1 | T-MODE COR. MATRIX |
| 0.955105 | 0.991810 | 1.000000 | b1 |
| 0.971811 | 1.000000 | 0.991810 | b2 |
| 1.000000 | 0.971811 | 0.955105 | b3 |

در این پژوهش با بررسی تجزیه مؤلفه اصلی، جدول شماره 2 و رگرسیون تصاویر، باندهای 3، 4 و 5 انتخاب گردید. گاه دو عارضه که خصوصیت طیفی مشابهی دارند خصوصیات متفاوتی را نشان می­دهند. ارزش بافت به‌عنوان یکی از کلیدهای اصلی تفسیر بصری تصاویر توجه به آن را در خصوص بهبود دقت طبقه­بندی تضمین می‌کند (نجفی دیسفانی، 1377). بافت ویژگی است که سطح و ساختار یک تصویر را نشان می­دهد و عبارت است از تکرار منظمی از یک جزء یا یک الگو بر روی یک سطح. بافت بر روی تصویر متشکل از الگوی بصری پیچیده­ی شامل نواحی با زیرالگوهایی با ویژگی­هایی نظیر درجه شفافیت، رنگ، شکل و اندازه است. یک ناحیه از تصویر را واجد بافت ثابتی می­نامند اگر مجموعه­ای از این خصوصیات در آن ثابت و یا دارای تغییرات کند یا متناوب باشند (Srinivasan & Shobha., 2008). درواقع بافت شامل سه مؤلفه اساسی است که عبارتنداز: الف: کنتراست محلی (زبری یا صافی)، ب: اندازه مناطق تیره یا روشن (درشتی یا زبری) و ج: جهت تعیین شده از مناطق تیره و روشن (ناهمسانگردی) Berberoglu et all, 2007)). توانایی محسوس انسان برای تفکیک بافت نشان می­دهد که اگر بافت در فرایند طبقه­بندی دخالت داده شود پیشرفت­های زیادی حاصل می­شود. برای غلبه بر محدودیت­های طبقه­بندی طیف بسیاری از روش­های تحلیل بافت برای تصاویر ارائه‌شده‌اند که بر اساس الگوهای مکانی هستند (Lee & Philpot, 1991). بافت به معنی تغییرات مکانی می­باشد، هنگامی‌که عدد رقومی دیجیتالی در باندی خاص به شدت در بین پیکسل مرکزی و همسایگی­اش تغییر نماید آنگاه تصویر بافتی درشت و اگر به آرامی تغییر کند تصویر بافتی ظریف دارد (طاهرکیا، 1375). هر بافت قابل‌تشخیص دارای دو بعد اساسی است: الف: توصیف واحد اولیه و ب: بعد توصیف همبستگی مکانی (نحوه تعامل واحدهای اولیه بر روی تصویر). اولین با واحدهای اولیه­ای مربوط هستند که از نظر طیفی (تن رنگ) دارای تشابهاتی در ویژگی­های محلی هستند. بعد دوم با سازمان‌دهی مکانی واحدهای اولیه مربوط‌اند. بافت تصویر با تعداد و نوع واحدهای اولیه و سازمان‌دهی مکانی یا چیدمان آن‌ها توصیف می­شود. سازمان‌دهی مکانی ممکن است تصادفی یا وابسته به یک یا N واحد اولیه در یک زمان معین بوده و ممکن است به شکل ساختاری، احتمالی یا بنیادی باشد (Haralick et all, 1973). عبارت­هایی مانند صافی و زبری در بیان کیفی محتوای بافت یک پدیده به­کار برده می­شوند (Srinivasan & Shobha., 2008). بافت تصویر را می­توان به‌عنوان تابعی از رابطه ساختاری مبتنی بر تن در بین واحدهای اولیه نشان داد. این درحالی است که تن بر ارزش خاکستری پیکسل­ها و ساختار بر رابطه مکانی بین واحدهای اولیه استوار است. واحدهای اولیه بافت، مجموعه‌ای پیوسته از پیکسل­ها با ویژگی محلی و تن هستند که با میانگین، حداقل و حداکثر، ابعاد و شکل قابل توصیف­اند. ارتباط مکانی بین واحدهای اولیه بافت می­تواند تصادفی، دوبه‌دو یا متقابل باشد درنتیجه بافت تصویر با تعداد و نوع واحدهای اولیه و ارتباط مکانی میان آن‌ها تعریف می­شود. بافت، تن و ساختار را نمایش می­دهد و این دو از یکدیگر مستقل نیستند. بافت تصویر را می­توان از نظر کیفی نیز مورد ارزیابی قرار داد برای مثال از جنبه برخورداری از یک یا تعدادی از ویژگی­ها نظیر نرمی، زبری، صافی، دانه­ای بودن، تصادفی، خطی یا لکه­ای بودن، نامنظم بودن یا ناهمواری. هر یک از این صفات ویژگی هریک از واحدهای اولیه و تعامل مکانی میان آن­ها را تفسیر می­کند و از این ویژگی­ها برای کمی کردن بافت یک تصویر استفاده می­شود. هنگامی‌که ناحیه کوچک به‌هم‌پیوسته‌ای از تصویر از نظر تغییرات تن در واحدهای اولیه، از اختلافات اندکی برخوردار است خصوصیت غالب در آن ناحیه تن خواهد بود و هنگامی‌که اختلافات واحدهای اولیه بسیار زیاد باشد خصوصیت غالب، بافت است. در این تشخیص، ویژگی­هایی نظیر؛ اندازه ناحیه کوچک به‌هم‌پیوسته، اندازه‌های نسبی، انواع واحدهای اولیه مبتنی بر تن، تعداد، محل یا ترتیب واحدهای اولیه تعیین‌کننده است. هنگامی‌که الگوی مکانی در واحدهای اولیه مبتنی بر تن، تصادفی و اختلاف تن خاکستری میان واحدهای اولیه زیاد باشد نتیجه آن بافتی ریز/ نرم خواهد بود. هنگامی‌که الگوی مکانی واحدهای اولیه مشخص­تر باشد نتیجه آن بافتی درشت/ زبر خواهد بود. شکل شماره 2 بافت را در ابعاد متفاوت با الگو و بدون الگوی مشخص نشان می­دهد.



