

جغرافیا (نشریه علمی - پژوهشی انجمن جغرافیایی ایران)
دوره جدید، سال پنجم، شماره ۱۴ و ۱۵ پاییز و زمستان ۱۳۸۶

ترکیب تصاویر IRS و MODIS به منظور بهبود دقت طبقه بندی پوشش و کاربری اراضی مورد: منطقه اسلامشهر

عباس علیمحمدی
پرویز ضیائیان
علی اکبر متکان
مریم نقدی زادگان چهرمی

چکیده

تصاویر با توان تفکیک مکانی بالا مانند IRS به منظور استخراج اطلاعات پوشش زمین در مقیاس محلی تا ناحیه ای مورد استفاده قرار می گیرند. اما استفاده از این تصاویر به صورت چندزمانه بسیار پرهزینه و دسترسی به آنها با محدودیت هایی روبرو است. از سوی دیگر، تصاویر سنجنده MODIS به صورت روزانه در ۳۶ باند مختلف و با توان های تفکیک مکانی ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ متر در دسترس قرار می گیرند. اما این تصاویر برای نمایش جزئیات مناطق با تنوع پوشش زیاد مناسب نمی باشند. لذا استفاده همزمان از تصاویر MODIS و IRS می تواند مفید باشد. هدف این تحقیق استفاده از تکنیک جداسازی طیفی برای ترکیب تصاویر IRS و MODIS اخذ شده از منطقه اسلامشهر می باشد. در ابتدا تصویر IRS طبقه بندی شده، سپس سهم هر کلاس در هر یک از پیکسل های تصویر با توان تفکیک مکانی پایین اما توان تفکیک طیفی بالاتر (MODIS) محاسبه می شود. با محاسبه رادیانس هر یک از پیکسل های MODIS و اعمال الگوریتم جداسازی طیفی، مشخصه طیفی برای هر یک از انواع پوشش های زمینی موجود مشخص شده و تصویر ترکیب شده حاصل می شود. سپس تصویر IRS و تصویر ترکیب شده به منظور استخراج نقشه پوشش زمینی، طبقه بندی می شوند. بررسی و مقایسه تصاویر طبقه بندی شده، حاکی از همبستگی بالای تصویر ترکیبی طبقه بندی شده با تصویر IRS، در مقیاس ناحیه ای می باشد. نتایج این روش بستگی زیادی به دقت زمین مرجع نمودن تصاویر با توان تفکیک مکانی بالا و پایین دارد و با افزایش این دقت میتواند بهبود یابد.

واژگان کلیدی: ترکیب تصویر، طبقه بندی، دقت، MODIS، IRS، جداسازی طیفی

مقدمه

طبقه بندی پوشش و کاربری زمین معمولاً با استفاده از تصاویر با توان تفکیک مکانی بالا در محدوده مرئی صورت می گیرد. توان تفکیک مکانی مورد نیاز برای این منظور، معمولاً در بسیاری از تصاویر از جمله IRS (۲۳/۵ متر) موجود می باشد. اگرچه این توان تفکیک برای پایش مناطق ناهمگن مناسب می باشد، اما بررسی نتایج حاصله، نیاز به استفاده از تصاویر با توان تفکیک زمانی بالاتر را الزامی می سازد. همچنین توجه به این نکته که این تصاویر، قادر به بررسی تغییرات پوشش زمین حتی در مناطق عاری از پوشش ابر نمی باشند، موید این امر است (Hall و همکاران، ۱۹۹۱). علاوه بر آن تصاویر IRS با داشتن چهار باند طیفی در محدوده مرئی و مادون قرمز، از نظر خصوصیات طیفی ضعیف هستند (Minghelli_Roman و همکاران، ۲۰۰۶). برخلاف آن، تصاویر سنجنده MODIS با دارا بودن ۳۶ باند و توان تفکیک مکانی ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ متر، در هر گذر پوششی از یک تا چند کیلومتر با دوره بازگشت کوتاه مدت در دسترس می باشند و طبقه بندی کاربری و پوشش زمینی را در مقیاس های قاره ای تا ناحیه ای فراهم می سازند. از سوی دیگر این سنجنده، استفاده از توان تفکیک زمانی بالاتر برای بررسی اهداف زمینی مورد نظر را امکان پذیر می سازد. اگرچه این خصوصیات برای پایش تغییرات پوشش و کاربری زمین مناسب می باشند، اما توان تفکیک مکانی پایین، محدودیت هایی را در اخذ اطلاعات مکانی به صورت بالقوه ایجاد می کند (Quarmby، ۱۹۹۳). لذا، استفاده هم زمان از خصوصیات مورد نظر این دو سنجنده می تواند مفید باشد.

