ترکیب تصاویر IRS و MODIS با استفاده از تکنیک جداسازی طیفی

دکتر عباس علیمحمدی، استادیار دانشگاه خواجه نصیر طوسی
دکتر پرویز ضیائیان فیروزآبادی، استادیار دانشگاه تربیت معلم
علی‌اکبر متکان، استادیار دانشگاه شهیدبهشتی
مریم نقدی‌زادگان جهرمی، دانشجوی کارشناسی ارشد شهیدبهشتی

چکیده

تصاویر با توان تفکیک مکانی بالا مانند IRS به منظور استخراج اطلاعات پوشش زمین در مقیاس محلی تا ناحیه‌ای مورداستفاده قرارمی‌گیرند. اما استفاده از این تصاویر به صورت چندزمانه بسیار پرهزینه و محدود است. از سوی دیگر، تصاویر سنجنده MODIS به صورت روزانه از نواحی گسترده در ۳۶ باند مختلف و با توان‌های تفکیک مکانی ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰متر باسهولت زیادی قابل‌دسترس است. ولی به علت ضعف قدرت تفکیک مکانی، این تصاویر برای بررسی جزئیات در محیط‌های پیچیده با تنوع پوشش بالامناسب نمی‌باشند. لذا استفاده همزمان ازتصاویر MODIS و IRS می‌تواند مفیدتر باشد.

در این تحقیق، امکانات ترکیب تصاویر IRS و MODIS اخذشده از بخشی از نواحی استان تهران با استفاده از تکنیک جداسازی طیفی موردبررسی قرار گرفته است. در این تکنیک، ابتدا تصویر IRS طبقه‌بندی شده، سپس سهم هرکلاس در هریک ازپیکسل‌های تصویرMODIS محاسبه می‌شود. بامحاسبه رادیانس هریک ازپیکسل‌های MODIS و اعمال‌الگوریتم‌جداسازی‌طیفی، مشخصه‌طیفی برای هریک از انواع پوشش‌های زمینی موجودمحاسبه شده و برمبنای آن تصویرترکیب شده تولید می‌شود.

نتایج به دست‌آمده نشان می‌دهندکه تصویر ترکیب شده، استفاده از توان تفکیک طیفی تصویر MODIS به منظور بارزسازی بیشتر عوارض در نواحی ناهمگن را امکان‌پذیر می‌سازد. ضمنا واریانس محلی و نوع پوشش تاثیر زیادی بر کیفیت تصویر ترکیبی دارند. نتایج این روش رابطه زیادی با دقت زمین مرجع‌نمودن تصاویر با توان تفکیک مکانی بالا و پایین نشان می‌دهند و با افزایش آن، کیفیت تصاویر تولیدی نیز افزایش می‌یابد.

واژگان کلیدی: ترکیب تصویر، جداسازی طیفی، IRS ، MODIS

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

۱. مقدمه و هدف

تنوع پوشش موجود در قسمت‌های مختلف سطح زمین نشان می‌دهد که تصاویربا توان تفکیک مکانی بالا، منابع ارزشمندی ازاطلاعات برای تهیه نقشه‌های پوشش زمینی با دقت بیشتر می‌باشند (Knight et al.,۲۰۰۶). تصاویر با توان تفکیک‌طیفی بالانیز، با استفاده ازباندهای متعددخود، شناسایی وتمایز پوشش‌های مختلف با دقت بالاتر را امکان‌پذیر می‌سازند(Zhukov et al.,۱۹۹۶). در واقع هر یک از مواد تشکیل‌دهنده صحنه تصویربرداری، انرژی تابشی را به گونه‌ای بازتاب، جذب و گسیل می‌نماید. بطوری که انرژی دریافت شده توسط سنجنده، بستگی زیادی به شکل و ساختار مولکولی صحنه تصویربرداری دارد. چنانچه انرژی رسیده به سنجنده در طول موج‌های نزدیک به هم و بر روی محدوده نسبتا وسیعی از باندهای طیفی اندازه‌گیری شود، از هر ماده حاضر در صحنه تصویربرداری منحنی طیفی حاصل می‌گرددکه مقایسه آن منحنی، بامشخصه‌های طیفی موجود در کتابخانه طیفی می‌تواند، به آشکارسازی هویت آن ماده کمک نماید. اما سهم مکانی اشغال شده توسط یک عارضه، ممکن است از اندازه زمینی پیکسل سنجنده کمتر باشد. در نتیجه انرژی دریافت‌شده توسط سنجنده، ترکیبی از اجزاء مختلف تشکیل‌دهنده آن پیکسل‌می‌باشد(Show and Bruke,۲۰۰۳). بنابراین‌برای به دست‌آوردن اطلاعات موجوددرپیکسل‌های مخلوط نیازبه‌روش‌هایی است که آنها را به اجزاء تشکیل‌دهنده‌شان تجزیه کنند.

