نشریه علمی پژوهشی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی

سال ششم، شماره نخست، بهار ۱۳۹۷

Vol.6, No.1, Spring 2018

۷۷-۹۹

استخراج تصاویر روزانه دمای سطح زمین با قدرت تفکیک مکانی بالا با استفاده از تلفیق تصاویر لندست و مادیس

پریسا محمدی‌زاده[۱]، سعید حمزه[۲*]، مجید کیاورزمقدم[۲]، علی درویشی بلورانی[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

۲- استادیار گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۱۱/۱۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۶/۲۶

چکیده

دمای سطح زمین یکی از پارامترهای کلیدی و موثر بر مطالعات محیطی می‌باشد. به دلیل وجود محدودیت‌های بودجه‌ای و تکنیکی، سنجنده‌ای که در محدوده حرارتی قدرت تفکیک زمانی و مکانی بالایی داشته باشد، وجود ندارد. از آن‌جا که قدرت تفکیک مکانی و زمانی بالا به همراه یکدیگر به افزایش قابلیت اطمینان در تحلیل و وضوح تصویر منجر می‌شود، بنابراین بهترین راه فائق آمدن به این مشکل تلفیق تصاویر با قدرت تفکیک مکانی و زمانی بالا می‌باشد. لذا هدف از این مقاله، تهیه‌ی تصاویر دمای سطح با قدرت تفکیک مکانی لندست و قدرت تفکیک زمانی مادیس است که بدین‌منظور از روش *SADFAT* که جهت تلفیق این تصاویر توسعه داده شده است، استفاده گردید. جهت اجرای روش و ارزیابی نتایج آن از هفت تصویر ماهواره‌ای لندست ۸ در محدوده‌ی طرح توسعه نیشکر واقع در جنوب استان خوزستان مربوط به ۳ خرداد، ۱۹خرداد، ۲۰ تیر، ۵ مرداد، ۲۱ مرداد، ۶ شهریور و ۲۲ شهریور سال ۱۳۹۴ و تصاویر مادیس روزانه‌ی تاریخ‌های ذکر شده استفاده شد. جهت ارزیابی از شاخص ضریب همبستگی، خطای جذر میانگین مربعی، میانگین خطای مطلق و شاخص کیفیت جهانی تصویر استفاده گردید. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که مقادیر شاخص‌های ضریب همبستگی، خطای جذر میانگین مربعی، میانگین خطای مطلق و شاخص کیفیت جهانی تصویر بین دمای سطح مشاهده شده و پیش‌بینی شده به ترتیب بین ۰٫۹۹-۰٫۸۵، ۱٫۳۲-۰٫۷۳، ۱٫۷۳-۰٫۵۸ و ۰٫۹۹۷۳-۰٫۹۱۲۴ متغیر است. نتایج پژوهش بیانگر دقت بالا و قابل قبول روش *SADFAT* جهت تهیه‌ی روزانه‌ی تصاویر دمای سطح با قدرت تفکیک مکانی لندست در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: تلفیق زمانی و مکانی، تصاویر حرارتی، دمای روزانه سطح زمین، سنجش از دور

نویسنده مکاتبه‌کننده: تهران، خیابان وصال شیرازی، کوچه آذین، دانشکده جغرافیا. کد پستی: ۱۴۱۷۸۵۳۹۳۳

تلفن: ۰۹۱۲۸۹۰۲۹۱۴

Email: saeid.hamzeh@ut.ac.ir

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-13]

[DOI: 10.29252/jgit.6.1.77]

۱- مقدمه

دمای سطح زمین تأثیر مستقیمی بر روی دمای هوا دارد و یکی از پارامترهای کلیدی در فیزیک فرآیندهای سطح زمین است. که اهمیت آن در مطالعات محیطی بر کسی پوشیده نیست. دمای سطح زمین بر میزان تشعشات بازتاب شده از سطح، فعل و انفعالات زمین و اتمسفر و تبادل انرژی بین سطح و اتمسفر در مقیاس منطقه‌ای و جهانی اثرگذار می‌باشد[۱]. نقش سنجش از دور برای تهیه‌ی نقشه‌ی پوشش زمین و پایش تغییرات محیطی در زیستگاه‌های مختلف اساسی است. دمای سطح زمین از داده‌های مادون قرمز حرارتی تصاویر ماهواره ای به‌دست می‌آید و تاکنون هیچ ماهواره‌ای داده‌ی حرارتی که دارای قدرت تفکیک زمانی و مکانی بالا باشد به‌دست نیاورده است[۲].

به‌طور کلی انواع ماهواره‌های پرتاب شده در دو دهه گذشته را می‌توان به دو گروه اصلی تقسیم کرد. گروه اول مجموعه ماهواره‌هایی با پوشش زمانی مکرر یک یا دو روز و با قدرت تفکیک مکانی پایین ۲۵۰ متر تا ۱ کیلومتر می‌باشد. این ماهواره‌ها از جمله مادیس، نوآ با این قدرت تفکیک برای کشف تغییرات اکوسیستم و پایش پوشش زمین با پوشش ناهمگون با محدودیت رو به رو هستند [۳]. گروه دوم تصاویر ماهواره‌های از جمله لندست و اسپات با قدرت تفکیک مکانی نسبتاً خوب ۶ تا ۳۰ متری منبع داده اساسی برای تهیه‌ی نقشه تغییرات سریع زمین و کاربری اراضی و کشف تغییرات [۴]، پایش پویایی اکوسیستم [۵] تخمین پارامتر های بیوشیمیایی [۶, ۷] هستند، با این حال بازدید مجدد طولانی مدت این ماهواره‌ها، پوشش ابر تصاویر و شرایط نامناسب اتمسفری [۸-۱۰]، استفاده از این ماهواره‌ها را برای کشف تغییرات سریع زمین به خصوص در مناطق با عرض جغرافیایی بالا و فصل رشد کوتاه محدود می‌کند [۱۱, ۱۲]. لذا به دلیل محدودیت‌های فنی و هزینه‌های بالا در تهیه‌ی تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی و زمانی بالا، گزینه‌ی جانشین برای به‌دست آوردن تصاویر با قدرت تفکیک بالا استفاده از تکنیک‌های تلفیق داده می‌باشد. بنابراین، ترکیب داده‌های سنجش از دور از سنجنده‌های مختلف راهی ممکن و کم هزینه برای افزایش توانایی سنجش از دور برای نظارت بر سطح زمین است [۱۳, ۱۴].

طی سال‌های گذشته روش‌های بسیاری برای تلفیق داده‌های چند سنجنده‌ی اپتیکی ارائه شده است. کارپر و همکاران در سال ۱۹۹۰ اولین مدل تلفیق داده‌های سنجش از دور را ارائه دادند در این مدل با استفاده از تبدیل IHS[1]، تصویر پانکروماتیک SPOT با قدرت تفکیک ۱۰ متر با تصویر چند طیفی با قدرت تفکیک مکانی ۲۰ متر با یکدیگر تلفیق شدند [۱۵]. تصاویر تلفیق شده، دارای قدرت تفکیک مکانی پانکروماتیک و قدرت تفکیک طیفی داده چند طیفی بوده‌اند. مدل‌های تلفیق تصاویر از جمله آنالیز اجزای اصلی PCA[2] [۱۶, ۱۷] ، تبدیل رنگی IHS [۱۸, ۱۹] و تبدیل موجک [۲۰, ۲۱] بر روی ویژگی‌های بصری تصاویر تلفیقی تمرکز می‌کنند که برای کاربردهای کمی داده‌های سنجش از دوری مفید نیست. بنابراین، روش‌های تلفیق زمانی-مکانی با استفاده از دمای سطح زمین از دو سنجنده‌ی مختلف به منظور پیش‌بینی دمای سطح زمین با قدرت تفکیک بالا ارائه و روش‌هایی برای تلفیق تصاویر حرارتی توسعه داده شد. اولین مطالعه‌ی انجام گرفته شده به‌منظور افزایش قدرت تفکیک مکانی مادیس با استفاده از تصاویر لندست توسط آسربی جونیور و همکاران [۲۲] در سال ۲۰۰۶ با استفاده از تبدیل موجک بر روی منطقه‌ی ساوانا برزیل ارائه شد. رودری گوئز و همکاران [۲۳] در سال ۲۰۱۲ روش تلفیقی DCK[3] را به‌منظور تهیه‌ی تصاویر دمای سطح زمین با قدرت تفکیک مکانی بالا با استفاده از داده با

[1] Intensity-hue- saturation
[2] Principalcomponent analysis
[3] Downscaling Cokriging

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-13]
[DOI: 10.29252/jgit.6.1.77]

قدرت تفکیک مکانی پایین و شاخص گیاهی NDVI ارائه دادند. زوریتا میلا و همکاران [۲۴] در سال ۲۰۰۹ از مدل ترکیب خطی جهت تلفیق زمانی- طیفی و مکانی لندست و MERIS[1] استفاده کردند که نتایج خوبی به همراه داشت. با این حال این مدل تلفیقی نیاز به نقشه کاربری اراضی با قدرت تفکیک بالا دارد که امکان دسترسی به آن دشوار است. گائو و همکاران [۲۵] در سال ۲۰۰۶ مدل تلفیق انعکاس تطبیقی زمانی و مکانی STARF[2] به منظور تلفیق باندهای انعکاسی تصاویر لندست در قدرت تفکیک مکانی بالا با تصاویر مادیس با قدرت تفکیک زمانی بالا را توسعه دادند. روش STARFM نتایج خوبی در مناطق همگون به همراه داشت، با این حال در مناطق ناهمگون و با قطعات اراضی وسیع پیکسل‌های تصاویر مادیس مخلوط و ترکیبی از چند نوع پوشش بودند، که عملکرد روش را پایین می‌آورد. اندرسون و همکاران [۲۶] در سال ۲۰۱۰ از روش STARFM به‌منظور پیش‌بینی تبخیر و تعرق در قدرت تفکیک ۳۰ متر استفاده کردند. اینامدار و همکاران [۲۷] در سال ۲۰۰۸ از تلفیق دمای سطح زمین ماهواره مادیس و GOES[3] و محصول NDVI مادیس، دمای زمین را در قدرت تفکیک یک کیلومتر و هر سی دقیقه پیش‌بینی کردند. ژو و همکاران [۲۸] در سال ۲۰۱۰ مدل ESTARFM[4] را به منظور رفع کاستی‌های روش STARFM را توسعه دادند آن‌ها با استفاده از انعکاس مشاهده شده در دو زمان مختلف، ضریب تبدیل و اصلاح معادله‌ی وزن دقت پیش‌بینی انعکاس در مناطق با پوشش ناهمگون را بهبود دادند. املیانوا و همکاران [۲۹] در سال ۲۰۱۳ عملکرد دو روش تلفیقی STARFM و ESTARFM را مورد ارزیابی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که روش ESTARFM عملکرد بهتری در مناطق با تنوع مکانی مختلف و روش STARFM نتیجه بهتری در مناطق با شرایط متنوع زمانی دارند. ونگ و همکاران [۲] در سال ۲۰۱۴ روش ESTARFM را به منظور پیش‌بینی رادیانس حرارتی و دمای سطح زمین با در نظر گرفتن چرخه سالانه دما[5] و ناهمگونی سطح زمین بهبود دادند و روش SADFAT[6] را ارائه کردند. این روش دمای سطح زمین را به صورت روزانه با قدرت تفکیک لندست پیش‌بینی می‌کرد و به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاربرد دمای سطح زمین را توسعه داد. اراضی نیشکر خوزستان با توجه به وسعت بالای خود و سهمی که در وضعیت اقتصاد منطقه دارد همواره مورد توجه مسئولان و مدیران می‌باشد. با توجه به اهمیت دمای سطح در برنامه‌ریزی‌های آبیاری و زراعی اراضی این منطقه، هدف از پژوهش حاضر تهیه نقشه دمای سطح مزارع کشت و صنعت نیشکر استان خوزستان با قدرت تفکیک مکانی ۱۰۰ متر و قدرت تفکیک زمانی روزانه می‌باشد. بدین منظور در این مقاله از روش SADFAT جهت تلفیق تصاویر لندست و مادیس و تهیه‌ی نقشه‌های روزانه دمای سطح زمین استفاده شده است. تا در صورت رضایت بخش بودن نتایج بتوان از آنها جهت برنامه‌ریزی‌های زراعی و مدیریت آبیاری این مزارع بهره جست.

