تعیین سطح شالیزارهای حاشیه زاینده رود در منطقه اصفهان با داده‌های رقومی سنجنده‌های ماهواره IRS

سید جمال‌الدین خواجه‌الدین[۱] و سعید پورمنافی[۲]

چکیده

برای تعیین سطح زیر کشت شالیزارهای منطقه اصفهان، از داده‌های رقومی ماهواره IRS-1D هند (سنجنده‌های PAN ، LISS III و سری زمانی WiFS) استفاده شد. تصحیحات مختلف شامل هندسی، اتمسفریک، رادیومتریک و توپوگرافی بر روی تصاویر مربوط به سال‌های ۲۰۰۳ و ۲۰۰۴ اعمال گردید. در این مطالعه پیش پردازش‌های لازم و آنالیزهای مختلف از جمله آنالیزهای ترکیبات مربوط به تصاویر سری زمانی و هم‌چنین نمونه برداری‌های میدانی برای سال‌های ۲۰۰۳ و ۲۰۰۴ صورت گرفت. با انتخاب نواحی تعلیمی مناسب در تصاویر مختلف اقدام به طبقه بندی نظارت شده تصاویر گردید. از باند مادون قرمز موج کوتاه و شاخص آب NDWI (Normalized Difference Water Index) نیز برای بررسی امکان تعیین مناطق شالیکاری استفاده گردید. علاوه بر شالیزارها، اراضی کشاورزی غیر شالی، اراضی رهاشده، شوره‌زارها و رخنمون سنگی در تصاویر LISS III و با کمک تصویر PAN، مناطق شهری و نیز جاده‌ها قابل شناسایی گردیدند. با تشکیل جدول ماتریس خطا، دقت کلی طبقه بندی ۹۱ درصد و کاپای کلی ۸۹ درصد به دست آمد. مساحت زیر کشت شالیزارها نیز حدود ۱۹۵۰۰ هکتار در سال ۲۰۰۳ میلادی برای سنجنده LISS III و۲۰۴۵۰ هکتار برای سنجنده WiFS و در سال ۲۰۰۴ میلادی ۲۱۶۷۰ هکتار برای سنجنده WiFS تعیین گردید. با انجام این مطالعه مشخص شد که می‌توان داده‌های LISS III را برای تشخیص و تعیین دقیق سطح زیر کشت شالیکاری و داده‌های سنجنده WiFS برای تخمین سطح با دقت تقریباً قابل قبول استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: شالیزار، سنجش از دور، IRS، LISS III، WiFS، طبقه بندی نظارت شده، اصفهان

مقدمه

سنجش از دور به کمک امواج الکترومغناطیس طبیعی و مصنوعی در بررسی‌ها و برنامه‌ریزی‌های کشاورزی و منابع‌طبیعی کاربرد دارد (۳). امروزه در بسیاری از موارد کاربرد آن نه تنها هزینه‌ای زیادی ندارد، بلکه منافع آن، به حدی است که هزینه خرید داده‌ها در مقابل سرعت انجام کار و حجم

۱. دانشیار مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲. کارشناس ارشد بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2026-11-19]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.1.40.2]

داده‌ها و نیز نتیجه خروجی آنالیزها برای برنامه ریزی ناچیز می‌باشد. منافع حاصل از سنجش از دور به واسطه بهنگام بودن و امکان آشکارسازی تغییرات سریع محیطی به خوبی در تکنیک‌هایی که در کشاورزی به کار می‌روند، نمایان شده است (۱۱و۱۴).

تخمین و تعیین سطح زیر کشت محصولات کشاورزی در برنامه‌ریزی‌ها و تصمیم‌گیری‌ها اهمیت دارد. بسیاری از کشورها جهت این کار به جمع آوری اطلاعات و مشاهدات زمینی و گزارشات مربوطه متکی هستند، که بسیار هزینه‌بردار و زمان‌بر است. هم‌چنین مدل‌های ارائه شده عمدتاً تجربی و بر پایه اطلاعات هواشناسی استوارند، که در نتیجه بسیاری از این مطالعات با مشکلاتی همچون پراکنش مکانی ایستگاه‌های هواشناسی مواجه‌اند (۱۸). سنجش از دور می‌تواند با تشخیص نوع و تعیین سطح زیر کشت محصولات، اطلاعات مفیدی در این رابطه به متخصصان کشاورزی ارائه کند (۱۱).

برنج مهم‌ترین غذای بشر محسوب می‌شود. بنا بر گزارش فائو، عمده برنج دنیا به وسیله کشاورزانی که مزارع در سطح کوچک و درآمد پایینی دارند تولید می‌شود. تولید، مصرف و تجارت برنج در آسیا عمدتاً توسط کشورهایی صورت می‌گیرد که به صورت کمربندی از پاکستان شروع وتا ژاپن ادامه دارد. این کشورها بیش از ۹۰ درصد برنج دنیا را تولید می‌کنند (۱۸).

در تحقیقی توسط ساواساوا (۱۸) با استفاده از تلفیق RS و GIS و پارامترهای مدیریت، محصولات کشاورزی منطقه از جمله برنج برآورد شد. در این مطالعه با استفاده از تصاویر ماهواره IRS (Indian Remote Sensing satellite) با تفکیک مکانی ۲۳ متر و تصویر پانکروماتیک (PAN) ماهواره مذکور با تفکیک مکانی ۶ متر و هم‌چنین تصاویر سری زمانی ماهواره اسپات اقدام به آنالیز و تفسیر داده‌های ماهواره‌ای گردید. او با استفاده از برداشت‌های زمینی و نقشه‌های مختلف از منطقه و دخیل کردن پارامترهای مدیریتی و با توجه به مراحل فنولوژیکی محصولات و استفاده از شاخص‌های گیاهی مانند NDVI سطح زیر کشت برنجزارها را در منطقه‌ای در نظام آباد ایالت آندراپرادش هند برآورد نمود.

در مطالعه‌ای توسط تانگ و همکاران (۲۰) در ویتنام برای بررسی اثرات آبزی پروری بر روی اکوسیستم مانگرو در دلتا مکونگ، از تصاویر ماهواره‌ای کمک گرفتند. منطقه مورد مطلعه دارای تنوع اکولوژیکی و کاربری اراضی (از جمله مزارع برنج) بود. آنها برای جدا کردن برخی از کاربری‌ها، طبقه بندی به روش‌های حداکثر احتمال (Maximom Liklihood) و حداقل فاصله (Minimom Distance) را به کار بردند. هم‌چنین با استفاده از شاخص گیاهی NDVI و شاخص آب NDWI و تعیین محدوده ارقام دو شاخص فوق برای کاربری مورد نظر محققین و کسر شاخص NDWI از NDVI و انجام Stretch بر روی باند SWIR و در ادامه با ادغام کردن دو مرحله اخیر به هدف مورد نظر خود از نظر میزان تغییرات کاربری اراضی از سال ۱۹۶۵ دست یافتند. باند مادون قرمز موج کوتاه یا Short Wave) Infrared SWIR) در محدوده طول موج ۱/۷۵-۱/۵۵ میکرو متر توسط عارضه‌ای مثل آب، جذب می‌شود. لذا با توجه به این نکته می‌توان با استفاده از شاخص NDWI نسبت به تشخیص مناطقی که به نوعی با آب مرتبط هستند اقدام نمود.

در داخل کشور مطالعاتی برای سطح زیر کشت محصولات از جمله برنج به کمک از سنجش از دور انجام گرفته است. ساورویی (۶) در مطالعه‌ای با استفاده از فناوری RS و GIS نقشه اراضی زیر کشت برنج را در شهرستان‌های آمل و بابل با استفاده از داده‌های ماهواره لندست TM به دست آورد. محل قطعات نمونه‌برداری زمین به وسیله Global positioning system (GPS^2) شناسایی و مرز عوارض موجود در داخل آنها بر روی تصاویر ترسیم و کدگذاری شد. سپس با الگوریتم حداکثر احتمال، طبقه‌بندی انجام شد و طبقات مختلف از جمله برنج‌زارها تفکیک گردید. دقت نقشه طبقه بندی شده به کمک نقشه واقعیت زمینی نمونه‌ها (در محل کلاس برنج) تعیین گردید.