یکی از مزایای استفاده از داده‌های هم زمان چند سنجنده، امکان استفاده از تصاویر با توان تفکیک مکانی بالا به منظور جداسازی ترکیب پیکسل‌های مخلوط در تصاویر اخذشده توسط سنجنده‌های با توان تفکیک مکانی پایین می‌باشد (Zhukov et al.,۱۹۹۵). درواقع استفاده‌هم‌زمان‌ازداده‌های‌چندسنجنده، شانس

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

استفاده ازالگوریتم جداسازی طیفی رافراهم‌می‌کند(Zhukov et al.,۱۹۹۷). علاوه بر آن، این الگوریتم امکان استفاده از بهترین خصوصیات هر دو تصویر (مکانی، طیفی و زمانی) را نیز میسر می‌سازد (Minghelli, ۲۰۰۶).

تصاویر MODIS با استفاده از اطلاعات باندهای متعدد، امکان شناسایی مواد با استفاده از مشخصه‌های طیفی خود را افزایش می‌دهند. از سوی دیگر از آنجا که پیاده‌سازی الگوریتم جداسازی خطی نیاز به تصاویر با توان تفکیک مکانی بالا دارد، تصویر سنجنده IRS نیز در کنار تصویر MODIS به منظور اجرای الگوریتم میتواند مفید باشد.

Zhukov و همکاران (۱۹۹۹)، از الگوریتم جداسازی طیفی، برای ترکیب تصاویر سنجنده‌های متفاوت با توان تفکیک مکانی و طیفی مختلف (تصویر TM و تصویر شبیه‌سازی شده ASTER) استفاده کردند. نتایج به دست آمده نشان داد که به کارگیری الگوریتم جداسازی طیفی محدود، منجر به حفظ اطلاعات رادیومتریک موجود در تصاویر با توان تفکیک مکانی پایین می‌شود.

Minghelli وهمکاران (۲۰۰۱)، باترکیب تصویرشبیه‌سازی شده MERIS با توان تفکیک مکانی ۲۴۰متر و TM (۳۰متر)، توان تفکیک مکانی MERIS را بهبودبخشیدند. بطوری‌که تصویرترکیب‌شده‌حاصل دارای توان‌تفکیک‌مکانی تصویر TM وتوان تفکیک‌زمانی و رادیومتریک تصویرشبیه‌سازی‌شده MERIS می‌باشد.

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 می‌باشد. در نهایت این تحقیق پتانسیل بالای این تکنیک را برای ارزیابی مناطق ساحلی مورد تایید قرار می‌دهد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

Ouarab و همکاران (۲۰۰۶)، با استفاده از الگوریتم جداسازی خطی، تصاویر MERIS و ETM را با هم ترکیب کردند. الگوریتم مورداستفاده در این تحقیق با آنچه دربررسی‌های پیشین مورداستفاده قرارگرفته، کاملامشابه می‌باشد.

در این تحقیق، مدل جداسازی طیفی برای ترکیب تصاویر IRS و MODIS در یکی از نواحی استان تهران به کار گرفته شده است. پس از ترکیب، نتایج حاصله برای ارزیابی مزایا و معایب این الگوریتم مورد بررسی قرار گرفتند.

توجه به این نکته بسیار حائزاهمیت 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 ۱ کیلومتری تصاویر MODIS ، این تحقیق تنها به باندهای ۲۵۰ و ۵۰۰ متری محدود شده است. همچنین باندهای ۱ و ۴ تصویر IRS به دلیل پایین‌بودن کیفیت و زیاد بودن نوفه، برای ترکیب مورداستفاده قرار نگرفتند.

۲. ترکیب تصاویر MODIS و IRS

تصاویر MODIS از نظر هندسی با تصاویر IRS، زمین مرجع شدند. از آنجایی که تصاویر MODIS دارای سه توان تفکیک مکانی متفاوت می‌باشند، لذا ابتدا تصاویر MODIS با توان تفکیک مکانی ۲۵۰ متر به تصویر IRS زمین مرجع شدند. سپس‌تصویرMODIS با اندازه پیکسل ۵۰۰ متر باتصاویر MODIS زمین مرجع شده، هم مختصات شدند. این عملیات، حساس‌ترین مرحله اعمال الگوریتم مربوطه می‌باشد زیرا که نسبت توان تفکیک مکانی دو تصویر زیاد است و این بحث بسیارحائزاهمیت می‌باشد(Minghelli_Roman وهمکاران، ۲۰۰۱). مطابق توصیه‌های موجود، خطای زمین مرجع نباید بیشتر از ۰/۲-۰/۱ اندازه پیکسل درتصویر با توان تفکیک مکانی پایین باشد(Zhakov و همکاران،۱۹۹۹).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

سپس طبقه‌بندی برای تصاویر IRS به منظور استخراج Nc کلاس اعمال شد. مهم‌ترین شرط لازم در این مرحله، تخصیص همه پیکسل‌ها به یکی از کلاس‌های موجود است به نحوی که هیچ پیکسل، طبقه‌بندی نشده باقی نماند.

در ادامه تصاویر IRS و MODIS به پیکسل‌های ۲۵ متری تبدیل شدند. سپس سهم هر کلاس در هر پیکسل MODIS محاسبه شد و پروفیل طیفی میانگین با حل سیستم جبری زیر حاصل شد:

$$1<i< nb_{MODIS} \qquad \text{(فرمول شماره ۱)}$$

$$S^i = \sum^{Nc} C_k L^i_k$$

که در رابطه فوق

S^i : رادیانس باند i ام تصویر MODIS

N_c : تعداد کل کلاس‌ها

C : بردار حاوی سهم هر کلاس در هر پیکسل MODIS

L^i : بردارمجهول حاوی رادیانس طیفی هرکلاس دربانداِام تصویر MODIS

Nb_{MODIS} : تعداد باندهای MODIS

توجه به این نکته حائز اهمیت است که برای حل معادله فوق، تعداد پیکسل‌های MODIS باید بیشتر یا مساوی با تعداد کلاس‌ها باشد.