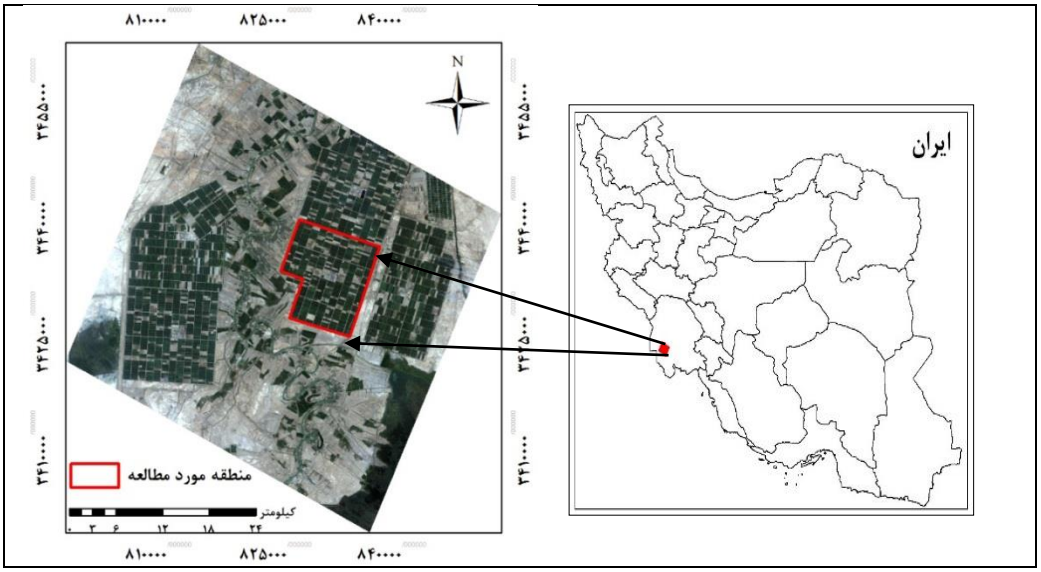
۲- منطقه‌ی مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در پژوهش حاضر مزارع کشت و صنعت نیشکر سلمان فارسی در خوزستان می‌باشد. این محدوده در ۴۵ کیلومتری جنوب شهرستان اهواز و در بین طول جغرافیایی "۳۷′۳۲°۴۸ تا "۴۵′۲۴° ۴۸ شرقی و عرض جغرافیایی"۴۶′۲°۳۱ تا "۱۵′۵۴°۳۰ شمالی واقع شده است. وسعت این کشت وصنعت

[1] Medium Resolution Imaging Spectrometer
[2] Spatial and Temporal Adaptive Reflectance Fusion Model
[3] Geostationary Operational Environmental Satellite System
[4] Enhanced spatial and temporal adaptive reflectance fusion model
[5] Annual Temperature Cycle
[6] Spatio-temporal Adaptive Data Fusion Algorithm for Temperature mapping

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-13]
[DOI: 10.29252/jgit.6.1.77]

در حدود ۱۴۰۰۰ هکتار است که مساحت خالص اراضی آن ۱۲ هزار هکتار و مابقی کانال، جاده، ساختمان و کارخانه می‌باشد. سالانه ۱۰۰۰۰ هکتار آن کشت می‌شود و ۲۰۰۰ هکتار آن در حال آیش و کشت مجدد است. از نظر فیزیوگرافی، محدوده مورد مطالعه در سرزمین مسطح و نسبتاً کم ارتفاع و در پهنه وسیع و گسترده دشت بین النهرین قرار گرفته است. واحد سلمان فارسی دارای ۴۲۰ مزرعه است که در سال ۹۴-۱۳۹۳ تعداد ۳۴۰ مزرعه از کل مزارع تحت کشت نیشکر قرار داشتند. موقعیت منطقه مورد مطالعه به‌صورت شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

۳- داده‌ها

در این مقاله از تصاویر لندست هشت با شماره ردیف ۱۶۵و مسیر ۳۹ با قدرت تفکیک ۳۰ متر برای باند های انعکاسی و ۱۰۰ متر برای باند حرارتی ۱۰، محصول انعکاس روزانه مادیس MOD09GA با قدرت تفکیک ۵۰۰ متر و محصول دمای روزانه سطح زمین MOD011A1 با قدرت تفکیک ۱۰۰۰ متر و محصول MOD07 مودیس در ناحیه h22v05 استفاده شده است. این تصاویر زمین مرجع شده و در سیستم تصویر UTM[1] در ناحیه N۳۹ قرار دارند. تصاویر برای تاریخ ۳ خرداد، ۱۹ خرداد، ۲۰ تیر، ۵ مرداد، ۲۱مرداد، ۶ شهریور و ۲۲ شهریور ۱۳۹۴ تهیه شدند. تمام تصاویر مورد استفاده با استفاده از مدل تصحیح اتمسفری FLAASH تصحیح شدند.

این ابزار از مدل عبور اتمسفری MODTRAN4 برای تصحیحات اتمسفری استفاده می‌کند که برای این منظور از داده‌هایی مانند زمان عبور ماهواره، ارتفاع سنجنده، موقعیت جغرافیایی و مدل اتمسفری منطقه و زاویه تابش خورشید استفاده می‌کند. تمام تصاویر لندست و مادیس به پیکسل سایز یکسان باند حرارتی لندست (۱۰۰متر) با استفاده از روش نمونه‌برداری نزدیک‌ترین همسایه[2] هم بعد شدند. در این مقاله از باند یک و باند دو محصول MOD09GA که محدوده طول موج یکسان با باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک لندست ۸ دارند استفاده شده است. باند مطابق با دمای سطح زمین لندست ۸ (باند ده) که با استفاده از روش تک کانال[3]

[1] Universal Transverse Mercator

[2] Nearest Neighbor
[3] Single Channel

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-13]
[DOI: 10.29252/jgit.6.1.77]

به‌دست آمده است، محصول دمای سطح زمین روزانه MOD011A1 در نظر گرفته شده است که طبق قانون عکس پلانک تصاویر دمای لندست و مادیس به رادیانس سطح زمین در طول موج مؤثر باند ده لندست ۸ (۱۰٫۹ میکرو متر) تبدیل شدند. در جدول (۱) داده‌های مورد استفاده در مطالعه نشان داده شده است.

جدول ۱: داده های مورد استفاده در پژوهش

قدرت تفکیک مکانی (متر)	طول موج (میکرومتر)	شماره باند	نوع باند	داده
۳۰	۰٫۶۳-۰٫۶۸	۴	انعکاسی	لندست ۸
۳۰	۰٫۸۴۵-۰٫۸۸۵	۵		
۱۰۰	۱۰٫۶-۱۱٫۱۹	۱۰	حرارتی	
۵۰۰	۰٫۶۲-۰٫۶۷	۱	انعکاسی (MOD09GA)	مادیس
۵۰۰	۰٫۸۴۱-۰٫۸۷۶	۲		
۱۰۰۰	-	MOD011A1	حرارتی	

۴- روش پژوهش

روش SADFAT به دو جفت تصویر مادیس و لندست در زمان مشابه و مجموعه‌های از تصاویر مادیس در زمان پیش‌بینی نیاز دارد. در این روش از رادیانس حرارتی دو تصویر مادیس و لندست در فاصله زمانی ۳ خرداد و ۲۲ شهریور و یک تصویر رادیانس حرارتی سطح زمین مادیس (محصول MOD011A1) در پنج زمان دیگر برای پیش‌بینی دمای سطح در ۱۹ خرداد، ۲۰ تیر، ۵ مرداد، ۲۱ مرداد، ۶ شهریور استفاده شده است. روند کلی انجام پژوهش به‌صورت شکل (۲) نشان داده است.

به طور کلی ده گام اصلی در انجام روش SADFAT شامل موارد زیر می‌باشد:

در مرحله اول تمام تصاویر لندست و مادیس پیش پردازش می‌شوند و تصحیحات رادیومتریک بر روی آن‌ها اعمال شد. در مرحله دوم باند حرارتی تصاویر لندست با روش تک کانال به دمای سطح زمین تبدیل می‌شوند [۳۰]. در مرحله سوم جهت مقایسه یکسان تصاویر مادیس و لندست محصول دمای سطح زمین سنجنده مادیس (Mod011A1) و دمای سطح زمین به‌دست آمده در مرحله قبل برای باند حرارتی سنجنده لندست طبق قانون اصلی پلانک به رادیانس در طول موج مؤثر باند ده لندست ۸ (۱۰٫۹ میکرومتر) تبدیل می‌شوند [۳۱]. رابطه کلی قانون پلانک به‌صورت رابطه (۱) نشان داده شده است.

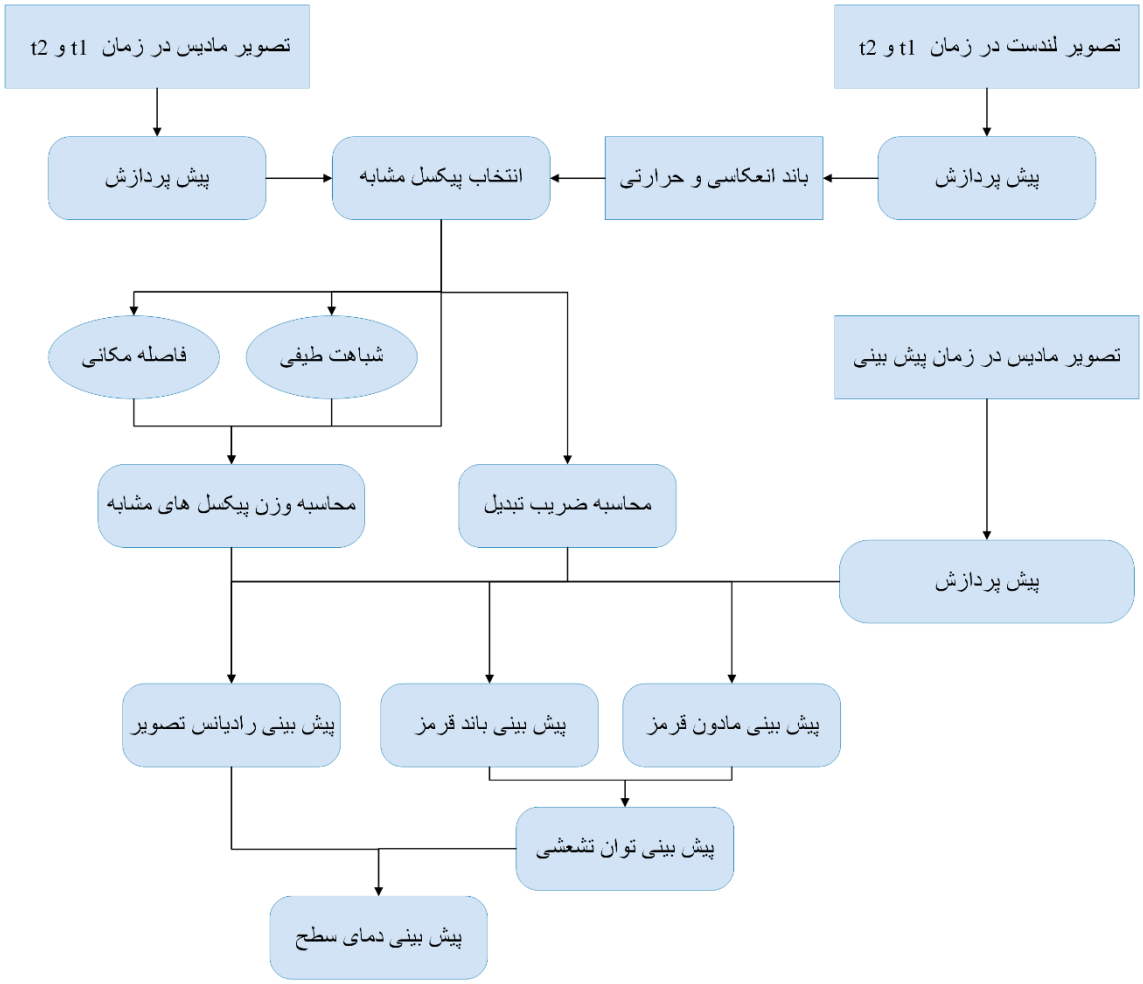
$$M_\lambda = \frac{C_1}{\lambda^5\left(exp\left(\frac{C_2}{\lambda T}\right)-1\right)} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در این فرمول c1 = 1.19104e+8، c2 = 1.43877e+4 و $T\lambda = 10.98$ دمای سطح زمین برحسب کلوین و M_λ انرژی ساطع‌شده از جسم در طول موج λ می‌باشد [۳۲].

در مرحله چهارم از دو تصویر لندست در دو زمان مختلف و در سه باند قرمز، مادون قرمز نزدیک و رادیانس حرارتی محاسبه شده در مرحله قبل برای یافتن پیکسل‌های مشابه با پیکسل مرکزی هر پنجره استفاده می‌شود، در مرحله پنجم وزن پیکسل‌های مشابه محاسبه می‌شود. مرحله ششم ضریب تبدیلی توسط رگرسیون خطی با استفاده از تصاویر دو سنجنده مشخص می‌شود. در مرحله هفتم وزن و ضریب تبدیل برای پیش‌بینی دو تصویر لندست در زمان مورد نظر از تصویر مادیس در زمان پیش‌بینی و تصویر دو سنجنده در دو زمان موجود استفاده می‌شود. در گام هشتم تصویر رادیانس سطح، باند مادون قرمز نزدیک و باند قرمز در هر تاریخ با ترکیب وزن زمانی دو تصویر پیش‌بینی شده در مرحله هفتم به‌دست می‌آید و

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-13]
[DOI: 10.29252/jgit.6.1.77]

در گام نهم بر اساس نتایج گام هشتم نقشه ضریب گسیلمندی برای منطقه مورد مطالعه در هر تاریخ پیش‌بینی شده است. در نهایت در گام دهم بر اساس نتایج گام‌های قبل دمای سطح زمین برای تاریخ‌های مورد نظر پیش‌بینی شده است.