شکل 2: نمایش بافت و الگو الف) بافت ریز الگو بدون الگو ، ب) بافت درشت با الگو.

به‌طور خلاصه برای مشخص کردن یک بافت معین، ابتدا ویژگی­های واحدهای اولیه مبتنی بر تن و سپس ارتباطات مکانی بین آن­ها مشخص می­شود. این مسئله نشان‌دهنده آن است که تن- بافت درواقع ساختاری دولایه است، لایه اول پیرامون مشخص کردن خصوصیات محلی است که در قالب واحد اولیه ظاهر می­شود. لایه دوم در مورد مشخص کردن سازمان‌دهی مکانی در میان این واحدهای اولیه است. در این پژوهش سه معیار بافت به‌منظور طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای روی باندهای 3، 4، 5 و 6 مورد استفاده قرارگرفته است که عبارت‌اند از: ماتریس مقایسه جفتی(BCM)[[5]](#footnote-6)، تعداد طبقات متفاوت(NDC)[[6]](#footnote-7) و پیکسل‌های متفاوت از پیکسل مرکزی(CVN)[[7]](#footnote-8). در بررسی‌های بافت از طریق معیارهایی از قبیل مقایسات ماتریس جفتی، تعداد طبقات متفاوت و تعداد طبقات متفاوت با پیکسل مرکزی بررسی همسایگی برای داده‌هایی با قالب شبکه‌ای انجام می‌شود (Murphy, 1985).

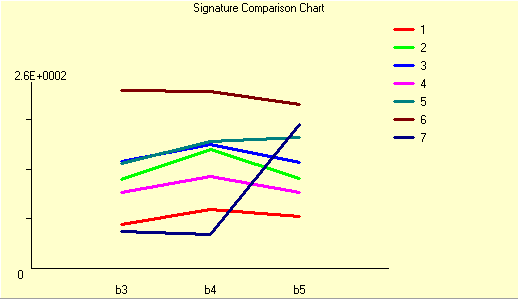
منطقه موردنظر با توجه به اطلاعات نقشه اداره کل منابع طبیعی و همچنین عملیات میدانی، 7 طبقه اصلی را به خود اختصاص داد که به شرح زیر انتخاب گردید.