با حل معادله ۱، پروفیل طیفی کلاس‌ها در هر پیکسل MODIS برای هر پیکسل طبقه‌بندی شده محاسبه شد.

۳. تعیین تعداد کلاس مطلوب

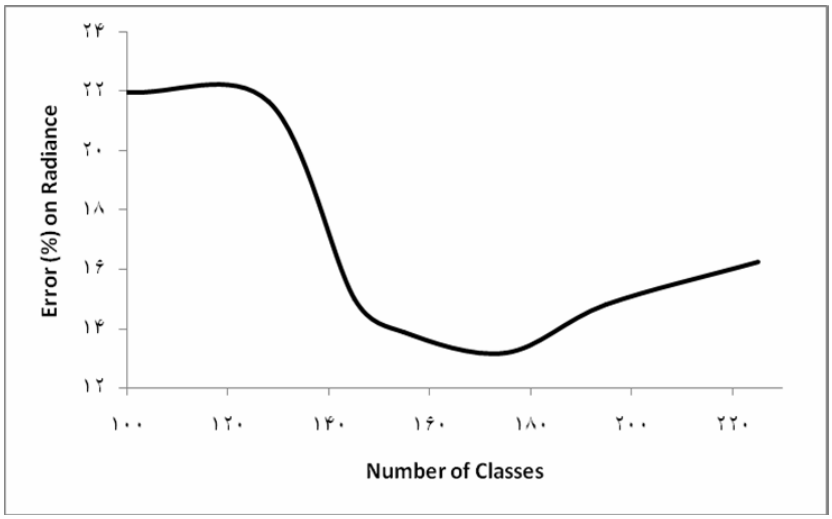
برای بررسی تعدادکلاس‌های‌مطلوب‌درتصویرترکیب‌شده خروجی، طبقه‌بندی تصویر IRS با تعداد کلاس‌های متفاوت (۸ ، ۳۲، ۶۴، ۱۲۸ و...) مورداستفاده

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

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})برای‌بررسی‌تعدادکلاس‌های مطلوب طبق رابطه زیرمورداستفاده قرار گرفت.

$$RMS=\sqrt{m_{diff}^2+\sigma_{diff}^2} \qquad \text{(فرمول شماره ۲)}$$

تعداد کلاس‌های مطلوب با استفاده از حداقل میزان RMSE برابر ۱۷۵ تعیین شد. این بدین‌معناست که وقتی تعداد کلاس کمتر از ۱۷۵ باشد، خطا به دلیل همگنی غیر رادیومتریک در هرکلاس افزایش می‌یابد، اما هرگاه تعداد کلاس‌ها مساوی ۱۷۵ شود، همگنی درون کلاس و تعداد کلاس‌های شناخته شده متوازن می‌شود (Minghelli-Roman و همکاران، ۲۰۰۱).



شکل شماره ۱: رابطه بین خطا(محور عمودی) و تعداد کلاس‌ها(محور افقی) در خوشه‌بندی

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

۴. تصویر خطا

با مقایسه رادیانس تصویر ترکیبی و تصویر IRS اولیه می‌توان میزان خطا را محاسبه نمود. باتوجه به اینکه تصویرترکیبی دارای اندازه پیکسل ۲۵متر می‌باشد، لذا برای محاسبه میزان خطا، پیکسل‌های تصویر IRS با استفاده از فیلتر میانگین به اندازه پیکسل۲۵۰مترتبدیل شدند. سپس باتفریق دوتصویر MODIS و ترکیبی ۲۵۰ متری، میزان خطا برای هر پیکسل ۲۵۰ متری محاسبه شد. بررسی میزان و پراکندگی خطا در تصویر خطا به مشخص‌کردن منابع آن کمک زیادی می‌کند.

خطای موجود در تصویر ترکیبی می‌تواند ناشی از منابع مختلفی باشد. این منابع ممکن است، ابعاد تصویربا توان تفکیک مکانی پایین(MODIS)، ناهمگنی محدوده مورد بررسی و یا نوع کاربری‌های موجود در منطقه موردمطالعه باشند.

۵. خطای ناشی از ابعاد تصویر

از آنجایی که ابعاد تصویر تعیین‌کننده تعداد پیکسل‌های موجود در تصویر می‌باشند لذا این ابعادبرکیفیت تصویرخروجی تاثیربسیاری می‌توانند داشته باشند. ابعاد تصویر در واقع به صورت مستقیم بر عملکرد الگوریتم جداسازی طیفی موثرند. زیرا که پیکسل‌های تصویر MODIS مبین تعداد معادلات می‌باشد. لذا برای حل این معادلات، تعداد پیکسل‌های تصویر MODIS باید لزوما از تعداد کلاس‌های انتخاب شده بیشترباشندوهرچه تعدادمعادلات بیشتر ازتعداد مجهولات باشد، دقت نتیجه حاصل نیز می‌تواند بیشتر باشد. در همین راستا در این بررسی الگوریتم جداسازی طیفی برای تصویر MODIS با ابعاد متفاوت ۲۰۰*۲۰۰ ،

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

۴۰۰*۴۰۰ و ۱۰۰۰*۱۰۰۰ انجام شد. تصویر ترکیبی حاصل از هر یک، در نهایت با رادیانس تصویر ورودی، مقایسه و تصویر خطا برای هر یک تعیین شد.