شکل ۲: روند کلی انجام پژوهش

۴-۱- الگوریتم تک کانال

محاسبه دقیق LST با استفاده از الگوریتم SC نیازمند مدل‌های انتقال تابشی اتمسفری باکیفیت بالا، دانش مناسب پیرامون LSE، یک پروفایل اتمسفری دقیق و در نظر گرفتن اثرات توپوگرافی به‌صورت دقیق است [۳۳]. به‌منظور کاهش وابستگی الگوریتم SC به داده‌های دقیق مربوط به مدل انتقال تابشی اتمسفری، الگوریتم‌های تک باندی متعددی در طی دهه گذشته برای تخمین LST از داده‌های ماهواره‌ای با فرض مشخص بودن LSE پیشنهاد شده‌اند. همچنین به دلیل این‌که باند ۱۱ حرارتی لندست ۸ دارای بایاس و خطای بزرگ در محاسبه LST است [۳۴]. محاسبه LST به روش SC از باند ۱۰ می‌تواند مفید باشد. این الگوریتم در مطالعات متعددی استفاده‌شده است [۳۳, ۳۵-۳۸]. رابطه کلی برای محاسبه LST با استفاده از این الگوریتم به‌صورت زیر نشان داده شده است.

$$LST=\gamma\left[\frac{1}{LSE}\left(\psi_1 L_{sen}+\psi_2\right)+\psi_3\right]+\delta \qquad \text{رابطه (۲)}$$

در رابطه (۲)، L_{sen} میزان انرژی ثبت شده در سنجنده برای باند حرارتی ۱۰، LSE میزان ضریب گسیلمندی مربوط به طول موج باند حرارتی مورداستفاده، γ و δ دو

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-13]
[DOI: 10.29252/jgit.6.1.77]

پارامتر وابسته به تابع پلانک هستند که به‌صورت رابطه (۳ و ۴) محاسبه می‌شود [۳۵, ۳۶].

رابطه (۳) $$\gamma=\frac{T_{sen}^{2}}{b_{\lambda}L_{sen}}$$

رابطه (۴) $$\delta=-\gamma\times L_{sen}+T_{sen}$$

در این رابطه‌ها، T_{sen} دمای درخشندگی ثبت شده در سنجنده، $b\lambda$ ضریب ثابتی است که برای باند ۱۰ لندست ۸ برابر با ۱۳۲۴ درجه کلوین درنظر گرفته می‌شود، همچنین ψ_1، ψ_2 و ψ_3 توابع اتمسفری هستند که از طبق روابط (۵، ۶ و ۷) می‌شود [۳۵, ۳۶].

رابطه (۵) $$\psi_1 = \frac{1}{\tau}$$

رابطه (۶) $$\psi_2 = -Ld - \frac{Lu}{\tau}$$

رابطه (۷) $$\psi_2 = Ld$$

در روابط بالا، τ قابلیت انتقال اتمسفری، Ld تابش رو به پایین اتمسفری، Lu تابش رو به بالا اتمسفری است. برای مناطقی که داده‌های مربوط به انتقال تابش در دسترس نباشد از رابطه زیر برای محاسبه توابع اتمسفری استفاده می‌شود.

رابطه (۸)

$$\begin{cases}\psi_1=0/04019W^2+0/02916W+1/01523\\ \psi_2=-0/38333W^2-1/50294W-0/20324\\ \psi_3=0/00918W^2+1/36072W-0/27514\end{cases}$$

W میزان بخار آب موجود در اتمسفر می‌باشد که با استفاده از محصول بخار آب MOD07 مودیس به‌دست می‌آید.

۴-۲- اساس تئوری روش SADFAT

هدف اصلی روش SADFAT ایجاد همبستگی برای تلفیق داده‌های چند سنجنده و کاهش تفاوت بین سیستم سنجنده‌ها می‌باشد. روش SADFAT بر پایه این پیش فرض به وجود آمده است که دو سنجنده با قدرت تفکیک زمانی و مکانی متفاوت انعکاس مشابه‌ای را ثبت می‌کنند و تفاوت انعکاس آن‌ها در فاصله زمانی کوتاه مقداری ثابت است. برای یک پیکسل همگن و خالص تصویر مادیس که تنها از یک نوع پوشش زمینی تشکیل شده است تفاوت رادیانس بین پیکسل تصاویر دو سنجنده تنها به دلیل تفاوت‌های سیستماتیک از جمله زمان کسب داده، عرض باند، پارامترهای مداری، خطاهای زمین-مکانی[1] و اندازه‌ی پیکسل است که باعث ایجاد تفاوت‌هایی سیستماتیک در انعکاس و رادیانس سطحی میان تصاویر سنجنده‌های مختلف و آنالیزها می‌شود. بنابراین داده‌های سنجنده ماهواره‌های مختلف در زمان مشابه بعد از کالیبراسیون رادیومتری، تصحیح هندسی، اتمسفری و هم بعدسازی[2] با هم قابل مقایسه هستند که در این حالت خطا و تفاوت بین پیکسل‌های دو سنجنده قابل محاسبه می‌باشد.

به منظور پیچیدگی سطح زمین بیشتر پیکسل‌ها در تصاویر مادیس از چند نوع پوشش زمین پوشیده شده‌اند، که پیکسل ناهمگن و مخلوط[3] نامیده می‌شوند. تغییرات در رادیانس پیکسل مختلط بین دو زمان با جمع وزنی تغییرات در رادیانس هر نوع پوشش زمین در پیکسل قابل محاسبه می‌باشد و رادیانس پیکسل‌های ناهمگن با ترکیب خطی رادیانس پوشش مختلف زمین در یک پیکسل و وزن‌دهی به‌وسیله درصد پوشش‌شان در هر پیکسل مدل‌سازی شوند [۳۹]. با در نظر گرفتن این فرض که مقدار هر نوع پوشش در پیکسل ناهمگن تصویر مادیس در دو زمان t_m و t_n تغییر نمی‌کند، می‌توان یک رابطه خطی برای تغییر رادیانس در دو زمان به‌دست آورد. اما مسلماً تغییر رادیانس در موقعیت‌ها خاصی از جمله تغییرات فنولوژیکی گیاه به صورت خطی نمی‌باشد. در این چنین مواردی نیز تخمین خطی به‌عنوان تنها گزینه پیشنهاد می‌شود زیرا مدل غیرخطی هنوز شناخته نشده است. با توجه به اینکه هر پیکسل از

[1] Geo-Location
[2] Resampling
[3] Mixed Pixel

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-13]
[DOI: 10.29252/jgit.6.1.77]

لندست به‌عنوان عضوی از پیکسل ناهمگن تصویر مادیس در نظر گرفته می‌شود، با رگرسیون خطی تغییر رادیانس پیکسل لندست و پیکسل مادیس به دست می‌آید. بنابراین اگر یک جفت تصویر رادیانس لندست و مادیس در زمان t_0 و تصویر رادیانس مادیس در زمان t_p داشته باشیم، تصویر رادیانس پیش‌بینی در زمان t_p برای تصویر لندست طبق رابطه (۹) محاسبه می‌شود.

رابطه (۹)

$$R_L\left(x_{w/2},y_{w/2},t_p,B\right)=R_L\left(x_{w/2},y_{w/2},t_p,B\right)+\sum_{i=1}^{N}W_i\times V_i\times\left(R_M\left(x_{w/2},y_{w/2},t_p,B\right)-R_M\left(x_{w/2},y_{w/2},t_p,B\right)\right)\quad [۹]$$

در این معادله R_M پیکسل تصویر مادیس، R_L پیکسل تصویر لندست، N تعداد پیکسل‌های مشابه برای پیش‌بینی پیکسل مرکزی، $\left(x_i,y_i\right)$ موقعیت i امین پیکسل مشابه، $\left(x_{w/2},y_{w/2}\right)$ موقعیت پیکسل مرکزی در هر پنجره، W_i وزن i امین پیکسل مشابه و V_i یا همان ضریب تبدیل، نسبت تغییر رادیانس لندست به مادیس می‌باشد در معادله ۱ از روش پنجره متحرک استفاده شده است [۲۵]. در این روش پیکسل‌های همسایه با پوشش زمینی مشابه با پیکسل مرکزی در هر پنجره مشخص می‌شوند. پیکسل‌های انتخاب شده پیکسل مشابه نامیده می‌شوند، که در ادامه نحوه انتخاب این پیکسل‌ها توضیح داده خواهد شد. نکته قابل توجه این است که هر چه پیکسل تصویر با قدرت تفکیک پایین خالص‌تر باشد پیش‌بینی رادیانس تصویر در زمان دلخواه طبق رابطه (۹) درستی و صحت بیشتری دارد. درنظرگرفتن عوامل‌های مختلف از جمله پوشش مختلط و ناهمگن، تغییرات فنولوژی و پوشش زمین است که لزوم استفاده از وزن را نیز الزامی می‌کند.

۴-۳- نحوه انتخاب پیکسل‌های همسایه مشابه

پیکسل‌هایی با نوع پوشش یکسان با پیکسل مرکزی به عنوان پیکسل مشابه انتخاب می‌شوند. این پیکسل‌ها اطلاعات زمانی و مکانی خاصی به‌منظور محاسبه رادیانس پیکسل مرکزی تصویر لندست فراهم می‌کنند [۲۸]. انتخاب پیکسل‌های همسایه درست، به دلیل اینکه در گام‌های بعدی برای تلفیق تصویر کمک مورد استفاده قرار می‌گیرد، مهم است.

اساساً دو روش برای جستجو پیکسل های مشابه وجود دارد و هر دو رویکرد پیکسل‌هایی را با مشخصات طیفی مشابه با پیکسل مرکزی انتخاب می‌کند. در روش اول روش نظارت نشده خوشه‌بندی بر روی تصویر لندست به کار می‌رود و پیکسل های همسایه که متعلق به کلاس مشابه یکسل مرکزی هستند، تعیین می‌شوند و در روش دوم تفاوت انعکاس بین پیکسل مرکزی و پیکسل‌های همسایه در تصاویر لندست محاسبه می‌شود و آستانه‌ای برای تعیین پیکسل‌های مشابه به کار می‌رود. آستانه به وسیله انحراف معیار پیکسل های لندست و تعداد کلاس‌های پوشش زمین هر تصویر مشخص می‌شود [۲۵]. به هر حال روش خوشه‌بندی، قانون‌های خوشه‌بندی مشابه را روی تمام تصویر به کار می‌برند و هر گونه خطایی در طبقه‌بندی اثری نامطلوب روی همه پیکسل‌ها در تصویر دارند. برعکس، روش آستانه از یک پنجره محلی استفاده می‌کند و حتی اگر یک پیکسل به اشتباه به‌عنوان پیکسل طیفی مشابه با پیکسل مرکزی مشخص شود، اثر خطای طبقه بندی تنها به ناحیه‌ای در پنجره محلی محدود می‌شود. بنابراین روش آستانه برای انتخاب پیکسل های مشابه در پنجره جستجو انتخاب شد [۲۸]. از آنجا که انعکاس اشیاء در طول زمان تغییر می‌کند، بنابراین ویژگی‌های طیفی یک شی با شی دیگر در زمان‌های مختلف شباهت پیدا می‌کند که موجب خطا می‌شود، لذا در این روش از اطلاعات مکمل باندهای انعکاسی و حرارتی لندست در دو زمان متفاوت برای انتخاب پیکسل‌های مشابه استفاده می‌شود. اگر همه باندها برای پیکسل همسایه i ام در معادله (۱۰) صدق کند پیکسل همسایه i ام به‌عنوان پیکسل مشابه انتخاب می‌شود.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-13]
[DOI: 10.29252/jgit.6.1.77]

رابطه (۱۰) $$\left|R_L\left(x_i ،y_i ،t_k ،B\right) - R_L\left(x_{w/2} ،y_{w/2} ،t_k ،B\right)\right| \le \sigma(B) \times 2/m$$

$\sigma(B)$ انحراف معیار انعکاس برای باند B است و m تعداد کلاس‌های پوشش زمین تصویر می‌باشد. لذا در این پژوهش پنجره متحرک با سایز ۳۰×۳۰ متر (۳ پیکسل مادیس) برای اجرای روش استفاده شد و محدوده مورد مطالعه با استفاده از روش بیشترین شباهت به دو نوع پوشش زمین خاک و گیاه طبقه‌بندی شد. در این تحقیق از سه باند حرارتی، مادون قرمز نزدیک و قرمز لندست در دو زمان برای پیش‌بینی رادیانس و تنها از دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک لندست در دو زمان برای پیش‌بینی دو باند انعکاسی استفاده شد و در صورتی که هر پیکسل از هر پنجره در همه باندها در فرمول ۱۰ صدق کنند، پیکسل انتخابی پیکسل مشابه خواهد بود.