**جدول 3- طبقات پوشش اراضی و توصیف آن‌ها**

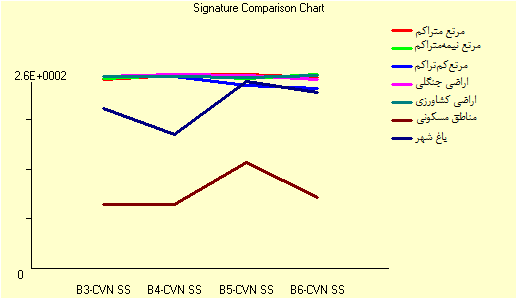
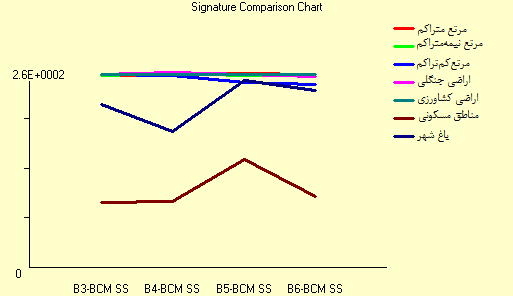
|  |  |
| --- | --- |
| نام طبقه | توصیف |
| مراتع متراکم | مرتع با تراکم تاج پوشش بیش از 50 درصد (گیاهان یک‌ساله و چندساله) |
| مراتع نیمه متراکم | مرتع با تراکم تاج پوشش 25-50 درصد (گیاهان یک‌ساله و چندساله) |
| مراتع کم تراکم | مرتع با تراکم تاج پوشش 25-5 درصد و کمتر از 5 درصد (گیاهان یک‌ساله و چندساله) |
| اراضی جنگلی | جنگل‌های طبیعی، دست کاشت، ماندابی و درختچه زارها |
| اراضی زراعی | زراعات آبی و باغات و زراعت دیم |
| مناطق مسکونی | شامل مناطق شهری، روستایی و تأسیسات با ذکر نام |
| باغ شهر | منازل مسکونی ویلایی با پوشش درختی و درختچه‌ای |

همچنین به‌منظور انتخاب نمونه­های تعلیمی و تعیین کاربری اراضی از عملیات میدانی، طبقه‌بندی نظارت‌نشده طیفی و همچنین داده­های با قدرت تفکیک زیاد (تصاویر سامانه گوگل ارث) استفاده شد (درویش‌صفت،1377). نقطه قابل‌توجه در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای داشتن نمونه‌هاي آموزشی صحیح از پدیده‌ها و عوارض زمینی است که می‌تواند نتایج طبقه‌بندی را کاملاً تحت تأثیر قرار دهد. همچنین جهت انتخاب بهترین نمونه تعلیمی سه روش نمونه‌گیری همگن، ناهمگن و ترکیبی انجام شد و بهترین نمونه آموزشی انتخاب گردید.

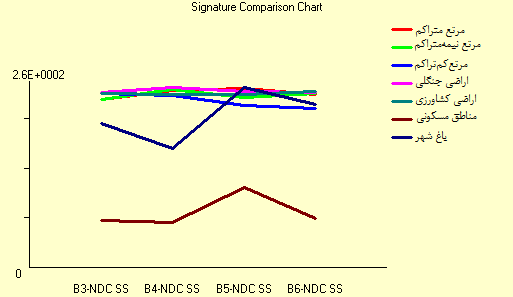
پس از بررسی کیفیت نمونه­های تعلیمی به لحاظ میزان تفکیک‌پذیری و مشخصه­های آماری آن‌ها استخراج شد. نمودار 1 رفتار جدایی‌پذیری طبقات را نشان می‌دهد که بیان‌گر میزان تفکیک طبقات در نظر گرفته‌شده با استفاده از باندهای خام است. همچنین نمودار 2 نا 4 جدایی‌پذیری طبقات با استفاده از معیار بافت را نشان می‌دهد. نمودار شماره 5 رفتار جدایی­پذیری باندهای خام به همراه بافت­های منتخب را نشان می­دهد.