۶. بررسی تاثیر واریانس تصویر بر میزان خطا

همگنی و ناهمگنی تصویر به دلیل تاثیر بسیارمهمی که در ایجاد کلاسترهای کوچک و یا بزرگ درتصویردارد، می‌تواند در میزان خطا نقش اساسی داشته باشد. در همین راستا تصویر IRS اولیه به روش بیشترین شباهت به پنج کلاس اصلی مزارع کشاورزی، مناطق‌مسکونی، دشت‌های سیلابی، رودخانه و مراتع، طبقه‌بندی شد. سپس برای هر کلاس، واریانس مربوط به هر پلی‌گون و نیز خطای متعلق به آن، محاسبه گردید. در ادامه همبستگی واریانس با خطای معادل آن در هر کلاستر بررسی شد.

۷. بررسی تاثیر نوع پوشش زمین بر میزان خطا

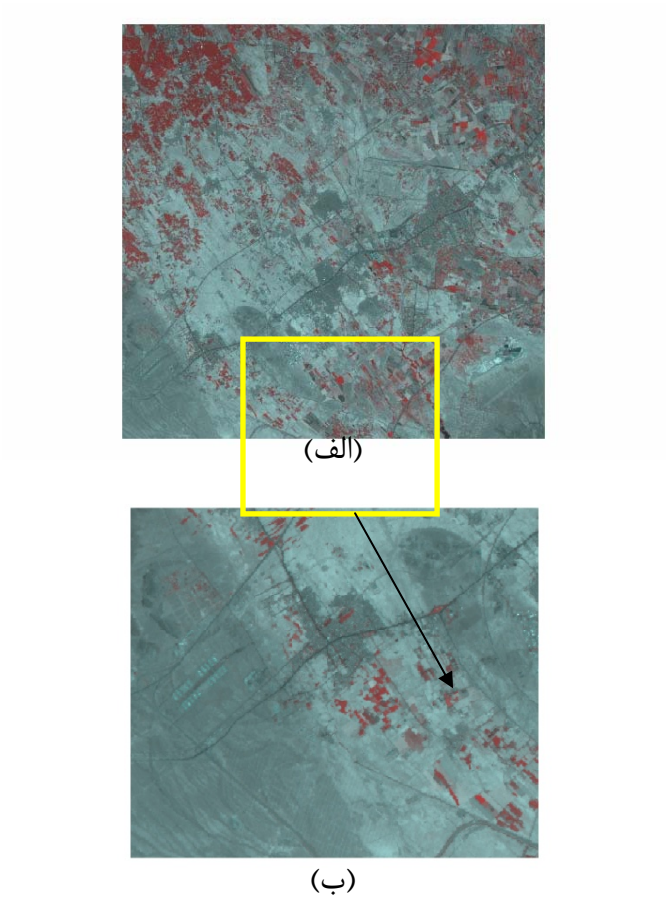
نوع پوشش زمینی به دلیل تاثیری که بر طبقه‌بندی نظارت نشده اولیه و به تبع آن بر ابعاد و همگنی پلی‌گون‌ها دارد، می‌تواند بر میزان خطا مؤثر باشد. با محاسبه میزان خطای میانگین و نیز میانگین و انحراف معیار برای پلی‌گون‌های متعلق به هر کلاس و مقایسه آنها با هم، می‌توان میزان تاثیر پوشش‌های مختلف را در ایجاد خطا بررسی نمود. وجود همبستگی بالا بین خطا و تراکم هر پوشش می‌تواند مؤید تاثیر پوشش فوق در ایجاد خطا باشد.

۸. نتایج

ترکیب رنگی تصاویر IRS ، MODIS و تصویر ترکیب‌شده در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است. تصویر ترکیبی با تفکیک مکانی ۲۵ متر و ۶ باند طیفی