۴-۴- محاسبه وزن پیکسل‌های مشابه

وزن دهی، سهم هر پیکسل مشابه در پنجره متحرک را برای پیش‌بینی رادیانس پیکسل مرکزی در زمان مورد نظر تعیین می‌کند، که این سهم به وسیله موقعیت پیکسل مشابه و شباهت طیفی بین پیکسل لندست و مادیس مشخص می‌شود. شباهت طیفی بیشتر و فاصله کمتر با پیکسل مرکزی، وزن و در نتیجه سهم بیشتری را برای پیکسل مشابه در هر پنجره مشخص می‌کند. شباهت طیفی به وسیله ضریب همبستگی هر پیکسل مشابه در تصویر با قدرت تفکیک مکانی بالا و پیکسل مطابق با آن در تصویر با قدرت تفکیک مکانی پایین طبق رابطه (۱۱) تعیین می‌شود [۲].

رابطه (۱۱)

$$R_i = \frac{E[(L_i - E(L_i))(M_i - E(M_i))]}{\sqrt{D(L_i)}.\sqrt{D(M_i)}}$$

$$M_i = \left[M_i\left(x ،y ،t_1 ،B_1\right). \dots . M_i\left(x ،y ،t_1 ،B_n\right) ،M_i\left(x، y،t_2 ،B_1\right). \dots M_i\left(x ،y ،t_2 ،B_n\right)\right]$$

$$L_i = [L_i\ (x،y،t_1،B_1\ ) \dots L_i\ (x، y ،t_1،B_n\ )، L_i\ (x ،y،t_2،B_1\ ) \dots L_i\ (x، y ،t_1،B_n\ )]$$

در این معادله R_i ضریب همبستگی طیفی بین پیکسل‌های مادیس و لندست برای i امین پیکسل، M_i و L_i بردار طیفی شامل انعکاس هر باند در زمان t_m و t_n برای i امین پیکسل مشابه لندست و پیکسل مطابق با آن در مادیس است. E امید ریاضی، $D(L_i)$ و $D(M_i)$ به ترتیب واریانس M_i و L_i هستند. مقدار ضریب همبستگی بین $[۱ + ، ۱-]$ متغیر است و میزان همگن بودن پیکسل مادیس را تعیین می‌کند. فاصله جغرافیایی بین پیکسل مشابه و پیکسل مرکزی بر طبق رابطه زیر محاسبه می‌شود [۲۸].

رابطه (۱۲) $$d_i = 1 + \sqrt{((x_(w/2) - x_i) + (y_(w/2) - y_i\ ))/(w/2)}$$

که در این معادله w عرض پنجره جستجو است که برای نرمال‌سازی فاصله به‌کار می‌رود. این فاصله جغرافیایی برای پیکسل‌های مشابه در پنجره‌های جستجو مختلف بین ۱ تا ۲/۴ متغیر است.

وزن پیکسل‌های مشابه با به‌کارگیری شباهت طیفی و فاصله مکانی پیکسل‌های مشابه تا پیکسل مرکزی به‌دست می‌آید. با ترکیب معادلات (۱۱ و ۱۲)، یک شاخص D طبق معادله (۵) محاسبه می‌شود [۲۸].

رابطه (۱۳) $$D_i = (1 - R_i) \times d_i$$

پیکسل‌های مشابه با مقدار D بزرگتر در محاسبه تغییر انعکاس پیکسل مرکزی مشارکت کمتری دارند در نتیجه معادله (۵) طبق رابطه (۱۴) نرمال‌سازی می‌شود [۲۸].

رابطه (۱۴) $$W_i = (1/D_i)/\sum_{i=1}^{N}(1/D_i)$$

مقدار عددی W_i بین صفر و یک متغیر است و جمع وزنی تمام پیکسل‌های مشابه یک است.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-13]

[DOI: 10.29252/jgit.6.1.77]

۴-۵- محاسبه ضریب تبدیل

ضریب تبدیل v_i به وسیله تحلیل رگرسیون خطی برای پیکسل مشابه در پنجره متحرک محلی محاسبه می‌شود. بنابراین این ضریب نسبت تغییر رادیانس برای i امین پیکسل به تغییر رادیانس برای پیکسل ناهمگن تصویر مادیس را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه هر پیکسل از تصویر لندست به‌عنوان عضوی از پیکسل ناهمگن تصویر مادیس در نظر گرفته می‌شود، با رگرسیون خطی تغییر رادیانس پیکسل لندست و مادیس به‌دست می‌آید. بنابراین نسبت تغییر i امین پیکسل لندست به پیکسل مطابق با آن در مادیس برای یک پیکسل مشخص لندست ثابت می‌باشد و فرضیه اولیه ما را مبنی بر اینکه میزان تغییر رادیانس هر عضو و نسبت هر عضو در یک دوره نسبتاً کوتاه ثابت است، را اثبات می‌کند. ضریب تبدیل با استفاده از رابطه (۱۵) محاسبه می‌شود [۲۸].

رابطه (۱۵) $$\frac{R_{iL}(t_m)-R_{iL}(t_n)}{R_M(t_m)-R_M(t_n)} = v_i$$

در رابطه (۷)، v_i ضریب تبدیل، R_{iL} رادیانس i امین پیکسل لندست و R_M رادیانس پیکسل مطابق با آن در تصویر مادیس است.

۴-۶- محاسبه رادیانس پیکسل مرکزی

بعد از محاسبه ضریب تبدیل و وزن برای پیکسل‌های مشابه درون پنجره متحرک محلی با استفاده رادیانس تصویر مادیس در زمان t_p و تصاویر لندست در زمان‌های t_m و t_n، رادیانس لندست در زمان t_p بر طبق معادله ۱۰ پیش‌بینی می‌وند. نتایج پیش‌بینی لندست در زمان t_p در زمان t_m و t_n به ترتیب $L_{t_m}(x_{\frac{w}{2}}, y_{\frac{w}{2}}, t_p, B)$ و $L_{t_n}(x_{\frac{w}{2}}, y_{\frac{w}{2}}, t_p, B)$ نام‌گذاری می‌شوند. رادیانسی که در زمان t_p با استفاده از ترکیب وزنی دو تصویر پیش‌بینی شده به‌دست می‌آیند، نتایج بهتری را به‌دست می‌آورند. هر چه این دو تصویر به زمان پیش‌بینی اصلی نزیک‌تر باشند، وزن زمانی بالاتری را می‌گیرند و شباهت بیشتری با تصویر مادیس در زمان پیش‌بینی دارند. وزن زمانی با استفاده از بزرگی تغییرات در تصاویر مادیس در زمان t_k $(k = m, n)$ طبق رابطه (۱۶) تعریف می‌شود [۲].

رابطه (۱۶)
$$t_k = \frac{1/\left|\sum_{j=1}^{w}\sum_{i=1}^{w} M(x_j, y_i, t_k, B) - \sum_{j=1}^{w}\sum_{i=1}^{w} M(x_j, y_i, t_p, B)\right|}{\sum_{k=m,n}\left(1/\left|\sum_{j=1}^{w}\sum_{i=1}^{w} M(x_j, y_i, t_k, B) - \sum_{j=1}^{w}\sum_{i=1}^{w} M(x_j, y_i, t_p, B)\right|\right)}$$

رادیانس نهایی لندست در زمان t_p طبق رابطه (۱۷) محاسبه می‌شود.

رابطه (۱۷)
$$L\left(x_{w/2}, y_{w/2}, t_p\right) = T_{t_m} \times L_{t_m}\left(x_{w/2}, y_{w/2}, t_p\right) + T_{t_n} \times L_{t_n}\left(x_{w/2}, y_{w/2}, t_p\right)$$

در معادله (۹)، $L\left(x_{w/2}, y_{w/2}, t_p\right)$ رادیانس نهایی پیش‌بینی شده در زمان t_p، T_{t_m} و T_{t_n} وزن زمانی در زمان t_m و t_n می‌باشد.

۴-۷- پیش‌بینی دمای سطح

پس از پیش‌بینی رادیانس روزانه با استفاده از الگوریتم SADFAT، تصاویر به‌دست آمده رادیانس، با استفاده از رابطه زیر که عکس رابطه پلانک می‌باشد به دمای سطح زمین تبدیل می‌شوند [۴۰]

رابطه (۱۸)
$$LST = \frac{T_{sensor}}{1+\left(\lambda \times \frac{T_{sensor}}{\alpha}\right)\ln(\varepsilon)}$$

در این رابطه LST دمای سطح زمین در واحد کلوین، T_{sensor} دمای روشنایی در واحد کلوین، λ طول موج رادیانس ساطع شده در واحد متر، $\alpha = 1/438 \times 10^{-2}$ در واحد متر کلوین و ε ضریب گسیلمندی سطح است[۴۱]. از این روش برای پیش‌بینی دمای سطح برای تمام تاریخ‌ها استفاده شده‌است.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-13]
[DOI: 10.29252/jgit.6.1.77]

در این رابطه محاسبه ضریب گسیلمندی جهت به‌دست آوردن دمای سطح زمین امری اجتناب ناپذیر است. برای محاسبه ضریب گسیلمندی سطح زمین از روش جیمز و سوبرینو استفاده شده‌است. ضریب گسیلمندی سطح زمین در این روش با محاسبه شاخص پوشش گیاهی NDVI وکسر پوشش گیاهیFVC و انعکاس باند قرمز محاسبه می‌شود. باند مادون قرمز نزدیک و باند قرمز استفاده شده در این قسمت همان باند قرمز و مادون قرمز نزدیک پیش‌بینی شده با استفاده از الگوریتم SADFAT در هر تاریخ می‌باشد. شاخص پوشش گیاهی NDVI و کسر پوشش گیاهیFVC طبق رابطه (۱۹ و ۲۰) محاسبه می‌شوند.

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR}-\rho_{RED}}{\rho_{NIR}+\rho_{RED}}$$ رابطه (۱۹)

$$FVC=\left(\frac{(NDVI-NDVI_S)}{(NDVI_V-NDVI_S)}\right)^2$$ رابطه (۲۰)

در رابطه (۱۱) ρ_{NIR} و ρ_{RED} به ترتیب انعکاس باندهای مادون قرمز نزدیک و قرمز می‌باشد. مقادیر این شاخص بین ۱- و ۱+ متغیر است. در رابطه (۱۲)، $NDVI_V$ شاخص پوشش گیاهی متراکم و $NDVI_S$ مربوط به خاک خشک است که برای منطقه مورد نظر به ترتیب ۰٫۵ و ۰٫۱۵ در نظر گرفته شده است و ضریب گسیلمندی باند ده لندست ۸ طبق رابطه (۲۱) محاسبه می‌شود.

رابطه (۲۱)

$FVC=0$	$LSE=۰.۹۷۹-۰.۰۴۶\rho_{Red}$
$0 < FVC \leq 1$	$LSE=۰.۹۷۱(1-FVC)+۰.۹۸۷FVC$
آب	۰٫۹۹۱
برف/یخ	۰٫۹۸۶

تصاویر نهایی حاصل از ادغام داده‌های مادیس و لندست با استفاده از روش SADFAT در محدوده مورد نظر استفاده شد. در ادامه هر یک از این شاخص‌ها به‌صورت مختصر توضیح داده شده‌اند.

۵- روش‌های ارزیابی نتایج

ادغام تصاویر ماهواره ای و تهیه داده‌هایی با قابلیت‌های مکانی و طیفی و زمانی بالاتر به کمک داده‌های موجود دارای جایگاه و نقش ویژه‌ای در مباحث سنجش از دور می‌باشد. دقت و کارایی تصویر تولید شده به دقت و اعتماد پذیری تمامی مراحل پردازشی در مسیر استفاده از این داده‌های اولیه، به‌روش مورد استفاده در ادغام تصاویر و نیز پارامترهای در نظر گرفته شده برای آن‌ها وابسته می‌باشد.