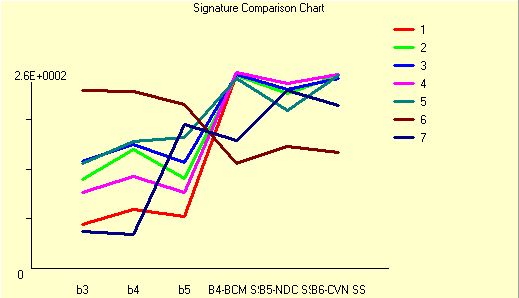
**نمودار 1- رفتار جدایی‌پذیری طبقات حاصل از باندهای خام**

**نمودار 2- رفتار جدایی‌پذیری طبقات حاصل از بافت cvn نمودار 3- رفتار جدایی‌پذیری طبقات حاصل از بافتbcm**



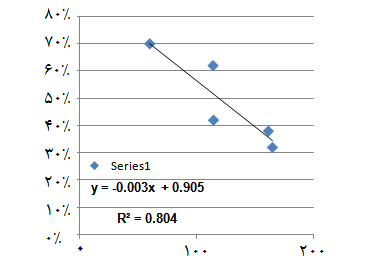
**نمودار 4- رفتار جدایی‌پذیری طبقات حاصل از بافت ndc**



**نمودار 5- رفتار جدایی‌پذیری طبقات حاصل از باندهای خام و معیار بافت منتخب**

آزمون قابلیت جدایی‌پذیری نمونه‌های تعلیمی هدف و ارزیابی کمی تفکیک‌پذیری طبقات به روش آزمون جدایی‌پذیری جفری­ماتوسیا (JM) انجام شد (Richards and Jia, 1999). در ارزیابی جدایی‌پذیری با معیار جفری ماتوسیا، بر اساس محاسبات آماری، میزان تفکیک‌پذیری طبقه‌ها نسبت به هم و در یک دامنه عددی بین 2- و 2 تعیین می‌شود.

درروش حداکثر احتمال كه از سایر روش‌های موجود برای طبقه‌بندی دقیق‌تر است میزان كمي واریانس و همبستگی ارزش‌های طيفي باندهای مختلف برای مناطق نمونه محاسبه می‌شود و از همین خاصیت برای ارتباط يك پيكسل طبقه‌بندی نشده به يكي از گروه‌ها يا نمونه‌هاي طيفي نيز استفاده می‌شود. به‌بیان‌دیگر برای بررسي نحوه توزیع ارزش‌های طیفی و احتمال آماری ارتباط يك پيكسل با يكي از گروه‌هاي نمونه از ماتريكس واريانس و بردار ميانگين كه خود واريانس و همبستگي ارزش‌های طیفی را تعریف می‌کنند، استفاده می‌شود. با استفاده از عامل شدت احتمال، هر يك از پیکسل‌هاي تصویر پس از آزمون آماری و محاسبه احتمال تعلق آن‌ها به گروه‌هاي طيفي نمونه، به گروه مربوطه تعلق می‌گیرد (زبیری، 1375). در این پژوهش طبقه­بندی با روش حداکثر احتمال برای باندهای خام (3، 4، 5) انجام شد و سپس بار دیگر طبقه­بندی این باندها به همراه شاخص­های بافت (BCMb4, NDCb5, CVNb6) صورت گرفت. فیلتر کردن نوعی تغییر ارزش‌های طیفی است که در آن ارزش هر پیکسل نسبت به پیکسل همسایه‌اش تغییر می‌کند و تصویر جدیدی می‌سازد که تباین آن با تصویر اصلی می‌تواند متفاوت باشد (علوی پناه و همکاران،1387). برای عمل فیلتر کردن، معمولاً از جعبه فیلترهایی به‌اندازه 3×3، 5×5، 7×7 استفاده می‌شود؛ که در این تحقیق از فیلتر مد 5×5 استفاده شد. بررسی صحت طبقه‌بندی در دو مرحله انجام شد مرحله اول عملیات میدانی و نمونه‌برداری بود که از نمونه‌برداری دومرحله‌ای استفاده شد. در این روش آماربرداری تمام منطقه مورد آماربرداری به واحد یا قسمت یا قطعه یا بلوک‌هایی تقسیم می‌شوند که این قطعات واحدهای مرحله یا گام اول نامیده می‌شوند، از این جامعه که هر قطعه، یک عضو آن می‌باشد، تعدادی قطعه یا قسمت، پس از شماره‌گذاری قطعات، به‌طور تصادفی انتخاب می‌گردند. امکان دارد مساحت قطعات مرحله اول، مساوی نباشند. در مرحله یا گام دوم فقط در قطعات یا بلوک‌های انتخاب‌شده تعداد قطعات نمونه‌ای که باید برداشت شوند پیاده و اندازه‌گیری می‌گردند (زبیری، 1386). روش نمونه‌برداری در عملیات میدانی روش نمونه‌گیری خط‌نمونه بود که نمونه‌برداری در طول یک امتداد انتخاب شدند. مرحله دوم تهیه مدل بود که با استفاده از میانگین، برآورد ضریب همبستگی و ضریب تعیین بدست آمد. نمودار 3 مدل تخمین درصد پوشش­گیاهی و طبقه درجه مرتع به روش نمونه­برداری دومرحله‌ای بدست آمده را نشان می‌دهد.