در مطالعه‌ای توسط دریایی (۱) در اداره کل آمار و اطلاعات وزارت کشاورزی سطح زیر کشت برنج‌کاری‌های استان

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.1.40.2]

جدول ۱. داده‌های مورد استفاده در مطالعه

ردیف	سنجنده	تاریخ	سال
۱	PAN	۶ ژوئن	۲۰۰۳
۲	LISS III	۶ ژوئن	۲۰۰۳
۳	WiFS	۲۲ آگوست	۲۰۰۳
۴	WiFS	۳۱ آگوست	۲۰۰۳
۵	WiFS	۱۰ سپتامبر	۲۰۰۳
۶	WiFS	۲۵ سپتامبر	۲۰۰۳
۷	WiFS	۲۲ آگوست	۲۰۰۴
۸	WiFS	۳۱ آگوست	۲۰۰۴
۹	WiFS	۱۰ سپتامبر	۲۰۰۴
۱۰	WiFS	۲۵ سپتامبر	۲۰۰۴

مازندران با استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای برآورد شد. در این مطالعه با انجام آنالیزهایی نظیر PCA و طبقه‌بندی و کنترل نقاط مورد تردید، سطح زیر کشت برنجکاری‌ها تعیین گردید و در نهایت میزان دقت طبقه‌بندی تعیین شد. مطالعه دیگری که توسط همین اداره کل (۲) انجام شده سطح زیر کشت برنج شهرستان رشت با استفاده از پردازش‌های لازم روی تصاویر ماهواره‌ای و نمونه‌گیری زمینی در دو طبقه برنج و غیر برنج برآورد شد.

هدف از مطالعه حاضر استفاده از داده‌های رقومی سنجنده‌های ماهواره IRS-1D یعنی PAN ، LISSIII سال ۲۰۰۳ میلادی و چند تصویر سری زمانی WiFS سال‌های ۲۰۰۳ و ۲۰۰۴ میلادی است که برای تعیین سطح زیر کشت شالی‌های حاشیه زاینده رود از منطقه لنجان در غرب تا شرق شهر اصفهان بود که در محدوده باند PAN قرار دارد. از اهداف دیگر مطالعه، مقایسه سطح شالیکاری‌ها به دست آمده با استفاده از داده‌های LISSIII با WiFS در سال ۲۰۰۳، هم‌چنین برآورد سطح زیر کشت برنج با استفاده از داده‌های سنجنده WiFS سال ۲۰۰۴ برمبنای آنالیز داده‌های سال۲۰۰۳ می‌باشد.

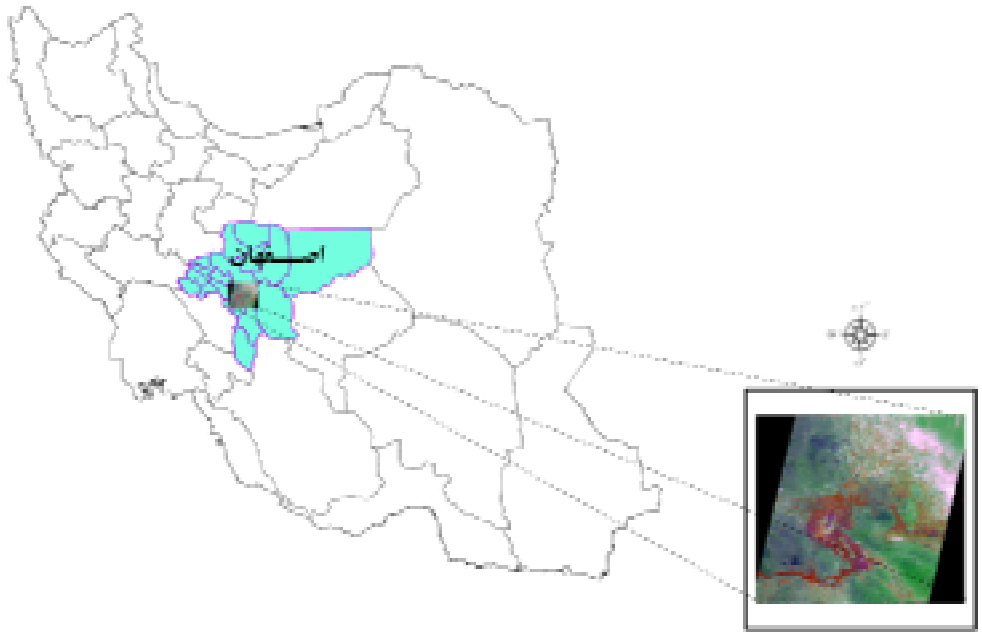
۲. مواد و روش‌ها

۲. ۱. مشخصات داده‌های ماهواره‌ای مورد استفاده و منطقه مورد مطالعه

داده‌های ماهواره‌ای مورد استفاده، داده‌های ماهواره IRS-1D هند و مربوط به سنجنده‌های LISSIII و PAN و WIFS (Wide Field Sensor) می‌باشد. در جدول (۱) تاریخ و داده‌های مورد استفاده مطالعه ارائه شده است. ماهواره IRS-1D سه سنجنده PAN LISSIII و WiFS را حمل می‌کند. محدوده طول موج سنجنده PAN، ۰/۵۰-۰/۷۵ میکرومتر با قدرت تفکیک ۵/۸ متر است. سنجنده LISSIII چهار باند، سبز، قرمز، مادون قرمز نزدیک (NIR) و مادون قرمز موج کوتاه (SWIR) دارد. قدرت تفکیک زمینی ۲۳/۵ متر برای باندهای مرئی و مادون قرمز نزدیک و باند مادون قرمز موج کوتاه ۷۰ متر است. سنجنده WiFS دارای دو باند، باند ۳ (قرمز) و باند ۴ (مادون قرمز نزدیک) با قدرت تفکیک مکانی ۱۸۸/۳ متر می‌باشد (۷). از چهار باند LISSIII اولین باند این سنجنده به علت خطای برداشت داده از ماهواره، مناسب نبود و در آنالیزها استفاده نشد. از آنجایی که مناطق شالیزار در منطقه اصفهان عمدتاً در محدوده

[Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.1.40.2]



شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

باند PAN قرار داشتند، بنابراین با انتخاب پنجره به اندازه باند PAN برای تمامی تصاویر، آنالیزها و تفسیرها صورت گرفت.

منطقه تحت پوشش باند PAN دارای مختصات دو گوشه شمال غرب با مختصات UTM، ۵۱۵۴۱۷ شرقی و ۳۶۴۶۶۴۲ شمالی و جنوب شرق ۵۹۶۲۲۵ شرقی و ۳۵۷۱۱۸۶ شمالی را دارد، که مساحت آن به اندازه باند PAN ۶۰۰۰۰۰ هکتار بالغ می‌گردد. علاوه بر داده‌های ماهواره‌ای از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح نیز استفاده شد. شکل (۱) موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

۲. ۲. جمع‌آوری اطلاعات زمینی

جهت تعیین سطح زیر کشت شالیزارها با استفاده از نقشه‌های منطقه، استفاده از GPS و رایانه نوت بوک، از اردیبهشت تا آخر مهر ماه به منطقه مراجعه شد، تا ضمن آشنایی با مناطق شالیکاری، نواحی تعلیمی مناسب جهت طبقه‌بندی تصاویر نیز تعیین گردد. هم‌چنین از کشاورزان و مالکان اراضی نیز اطلاعاتی درباره نوع کشت و تاریخ کاشت و برداشت برنج و محصولات دیگر کسب شد. کشت قبلی مزارع شالیکاری در منطقه لنجان جو و در منطقه شرق شبدر یا عمدتا لگوم است. در فروردین ماه عملیات شخم و آماده سازی زمین انجام شده و در نیمه اول اردیبهشت ماه خزانه گیری صورت می‌گیرد. در لنجان در دهه سوم اردیبهشت ماه زمین اصلی به روال محلی شخم و گل آب و آب تخت می‌گردد و در نیمه دوم خرداد ماه نشاءکاری انجام می‌گیرد. در منطقه شرق عملیات مشابه بوده با این تفاوت که نشاءکاری حدود هفته دوم تیر ماه انجام می‌گیرد. اولین ظهور خوشه ۱ تا ۱۱۵ روز از خیساندن بذر است و ۹۵٪ خوشه دهی ۱۱۰ تا ۱۲۵ روز پس از خیساندن بذر اتفاق می‌افتد. دانه‌ها ۱۳۱ تا ۱۴۷ روز پس از خیساندن، به حالت ۹۵٪ رسیدگی می‌رسد. برداشت محصول از اواخر شهریور تا اواسط مهر ماه در محل‌های مختلف و نسبت به زودرسی یا دیر رسی برنج انجام می‌گیرد (۱۲). جدول (۲) شمای کشت برنج را در وضعیت‌های پرآبی و کم آبی نشان می‌دهد.