هدف از ارزیابی تصاویر ادغام شده بررسی قابلیت فرآیند ادغام در حفظ و انتقال اطلاعات طیفی و مکانی از تصاویر مرجع اولیه به تصویر ادغام شده نهایی می‌باشد. در این مقاله از چهار روش کمی ضریب همبستگی، اختلاف میانگین، میانگین خطای مطلق و شاخص کیفیت جهانی جهت ارزیابی نتایج

۵-۱- معیار ضریب همبستگی

این شاخص میزان همبستگی بین تصویر چند طیفی اولیه و تصویر ادغام شده را محاسبه می‌کند و در واقع نزدیکی دو تصویر را مورد بررسی قرار می‌دهد. هر چه ضریب همبستگی به یک نزدیک‌تر باشد، بیانگر شباهت بیشتر تصاویر ادغام شده با تصویر چند طیفی اولیه و در نتیجه اعوجاج طیفی کمتر می‌باشد [۴۲] و به عبارتی دیگر اطلاعات طیفی در تصاویر ادغام شده حفظ می‌شود. این شاخص با استفاده از رابطه (۲۲) می‌باشد.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-13]

[DOI: 10.29252/jgit.6.1.77]

رابطه (۲۲) $$CC = \frac{2\sum_{MN}(F_{MN}-\bar{F})(R_{MN}-\bar{R})}{\sqrt{(\sum_{MN}(F_{MN}-\bar{F})^2)(\sum_{MN}(R_{MN}-\bar{R})^2)}}$$

که در آن R و F تصاویر چند طیفی اولیه و ادغام شده و $\bar{R}$ و $\bar{F}$ مقادیر میانگین آن‌ها می‌باشد. ضریب همبستگی بین $[-1,+1]$ متغییر است. مقدار ۱+ بیشترین شباهت و ۱- کمترین شباهت بین دو تصویر را نشان می‌دهد.

۵-۲- خطای میانگین مطلق

قدرمطلق اختلاف بین پیکسل تصویر مرجع و پیکسل متناظر با آن در تصویر تلفیقی مقدار میانگین خطای مطلق را به‌دست می‌دهد. هر چه مقدار این شاخص بیشتر باشد، کیفیت تصویر پایین‌تر است. این شاخص یک اندازه‌گیری قراردادی است که اثر محوشدگی تصویر ادغام شده را نسبت به تصویر واقعی طبق رابطه (۲۳) نشان می‌دهد [۴۳]. در این رابطه F تصویر پیش‌بینی شده، R تصویر واقعی مشاهده شده و M و N تعداد سطر و ستون می‌باشد.

رابطه (۲۳) $$MAE = \frac{1}{MN}\sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N}\left|R\left(i,j\right) - F(i,j)\right|$$

۵-۳- شاخص جهانی کیفیت[1]

شاخص جهانی کیفیت اولین بار توسط ونگ در سال ۲۰۰۲ مطرح شد. این شاخص انحراف تصویر پردازش شده را نسبت به تصویر اولیه را طبق رابطه (۲۴) محاسبه اندازه‌گیری می‌کند [۴۴].

رابطه (۲۴) $$Q = \frac{4\sigma_{xy}.\bar{x}.\bar{y}}{(\sigma_y{}^2+\sigma_x{}^2).(\bar{x}^2+\bar{y}^2)}$$

در این رابطه $\bar{x}.\bar{y}$ میانگین و σ_x^2 و σ_y^2 بیانگر واریانس مقادیر دو تصویر می‌باشد.

۵-۴- خطای جذر میانگین مربعی

خطای جذر میانگین مربعی اختلاف بین انحراف معیار و میانگین تصویر چند طیفی اولیه و ادغام شده را محاسبه می‌کند و در واقع مقدار خطای جذر میانگین مربعی بین هر پیکسل از تصویر ادغام شده و پیکسل متناظر با آن از تصویر مرجع را به‌دست می‌آورد[۳۶]. مقدارکمتر این شاخص ارزیابی بیانگر اعوجاج رنگی کمتر می‌باشد و از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

رابطه (۲۵) $$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{M}(R(i,j)-F(i,j))^2}{M*N}}$$

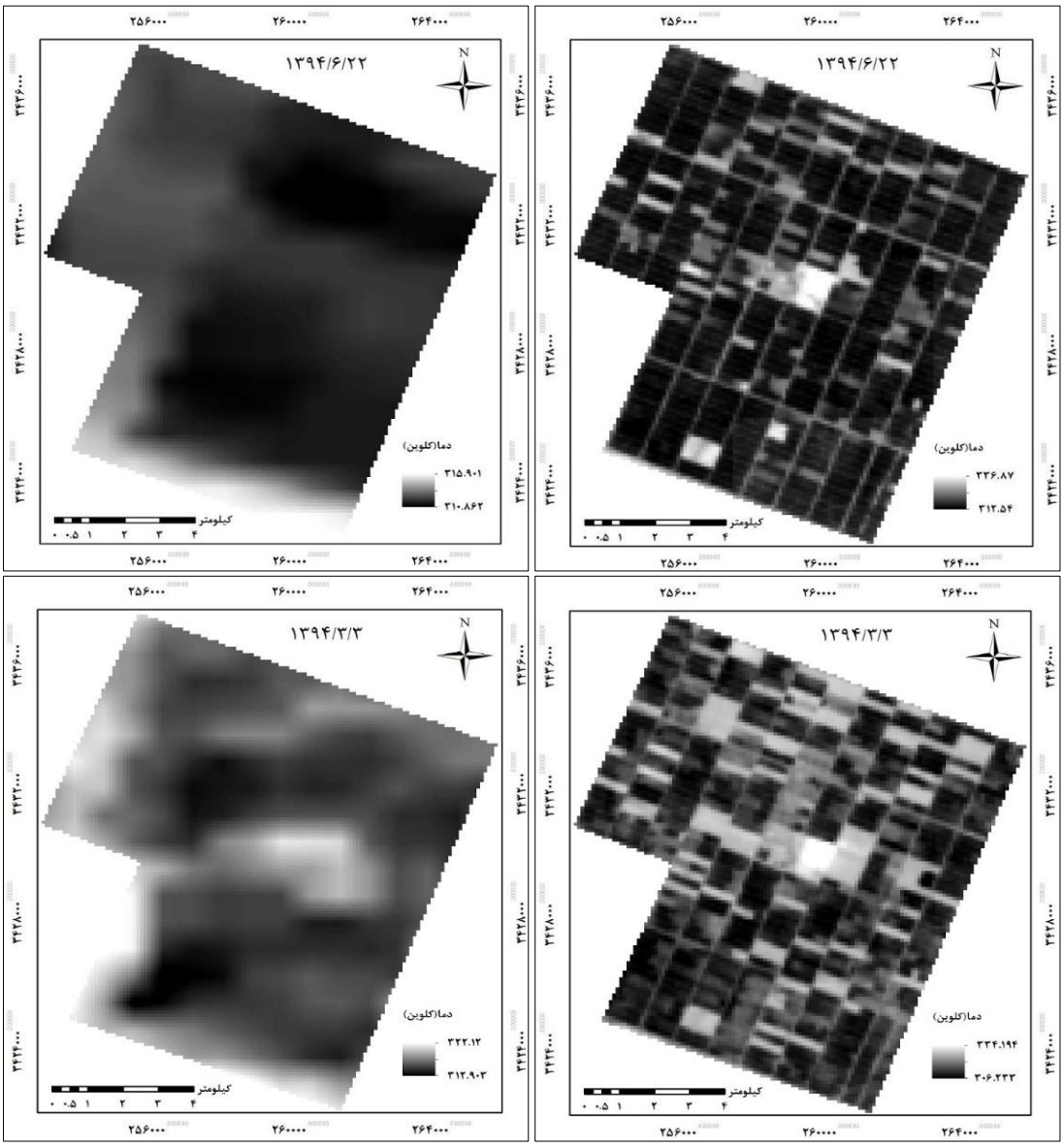
۶- نتایج و بحث

برای پیش‌بینی دمای سطح زمین برای تاریخ‌های ۱۹ خرداد، ۲۰ تیر، ۵ مرداد، ۲۱ مرداد و ۶ شهریور از تصاویر ورودی لندست و مادیس تاریخ‌های ۳ خرداد و ۲۲ شهریور استفاده شده است. تصاویر ورودی به‌صورت شکل (۳) نشان داده شده است.

شکل (۴) نقشه ضریب گسیلمندی به‌دست آمده با استفاده از تصویر مادون قرمز نزدیک و قرمز پیش‌بینی شده در تاریخ‌های ۱۹خرداد، ۲۰ تیر، ۵ مرداد، ۲۱ مرداد و ۶ شهریور با استفاده از رابطه (۱۲) نشان می‌دهد. نتایج حاصل از اعمال روش SADFAT بر روی هر کدام از تصاویر در شکل (۵) ارائه شده است. در این شکل تصاویر تصویر پیش‌بینی شده، دمای سطح زمین مادیس، و تصویر دمای سطح زمین لندست برای تاریخ ۱۹ خرداد، ۲۰ تیر، ۵ مرداد، ۲۱ مرداد و ۶ شهریور نشان داده شده است.

[1] Universal Image Quality Index

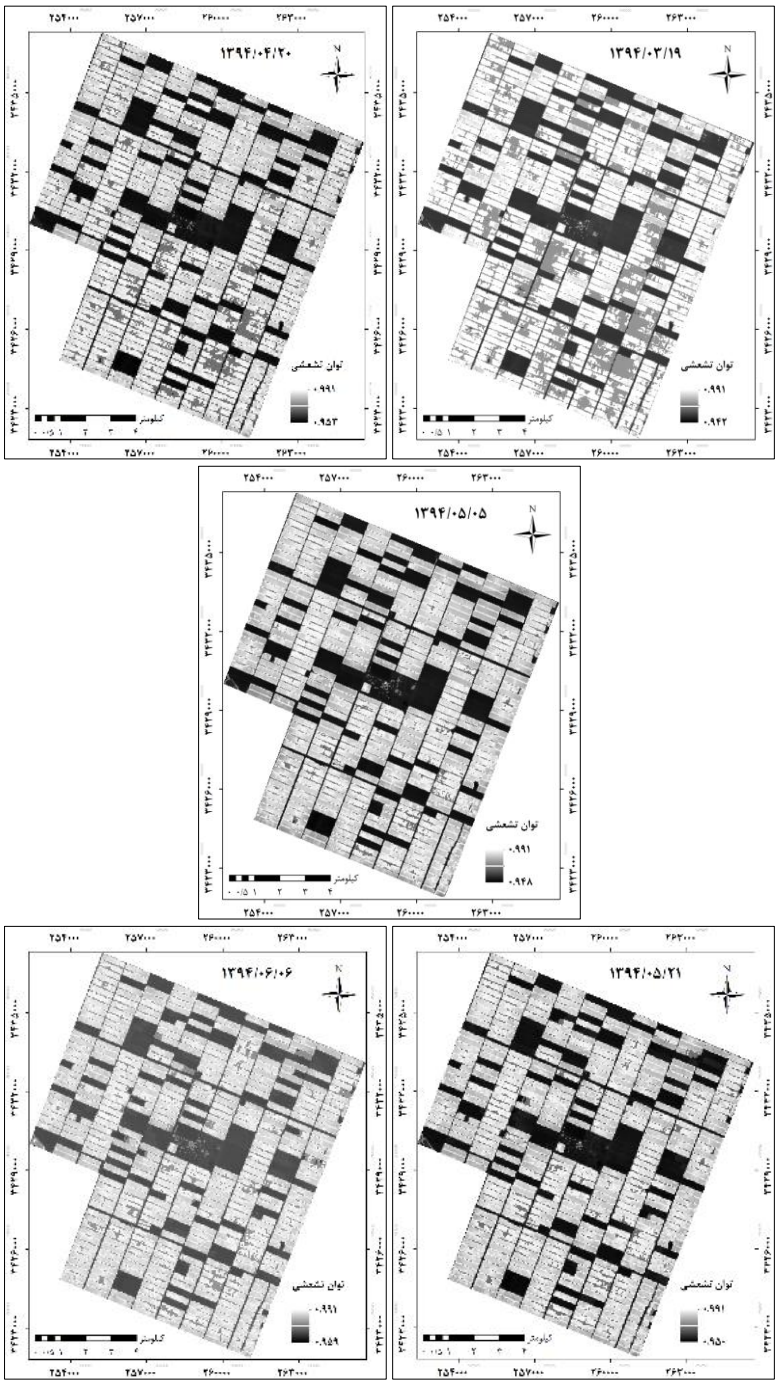
[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-13]
[DOI: 10.29252/jgit.6.1.77]



شکل ۳: تصاویر ورودی لندست و مادیس تاریخ‌های ۳ خرداد و ۲۲ شهریور (کلوین).