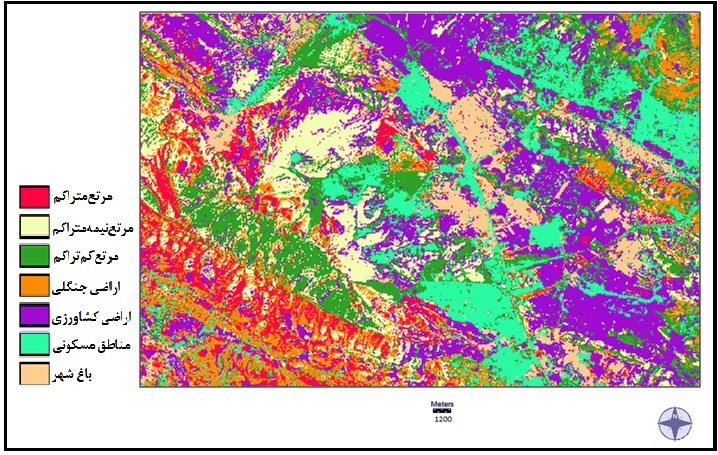


**نمودار 3- مدل تخمین درصد پوشش­گیاهی و طبقه درجه مرتع به روش نمونه­برداری دومرحله‌ای**

ارزش و قابلیت استفاده از هر نقشه تولید شده به درجه دقت آن بستگی دارد و نقشه­ها بدون تعیین دقت ارزش کاربردی کمی دارند. روش بسیار معمول و استاندارد برای تعیین دقت نقشه­های طبقه­بندی شده استفاده از ماتریس خطا می­باشد؛ که در این پژوهش برای ارزیابی دقت و صحت نقشه­های طبقه‌بندی‌شده، ماتریس خطا تشکیل شد. سپس محاسبه ضریب کاپا که توافق شانسی را از صحت کلی نقشه­های تولید شده به روش رقومی خودکار حذف می‌کند نیز برای ارزیابی دقیق­تر صحت نقشه­های حاصل مورد استفاده قرار گرفت.