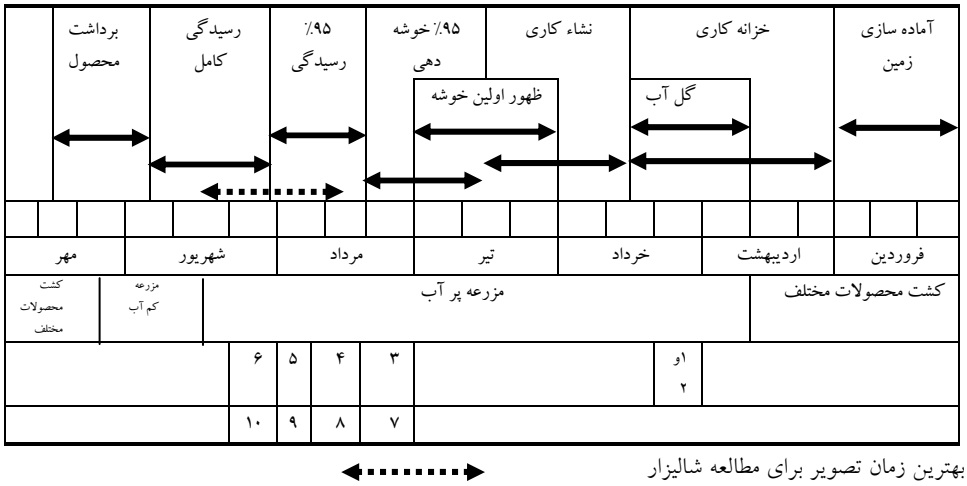
۲. ۳. بارزسازی و پردازش تصاویر

مراحل پردازش داده‌های ماهواره‌ای تا دستیابی به تعیین سطح

[Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.1.40.2]

جدول ۲. شمای کشت محصول برنج و وضعیت مزرعه در وضعیت پرآبی و کم آبی



زیر کشت برنج، به صورت زیر می‌باشد: ۱- تصحیح رادیومتریک و هندسی ۲- بارزسازی (افزایش کنتراست و انواع آنالیزها) ۳- طبقه بندی تصویر (طبقه بندی نظارت شده و طبقه‌بندی نظارت نشده) ۴- تلفیق لایه‌های تهیه شده.

۲. ۳. ۱. تصحیحات

اطلاعات ماهواره‌ای در حالت اولیه به دلیل داشتن اعوجاجات هندسی و اتمسفری نیاز به تصحیحات دارند که این تصحیحات بایستی بروی کلیه باندها اعمال گردد. این مرحله شامل جبران خطاهای سنجنده‌ها، تغییر و تبدیل داده‌ها، بررسی باندهای مختلف و تولید مجموعه‌های جدید اطلاعاتی با استفاده از کامپیوتر می‌باشد (۷،۱۵و۱۶).

برای داشتن تصاویری با کیفیت مطلوب به منظور طبقه‌بندی، شناسائی و تفکیک پدیده‌های زمینی که هدف اصلی تفسیر اطلاعات ماهواره‌ای است، تصحیح داده‌های ماهواره‌ای صورت گرفت. تصحیحات در سه بخش هندسی، رادیومتریک و آتمسفری انجام شد (۵ و ۸).

۲. ۳. ۱. الف) تصحیح هندسی

جهت جبران انحرافات هندسی به نحوی تصحیح شد که فایل‌های خروجی قابلیت انطباق با نقشه را داشته باشد (۹و۱۶).

با توجه به این که در این تحقیق از داده‌های چند زمانه استفاده شد، اقدام به هم مختصات کردن تصاویر سنجنده‌ها گردید. نظر به قدرت تفکیک مناسب باند پانکروماتیک، تصویر مربوط به این باند نسبت به نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ با انتخاب ۲۵ نقطه مشترک با پراکنش مناسب، در سیستم تصویر UTM مطابقت داده شد. باندهای سنجنده LISSIII نسبت به تصویر تصحیح شده باند PAN اصلاح هندسی شدند و باندهای سنجنده WiFS به تصاویر تصحیح شده LISS III تصحیح شد.

۲. ۳. ۱. ب) تصحیح اثر توپوگرافی (پستی و بلندی)

جهت بررسی تأثیر توپوگرافی و تغییرات ناشی از آن در مقادیر عددی تصاویر ماهواره‌ای از عملگرهای موجود در نرم افزار، تحت ماژول نرمال کردن توپوگرافی استفاده گردید که از پارامترهای ارتفاع و آزیموت خورشید و نیز نقشه DEM منطقه استفاده گردید. مدل کاربردی لامبرتی می‌باشد.

۲. ۳. ۱. ج) تصحیح اتمسفریک

برای تصحیح اتمسفریک از تکنیک کاهش پیکسل‌های تاریک استفاده شد. با این فرضیه که پیکسل تاریک با حداکثر احتمال، کمترین میزان انعکاس طیفی را داشته و متعلق به آب عمیق و سایه میان تصویر باشد که انعکاس آن صفر باشد. زیرا در

[Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.1.40.2]

صورت وجود ذرات پراکنده در جو، پراکنش جوی باعث می‌شود که عملاً انعکاس طیفی پیکسل‌های تاریک صفر نباشد (۱۷). در این مطالعه از منطقه‌ای واقع در دریاچه سد زاینده رود که آب عمیق دارد و نیز سایه کوه‌ها، برای تصحیح تصاویر مختلف بر اساس باند مادون قرمز هر سنجنده در تاریخ‌های مختلف، تصحیح اتمسفریک استفاده شد.

۲. ۳. ۱. د) تصحیح رادیومتریک

تصحیح رادیومتری یا کالیبره کردن سنجنده زمانی ضرورت پیدا می‌کند که تصاویر چند زمانه را مورد استفاده قرار گیرد و تصاویر، مربوط به فصول یا سال‌های مختلف می‌باشد. این تصحیحات با استفاده از روابط و معادلات ذیل بر روی داده‌ها اعمال می‌گردد (۱۵).

$L_{rad} = (D_N/\text{Max Gray})*(L_{max} - L_{min}) + L_{min}$

L_{rad} تابندگی در رقم پیکسل معین

L_{max} حداکثر رقم تابندگی در یک باند معین

L_{min} حداقل رقم تابندگی در یک باند معین

Max Gray= مقیاس کالیبرسیون کمی کردن اندازه‌ها (0<DN<255)

با استفاده از اطلاعات موجود در متادیتا تصاویر در رابطهٔ فوق الذکر برای هر دو باند سنجنده WiFS، کلیهٔ تصاویر تصحیح؛ و بدین ترتیب مبنای داده‌های تصاویر یکسان گردیدند.

۲. ۳. ۲. بهبود کنتراست

برای وضوح بهتر تصاویر از روش کشش خطی (Linear Stretch) استفاده شد. برای عمل بهبود کنتراست به کمک Stretch صورت گرفت.

۲. ۳. ۳. ایجاد تصاویر رنگی کاذب و ادغام باندها

برای ایجاد تصاویر رنگی کاذب در این مطالعه باندهای مختلف در فضای RGB با یکدیگر ترکیب و ترکیبات رنگی کاذب (False Colore Composite) (FCC) تولید شد. سنجنده LISS III با داشتن ۳ باند تعدادی ترکیب رنگی ارائه داد. با تکرار یک باند دلخواه سنجنده WiFS نیز ترکیب رنگی به دست آمد. تبدیلات فضای رنگ (RGB به HIS) نیز صورت گرفت. هم‌چنین به منظور وارد سازی اطلاعات مکانی از تصویر PAN تک باندی با توان تفکیک مکانی بالا به تصاویر چند طیفی، از فنون ترکیب استفاده شده است (۴). در تحقیق حاضر تصاویر باندهای سنجنده LISS III که قدرت تفکیک مکانی پایین‌تر ولی قدرت تفکیک طیفی بالاتر نسبت به باند پانکروماتیک داشتند؛ با باند PAN ادغام شدند. هم‌چنین تصاویر سنجنده WiFS با باندهای سنجنده LISSIII ادغام گردید.

۲. ۳. ۴. فشرده سازی داده‌ها با روش Tasseled cap

تبدیل تسلدکپ نوعی تبدیل خطی ساده است که جهت تشخیص بهتر پوشش گیاهی کاربرد دارد (۱۳). این تبدیل یک نوع خاص از تبدیل‌های فشرده سازی است که بر اساس آنالیزهای ماتریسی عمل می‌کند و خروجی‌هایی بر اساس مولفه‌های روشنایی brightness (حاصل جمع تمامی باندهای طیفی)، مولفه سبزینگی greenness (تباین بین مادون قرمز نزدیک و باندهای مرئی) و مولفه رطوبت moisture (تباین باندهای مرئی و مادون قرمز نزدیک با مادون قرمز حرارتی) ارائه می‌دهد.

۲. ۳. ۵. استفاده از شاخص‌های گیاهی

در مورد پوشش گیاهی زنده از بخش مرئی به طرف بخش مادون قرمز میانی، تفاوت معنی‌داری در انعکاس و جذب طیف‌ها رخ می‌دهد. شاخص‌های گیاهی از ترکیب باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک (NIR) استفاده می‌شود. در تحقیق حاضر از شاخص‌های NDVI ، RVI و DVI استفاده شد.

۲. ۳. ۶. استفاده از شاخص آب (NDWI) (Normalized Difference Water Index)

برای تشخیص آب یا آب موجود در برگ گیاهان از شاخص آب استفاده گردید. معادله این شاخص به صورت زیر است که به ترتیب از باندهای LISS III به شرح زیر استفاده شد.