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-13]

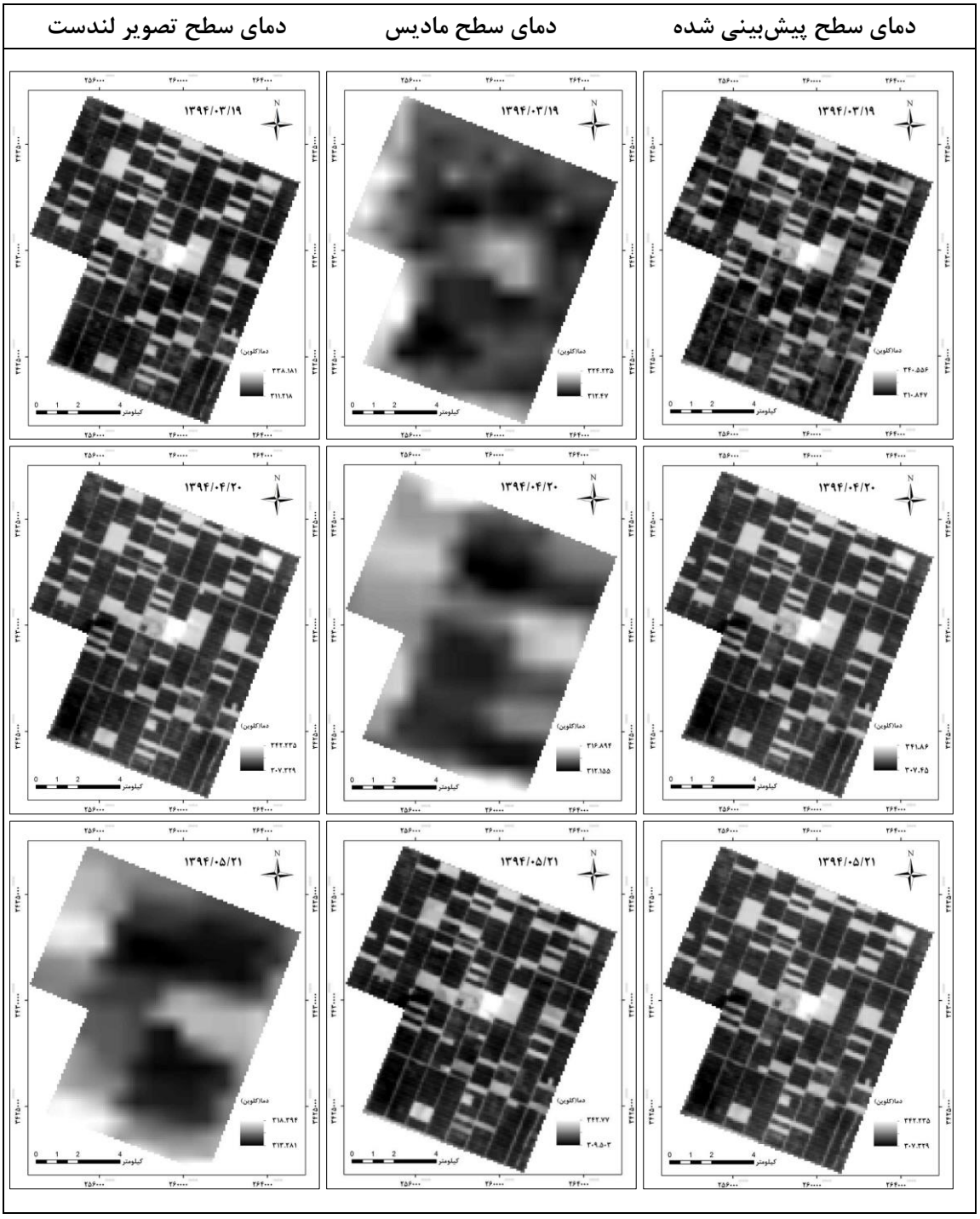
[DOI: 10.29252/jgit.6.1.77]



شکل ۴: نقشه ضریب گسیلمندی پیش‌بینی شده

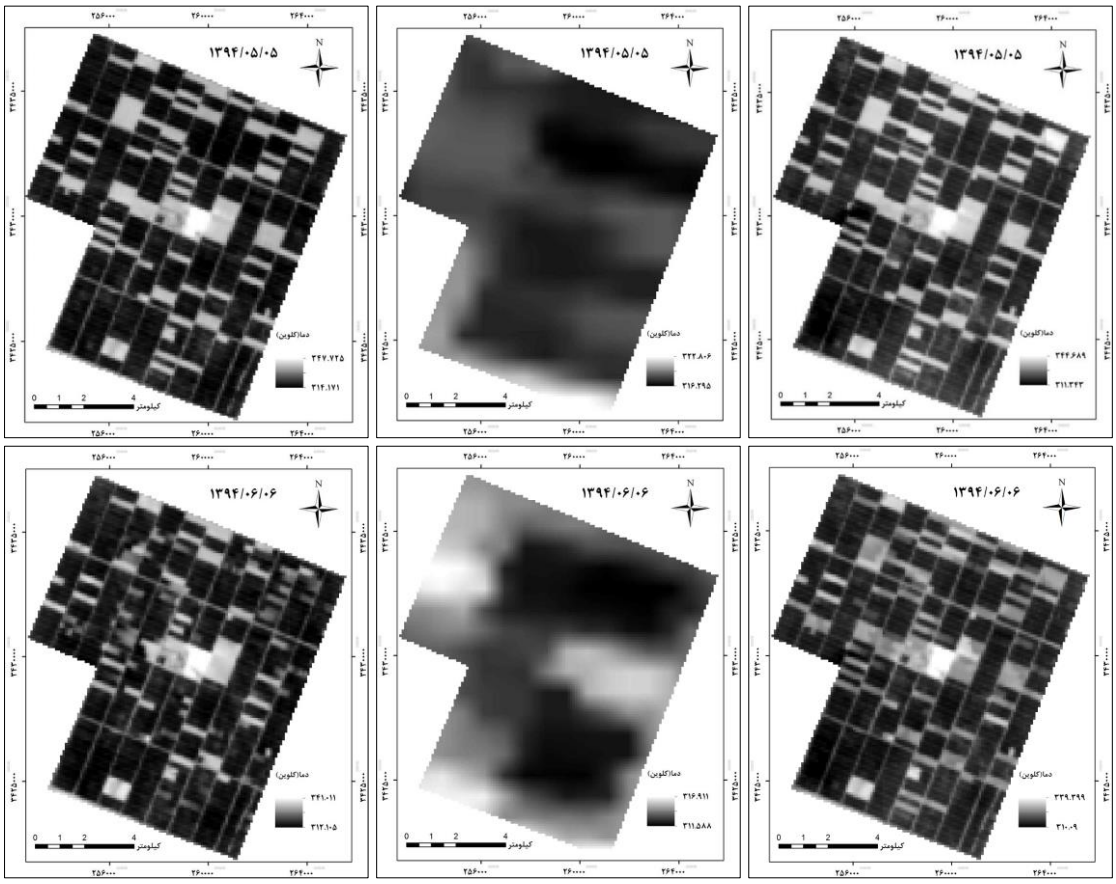
[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-13]

[DOI: 10.29252/jgit.6.1.77]



[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-13]

[DOI: 10.29252/jgit.6.1.77]

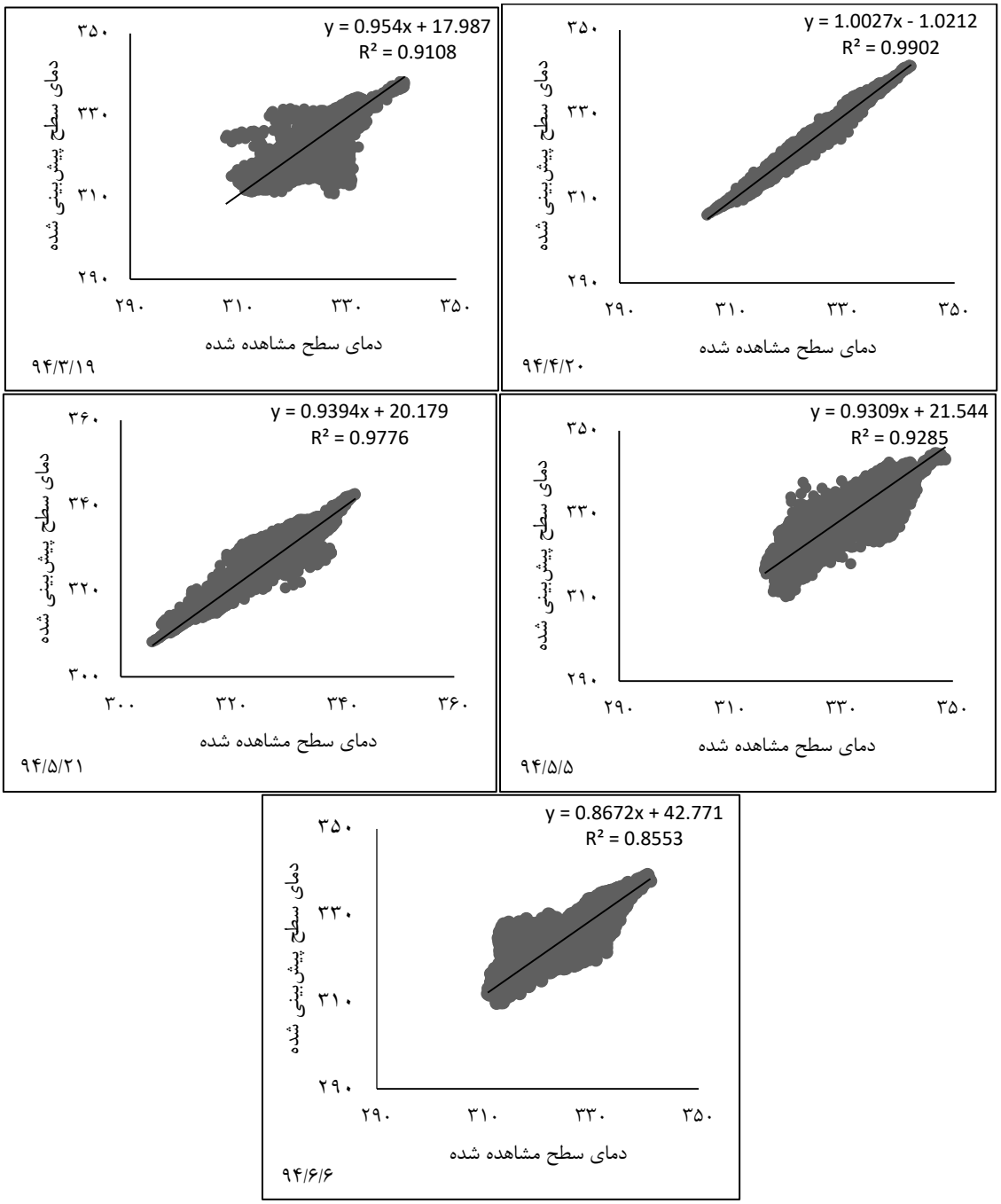


شکل ۵: تصاویر دمای سطح زمین لندست، مادیس و پیش‌بینی برای تاریخ‌های ۱۹ خرداد، ۲۰ تیر، ۵ مرداد، ۲۱ مرداد و ۶ شهریور ۱۳۹۴ (کلوین)

بررسی بصری نتایج حاصل از پیش‌بینی دمای سطح دقت خوبی را برای روش تلفیق تصاویر حرارتی لندست و مادیس نشان می‌دهد. اختلاف محدوده دمایی بیشترین مقدار و کمترین مقدار دمای سطح پیش‌بینی شده و مشاهده شده لندست تقریبا مشابه یکدیگرند. برای ارزیابی کمی و دقیق‌تر نتایج حاصل شده از ارزیابی چهار شاخص ضریب همبستگی، خطای جذر میانگین مربعی، میانگین خطای مطلق و شاخص جهانی کیفیت استفاده شده است. نتایج بررسی نمودار ضریب همبستگی بین تصاویر مشاهده شده و پیش‌بینی شده برای تاریخ‌های مورد بررسی در پژوهش به‌صورت شکل (۶) نشان داده شده است.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-13]