اطلاعات پوشش زمینی در مقیاس مکانی IRS و مقیاس زمانی و طیفی MODIS می تواند بسیار مناسب باشد. در این راستا، استخراج اطلاعات در سطح زیر پیکسل از تصاویر MODIS نیازمند استفاده از یک روش جداسازی طیفی است (Dark و Settle، ۱۹۹۳). اگرچه این روش، تنها ترکیب موجود در هر پیکسل را برای ناحیه مورد مطالعه به دست می دهد، اما با ترکیب تصاویر با توان تفکیک مکانی بالاتر، می توان تصویری با توان تفکیک مکانی و طیفی بالاتر به دست آورد.

Zhukov و همکاران (۱۹۹۹)، از الگوریتم جداسازی طیفی، برای ترکیب تصاویر سنجنده های متفاوت با توان تفکیک مکانی و طیفی مختلف (تصویر TM و تصویر شبیه سازی شده

(ASTER) با هم استفاده کردند. مزیت این تحقیق استفاده از روش جداسازی طیفی در دو سطح محدود و نامحدود می‌باشد. نتایج به دست آمده نشان داد که به کارگیری الگوریتم جداسازی طیفی محدود، منجر به حفظ تمامی اطلاعات رادیومتریک موجود در تصاویر با توان تفکیک مکانی پایین می‌شود. از سوی دیگر الگوریتم جداسازی طیفی نامحدود، در صورت وجود داده های دارای نویز ارجحیت دارد.

Minghelli و همکاران (۲۰۰۱)، با ترکیب تصویر شبیه سازی شده MERIS با توان تفکیک مکانی ۲۴۰ متر و TM (۳۰ متر)، توان تفکیک مکانی MERIS را بهبود بخشیدند. تصویر ترکیب شده حاصل دارای توان تفکیک مکانی تصویر TM و توان تفکیک زمانی و رادیومتریک تصویر شبیه سازی شده MERIS بود. در ادامه، Minghelli و همکاران (۲۰۰۶)، از ترکیب تصاویر واقعی MERIS و TM برای بررسی خط ساحلی استفاده کردند. نتایج به دست آمده مؤید توانایی این الگوریتم در ترکیب این تصاویر بود و پتانسیل بالای این تکنیک برای ارزیابی مناطق ساحلی مورد تایید قرار داد.

Ouarab و همکاران (۲۰۰۶) نیز، با استفاده از الگوریتم جداسازی خطی، تصاویر MERIS و ETM را با هم ترکیب کردند. الگوریتم مورد استفاده در این تحقیق با آنچه در بررسی های پیشین مورد استفاده قرار گرفته ، کاملاً مشابه می باشد. در نهایت Milla و همکاران (۲۰۰۸)، تصاویر MERIS و TM را با استفاده از الگوریتم جداسازی طیفی خطی برای هر باند و برای همسایگی های مختلف (۵، ۹، ۱۳ و ۱۷) ترکیب کردند. آن ها با استفاده از تصویر ترکیبی حاصل، توانستند نقشه پوشش زمینی را برای منطقه نا همگن و دارای پوشش ابر تهیه نمایند.

در این تحقیق، مدل جداسازی طیفی، برای ترکیب تصاویر IRS و MODIS در منطقه اسلامشهر واقع در جنوب استان تهران به کار گرفته شده است. این منطقه ناهمگن، عموماً به صورت دشت می باشد و تنها در قسمت های محدودی از آن آثار ناهمواری دیده می شود. در نهایت، هر دو تصویر اصلی و ترکیب شده طبقه بندی شدند و نتایج حاصله برای ارزیابی مزایا و معایب این الگوریتم مورد بررسی قرار گرفتند.