NDWI=(NIR-SWIR)/(NIR+SWIR) SWIR= Band 4, NIR= Band 3

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.1.40.2]

در این مطالعه با اعمال شاخص فوق بر روی باند SWIR و NIR طبق رابطه فوق، در محدوده ارزش رقومی در مناطق شالیکاری شده و هم‌چنین آب در محدوده‌های ۰/۰۲- تا ۱، ۰/۰۳- تا ۱، ۰/۰۴- تا ۱ و ۰/۰۵- و بیشتر، Density Slicing انجام گرفت.

۲. ۳. ۷. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA)

PCA روشی جهت متراکم کردن اطلاعات در تصویر به منظور تفسیر بهتر داده‌های ماهواره‌ای است. عوامل اتمسفری و زمان تصویربرداری آنالیز PCA را تحت تأثیر قرار می‌دهند؛ در نتیجه در صورت چند زمانه بودن تصاویر، این آنالیز کارایی بیشتری را دارا خواهد بود (۲۰). اجزاء اولیه دارای بیشترین اطلاعات هستند (۱۶).

در این تحقیق به سه روش مختلف از آنالیز PCA (Principle Component Analysis) استفاده گردید به این نحو که در روش اول بر ترکیب باندی داده‌های یک زمان مشخص در سنجنده‌های LISS III و WiFS آنالیز PCA اعمال گردید. در روش دوم این آنالیز، بر ترکیب سری زمانی داده‌های WiFS برای هر سال و روش سوم آنالیز PCA بر ترکیب شاخص‌های گیاهی ۴ زمان متوالی مربوط به هر سال، اعمال و در ادامه از نتایج آن برای تشخیص عوارض مختلف سطح زمین استفاده گردید.

۲. ۴. طبقه‌بندی داده‌های ماهواره‌ای

با توجه به هدف اصلی تکنولوژی سنجش از دور، طبقه‌بندی تصاویر سنجنده‌های PAN، LISSIII و WiFSرا می‌توان به عنوان مهم‌ترین بخش تفسیر اطلاعات ماهواره‌ای مطالعه به شمار آورد (۲۱). در مطالعه حاضر برای طبقه‌بندی شالی‌ها از پدیده‌ها و عوارض مختلف از الگوریتم‌های دو روش طبقه‌بندی نظارت شده و طبقه‌بندی نظارت نشده استفاده شد.

۲. ۴. ۱. ارزیابی دقت طبقه‌بندی

با استفاده از روش‌های مختلف نمونه‌گیری و کنترل زمینی و بررسی میزان کل پیکسل‌های طبقه‌بندی شده و تعداد پیکسلی که در نمونه‌گیری دخالت داشته‌اند و نیز استفاده از روابط آماری مربوطه، دقت طبقه‌بندی برآورد گردید (۹ و۱۶). که در آن نقشه‌های تهیه شده با تصاویر ماهواره‌ای با داده‌های مرجع یا حقایق زمینی مقایسه شد و سپس ماتریس خطا (Confusion Matrix) تشکیل شد. در این ماتریس، علاوه بر دقت طبقه‌بندی، بررسی ماهیت پیکسل‌های غلط نیز انجام شد و ضمن تعیین دقت هر یک از گروه‌ها شاخص کاپا نیز محاسبه گردید (۱۳). در فلوچارت (۱) الگوریتم انجام مطالعه بطور خلاصه بیان شده است.

۳. نتایج و بحث

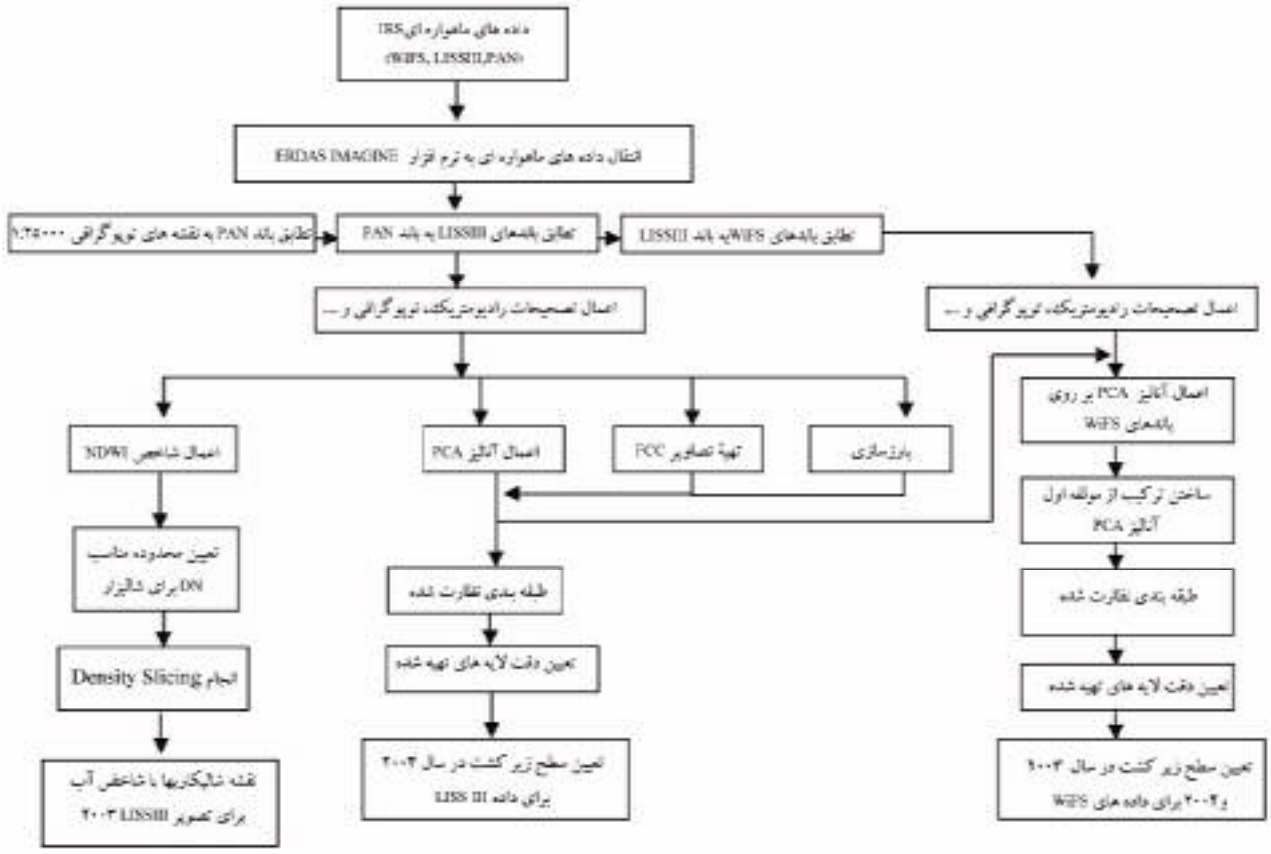
با انجام برداشت‌های میدانی و آنالیزهای تصحیح، بارزسازی و پردازش بر روی داده‌های رقومی مورد استفاده در تعیین سطح زیر کشت شالیزارهای منطقه اصفهان، نتایج مراحل مختلف آنالیزها به شرح ذیل حاصل شد:

تصحیح هندسی تصویر باند پانکروماتیک با RMSe (Root Mean Square error) برابر با ۰/۵۳ پیکسل انجام گرفت. در ادامه باندهای LISSIII و WiFS نیز هم مختصات شدند. در نتیجهٔ تصحیح رادیومتریک بر روی داده‌ها، رقم پیکسل عوارض سطح زمین در دادهٔ ماهواره‌ای به مقدار واقعی آن تبدیل و اثر زوایای مختلف ارتفاع خورشید در تصاویر زمان‌های مختلف و اثرات آتمسفریک جو بر میزان انعکاس عوارض تصویر برطرف و مختصات زاویهٔ ارتفاع خورشید درکلیهٔ تصاویر یکسان گردید. برای ایجاد تصاویر ترکیب رنگی اولین باند LISSIII که تصویر مناسبی نداشت، کنار گذاشته شد و با بقیه باندها ترکیب‌های مختلفی ایجاد گردید.

برای ادغام باندها شروط داده‌های مورد استفاده در این مطالعه از نظر همزمانی تاریخ تصاویر، تطابق هندسی نسبت به یکدیگر و عدم تغییر عمده شرایط محیطی؛ که شروط لازم برای ادغام موفقیت‌آمیز داده‌های سنجنده‌های مختلف است، رعایت شده است. هم‌چنین در هر دو روش مبتنی بر پاسخ طیفی و

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.1.40.2]



فلوچارت ۱. الگوریتم مراحل انجام مطالعه

روش تبدیل فضای رنگ، با استفاده از دستورهای نرم‌افزار عملیات فوق صورت گرفت. با انجام عملیات ادغام (Merge resolution) ترکیب باندهای LISS III با باند پانکروماتیک و ترکیب باندهای WiFS با باند LISS III ترکیباتی با دقت مکانی بهتر تولید شد که در کنترل زمینی حاشیه مزارع و نیز اندازه آنها دقیق‌تر و با وضوح بیشتر قابل مشاهده شد. برای داده‌های WiFS نیز ترکیبات رنگی به صورت ادغام شده با باند پانکروماتیک و هم بدون انجام عملیات ادغام حاصل شد. شکل (۲) تصویر ترکیب رنگی باندهای سنجنده LISS III ادغام شده با باند PAN را نشان می‌دهد.