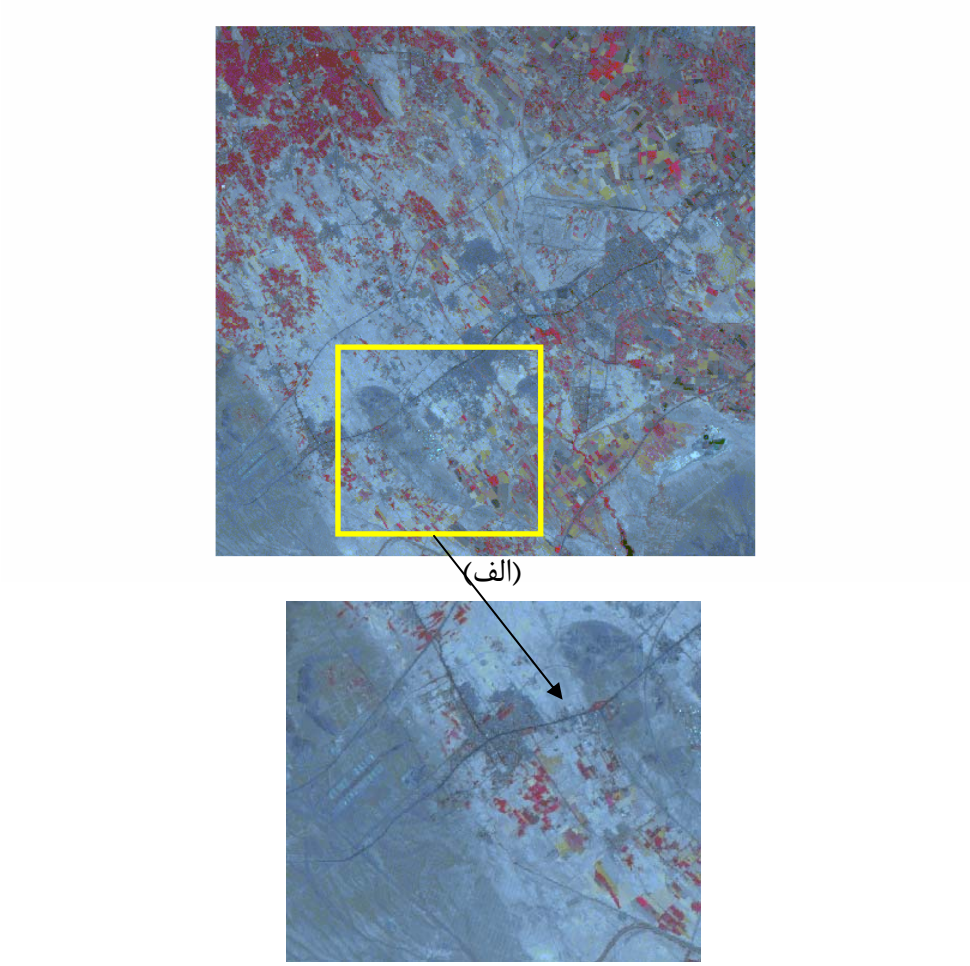
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

معادل با باندهای سنجنده MODIS است. در واقع رادیانس تصویر MODIS و نیز خصوصیات مکانی تصویر IRS در تصویر ترکیبی حاصل ترکیب شده‌اند.



شکل شماره۲ : ترکیب رنگی تصویر IRS (باندهای ۲، ۳ و۴) بخشی از تصویر (الف) در تصویر(ب) با بزرگ‌نمایی بیشتر نمایش داده شده است.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]



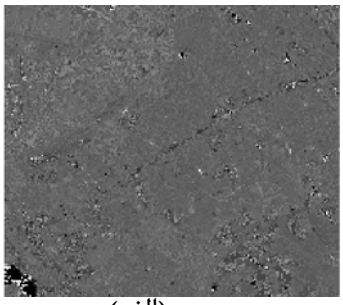
شکل شماره ۳: تصویر رنگی مربوط به باندهای ۱و۲ تصویر IRS و باند ۴ حاصل از تصویر ترکیب شده. بخشی از تصویر (الف) در تصویر(ب) با بزرگ‌نمایی بیشتر نمایش داده شده است.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

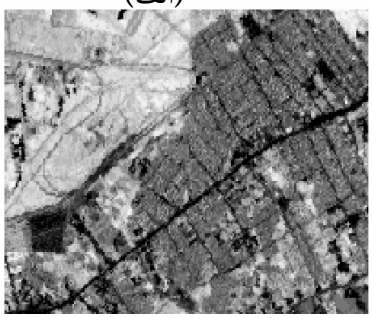
مقایسه تصاویر در دو شکل ۲ و ۳ نشان می‌دهد که در تصویر ترکیبی خصوصیات مکانی تصویر IRS به خوبی حفظ شده است. علاوه بر آن، بعضی از عوارض به دلیل افزایش و تنوع باندی موجود در تصویر ترکیبی بارزتر شده‌اند.

روش‌های کلاسیک جداسازی طیفی نیاز به داشتن دانش قبلی‌ازعلائم طیفی خالص دارد که بدون دسترسی به اطلاعات زمینی ممکن نمی‌باشد. در صورتی که قابلیت استفاده روش موردبررسی، تنها در صورتی محدود می‌شود که تعداد کلاس‌ها کمتر از تعداد پیکسل‌های موجود در تصویر با توان تفکیک مکانی پایین باشدکه این مسئله با انتخاب ابعادمناسب تصویربندرت می‌تواندمحدودکننده باشد.

نتایج حاصل از عملکرد ترکیب برای ابعاد مختلف تصویر در شکل ۴ نمایش داده شده است. همان طوری که در تصاویر فوق دیده می‌شود، با افزایش ابعاد تصویر، کیفیت تصویر ترکیبی نیز افزایش می‌یابد.