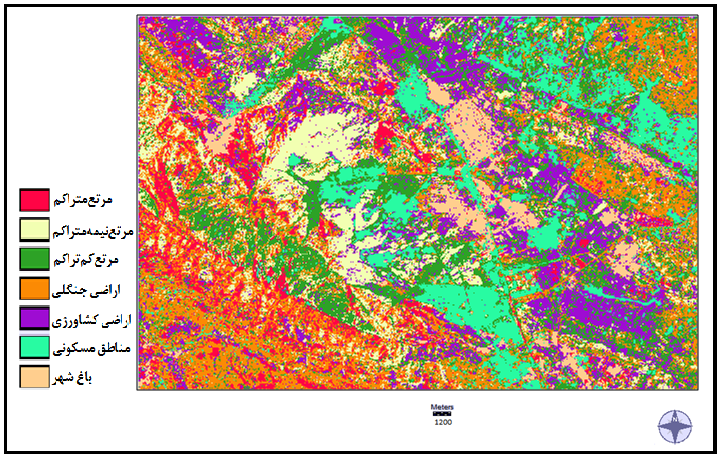
**نتایج و بحث:**

از مهم‌ترین مراحل در طبقه­بندی تصاویر ماهواره­ای انتخاب نوع و نمونه­های تعلیمی طبقه­ها می­باشد ازجمله ابزار مورد استفاده برای این منظور بازدیدهای میدانی، طبقه­بندی نظارت‌نشده و داده­هایی با قدرت تفکیک زیاد می­باشد. همچنین اندازه و تعداد نمونه­های تعلیمی تأثیر بسزایی در نتیجه نهایی خواهد داشت. با توجه به نمودار 1 طبقات جدایی­پذیری خوبی را در باندهای انتخاب‌شده نسبت به یکدیگر نشان می­دهند. نمودار 2 نا 4 جدایی­پذیری طبقات را در شاخص­های بافت BCM, NDC, CVN در باندهای 3، 4، 5 و 6 نشان می­دهد که با توجه به میزان جدایی­پذیری، شاخص­هایی که تفکیک­پذیری مناسب­تری داشتند انتخاب گردید. نمودار 5 میزان جدایی‌پذیری باندها و بافت­های انتخاب‌شده (bcm باند4، ndc باند5 و cvnباند6) را نشان می­دهد. با توجه به این نمودار مشاهده می‌گردد در بعضی از شاخص‌ها جدایی‌پذیری طبقات به‌خوبی نشان داده شده است و نتایج تحلیل بافت می‌تواند نتایج مطلوبی را در طبقه‌بندی نشان دهند. در نمودارها هرچه فاصله خطوط از هم بیشتر باشد قابلیت شناسایی آن‌ها بیشتر است. به‌منظور بررسی جدایی‌پذیری نمونه‌های تعلیمی در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای از آزمون JM استفاده شد. در هر دو داده، اطلاعات طیفی و هم ادغام اطلاعات طیفی و اطلاعات مکانی طبقه‌ها به‌خوبی از یکدیگر جدا شده و جدایی‌پذیری تمام طبقه‌ها در هر دو داده 2 بدست آمد. پس از آگاهی از پدیده‌های مختلف بر اساس دسته‌بندی DN های ثبت‌شده در تصویر، طبقه‌بندی نظارت‌شده بر روی داده­های طیفی به‌تنهایی و سپس روی داده‌های طیفی به همراه اطلاعات بافت اعمال شد. شکل 3 نتیجه طبقه­بندی نظارت­شده با داده­های طیفی را نشان می­دهد.



**شکل 3- طبقه­بندی حداکثر احتمال با استفاده از اطلاعات طیفی**

شکل 4 نتیجه طبقه­بندی حداکثراحتمال با ادغام اطلاعات طیفی به همراه بافت را ارائه می­دهد.



**شکل 4- طبقه­بندی حداکثر احتمال با استفاده از اطلاعات طیفی و اطلاعات مکانی**

جدول شماره 4 ماتریس ارزیابی نقشه‌ طبقه­بندی حداکثراحتمال با بافت را نشان می‌دهد.

**جدول 4- ماتریس ارزیابی نقشه طبقه‌بندی حداکثراحتمال با اطلاعات طیفی**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| طبقات | مرتع متراکم | مرتع نیمه متراکم | مرتع کم تراکم | اراضی جنگلی | اراضی زراعی | مسکونی | باغ شهر | جمع |
| مرتع متراکم | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| مرتع نیمه متراکم | 0 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| مرتع کم تراکم | 0 | 4 | 9 | 0 | 7 | 0 | 0 | 20 |
| اراضی جنگلی | 3 | 1 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 10 |
| اراضی زراعی | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 0 | 1 | 7 |
| مسکونی | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 7 | 0 | 8 |
| باغ شهر | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| جمع | 3 | 9 | 10 | 6 | 14 | 7 | 3 | 52 |

جدول شماره 5 ماتریس ارزیابی نقشه طبقه‌بندی حداکثراحتمال با اطلاعات طیفی به همراه اطلاعات مکانی را نشان می­دهد.