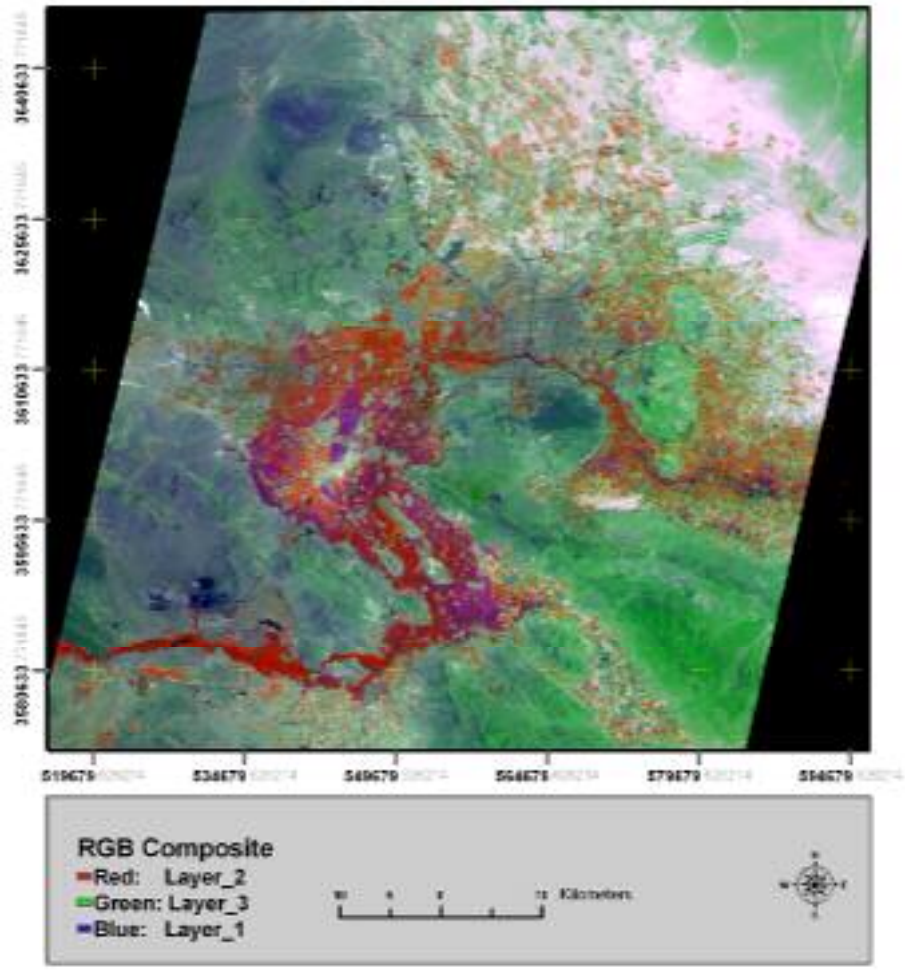
در تبدیل تسلدکپ برای تصاویر LISS III سه تصویر مولفه‌های مربوطه حاصل شد. علاوه بر تصاویر مولفه‌های روشنایی، رطوبت و سبزی، تصویر ترکیبی سه مؤلفه نیز به دست آمد. مناطق دارای شالی را تا حدودی می‌توان از عوارض دیگر تفکیک کرد، ولی کشت‌های دیگر با شالی مخلوط هستند. برای تفکیک آنها از شاخص‌های گیاهی NDVI، RVI و DVI نیز استفاده شد که خروجی‌های حاصله از اعمال این شاخص‌ها برای تفکیک پوشش‌های طبیعی از کشاورزی مناسب هستند، اما برای تفکیک شالیزارها از سایر کشت‌های هم‌زمان در منطقه نتیجه خوبی حاصل نشد.

با در اختیار داشتن تصاویر حاصل از انجام آنالیزهای مختلف، برداشت‌های زمینی (با استفاده از GPS و LAPTOP) و اخذ اطلاعات از زارعین اقدام به طبقه‌بندی بر روی تصاویر شد. طبقه‌بندی نظارت نشده ترکیبات به دست آمده محدوده شالیزارها را به طور کامل جدا نکرد. علت آن تداخل بازتاب پدیده‌ها و عوارض دیگر با شالیزارهاست.

با آنالیز PCA علاوه بر جزءهای تصویر، از اجزاء، ترکیب‌های مختلفی نیز حاصل شد، که در تشخیص عوارض

[Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.1.40.2]



شکل ۲. تصویر کاذب رنگی فیوژن شده منطقه اصفهان (سنجنده LISSIII)

جدول ۳. ماتریس هم‌بستگی سه باند و اجزاء PCA تصویر مورد مطالعه

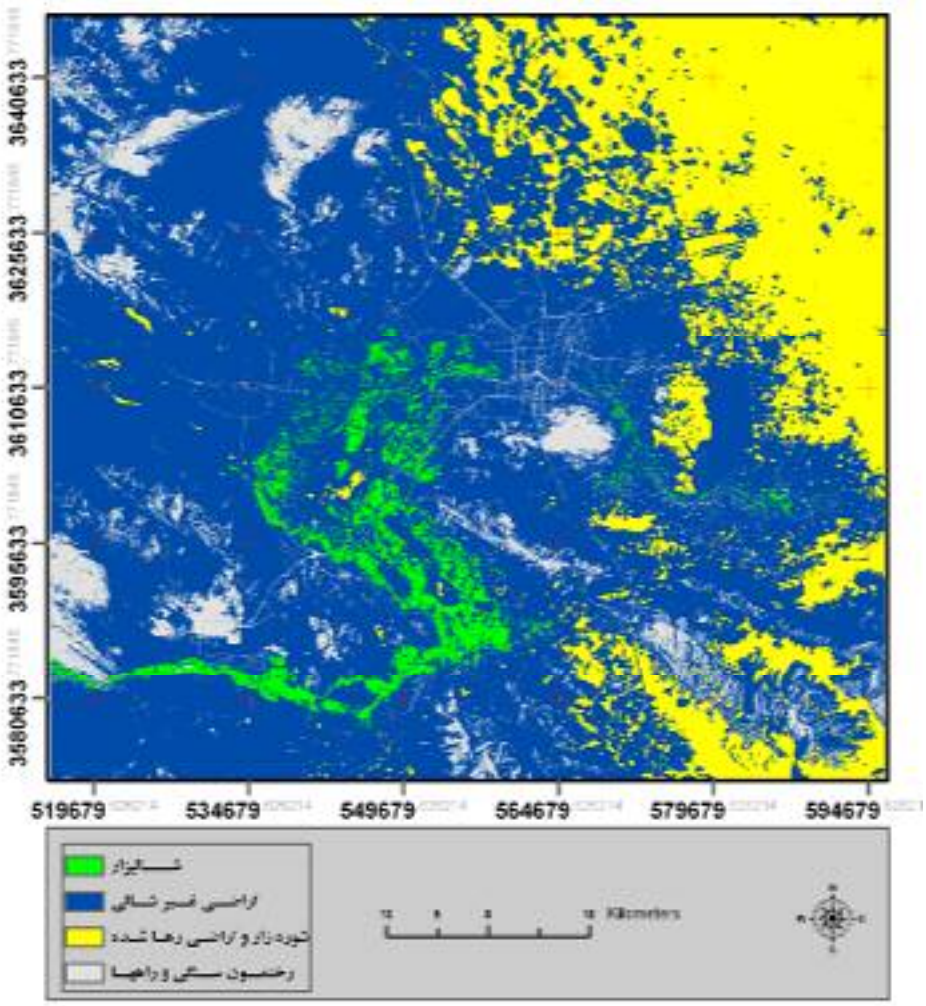
باند و اجزاء	B2	B3	B4	PC1	PC2	PC3
B2	۱	۰/۶۵	۰/۶۸۵	۰/۸۹	۰/۳۹	−۰/۲۵
B3	۰/۶۵	۱	۰/۵۴	۰/۷۲	۰/۴۰	۰/۵۷
B4	۰/۶۸۵	۰/۵۴	۱	۰/۹۳	−۰/۳۶	۰/۰۲

مناسب هستند. با انتخاب نواحی تعلیمی و استفاده از الگوریتم طبقه‌بندی نظارت شده علاوه بر شالیزارها عوارضی مانند رخنمون‌ها و اراضی رها شده و شوره‌زارها در تصاویر PCA قابل تفکیک هستند. با طبقه بندی تصاویر شاخص گیاهی عوارض مربوط به پوشش گیاهی مانند اراضی غیر شالی جدا گردید. جدول (۳) ماتریس هم‌بستگی ۳ باند سنجنده LISS III و اجزاء آنالیز PCA را نشان می‌دهد.