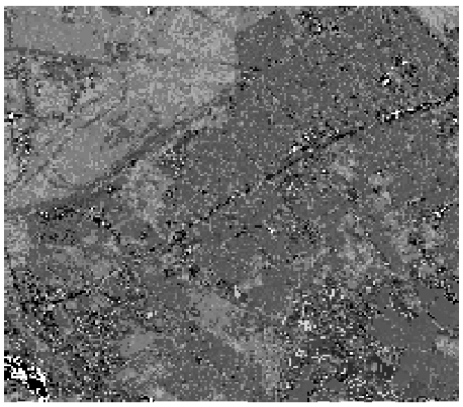


(الف)

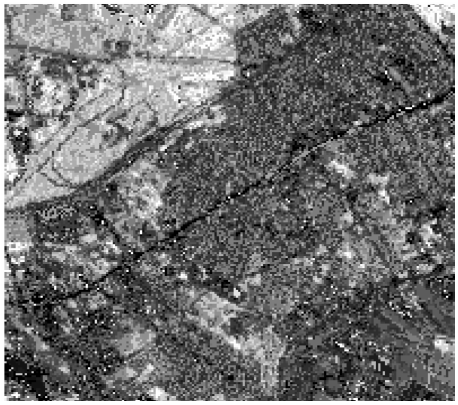


(ب)

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]



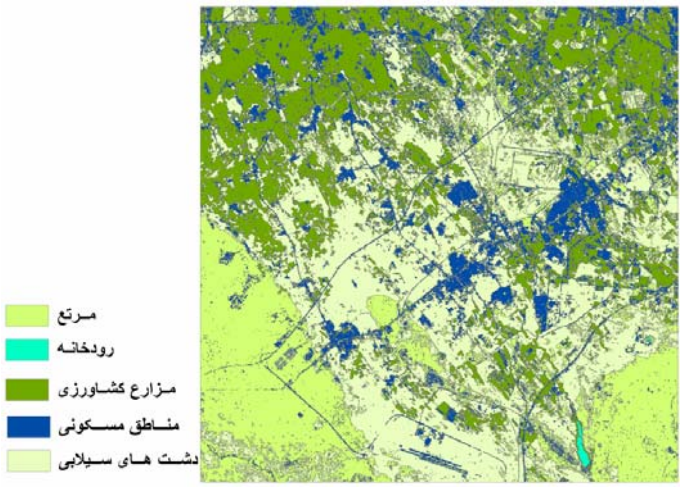
(ج)



(د)

شکل شماره ۴ (الف) تصویر IRS بخشی از منطقه موردمطالعه، (ب) تصویر ترکیبی با ابعاد ۲۰۰ در ۲۰۰ ، (ج) ۴۰۰ در ۴۰۰ و(د) ۱۰۰۰ در ۱۰۰۰ پیکسل.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]



شکل شماره ۵: تصویر طبقه بندی شده IRS)

شکل شماره ۵ تصویر طبقه بندی شده IRS را نشان میدهد. میانگین میزان خطا و واریانس برای هر یک از ۵ کلاس کاربری در جداول شماره ۱ و ۲ ارائه شده است. ملاحظه می‌شود که حداکثر میزان خطا مربوط به کاربری مسکونی می‌باشد. بعبارت دیگر، حداکثر میزان خطا متعلق به نواحی است که حداکثر میزان ناهمگنی را دارند. از آنجا که به دلیل تنوع رادیانس در این کاربری، تعداد کلاسترهای این کلاس بیشتر از سایر کلاس‌ها می‌باشد، لذا با وجود رفع سایر خطاهای احتمالی، خطای ناشی از کاربرد مدل در این کاربری مجموعا از سایر کاربری‌ها بیشتر می‌باشد.

	مزارع کشاورزی	مناطق مسکونی	دشت‌های سیلابی	مرتع
میانگین	۱/۱۵	۱/۳۱	۱/۰۵	۱/۲۰
انحراف معیار	۰/۲۹	۰/۳۶	۰/۲۸	۰/۳۳

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار خطا برای کلاس‌های مختلف کاربری در تصویر IRS

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

همان طور که در جدول فوق مشاهده می‌شود، کلاس آب بعلت تعداد بسیار کم نمونه‌ها در بررسی‌های انجام شده در نظر گرفته نشده است.

		Variance	Error
Variance	Pearson Correlation	1	.802(**)
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	1221	1221
Error	Pearson Correlation	.802(**)	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	1221	1221

**** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).**

(الف)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.802(a)	.643	.642	.034481342

a Predictors: (Constant)

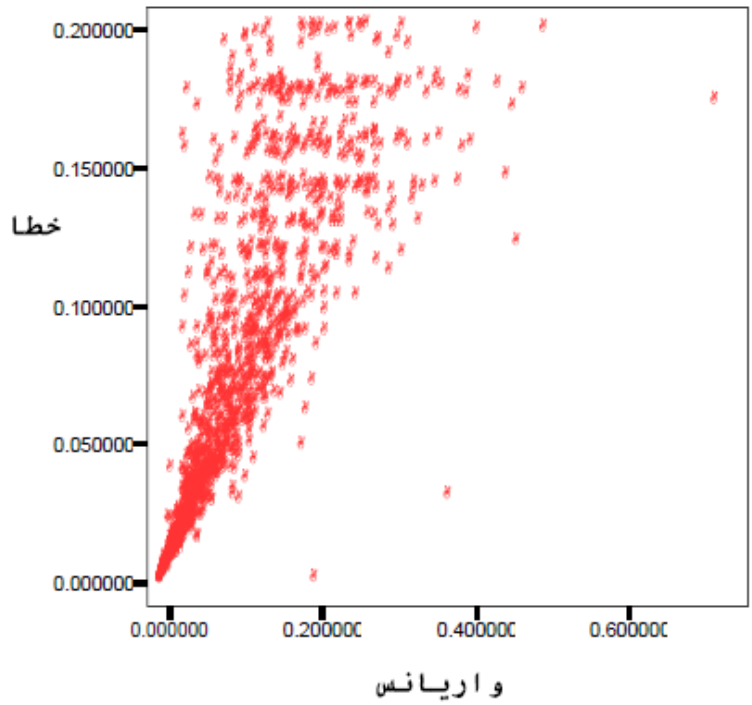
(ب)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta	B	Std. Error
1	(Constant)	.021	.002		13.535	.000
	VAR00001	.518	.011	.802	46.820	.000