توجه به این نکته بسیار حائز اهمیت است که در این تحقیق تنها از ۶ باند تصاویر MODIS و ۲ باند تصاویر IRS استفاده شده است. زیرا به دلیل کیفیت پایین باندهای MODIS با

تفکیک مکانی ۱ کیلومتر، این تحقیق تنها به باندهای ۲۵۰ و ۵۰۰ متری محدود شد. همچنین باندهای ۱ و ۴ تصویر IRS به دلیل پایین بودن کیفیت و زیاد بودن نوفه، برای ترکیب مورد استفاده قرار نگرفتند.

ترکیب تصاویر MODIS و IRS

به منظور انطباق هندسی تصاویر MODIS و IRS، از آنجاییکه تصاویر MODIS دارای سه توان تفکیک مکانی متفاوت می باشد، ابتدا تصاویر MODIS با توان تفکیک مکانی ۲۵۰ متر به تصویر IRS هم مختصات شدند. سپس تصویر MODIS با اندازه پیکسل ۵۰۰ متر با تصاویر MODIS زمین مرجع شده، هم مختصات شدند. این عملیات، مشکل ترین مرحله اعمال الگوریتم مربوطه می باشد زیرا که نسبت توان تفکیک مکانی دو تصویر زیاد است و این بحث بسیار حائز اهمیت می باشد (Minghelli_Roman و همکاران، ۲۰۰۱)، از سوی دیگر خطای زمین مرجع نباید بیشتر از ۲/۱ - اندازه پیکسل در تصویر با توان تفکیک مکانی پایین باشد (Zhakov و همکاران، ۱۹۹۹). سپس طبقه بندی برای تصاویر IRS به منظور استخراج N_c کلاس اعمال می شود. تنها شرط لازم، تخصیص همه پیکسل ها به کلاس های مربوط به آن است (بدین معنی که هیچ پیکسل، طبقه بندی نشده باقی نماند). در ادامه، تصاویر IRS و MODIS به پیکسل های ۲۵ متری تبدیل شدند. سپس سهم هر کلاس در هر پیکسل MODIS محاسبه شد و پروفیل طیفی میانگین با استفاده از روش جداسازی طیفی، با حل سیستم جبری زیر حاصل شد:

$$1 < i < n_{b \text{ MODIS}} \quad (\text{فرمول شماره ۱})$$

$$\dot{S}^i = \sum_{k=1}^{N_c} C_k L_k^i$$

در رابطه فوق

S^i : رادیانس باند i ام تصویر MODIS

N_c : تعداد کل کلاس ها

C : بردار حاوی سهم هر کلاس در هر پیکسل MODIS

L^i : بردار مجهول حاوی رادیانس طیفی هر کلاس در باند i ام تصویر MODIS

Nb_{MODIS} : تعداد باند های MODIS

در این مدل فرض بر آن است که رادیانس های اندازه گیری شده توسط سنجنده، ترکیبی خطی از انعکاس End Member هایی است که هر یک دارای یک علامت طیفی منحصر به فرد هستند (Sabot et al, 1992). در واقع، هر پوشش زمینی به سیگنال کلی مقداری را اختصاص می دهد که با مساحت اشغال شده توسط آن پوشش متناسب است و با توجه به نسبت سطح اشغال شده، توسط اعضای خالص وزن دار شده اند.

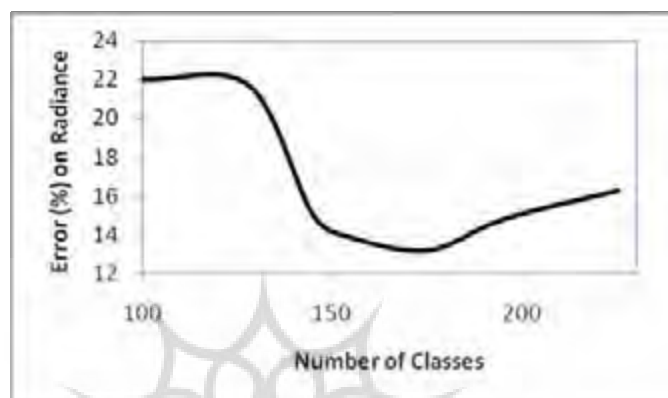
توجه به این نکته نیز حائز اهمیت است که برای حل معادله فوق، تعداد پیکسل های MODIS باید بیشتر یا مساوی با تعداد کلاس ها باشد. با حل معادله ۱، پروفیل طیفی کلاس ها برای هر پیکسل طبقه بندی شده MODIS محاسبه شد و تصویر ترکیبی باندهای طیفی MODIS با توان تفکیک مکانی ۲۵ متر به دست آمد.