با بازدیدهایی که از چند منطقه صورت گرفت، مشخص شد که برخی مناطق شالیزار نبوده‌اند ولی به اشتباه در کلاس شالیزار گروه بندی شده بودند، برای مثال کارخانه فولاد مبارکه از جمله

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.1.40.2]



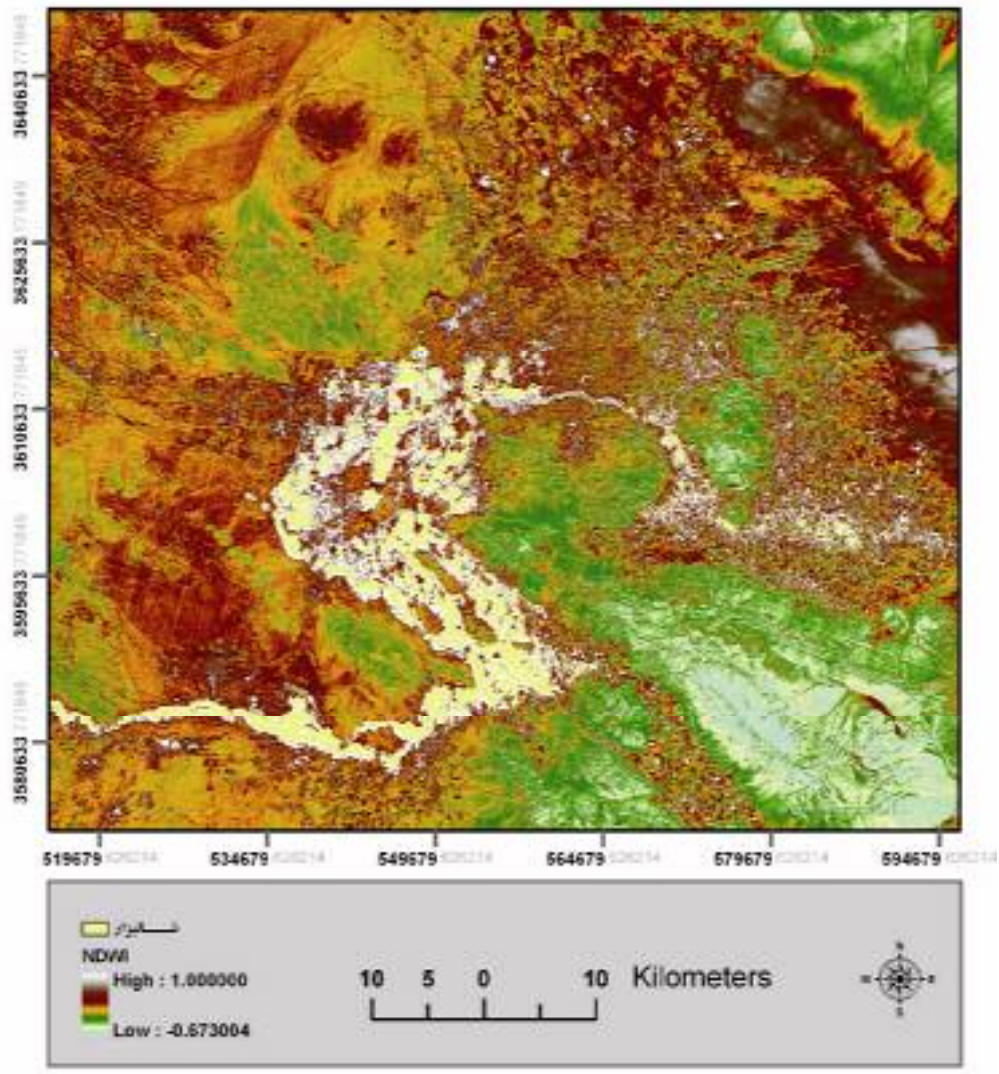
شکل ۳. نقشه شالیکاری‌های منطقه اصفهان (سنجنده LISSIII سال ۲۰۰۳)

این مناطق بود. لذا نواحی تعلیمی جدید برای عوارض مورد نظر تصحیح شدند. در مجموع مساحت شالیزارها در تصویر مورد بررسی حدود ۱۹۵۰۰ هکتار تعیین می‌گردد. این مقدار سطح زیر کشت با مقادیری که بخش تحقیقات برنج استان اصفهان اعلام نموده (۱۸۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ هکتار) مطابقت دارد. شکل (۳) نقشه طبقات مختلف از جمله پراکنش شالیزارها را در اواسط تیر ماه مربوط به سنجنده LISS III در سال ۲۰۰۳ را نشان می‌دهد.

با استفاده از باند مادون قرمز موج کوتاه و استفاده از شاخص‌های NDWI و NDVI مخصوصاً شاخص آب در محدوده‌های مختلف رقم پیکسل که شالیکاری وجود دارد، محدوده برنجزارها را جدا می‌کند ولی به همراه شالیزارها برخی کشت‌های دیگر و پوشش سبز بمانند فضای سبز و چمن کاری‌های اطراف زاینده رود که در زمان تصویر برداری همانند برنج آبیاری زیاد می‌شوند نیز به عنوان برنجزار طبقه بندی می‌شود. کلاس بیش از ۰/۰۲- رقم پیکسل برای شاخص NDWI با مساحت ۱۹۸۵۰ هکتار سطح زیر کشت برنج منطقه اصفهان می‌باشد که با استفاده از این روش تعیین می‌گردد. اختلاف سطح زیر کشت شالی در نقشه از طریق طبقه بندی با شاخص آب به حدود ۳۵۰ هکتار بالغ می‌گردد که سطح اضافه، فضای سبز شهر اصفهان و رودخانه زاینده رود است. شکل (۴) نقشه مربوط به شاخص NDWI و شالی‌های منطقه مورد مطالعه

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.1.40.2]