(ج)

جدول ۲: الف)ضریب همبستگی خطا در تصویر ترکیبی و واریانس تصویرIRS برابر با ۸۰٪ می باشد. ب)R2 برابر با ۰/۶۴است. ج) ضرائب مربوط به واریانس

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]



شکل شماره ۶: همبستگی بین خطا درتصویرترکیبی و واریانس محلی در تصویرIRS

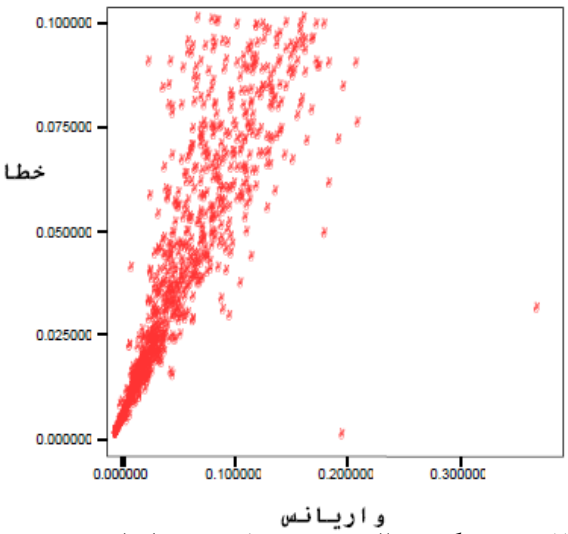
همان طور که در جدول ۲ و شکل ۶ مشاهده می‌شود، واریانس و میزان خطا در کلاس مزارع کشاورزی از همبستگی نسبتا بالایی برخوردار است، اما میزان این همبستگی با بالا رفتن میزان خطا از ۰/۱۳ کاهش می‌یابد. بررسی پلی‌گون‌های با میزان خطای‌بیشتر از۰/۱۳، نشان دادکه علت این همبستگی پایین، پلی‌گون‌هایی هستند که تنها از یک پیکسل تشکیل شده‌اند. با حذف این پلی‌گون‌ها، همبستگی مجددا محاسبه شد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

		Variance	Error
Variance	Pearson Correlation	1	.835(**)
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	815	815
Error	Pearson Correlation	.835(**)	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	815	815

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

جدول ۳: ضریب همبستگی خطا در تصویر ترکیبی و واریانس در تصویر ETM برابر با ۸۳٪ می‌باشد.



شکل شماره ۷: همبستگی خطای تصویر ترکیبی و واریانس در تصویر IRS

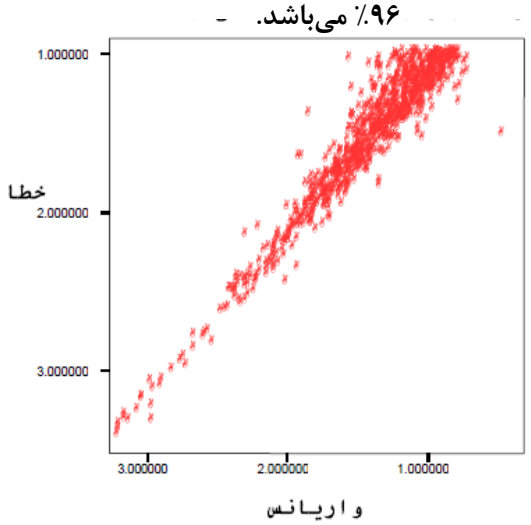
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

همان طور که در شکل فوق مشاهده می‌شود، میزان این همبستگی با حذف پلی‌گون‌های تک پیکسلی افزایش می‌یابد. با تبدیل لگاریتمی واریانس و میزان خطا، همبستگی دوباره محاسبه گردید. نتایج حاصل از همبستگی در جدول ۴ و نمودار مربوط به آن در شکل ۸ نمایش داده شده است.

		Variance	Error
Variance	Pearson Correlation	1	.961(**)
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	815	814
Error	Pearson Correlation	.961(**)	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	814	814

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

جدول ۴: ضریب همبستگی خطا در تصویر ترکیبی و واریانس در تصویر IRS برابر با ۹۶٪ می‌باشد.