تعیین تعداد کلاس مطلوب

برای بررسی تعداد کلاس های مطلوب در تصویر ترکیب شده خروجی، طبقه بندی تصویر IRS با تعداد کلاس های متفاوت (۸ ، ۳۲ ، ۶۴ ، ۱۲۸ و ...) مورد استفاده قرار گرفت. به منظور دستیابی به بهترین نتیجه، باندهای تصویر ترکیب شده حاصل، با باندهای تصویر IRS اولیه، مورد مقایسه قرار گرفتند. خطای متوسط ریشه مربعات (RMSE)، با استفاده از اختلاف میانگین (m_{diff}) و انحراف معیار (σ_{diff}) برای بررسی تعداد کلاس های مطلوب طبق رابطه زیر مورد استفاده قرار گرفت.

$$RMS = \sqrt{m_{diff}^2 + \sigma_{diff}^2}$$

تعداد کلاس های مطلوب با استفاده از حداقل میزان RMSE، ۱۷۵ کلاس تعیین شد. این بدین معناست که وقتی تعداد کلاس کمتر از ۱۷۵ باشد، خطا به دلیل همگنی غیر رادیومتریک در هر کلاس افزایش می یابد، اما هرگاه تعداد کلاس ها مساوی ۱۷۵ شود، همگنی درون کلاس و تعداد کلاس های شناخته شده متوازن می شود (Minghelli-Roman و همکاران، ۲۰۰۱).



نمودار شماره ۱:

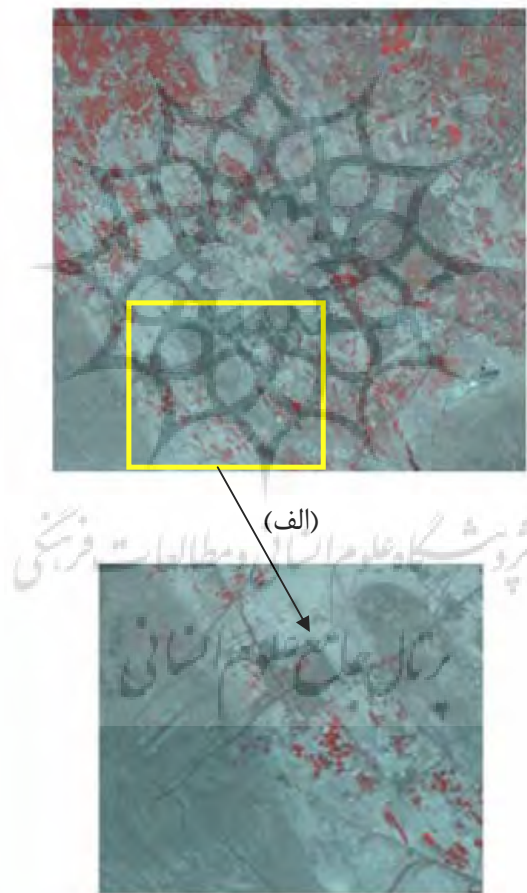
رابطه بین خطا (محور عمودی) و تعداد کلاس‌ها (محور افقی) در خوشه بندی

طبقه بندی تصاویر

تمام تصاویر ترکیب شده با روش طبقه بندی نظارت شده بیشترین شباهت، طبقه بندی شدند. الگوریتم طبقه بندی به منظور جداسازی پنج پوشش زمینی اصلی منطقه مورد نظر، شامل مزارع کشاورزی، مناطق مسکونی، دشت‌های آبرفتی، مخروط افکنه و مراتع مورد استفاده قرار گرفت. سپس به منظور بررسی صحت نتایج به دست آمده، تصویر حاصل از طبقه بندی با آخرین نقشه پوشش زمینی موجود (نقشه کاربری اراضی ۱:۵۰۰۰۰ مؤسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی، ۱۳۸۵) و نیز تصویر SPOT با توان تفکیک مکانی ۲/۵ متر مربوط به محدوده مورد بررسی، مقایسه شد. علاوه بر آن، تفکیک پذیری کلاس‌ها در تصاویر ترکیب شده و تصویر اولیه مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت دقت کلی طبقه بندی و ضریب کاپا برای مقایسه نتایج به دست آمده مورد ارزیابی قرار گرفت.