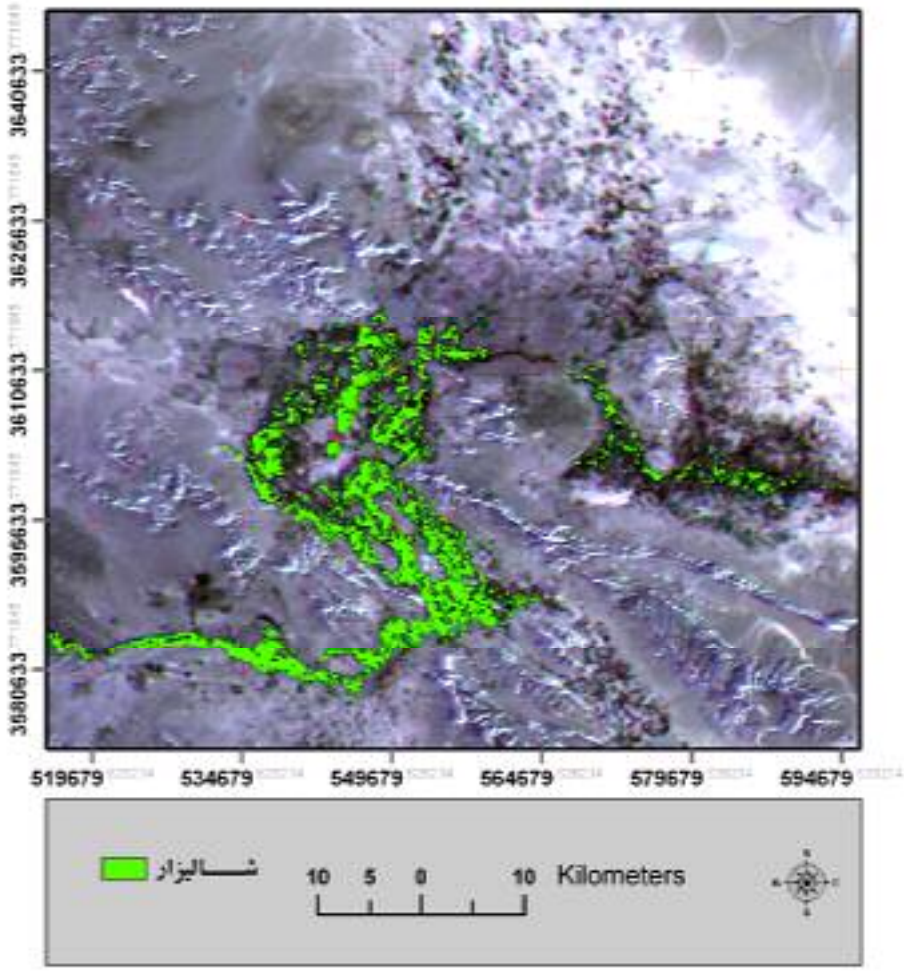


شکل ۴. نقشه شالیکاری‌های منطقه اصفهان با شاخص آب (سنجنده LISSIII) سال ۲۰۰۳

از این روش را نشان می‌دهد. استفاده از NDWI که توسط تانگ و همکاران (۲۰۰۴) معرفی شده (۲۰) کمک زیادی در تفکیک محیط‌های آبی دارد که در مطالعه حاضر هم تفکیک شالیزارها را به خوبی انجام داد. باند چهار سنجنده LISS III در طول موجی که جمع آوری داده را انجام می‌دهد، به خوبی کار جداسازی را انجام داد. استفاده از شاخص NDVI هم در این زمینه مفید بود. تانگ و همکاران (۲۰) و نیز ساواساوا (۱۸) هم که از این شاخص گیاهی استفاده کرده‌اند. نتیجه مناسبی از آنالیز دریافت کرده‌اند، به خصوص ترکیب دو شاخص فوق الذکر و نیز بهبود کنتراست با کشش خطی، جداسازی شالیزار را از بازتاب بقیه منابع زمینی به خوبی انجام داد و دقت کار را افزایش می‌دهد. اعمال PCA به تنهایی که توسط دریایی (۱) برای داده‌های TM در مازندران به کار برده شده است نیز نتیجه مناسب برای تفکیک شالیزار داشته است (۲). در منطقه اصفهان با داده‌های سنجنده‌های IRS نتیجه مناسب از اعمال PCA و شاخص آب به دست آمد. نتیجه کاربرد روش‌های طبقه بندی مختلف که ساورویی (۶) در شهرستان‌های آمل و بابل به دست آورد، با نتیجه کار با سنجنده IRS با همان روش‌ها تا حدودی مطابقت دارد. برای داده‌های WiFS نیز همان طور که اشاره شد، آنالیزهای مختلف

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.1.40.2]

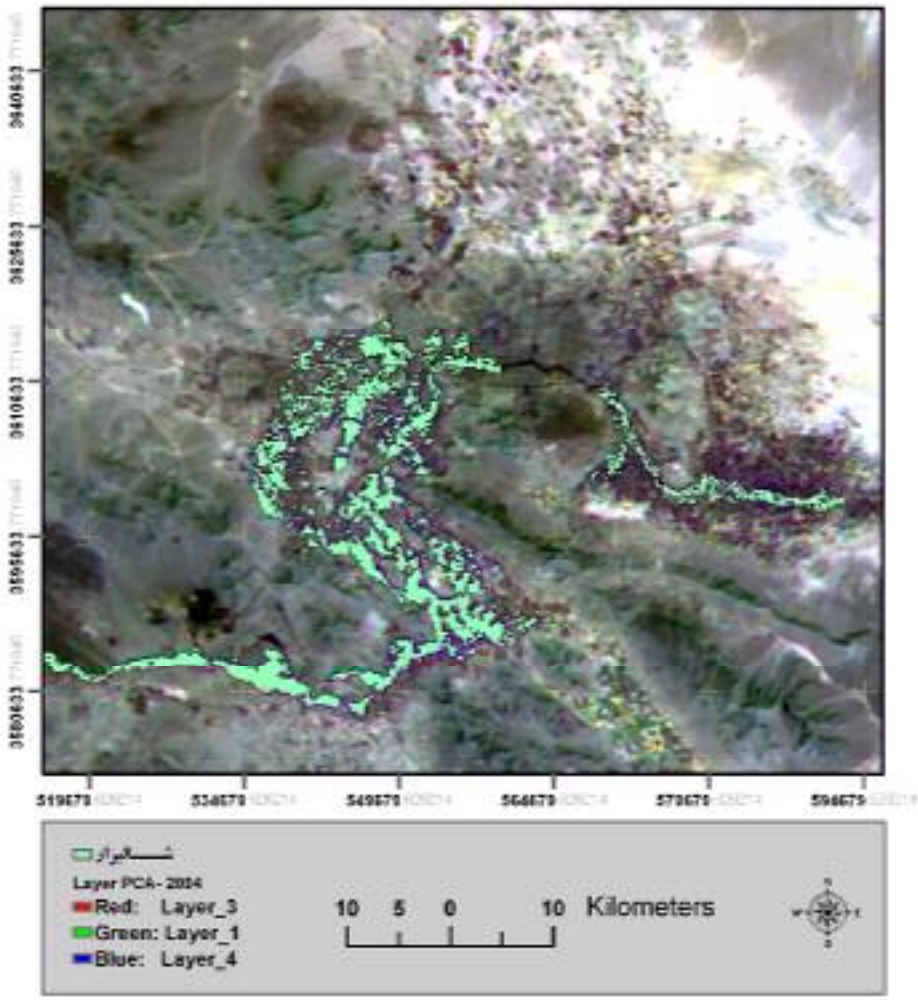


شکل ۵ . نقشه شالیکاری‌های منطقه اصفهان (سنجنده WiFS) سال ۲۰۰۳

صورت گرفت. شاخص‌های گیاهی و ترکیب شاخص مربوط به سری زمانی هرسال با یکدیگر هم‌چنین ترکیب باندهای زمان‌های مختلف و طبقه بندی این تصاویر و ترکیبات نتوانست شالی‌ها را از کشت‌های دیگر کاملاً تفکیک کند، اما برای عوارض دیگر قابل استفاده هستند. با اعمال آنالیز PCA به داده‌های تاریخ‌های مورد استفاده مولفه‌های مختلف حاصل شد. ترکیب مولفه‌های اول آنالیز PCA مربوط به تاریخ‌های مختلف هر سال به صورت FCC استفاده شد و روی آنها نواحی تعلیمی انتخاب گردید و طبقه‌بندی نظارت شده صورت گرفت. با این روش شالی‌های منطقه برای سال‌های ۲۰۰۳ و ۲۰۰۴ از سایر کشت‌ها و عوارض جدا شد. سطح زیر کشت برنج در این داده‌ها برای سال ۲۰۰۳ منطقه اصفهان ۲۰۴۵۰ هکتار و برای سال ۲۰۰۴ سطح ۲۱۶۵۰ هکتار با داده‌های WiFS به دست آمد. نقشه سطح زیر کشت تولیدی با سنجنده WiFS در سال ۲۰۰۳ حدود ۴/۹ درصد اضافه سطح نسبت به نقشه تولیدی از روش طبقه بندی دارد و با شاخص آب حدود ۳ درصد اریبی دارد. علت این افزایش سطح در نقشه WiFS مربوط به قدرت تفکیک مکانی اصلی تصویر است که موجب می‌گردد بازتاب حاشیه‌ها تأثیر بیشتری در تصویر نداشته باشد. با در نظر گرفتن اختلاف سطح در مطالعه سال ۲۰۰۳، که ۴/۹ درصد برآورد گردید، مساحت شالی در سال ۲۰۰۴ برابر ۲۰۵۸۹ هکتار خواهد بود. شکل‌های (۵ و۶) نقشه سطح زیر کشت شالی منطقه اصفهان برای سال‌های ۲۰۰۳ و ۲۰۰۴ مربوط به داده‌های WiFS را نشان می‌دهد. در

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.1.40.2]



شکل ۶. نقشه شالیکاری‌های منطقه اصفهان (سنجنده WiFS) سال۲۰۰۴

شکل (۵) که مربوط به ترکیب سه سری داده از باندهای ۴ تاریخ سال ۲۰۰۳ می‌باشد، اثر تصحیح توپوگرافی در ارتفاعات به خوبی مشخص است و برنجکاری‌های منطقه هم از بقیه تفکیک شده است در مقایسه با شکل (۲) این تصحیح به خوبی مشاهده می‌شود. زمینه تصویر شکل (۶) ترکیب مولفه‌های اول آنالیز PCA چهار تصویر به کار رفته برای برآورد سطح زیر کشت سال می‌باشد که شالیزارها کاملاً مشخص می‌باشند. لایه‌های ۱ تا ۴ به ترتیب مؤلفه‌های اول آنالیز PCA مربوط به تاریخ‌های ۲۲ آگوست، ۳۱ آگوست، ۱۰ سپتامبر و ۲۵ سپتامبر سال ۲۰۰۴ است که با هم ترکیب شده اند. مقایسه تصاویر مختلف نشان می‌دهد مزارع برنج در سال‌های مختلف ثابت بوده و موقعیت آنها تغییر زیادی نمی‌کنند، اگر چه با وجود آب، سطح بیشتری کشت می‌گردد، یا برخی اراضی در سال‌های کم آب نکاشت باقی می‌مانند.