**جدول 5- ماتریس ارزیابی نقشه طبقه‌بندی حداکثراحتمال با اطلاعات طیفی به همراه اطلاعات مکانی**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| طبقات | مرتع متراکم | مرتع نیمه متراکم | مرتع کم تراکم | اراضی جنگلی | اراضی زراعی | مسکونی | باغ شهر | جمع |
| مرتع متراکم | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| مرتع نیمه متراکم | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| مرتع کم تراکم | 0 | 4 | 7 | 6 | 1 | 2 | 0 | 20 |
| اراضی جنگلی | 0 | 1 | 0 | 8 | 1 | 0 | 0 | 10 |
| اراضی زراعی | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 0 | 0 | 7 |
| مسکونی | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 7 | 0 | 8 |
| باغ شهر | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| جمع | 1 | 9 | 8 | 15 | 8 | 9 | 2 | 52 |

جدول شماره 6 ارزیابی دقت طبقه‌بندی نقشه‌های کاربری استخراج‌شده را نشان می­دهد.

**جدول 6- ارزیابی دقت طبقه‌بندی نقشه‌های کاربری استخراج‌شده**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| روش | صحت کلی | ضریب کاپا |
| طبقه­بندی اطلاعات طیفی به‌تنهایی | 59/0 | 51/0 |
| طبقه­بندی اطلاعات طیفی به همراه اطلاعات مکانی | 65/0 | 57/0 |

با توجه به جدول شماره 4 و 5 همان‌طور که قابل‌ملاحظه است صحت اراضی جنگلی و اراضی کشاورزی در طبقه­بندی اطلاعات طیفی به همراه اطلاعات مکانی نسبت به اطلاعات طیفی به‌تنهایی افزایش یافته است که پارامترهای بافت به خوبی توانسته­ است صحت تفکیک این طبقات را افزایش دهد. ولی در مرتع کم تراکم صحت در این طبقه­بندی کاهش یافته است. و در طبقات دیگر تغییری در صحت طبقه­بندی رخ نداده است. با توجه به جدول شماره 6 مشاهده می­گردد که با افزودن شاخص­های بافت به‌عنوان داده­های مکانی به داده­های طیفی صحت کلی از 59/0 به 65/0 و ضریب کاپا از 51/0 به 57/0 افزایش یافت. درنتیجه ترکیب اطلاعات طیفی و مکانی نتایج بهتری را در طبقه­بندی ارائه می­دهد که مطابق با نظر Carr (1996)، et all Kabir (2006)، Wang Zhang & (2014)، طاهری­زاده (1380) و میرزاپور (1380) می­باشد.همچنین اقدامات در جهت انتخاب و بهینه­سازی شاخص­های بافت در بهبود طبقه­بندی اهمیت زیادی دارد. استفاده از تحلیل بافت تصویر برای طبقه­بندی مناسب است زیرا این تحلیل نه‌تنها از اطلاعات طیفی بلکه از نحوه آرایش فضایی پیکسل­ها در انجام طبقه­بندی بهره می­برد درنتیجه پارامترهای بافت می­تواند صحت تفکیک طبقات را افزایش دهد.

منابع

**محسن حق‌پرست، علی محمدزاده، حمید عبادی "ارزیابی نتایج طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای با به‌کارگیری پارامترهای بافت و مدل رقومی ارتفاع در حوزه آبریز غیرشهری"، *مجموعه مقالات همایش ملی ژئوماتیک 90*، اردیبهشت90، تهران: سازمان نقشه‌برداری کشور.**

**علی اصغر درویش‌صفت "*جزوه درس سنجش‌ازدور"*، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی،1377.**

**محمود زبیری "*زیست‌سنجی (بیومتری) جنگل"، چاپ دوم،* تهران، انتشارات دانشگاه تهران، 1386، صفحه 416.**

**محمود زبیری، علیرضا مجد " *آشنایی با فن سنجش‌ازدور و کاربرد آن در منابع طبیعی*" تهران، انتشارات دانشگاه تهران، 1375، صفحه 330.**

**علی محمد طاهری­زاده، " *ترکیب ویژگی­های طیفی- مکانی برای طبقه­بندی تصاویر ماهواره­ای"*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس،1380.**

**سید کاظم علوی پناه، حمیدرضا متین فر، عمار رفیعی امام " *کاربرد فناوری اطلاعات در علوم زمین* " تهران، انتشارت دانشگاه تهران، 1387، صفحه 457.**

كاظم علوي پناه " كاربرد سنجش‌ازدور در علوم زمين (علوم خاک)"، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، 1382، صفحه478.