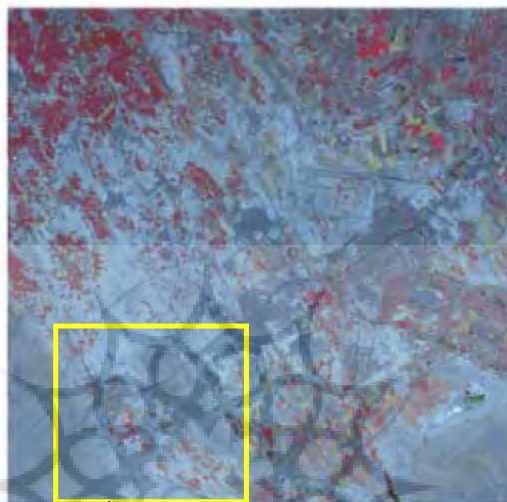
نتایج

ترکیب رنگی تصاویر IRS ، MODIS و تصویر ترکیب شده در شکل های ۲، ۳ و ۴ نشان داده شده است. تصاویر ترکیبی به دست آمده از روش جداسازی طیفی، تقریبی از تصویری باتوان تفکیک مکانی IRS و توان تفکیک طیفی و رادیومتریک تصویر MODIS می باشند. در واقع رادیانس تصویر MODIS و نیز خصوصیات مکانی تصویر IRS در تصویر حاصل ترکیب شده است.

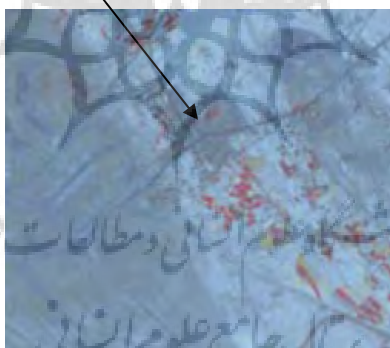


(ب)

تصویر شماره ۲: ترکیب رنگی تصویر IRS (باند ۲، ۳ و ۴) بخشی از تصویر (الف) در تصویر (ب) با بزرگنمایی دیده می شود.



(الف)



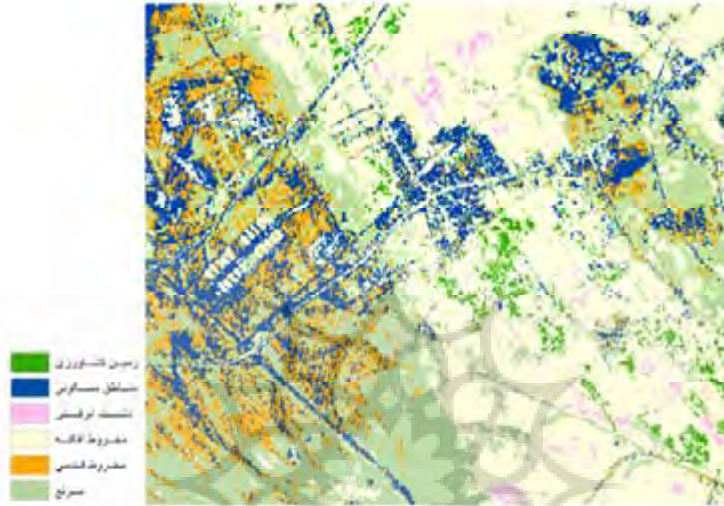
(ب)

تصویر شماره ۴: ترکیب رنگی تصویر ترکیب شده (باندهای ۱ و ۲ IRS و باند ۴ تصویر ترکیب شده).
بخشی از تصویر (الف) در تصویر (ب) بزرگنمایی شده است.