برای تعیین دقت طبقه‌بندی برداشت زمینی موقعیت شالیزارها با GPS انجام گرفت که بعنوان داده‌های مرجع برای مقایسه با تصویر طبقه‌بندی شده بکار گرفته شد. هم‌چنین از موارد طبقه بندی شده و کلاس‌های مشابه هم برداشت به عمل آمد و جدول ماتریس خطا تشکیل گردید (جدول ۴). کاپای کلی در این طبقه‌بندی ۸۹ درصد و دقت کلی۹۱ درصد محاسبه شده است. هم‌چنین خطاهای امیسیون و کمیسیون نیز محاسبه شده‌اند. خطای امیسیون، پیکسل‌هایی است که، به

[Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.1.40.2]

جدول ۴. ماتریس خطای نتایج لایه‌های طبقه‌بندی شده

لایه‌های طبقه‌بندی شده	کلاس‌های مرجع طبقه‌بندی شده					
	شالیزارها	اراضی غیرشالی (پوشش‌گیاهی، مناطق شهری و...)	اراضی رهاشده و شوره‌زارها	رخنمون و جاده‌ها	جمع	خطای کمیسیون
شالیزارها	۱۹۹۳	۸۵	۱۰	۱۶	۲۱۰۴	۰/۰۵۲۸
اراضی‌غیرشالی (پوشش‌گیاهی، مناطق شهری و...)	۱۶۳	۱۲۷۰	۱۳۳	۵۳	۱۶۱۹	۰/۲۱۵۶
اراضی رهاشده و شوره‌زارها	۱۲	۳۶	۲۷۳۶	۳۰	۲۸۱۴	۰/۰۲۷۷
رخنمون و جاده‌ها	۱۴	۶۸	۱۵	۱۱۴۸	۱۲۴۵	۰/۰۷۷۹
جمع	۲۱۸۲	۱۴۵۹	۲۸۹۴	۱۲۴۷	۷۷۸۲	-
خطای امیسیون	۰/۰۸۶۶	۰/۱۲۹۵	۰/۰۵۴۶	۰/۰۷۹۴	-	۰/۰۸۱۶

جمع پیکسل‌ها = ۷۷۸۲ دقت کلی= ۹۱٪ کاپای کلی = ۸۹٪

خطا از طبقه‌ای به طبقات دیگر اختصاص داده شده‌اند و خطای کمیسیون، پیکسل‌هایی است که، به عنوان طبقه واقعی خود شناسایی و طبقه‌بندی نشده‌اند.

۴. نتیجه‌گیری

بهترین زمان برای تعیین سطح زیر کشت شالیزارها در منطقه اصفهان، استفاده از داده‌های ماهواره‌ای مرداد ماه است که مزارع برنج پر آب و هم‌چنین دارای LAI بالایی است. از طرفی کشت‌های دیگر هم برداشت شده است. لذا تداخل کمتری در بازتاب‌ها رخ می‌دهد. تصویر ۳۱ آگوست سنجنده WiFS موید این مطلب است. نسبت باندها یعنی شاخص گیاهی RVI این سنجنده مطلب را به خوبی نشان می‌دهد. لذا در صورت محدود بودن تعداد تصویر و انتخاب فقط یک تاریخ برای تعیین سطح زیر کشت برج با دقت کمتر، این تاریخ تا حدودی مناسب است.

– داده‌های سنجنده WiFS برای تخمین سطح و داده‌های LISSIII برای تشخیص و تعیین نوع محصول استفاده گردد.

– محدوده طیفی مادون قرمز موج کوتاه بازتابی برای اخذ اطلاعات از پوشش گیاهی سطح زمین مفید است.

– مزارع برنج تولید گاز متان می‌کنند و متان عمدتا در بالای شالیزار باقی می‌ماند. برنجزارها مانند کلروفلوئوکربن‌ها (CFCs) تهدیدی برای پدیده گرمایش جوی است. یک مولکول متان، ۳۰ بار مؤثرتر از یک مولکول دی اکسید کربن، گرما را به دام می‌اندازد. گاز متان مشابه ابر عمل می‌کند و جذب شدید الکترومغناطیس دارد؛ البته در طول موج‌های مختلف عملکرد آن گزارش نشده، به نظر می‌رسد، گاز متان تأثیر قابل توجه در جذب و بازتاب الکترومغناطیس طبیعی دارد که در تعیین سطح زیر کشت مزارع برنج می‌تواند مؤثر باشد (۱۰). پیشنهاد می‌گردد مطالعه بیشتری در این زمینه با ماهواره‌های دیگر صورت گیرد.

سپاسگزاری

محققین از مساعدت سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح کشور که داده‌های ماهواره‌ای مورد نیاز تحقیق را در اختیار قرار دادند، سپاسگزاری می‌کنند.

[Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.1.40.2]

منابع مورد استفاده

۱. اداره کل آمار و اطلاعات. ۱۳۷۵. برآورد سطح زیر کشت و تهیه نقشه برنجکاری‌های استان مازندران با استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای. نشریه شماره ۱۵، اداره کل آمار و اطلاعات، وزارت کشاورزی، تهران.

۲. اداره کل آمار و اطلاعات. ۱۳۷۳. برآورد سطح زیر کشت برنج در شهرستان رشت با استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای و نمونه‌گیری زمینی. نشریه شماره ۱، وزارت کشاورزی، تهران.

۳. خواجه‌الدین، س.ج. ۱۳۷۶. نقش سنجش از دور در توسعه کشاورزی و منابع طبیعی پایدار و استفاده از این داده در برنامه‌ریزی کشاورزی صنعت. مجموعه مقالات سمینار نقش صنعت در توسعه کشاورزی، انتشارات شهرک علمی و تحقیقاتی با همکاری انتشارات مانی، اصفهان.

۴. درویش‌صفت، ع.ا. ۱۳۸۱. ادغام داده‌های ماهواره‌ای. همایش ژئوماتیک ۸۱، سازمان نقشه‌برداری کشور، تهران.

۵. زهتابیان، غ، ر و م. ر. طباطبائی. ۱۳۷۸. بررسی روند بیابان زایی با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیائی (GIS). مجله بیابان ۴(۲) : ۵۷-۶۷.

۶. ساروئی، س. و ع. نصیری. ۱۳۸۱. بهره‌گیری از فن‌آوری سنجش از دور و GIS در تهیه آمار و نقشه اراضی زیر کشت برنج در شمال کشور (شهرستان‌های آمل و بابل). همایش ژئوماتیک ۸۱، سازمان نقشه‌برداری کشور، تهران.

۷. علوی پناه، س ک. ۱۳۸۲. *کاربرد سنجش از دور در علوم زمین*. انتشارات دانشگاه تهران.

۸. علوی پناه، س، ک و همکاران. ۱۳۷۵. تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از داده‌های رقومی ماهواره‌ای لندستTM، سیستم اطلاعات جغرافیائی در منطقه موک استان فارس. علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۷(۱): ۷۵-۷۶.

۹. علیزاده ربیعی، ح. ۱۳۷۰. *سنجش از دور (اصول و کاربرد)*. انتشارات سمت، تهران.

۱۰. فرخ‌زاد، ف. (ترجمه). ۱۳۷۶. تأثیر کشت برنج بر تغییرات آب و هوایی جهان. مجله زیتون۱۳۴: ۴۳-۶۰.

۱۱. کوران، پ. (ترجمه رضا حائز). ۱۳۷۴. *اصول سنجش از دور*. مرکز سنجش از دور ایران، انتشارات امید، تهران.

۱۲. مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان بخش تحقیقات برنج. ۱۳۸۱. گزارش پژوهشی سال ۱۳۸۰ ، شماره ۳۱۴-۳۵۷، وزارت کشاورزی، سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان.

۱۳. نجفی دیسفانی، م. ۱۳۷۵. *پردازش کامپیوتری تصاویر ماهواره‌ای*. انتشارات سمت، تهران.

14. Barrett ,E.C. and L.F. Curtis.1992. Introduction to Environmental Remote Sensing. Chapman & Hall, New York.
15. Jensen, J. R. 1996. Textbook: Introductory Digital Image Processing: Radiometric and Geometric Correction. Prentice and Hall Inc., New York.
16. Lillesand, T.M. and R.W. Kife. 200.0 Remote Sensing and Image Interpretation. John Willey & Sons. New York.
17. Sarnam, S., A. Shefali, P.K. Joshi and P. S. Roy. 1999. Biome level classification of vegetation in western India-an application of wide field view sensor WiFS, http://www.ipi.unihannover.de/html/publication.
18. Sawasawa, H.L.A. 2003. Crop yield estimation: integration RS, GIS and management factors. ITC, International Institute for Geo-information science and earth obsevation enschede, The Netherlands.
19. Schmidt, H. and A. Karnicli. 2000. Remote sensing in the Seasonal variability of vegetation in a semi - arid envrionment. J. Arid Environ. 45: 43-59.
20. Tong, P. H. S., Y. Auda, J. Populus, M. Aizpuru, A. Al Habshi and F. Blasco. 2004. Assessment from space of mangroves evolution in the Mekong Delta, in relation to extensive shrimp farming. Intl. J. Remote Sensing 25(21):4795-4812.
21. Tso, B. and P. Mather. 2001. Classification Methods for Remotely Sensed Data. Taylor & Francis, UK.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.1.40.2]