شکل شماره ۸ : همبستگی خطای تصویر ترکیبی و واریانس تصویر IRS

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

با توجه به نمودارفوق، باافزایش واریانس تصویر IRS، میزان خطا همبستگی زیادی را با واریانس نشان می‌دهد. این همبستگی با حذف پلی‌گون‌های با تعداد پیکسل کم (کمتر از ۱۰ پیکسل) در تصویر با توان تفکیک مکانی بالا به حداکثر مقدارخودرسید. درواقع مناطق دارای‌واریانس بالا، درطبقه‌بندی‌وایجاد کلاسترهای با اندازه متفاوت و به خصوص کوچک نقش بسیار کلیدی دارند. از آنجا که هر پیکسل تصویر MODIS، در حدود صد پیکسل تصویر IRS را در برمی‌گیرد، رادیانس تخصیص داده شده به هر یک از این کلاسترهای کوچک با مقداری خطا همراه خواهد بود. مجموعه این خطاها، سبب افزایش خطا در این مناطق می‌شود.

۹. نتیجه‌گیری

تصویر ترکیبی به دست آمده از ترکیب تصاویر IRS و MODIS با استفاده از الگوریتم‌جداسازی طیفی دارای خصوصیات طیفی ومکانی مطلوب‌تری نسبت به تصاویر اولیه مورداستفاده می‌باشد. این الگوریتم استخراج رادیانس میانگین مربوط به هر کلاس، درهرپیکسل تصویرباتوان تفکیک مکانی پایین را امکان‌پذیرمی‌سازد. از سوی دیگر، استفاده از ابعاد تصویر مناسب در روش جداسازی طیفی تصویر مبنا، نقش اساسی در بهبود دقت تصویر ترکیبی حاصل دارد. هرچه ابعاد این تصویر و در نتیجه تعداد پیکسل‌های تصویر بیشتر باشد، دقت تصویر ترکیبی به دست آمده نیز بیشتر می‌باشد. زیرا تعداد پیکسل‌های تصویربا توان تفکیک مکانی پایین معرف تعداد معادلات در الگوریتم جداسازی طیفی می‌باشند و هرچه تعداد این معادلات از تعداد مجهولات(تعداد کلاس‌ها) بیشتر باشد، جواب به دست آمده به مقدار واقعی (رادیانس تصویر با توان تفکیک مکانی پایین) نزدیک‌تر است. همچنین در الگوریتم جداسازی طیفی تصویر مبنا، نوع پوشش تصویر به دلیل

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

تاثیری که در واریانس تصویر دارد، در دقت تصویر ترکیبی حاصل مؤثر است. افزایش واریانس سبب افزایش میزان خطامی‌شود. نوع کاربری نیز به لحاظ تاثیری که در واریانس تصویر دارد، در میزان خطا مؤثر است. همان طوری که قبلا اشاره شد، کاربری‌هایی‌که دارای واریانس بیشتری می‌باشند، به دلیل تاثیری که درایجاد کلاسترهای کوچک دارند، در ایجاد خطای بیشتر بسیار مؤثر هستند.

روش‌جداسازی‌طیفی‌موردبررسی دراین تحقیق، درکنارمزایایی‌که به آن اشاره شد دارای محدودیت‌هایی می‌باشد. ازجمله این محدودیت‌ها به شرح زیر می‌باشد.

- پروفیل طیفی به دست‌آمده در این روش به کلاس‌های موجود در تصویر (در روش تصویر مبنا) تخصیص داده می‌شود. در نتیجه رادیانس هر پیکسل تصویر ترکیبی، در واقع مقدار میانگین رادیانس پیکسل‌های مربوط به کلاسی است که پیکسل درآن واقع شده است.
- انطباق هندسی تصاویر اهمیت زیادی دارد و کیفیت نتایج حساسیت زیادی به روش مورد استفاده در تطبیق هندسی نتایج نشان میدهد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

۱۰. منابع

1. Knight, J. F., Lunetta, R. L., Ediriwickrema, J., & Khorram, S.,2006: *Regional scale land-cover characterization using MODIS-NDVI 250 m multitemporal imagery: A phenology based approach*. GIScience and Remote Sensing, 43, 1−23.
2. Li, Shutao, James T. Kwok, Yaonan Wang. 2002: *Using the discrete wavelet frame transform to merge Landsat TM and SPOT panchromatic images*,Information Fusion 3, pp. 17-23.
3. 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.
4. 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, April.
5. Ouarab. N., Smara. Y., Gueciouer. L.& Hasnaoui. F. 2006: *Fusion of Satellite Images by SpectralL Signatures Method*, ISPRS Commission VII Mid-term Symposium "Remote Sensing: From Pixels to Processes", Enschede, the Netherlands,pp. 8-11.
6. Richards. J. A.. 1986: *Remote Sensing Digital Image Analyzes. An Introduction.* Berlin, Germany: Springer-Verlag.
7. 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.
8. Zhukov, B. and Oertel D. 1995: "*A technique for combined processing of thevdata of an imaging spectrometer and of a multispectral camera*," Proc.SPIE, vol. 2480, pp. 453–465, Apr.
9. 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.
10. Zhukov B., Oertel D., and Lehner M., 1997: "*TM/LANDSAT thermal image unmixing*," Proc. SPIE, vol. 3071, pp. 85–96.
11. Zhukov. B., Oertel. D., Lanzl. F., and Reinhäckel. G.1999: *Unmixing-based multi sensor multi-resolution image fusion*: IEEE Trans. Geosci. RemoteSens., vol. 37, no. 3,pp. 1212–1226.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]