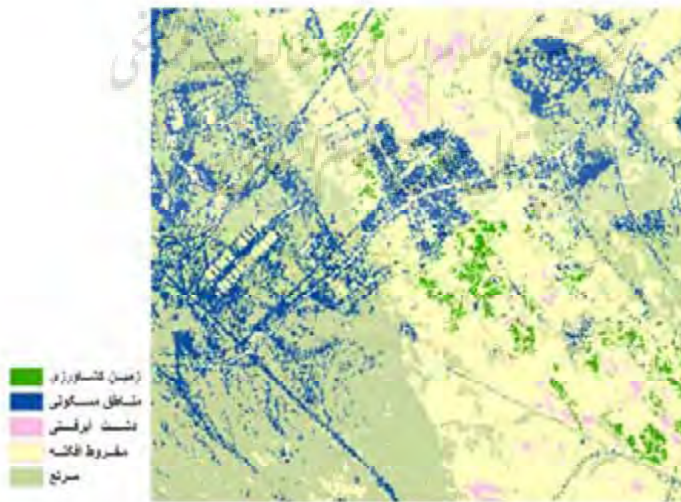
جدول شماره ۱: مقایسه دقت طبقه بندی انجام شده در تصویر IRS و ترکیبی

O.A(%)	K	
۶۷/۵	۰/۶۵	تصویر IRS
۸۲/۵	۰/۷۸	تصویر ترکیب شده

تصویر شماره ۵ : نقشه طبقه بندی شده حاصل از تصویر ترکیب شده



تصویر شماره ۶ : نقشه طبقه بندی شده حاصل از تصویر IRS



از آنجا که هدف از این ترکیب تصویر، استفاده از اندازه پیکسل تصویر با توان تفکیک مکانی بالا و تنوع طیفی تصویر با توان تفکیک مکانی پایین به منظور بهبود دقت طبقه بندی می باشد، لذا از تصویر با توان تفکیک مکانی بالا برای بررسی دقت طبقه بندی تصویر ترکیبی استفاده شد. همان طوریکه در تصاویر ۵ و ۶ مشاهده می شود، مقایسه دقت طبقه بندی در دو تصویر، نشان می دهد که عوارض استخراج شده از تصویر ترکیبی بیشتر از تصویر IRS می باشد. همچنین میزان تفکیک پذیری عوارض در تصویر ترکیبی بسیار بیشتر از تصویر IRS است و این دو، به دلیل وجود باندهای بیشتر و در نتیجه محدوده طیفی وسیع تر در تصویر ترکیبی می باشد. اما توجه به این نکته حائز اهمیت است که در این الگوریتم ترکیب، پلی گون های قابل تفکیک در تصویر ترکیبی، معادل با عوارض قابل تمایز در تصویر با توان تفکیک مکانی بالا می باشند، در واقع یک عارضه در تصویر ترکیبی تنها در صورتی قابل تفکیک می باشد که امکان تمایز و تفکیک آن در تصویر با توان تفکیک مکانی بالا وجود داشته باشد. زیرا پروفیل طیفی به دست آمده از حل معادله جداسازی طیفی به پلی گون های استخراج شده از تصویر با توان تفکیک مکانی بالا اختصاص داده می شود و لذا امکان تفکیک پلی گون در تصویر ترکیبی در این مدل وجود ندارد. اما، استفاده از باندهای متعدد در طبقه بندی، تمایز بیشتر عوارض در تصویر را امکان پذیر می سازد. بنابراین دشت های آبرفتی در تصویر ترکیب شده، مشخص تر می باشند. علاوه بر آن، مخروط های قدیمی در اراضی مرتعی با وضوح بیشتری قابل تشخیص می باشند.

جمع بندی

در این تحقیق، تصاویر MODIS و IRS با استفاده از الگوریتم جداسازی طیفی با هم ترکیب شدند. تصویر ترکیبی به دست آمده، دارای خصوصیات طیفی و مکانی مطلوب تری نسبت به تصاویر اولیه مورد استفاده می باشد. در این روش، نیازی به انتخاب باندهای طیفی مشابه برای انجام عمل ترکیب نیست. همچنین اجرای این الگوریتم بر خلاف روش های معمول، مستلزم انتخاب کلاس های خالص از تصویر با توان تفکیک مکانی بالا نمی باشد. در روش های معمول، تعداد کلاس های خالص به وسیله تعداد باندهای موجود محدود می شوند. در واقع الگوریتم های جداسازی طیفی معمول، در شرایطی قابل اجرا هستند که تعداد کلاس های

خالص از تعداد باندهای مورد استفاده کمتر باشد. اما در الگوریتم مورد استفاده، تنها عامل محدود کننده تعداد پیکسل های تصویر MODIS می باشد. برای حل این معادله تعداد پیکسل های تصویر MODIS می بایست از تعداد کلاس های استخراج شده از تصویر IRS بیشتر باشند.