پری گلشنی، اصغر فلاح، جعفر اولادی قادیکلایی، سیاوش کلبی" ارزیابی قابلیت داده­های سنجنده geoeye-1 و پارامترهای بافت تصویر، به‌منظور طبقه­بندی مناظر شهری (مطالعه موردی: منطقه 3 تهران)". *پژوهش­های جغرافیای طبیعی*، دوره46، شماره2، 1393، صفحات 157-168.

**فردین میرزاپور" *آشکارسازی پوشش­های زمینی با استفاده از ویژگی­های بافت در تصاویر ماهواره­ای"*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس،1380.**

**محمد نجفی دیسفانی" کتاب پل ام. میذر، پردازش رایانه تصاویر سنجش از دور"، چاپ اول، تهران، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه­ها(سمت)، 1377، 437صفحه.**

Berberoglu, Suha, Paul J. Curran, Christopher D. Lloyd, and Peter M. Atkinson. "Texture classification of Mediterranean land cover." *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 9, no. 3 (2007): 322-334.

Carr, James R. "Spectral and textural classification of single and multiple band digital images." *Computers & Geosciences* 22, no. 8 (1996): 849-865.

Chander, Gyanesh, and Brian Markham. "Revised Landsat-5 TM radiometric calibration procedures and postcalibration dynamic ranges." *IEEE Transactions on geoscience and remote sensing* 41, no. 11 (2003): 2674-2677.

Haralick, Robert M., and Karthikeyan Shanmugam. "Textural features for image classification." *IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics* 6 (1973): 610-621.

He, Dong-Chen, and Li Wang. "Texture unit, texture spectrum, and texture analysis." *IEEE transactions on Geoscience and Remote Sensing* 28, no. 4 (1990): 509-512.

Kabir, Shahid, Dong-Chen He, and Patrice Rivard. "Urban classification of high resolution IKONOS imagery using texture." In *Proceedings of Joint Int. Conf. on Computing and Decision Making in Civil and Building Engineering, Montréal, June*, pp. 326-335. 2006.

Lee, J-H., and William D. Philpot. "Spectral texture pattern matching: a classifier for digital imagery." *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 29, no. 4 (1991): 545-554.

Marceau, Danielle J., Philip J. Howarth, Jean-Marie M. Dubois, and Denis J. Gratton. "Evaluation of the grey-level co-occurrence matrix method for land-cover classification using SPOT imagery." *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 28, no. 4 (1990): 513-519.

Murphy, D. L. "Estimating neighborhood variability with a binary comparison matrix." *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 51, no. 6 (1985): 667-674.

Richards, John A., and J. A. Richards. *Remote sensing digital image analysis*. Vol. 3. Berlin et al.: Springer, 1999.

Srinivasan, G. N., and G. Shobha. "Statistical texture analysis." In *Proceedings of world academy of science, engineering and technology*, vol. 36, pp. 1264-1269. 2008.

Wechsler, Harry. "Texture analysis—a survey." *Signal Processing* 2, no. 3 (1980): 271-282.

Wood, Eric M., Anna M. Pidgeon, Volker C. Radeloff, and Nicholas S. Keuler. "Image texture as a remotely sensed measure of vegetation structure." *Remote Sensing of Environment* 121 (2012): 516-526.

Zhang, Jun, Peijun Li, and Jinfei Wang. "Urban built-up area extraction from Landsat TM/ETM+ images using spectral information and multivariate texture." *Remote Sensing* 6, no. 8 (2014): 7339-7359.

Zhang, Yun. "Optimisation of building detection in satellite images by combining multispectral classification and texture filtering." *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 54, no. 1 (1999): 50-60.

1. 1 Operational Land Imager [↑](#footnote-ref-2)
2. 2 Thermal InfraRed Sensor [↑](#footnote-ref-3)
3. 3 Thematic Mapper [↑](#footnote-ref-4)
4. 4Enhanced Thematic Mapper Plus [↑](#footnote-ref-5)
5. 5Binary Comparison Matrix [↑](#footnote-ref-6)
6. 6Number of Different Classes [↑](#footnote-ref-7)
7. 7Center Versus Neighbors [↑](#footnote-ref-8)