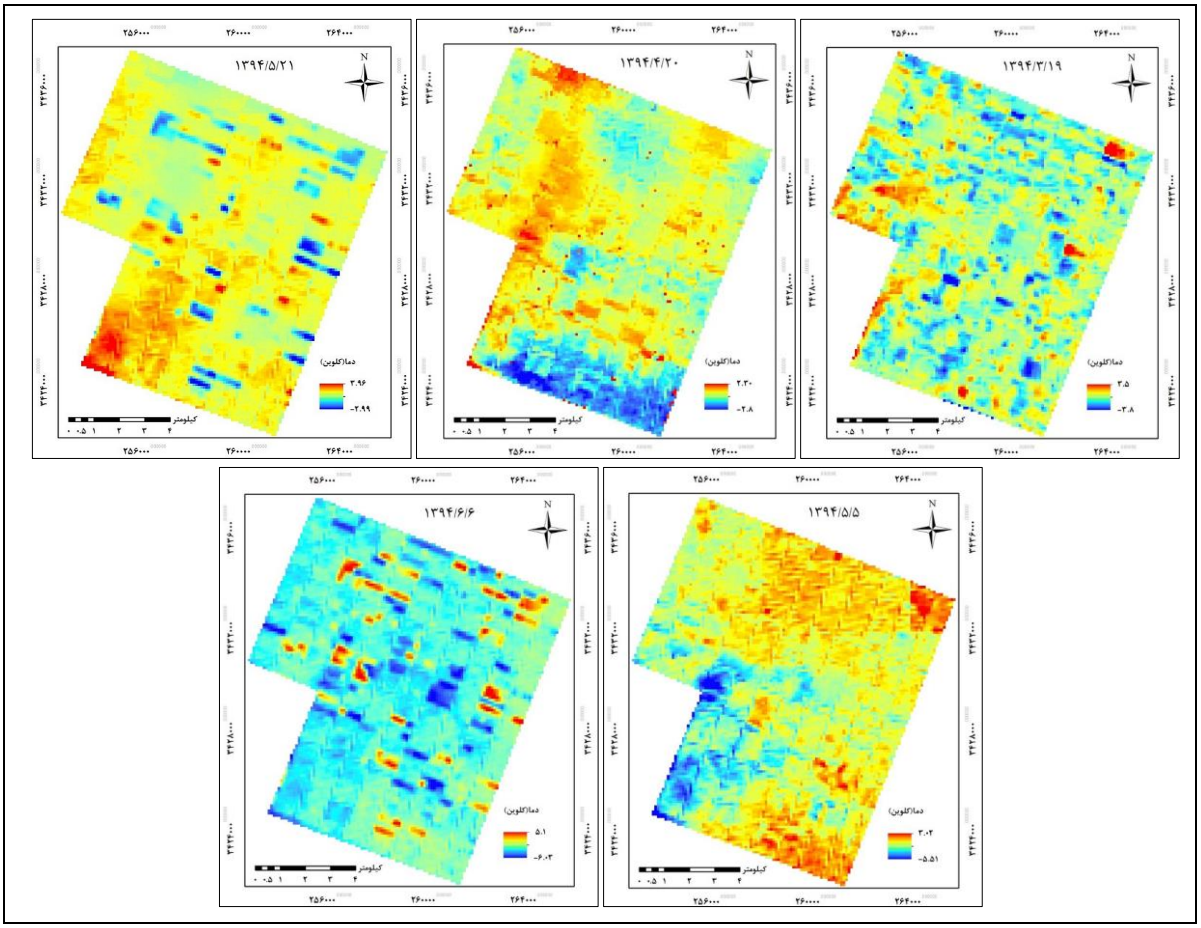
[DOI: 10.29252/jgit.6.1.77]



شکل ۶: نمودار ضریب همبستگی بین تصاویر مشاهده شده و پیش‌بینی شده برای تاریخ‌های ۱۹ خرداد، ۲۰ تیر، ۵ مرداد، ۲۱ مرداد، ۶ شهریور

نتایج نشان داده شده در شکل (۶)، برای تمام تاریخ‌های مورد بررسی بین دمای سطح مشاهده شده و پیش‌بینی شده ارتباط قوی و ضریب همبستگی بالایی را نشان می‌دهد. بیشترین ضریب همبستگی متعلق به ۲۰ تیر با ۹۹٪ و کمترین ضریب همبستگی متعلق به تاریخ ۶ شهریور با ۸۵٪ می‌باشد. برای تاریخ‌های ۱۹ خرداد، ۵ مرداد، ۲۱ مرداد ضریب همبستگی به‌ترتیب ۹۱٪، ۹۲٪ و ۹۷٪ می‌باشد.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-13]
[DOI: 10.29252/jgit.6.1.77]



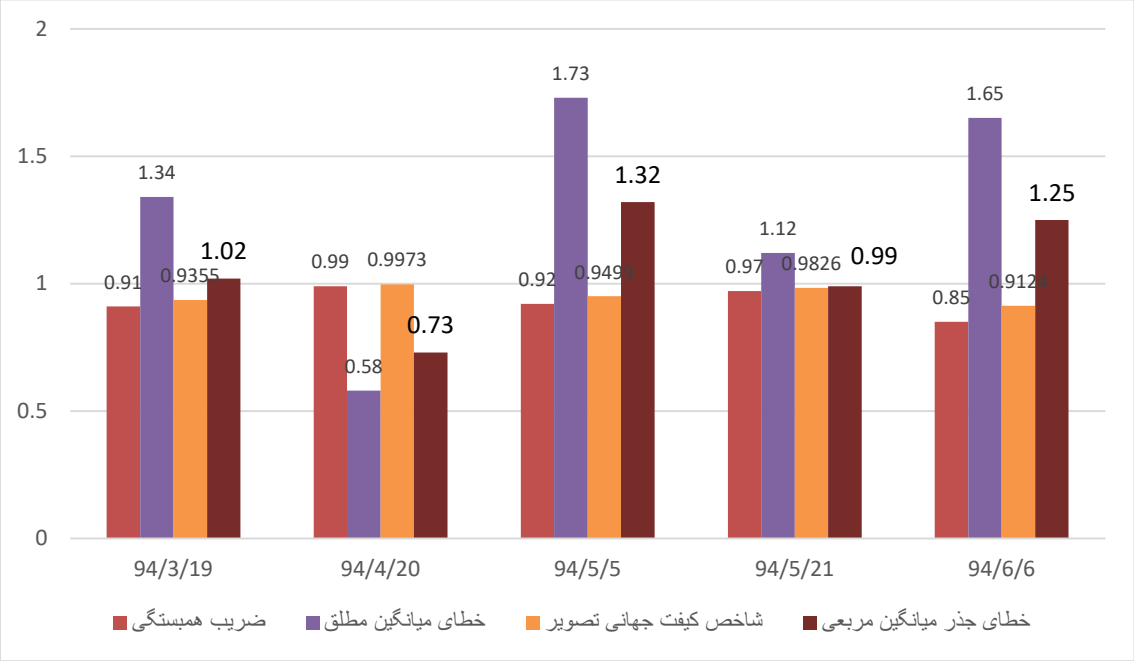
شکل۷: اختلاف دمای سطح پیش‌بینی شده و دمای سطح مشاهده شده برای تاریخ‌های مختلف (کلوین)

نتایج نشان داده شده در شکل (۷) بیانگر این است که اختلاف دمای سطح مشاهده شده و پیش‌بینی شده بین ۳٫۲ تا ۶٫۰۳ متغیر است بیشترین اختلاف مطلق مربوط به ۶ شهریور ۱۳۹۴ و کمترین اختلاف مطلق مربوط به ۲۰ تیر ۱۳۹۴ می‌باشد.

برای بررسی و ارزیابی دقیق‌تر نقشه‌های حاصل برای پیش‌بینی شاخص‌های اختلاف میانگین، اختلاف مطلق میانگین و شاخص جهانی کیفیت برای تمام تاریخ‌ها محاسبه و نتایج آن به‌صورت شکل (۸) نشان داده شده است.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-13]

[DOI: 10.29252/jgit.6.1.77]



شکل ۸: نتایج شاخص‌های ضریب همبستگی، اختلاف میانگین (کلوین)، اختلاف مطلق میانگین (کلوین) و شاخص جهانی کیفیت

دمای پیش‌بینی شده در ۲۰ تیرماه با ضریب همبستگی ۰٫۹۹، خطای میانگین مطلق ۰٫۵۸ کلوین، میانگین خطای مطلق ۰٫۴۸۹ کلوین، جذر میانگین مربعی ۰٫۷۳ و شاخص کیفیت جهانی ۰٫۹۹۷۳ بالاترین دقت را در تصویر پیش‌بینی شده نسبت به تصویر مشاهده خود در همان تاریخ دارد. کمترین دقت در خطای میانگین مطلق و خطای جذر میانگین مربعی متعلق به تاریخ ۵ مرداد می‌باشد و بیشترین دقت مربوط به تاریخ ۲۰ تیر می‌باشد. ضرایب همبستگی تصاویر پیش‌بینی شده بالاتر از ۰٫۹ محاسبه شده‌اند به جز تصویر ۶ شهریور ماه که ضریب همبستگی ۰٫۸۵ دارند. خطای میانگین مطلق تصاویر پیش‌بینی شده بین ۱٫۷۳-۰٫۵۸ کلوین متغیر است که دمای پیش‌بینی شده در ۲۰ تیرماه بالاترین دقت را در این شاخص با ۰٫۵۸ کلوین دارد. به‌طور کلی تا کنون شاخص‌هایی که با استفاده از آن بتوان از کیفیت تصویر ادغام شده یقین پیدا کرد معرفی نشده است. با این حال نتایج نشان داده شده در شکل (۷) در هر تاریخ دقت بالای روش SADFAT را در پیش‌بینی دمای سطح زمین در هر پنج تصویر پیش‌بینی شده نشان می‌دهد.

۷- نتیجه گیری

در این مطالعه از مدل تلفیق SADFAT جهت پیش‌بینی دمای سطح زمین به‌صورت روزانه و قدرت تفکیک مکانی ۱۰۰ متر استفاده شد. اختلاف زمانی کم حرکت دو ماهواره مادیس و لندست از منطقه استفاده از دو ماهواره را برای تلفیق مناسب می‌سازد. در این روش از دو تصویر پیش‌بینی شده در زمان t_p با استفاده از تصاویر مادیس و لندست در دو زمان t_1 و t_2 و اعمال ضریب تغییرات زمانی در رادیانس تصویر مادیس در زمان t_p نسبت به این دو زمان برای پیش‌بینی تصویر لندست استفاده شد. از آن جا که منطقه مورد مطالعه تقریبا یکدست می‌باشد و محدوده زمانی مورد مطالعه در دوره رشد می‌باشد، لذا تغییرات پوشش تدریجی است و روش با دقت زیادی قادر به پیش‌بینی تصاویر لندست در زمان‌های مورد نظر است. در این مدل ضریب تبدیل تغییرات رادیانس حرارتی پیکسل ناهمگن مادیس را نسبت به پیکسل لندست تعیین می‌کند،

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-13]
[DOI: 10.29252/jgit.6.1.77]

به‌کارگیری این ضریب دقت پیش‌بینی را در مناطق ناهمگن افزایش می‌دهد. با این حال این روش با محدودیت‌هایی رو به روست از جمله آنکه ورودی این روش دو تصویر لندست و مادیس با شرایط زمان مشابه می‌باشد که امکان دسترسی به این داده‌ها در یک زمان برای مناطق با پوشش ابر زیاد بسیار دشوار است. همچنین این روش قادر به پیش‌بینی تغییرات دمای سطح زمین که در پیکسل لندست یا مادیس دیده نمی‌شود، نیست. با این حال در نظر گرفتن چند مورد در بهبود نتایج روش موثر خواهد بود: از جمله آنکه اندازه پنجره با توجه به همگن بودن منطقه انتخاب شود. فرض ثابت بودن میزان تغییر رادیانس در دوره زمانی طولانی درست نمی‌باشد، بنابراین انتخاب تصاویر ورودی نزدیک به زمان پیش‌بینی دقت روش را بهبود می‌بخشد. انتخاب تصاویر ورودی با پوشش یکسان در دو زمان دقت روش را بالا می‌برد. با این حال با توجه به درصد بالای پوشش گیاهی محدوده، روش SADFAT در محدوده مورد مطالعه دقت بالایی را در پیش‌بینی دمای سطح پوشش گیاه نسبت به خاک نشان داد. لذا طبقه‌بندی پوشش سطح زمین و اعمال روش بر روی پوشش‌های مختلف و ارزیابی پیش‌بینی در هر نوع پوشش توانایی بهتر روش SADFAT را در پیش‌بینی دمای سطح در پوشش‌های مختلف نشان خواهد داد.

مراجع

[1] J. M. Wan, W. Snyder, and Y. L. Zhang, "Validation of land-surface temperature retrieval from space," (in English), Igarss '96 - 1996 International Geoscience and Remote Sensing Symposium: Remote Sensing for a Sustainable Future, Vols I - Iv, pp. 2095-2097, 1996.

[2] Q. H. Weng, P. Fu, and F. Gao, "Generating daily land surface temperature at Landsat resolution by fusing Landsat and MODIS data," (in English), Remote Sensing of Environment, vol. 145, pp. 55-67, Apr 5 2014.

[3] N. V. Shabanov et al., "Effect of foliage spatial heterogeneity in the MODIS LAI and FPAR algorithm over broadleaf forests," (in English), Remote Sensing of Environment, vol. 85, no. 4, pp. 410-423, Jun 15 2003.

[4] C. E. Woodcock and M. Ozdogan, "Trends in land cover mapping and monitoring," in Land Change Science: Springer, 2012, pp. 367-377.

[5] J. G. Masek and G. J. Collatz, "Estimating forest carbon fluxes in a disturbed southeastern landscape: Integration of remote sensing, forest inventory, and biogeochemical modeling," (in English), Journal of Geophysical Research-Biogeosciences, vol. 111, no. G1, Feb 2 2006.

[6] W. B. Cohen and S. N. Goward, "Landsat's role in ecological applications of remote sensing," (in English), Bioscience, vol. 54, no. 6, pp. 535-545, Jun 2004.

[7] S. P. Healey, W. B. Cohen, Z. Q. Yang, and O. N. Krankina, "Comparison of Tasseled Cap-based Landsat data structures for use in forest disturbance detection," (in English), Remote Sensing of Environment, vol. 97, no. 3, pp. 301-310, Aug 15 2005.

[8] G. P. Asner, "Cloud cover in Landsat observations of the Brazilian Amazon," (in English), International Journal of Remote Sensing, vol. 22, no. 18, pp. 3855-3862, Dec 2001.

[9] P. V. Jorgensen, "Determination of cloud coverage over Denmark using Landsat MSS/TM and NOAA-AVHRR," (in English), International Journal of Remote Sensing, vol. 21, no. 17, pp. 3363-3368, Nov 2000.

[10] J. C. Ju and D. P. Roy, "The availability of cloud-free Landsat ETM plus data over the conterminous United States and globally," (in English), Remote Sensing of Environment, vol. 112, no. 3, pp. 1196-1211, Mar 18 2008.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-13]

[DOI: 10.29252/jgit.6.1.77]

[11] M. C. Gonzalez-Sanpedro, T. Le Toan, J. Moreno, L. Kergoat, and E. Rubio, "Seasonal variations of leaf area index of agricultural fields retrieved from Landsat data," (in English), Remote Sensing of Environment, vol. 112, no. 3, pp. 810-824, Mar 18 2008.

[12] K. J. Ranson, K. Kovacs, G. Sun, and V. I. Kharuk, "Disturbance recognition in the boreal forest using radar and Landsat-7," (in English), Canadian Journal of Remote Sensing, vol. 29, no. 2, pp. 271-285, Apr 2003.

[13] G. Camps-Valls, L. Gomez-Chova, J. Munoz-Mari, J. L. Rojo-Alvarez, and M. Martinez-Ramon, "Kernel-based framework for multitemporal and multisource remote sensing data classification and change detection," (in English), Ieee Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 46, no. 6, pp. 1822-1835, Jun 2008.

[14] M. A. Marfai, H. Almohammad, S. Dey, B. Susanto, and L. King, "Coastal dynamic and shoreline mapping: multi-sources spatial data analysis in Semarang Indonesia," (in English), Environmental Monitoring and Assessment, vol. 142, no. 1-3, pp. 297-308, Jul 2008.

[15] W. J. Carper, T. M. Lillesand, and R. W. Kiefer, "The Use of Intensity-Hue-Saturation Transformations for Merging Spot Panchromatic and Multispectral Image Data," (in English), Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, vol. 56, no. 4, pp. 459-467, Apr 1990.

[16] M. Gonzalez-Audicana, J. L. Saleta, R. G. Catalan, and R. Garcia, "Fusion of multispectral and panchromatic images using improved IHS and PCA mergers based on wavelet decomposition," (in English), Ieee Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 42, no. 6, pp. 1291-1299, Jun 2004.

[17] V. P. S. Naidu and J. R. Raol, "Pixel-level image fusion using wavelets and principal component analysis," (in English), Defence Science Journal, vol. 58, no. 3, pp. 338-352, May 2008.

[18] T. M. Tu, P. S. Huang, C. L. Hung, and C. P. Chang, "A Fast Intensity-Hue-Saturation Fusion Technique With Spectral Adjustment for IKONOS Imagery," (in English), Ieee Geoscience and Remote Sensing Letters, vol. 1, no. 4, pp. 309-312, Oct 2004.

[19] M. Choi, "A new intensity-hue-saturation fusion approach to image fusion with a tradeoff parameter," (in English), Ieee Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 44, no. 6, pp. 1672-1682, Jun 2006.

[20] Y. Zhang and G. Hong, "An IHS and wavelet integrated approach to improve pan-sharpening visual quality of natural colour IKONOS and QuickBird images," Information Fusion, vol. 6, no. 3, pp. 225-234, 2005.

[21] K. Amolins, Y. Zhang, and P. Dare, "Wavelet based image fusion techniques - An introduction, review and comparison," (in English), Isprs Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, vol. 62, no. 4, pp. 249-263, Sep 2007.

[22] F. W. Acerbi-Junior, J. G. P. W. Clevers, and M. E. Schaepman, "The assessment of multi-sensor image fusion using wavelet transforms for mapping the Brazilian Savanna," (in English), International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, vol. 8, no. 4, pp. 278-288, Dec 2006.

[23] V. Rodriguez-Galiano, E. Pardo-Iguzquiza, M. Sanchez-Castillo, M. Chica-Olmo, and M. Chica-Rivas, "Downscaling Landsat 7 ETM+ thermal imagery using land surface temperature and NDVI images," (in English), International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, vol. 18, pp. 515-527, Aug 2012.

[24] R. Zurita-Milla, G. Kaiser, J. G. P. W. Clevers, W. Schneider, and M. E. Schaepman, "Downscaling time series of MERIS full resolution data to monitor vegetation seasonal dynamics," (in English), Remote Sensing of Environment, vol. 113,

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-13]

[DOI: 10.29252/jgit.6.1.77]

no. 9, pp. 1874-1885, Sep 2009.

[25] F. Gao, J. Masek, M. Schwaller, and F. Hall, "On the blending of the Landsat and MODIS surface reflectance: Predicting daily Landsat surface reflectance," (in English), Ieee Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 44, no. 8, pp. 2207-2218, Aug 2006.

[26] M. Anderson et al., "Mapping daily evapotranspiration at field to global scales using geostationary and polar orbiting satellite imagery," Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss, vol. 7, pp. 5957-5990, 2010.

[27] A. K. Inamdar, A. French, S. Hook, G. Vaughan, and W. Luckett, "Land surface temperature retrieval at high spatial and temporal resolutions over the southwestern United States," (in English), Journal of Geophysical Research-Atmospheres, vol. 113, no. D7, Apr 9 2008.

[28] X. L. Zhu, J. Chen, F. Gao, X. H. Chen, and J. G. Masek, "An enhanced spatial and temporal adaptive reflectance fusion model for complex heterogeneous regions," (in English), Remote Sensing of Environment, vol. 114, no. 11, pp. 2610-2623, Nov 15 2010.

[29] I. V. Emelyanova, T. R. McVicar, T. G. Van Niel, L. T. Li, and A. I. J. M. van Dijk, "Assessing the accuracy of blending Landsat-MODIS surface reflectances in two landscapes with contrasting spatial and temporal dynamics: A framework for algorithm selection," (in English), Remote Sensing of Environment, vol. 133, pp. 193-209, Jun 15 2013.

[30] J. C. Jimenez-Munoz, J. A. Sobrino, D. Skokovic, C. Mattar, and J. Cristobal, "Land Surface Temperature Retrieval Methods From Landsat-8 Thermal Infrared Sensor Data," (in English), Ieee Geoscience and Remote Sensing Letters, vol. 11, no. 10, pp. 1840-1843, Oct 2014.

[31] Q. Weng, P. Fu, and F. Gao, "Generating daily land surface temperature at Landsat resolution by fusing Landsat and MODIS data," Remote Sensing of Environment, vol. 145, pp. 55-67, 2014.

[32] K. Abutaleb, A. Ngie, A. Darwish, M. Ahmed, S. Arafat, and F. Ahmed, "Assessment of urban heat island using remotely sensed imagery over Greater Cairo, Egypt," Advances in Remote Sensing, vol. 4, no. 01, p. 35, 2015.

[33] J. A. Sobrino, J. C. Jiménez-Muñoz, and L. Paolini, "Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5," Remote Sensing of environment, vol. 90, no. 4, pp. 434-440, 2004.

[34] J. A. Barsi, J. R. Schott, S. J. Hook, N. G. Raqueno, B. L. Markham, and R. G. Radocinski, "Landsat-8 thermal infrared sensor (TIRS) vicarious radiometric calibration," Remote Sensing, vol. 6, no. 11, pp. 11607-11626, 2014.

[35] J. C. Jiménez-Muñoz, J. A. Sobrino, D. Skoković, C. Mattar, and J. Cristóbal, "Land surface temperature retrieval methods from Landsat-8 thermal infrared sensor data," IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, vol. 11, no. 10, pp. 1840-1843, 2014.

[36] X. Yu, X. Guo, and Z. Wu, "Land surface temperature retrieval from Landsat 8 TIRS—Comparison between radiative transfer equation-based method, split window algorithm and single channel method," Remote Sensing, vol. 6, no. 10, pp. 9829-9852, 2014.

[37] J. C. Jiménez‐Muñoz and J. A. Sobrino, "A generalized single‐channel method for retrieving land surface temperature from remote sensing data," Journal of Geophysical Research: Atmospheres, vol. 108, no. D22, 2003.

[38] J. C. Jiménez-Muñoz, J. Cristóbal, J. A. Sobrino, G. Sòria, M. Ninyerola, and X. Pons, "Revision of the single-channel algorithm for land surface temperature retrieval from Landsat thermal-infrared data," IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 47, no. 1, pp. 339-349, 2009.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-13]

[DOI: 10.29252/jgit.6.1.77]

[39] J. B. Adams, M. O. Smith, and P. E. Johnson, "Spectral Mixture Modeling - a New Analysis of Rock and Soil Types at the Viking Lander-1 Site," (in English), Journal of Geophysical Research-Solid Earth and Planets, vol. 91, no. B8, pp. 8098-8112, Jul 10 1986.

[40] D. A. Artis and W. H. Carnahan, "Survey of emissivity variability in thermography of urban areas," Remote Sensing of Environment, vol. 12, no. 4, pp. 313-329, 1982.

[41] H. Shen, L. Huang, L. Zhang, P. Wu, and C. Zeng, "Long-term and fine-scale satellite monitoring of the urban heat island effect by the fusion of multi-temporal and multi-sensor remote sensed data: A 26-year case study of the city of Wuhan in China," Remote Sensing of Environment, vol. 172, pp. 109-125, 2016.

[42] S. Han, H. Li, and H. Gu, "The study on image fusion for high spatial resolution remote sensing images," Int Arch Photogram Rem Sens Spatial Inform Sci, vol. 37, pp. 1159-1163, 2008.

[43] S. Rajkumar and G. Malathi, "A Comparative Analysis on Image Quality Assessment for Real Time Satellite Images," Indian Journal of Science and Technology, vol. 9, no. 34, 2016.

[44] H. Prashanth, H. Shashidhara, and B. M. KN, "Image scaling comparison using universal image quality index," in Advances in Computing, Control, & Telecommunication Technologies, 2009. ACT'09. International Conference on, 2009, pp. 859-863: IEEE.

[45] P. S. Pradhan, R. L. King, N. H. Younan, and D. W. Holcomb, "Estimation of the number of decomposition levels for a wavelet-based multiresolution multisensor image fusion," IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 44, no. 12, pp. 3674, 2006.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-13]

[DOI: 10.29252/jgit.6.1.77]

K. N. TOOSI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
FACULTY OF GEODESY AND GEOMATICS ENGINEERING

Journal of Geospatial Information Technology
Vol.6, No.1, Spring 2018

Derivation daily and high spatial resolution Land Surface Temperature using Fusion of Landsat and Modis Satellite Imagery

Parisa Mohammadizadeh[1], Saeid Hamzeh*[2], Majid Kiavarz [2], Ali Darvishi Blorani[2]

1- MSc. Student of Remote Sensing and GIS, Faculty of Geography, University of Tehran
2- Assistant Professor, Department of Remote Sensing and GIS, Faculty of Geography, University of Tehran

Abstract

Land surface temperature is one of the most important parameters in environmental studies. Having satellite imageries with spatiotemporal resolution leads to better interpretation, analysis and clarity of images; therefore the best way to solve this problem is to combine images with high spatial and temporal resolution. There is no satellite that captures thermal band with both spatial and temporal resolution simultaneously due to technical difficulties and considerable cost. Therefore, the aim of this article is using SADFAT algorithm for providing land surface temperature images with spatial resolution of Landsat and temporal resolution of Modis. This paper uses seven dates of Modis and Landsat including 24th May, 9th June, 11th July, 27th July, 12th Aug, 28Aug and 13th September of Salman Farsi sugar cane Industry. The results are evaluated with four indexes of correlation coefficient, Average difference, Mean Absolute Error and Universal Image Quality Index. Comparison of predicted and observed images indicate that the value of indexes correlation coefficient, Root Mean Square Eroor, Mean Absolute Error and Universal Image Quality Index are between 0.85-0.99, 0.73-1.32, 0.58-1.73, 0.9124-0.9973. The results showed high, reliable and precession of SADFAT algorithm for providing daily land surface temperature with spatial resolution of Landsat in case study.

Key words: Spatiotemporal fusion, Thermal imagery, Land surface temperature, Remote sensing

Correspondence Address Dept. of Remote Sensing and GIS, Faculty of Geography, University of Tehran, Azin alley, Ghods Str., Tehran, Iran.
Tel: +98 21 6111352
Email: : saeid.hamzeh@ut.ac.ir

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-13]

[DOI: 10.29252/jgit.6.1.77]