همچنین تعداد کلاس های استخراج شده از این تصویر بسیار حائز اهمیت است. تعداد کلاس های مناسب برای اجرای الگوریتم با توجه به ضریب RMSE به دست آمده، محاسبه می گردد. از سوی دیگر، این الگوریتم، به لحاظ قابلیت بالا در به دست آوردن تصاویر ترکیبی در محدوده های طیفی مشابه با تصویر با توان تفکیک مکانی پایین که ممکن است در تصویر با توان تفکیک مکانی بالای مورد استفاده در طبقه بندی وجود نداشته باشند، موجبات استفاده از تنوع طیفی گسترده ای را در طبقه بندی تصویر ترکیبی فراهم می سازد و لذا در افزایش دقت طبقه بندی و بارزسازی و تمایز بیشتر عوارض، بسیار حائز اهمیت می باشد. اما در این روش به دلیل عملکرد الگوریتم در کل تصویر، تنها عوارضی در تصویر خروجی قابل تمایز می باشند که در تصویر با توان تفکیک مکانی بالا قابل استخراج باشند. بنابراین با توجه به تعدد باندهای موجود، پیشنهاد می شود از تصاویر ترکیبی به دست آمده از این الگوریتم برای به دست آوردن پروفیل طیفی کلاس های مورد نیاز استفاده شود. همچنین پیشنهاد می گردد که به منظور بهبود دقت طبقه بندی و نیز عملکرد الگوریتم، تصحیح هندسی تصاویر، با دقت بالاتری صورت پذیرد.

منابع و مأخذ:

- Hall G ., Sellers F., J, E.Strebel P. et al. , 1991: Satellite remote sensing of surface energy and mass balance: results from FIFE, *Remote Sens. Environ.* 35, pp. 187-199.
- Minghelli-Roman. A., Mangolini. M. M., Petit. M., and Polidori. L. 2001: *Spatial resolution improvement of MeRIS images by fusion with TM images*, *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 39, no. 7, pp.1533–1536.
- Minghelli-Roman et al, 2006: Spatial Resolution Improvement by Merging MERIS-ETM Images for Coastal Water Monitoring, *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens*, vol.3.no.2.pp., 227- 231.
- Quarmby. A., N., Townsend G., Settle, J., et al., 1992: Linear mixture modelling applied to AVHRR data for crop area estimation, *Int. J. Remote Sens.* 13(3).pp.415-425.
- Quarmby, N. A., Milnes, M., Hindle, T. L., and Silleos, N. 1993: The use of multi-temporal NDVI measurements from AVHRR data for crop yield estimation and prediction, *Int. J. Remote Sens.* 14(2):199-210.
- Richards. J. A. , 1986 *Remote Sensing Digital Image Analyzes. An Introduction*. Berlin, Germany: Springer-Verlag.
- Sabol, D.E., Adams, J.B., and Smith, M.O. 1992: Quantitative subpixel spectral detection of targets in multispectral images. *Geophysical Research*, 97 (E2), 2659-2672, 25 February .
- Settel. J. J. and Drake. N. A. 1993: Linear mixing and the estimation of ground cover proportions, *Int. J. Remote Sensing*, vol. 14, pp.1159–1177.
- Zhukov, B. and Oertel D., 1995: A technique for combined processing of the data of an imaging spectrometer and of a multispectral camera, *Proc. SPIE*, vol. 2480, pp. 453–465.
- Zhukov, B., Oertel, D., Strobl, P., Lehmann, F., and Lehner M., 1996.: Fusion of airborne hyperspectral and multispectral images, *Proc. SPIE*, vol. 2758, pp. 148–159, Apr.
- Zhukov B., Oertel D., and Lehner M., 1997: “TM/LANDSAT thermal image unmixing, *Proc. SPIE*, vol. 3071, pp. 85–96.
- Zhukov. B., Oertel. D., Lanzl. F., and Reinhäckel. G. 1999: Unmixing-based multi sensor multi-resolution image fusion: *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 37, no. 3, pp. 1212–1226.

-Zurita-Milla, R.; Clevers, J.; Schaepman, M.E, 2008: Unmixing-Based Landsat TM and MERIS FR Data Fusion, *Geoscience and Remote Sensing Letters, IEEE*. Volume 5, Issue 3, July , Page(s):453 – 457.



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی