نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال نوزدهم، شماره ۵۲، بهار ۹۸

# تعیین و بررسی سطح زیرکشت محصولات زراعی در ناحیه لنجانات با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای

**دریافت مقاله:** ۹۶/۸/۲۴ **پذیرش نهایی:** ۹۷/۴/۱۲

**صفحات:** ۱۶۹-۱۴۷

**وحید ریاحی:** دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
**Email**: vrali2004@yahoo.com

**پرویز ضیائیان فیروزآبادی:** دانشیار گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
**Email**: p.zeaiean@gmail.com

**فرهاد عزیزپور:** دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی‌روستایی، دانشکده علوم‌جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
**Email**: azizpourf@yahoo.com

**پرستو دارویی:** دانشجوی دکترای جغرافیا و برنامه‌ریزی‌روستایی، دانشکده علوم‌جغرافیایی، دانشگاه‌خوارزمی، تهران، ایران.[1]
**Email**:parastoodarouei@yahoo.com

## چکیده

**در این پژوهش، به‌منظور شناسایی و تفکیک اراضی زیرکشت محصولات غالب در ناحیه لنجانات در استان اصفهان از تصاویر چند زمانه سنجنده OLI، ماهواره لندست۸، مربوط به تاریخ‌های ۲۹ فروردین، ۱۶ تیر و۲ شهریور سال ۱۳۹۵ استفاده شد و با بهره‌گیری از روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال و شاخص نرمال شده تفاضل پوشش گیاهی (NDVI) محصولات زراعی در دوران متفاوت رشد و با توجه به تقویم زراعی آن‌ها، نقشه الگوی کشت محصولات این منطقه نگاشته شد. جهت بررسی صحت نتایج، نقشه‌های تولید شده با داده‌های مرجع مورد بررسی قرار گرفت. ضریب کاپا و صحت کلی در روش حداکثر احتمال به ترتیب ۰/۸۸ و ۹۰ درصد و در روش استفاده از شاخص NDVI، به‌ترتیب ۰/۹۰ و ۹۳ درصد برآورد گردید. هم‌چنین، از آمار سازمان جهاد کشاورزی استان در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ برای ارزیابی نتایج استفاده شد. نتایج نشان داد که سطح زیر کشت گندم و جو، برنج، و سیب‌زمینی و علوفه در روش حداکثر احتمال، درمقایسه با آمار جهاد کشاورزی به‌ترتیب خطایی برابر با ۱۰/۲، ۱۸/۶ و ۱/۸ درصد داشت، اما استفاده از شاخص NDVI، به‌عنوان بهترین روش برآورد سطح زیر کشت در این ناحیه، در مقایسه با آمار جهاد کشاورزی به‌ترتیب دارای خطایی برابر با ۶/۶، ۶/۵ و ۳/۲ درصد بوده که نشان‌دهنده‌ی کارایی مناسب شاخص‌های گیاهی در برآورد سطح زیرکشت محصولات با توجه به فنولوژی آن‌ها مشخص شد. بررسی نقشه کاربری اراضی و الگوی‌کشت این ناحیه نشان‌دهنده تمرکز اراضی زراعی با نیاز آبی بالا و هم‌چنین صنایع آب‌بر در مجاورت رودخانه زاینده‌رود بوده است که لزوم تحلیل فضایی کاربری‌های اراضی این منطقه را نمایان ساخته است.**

**کلیدواژگان:** الگوی کشت، تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸، حداکثر احتمال، شاخص NDVI، لنجانات.

---

۱. **نویسنده مسئول:** تهران، خیابان شهید مفتح جنوبی، نرسیده به دروازه‌دولت، پلاک ۴۹، کدپستی:۱۵۷۱۹۱۴۹۱۱.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.6.2 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.52.147 ]

**مقدمه**

کشاورزی نقش کلیدی در توانمندسازی دولت برای رسیدن به خودکفایی غذایی و حفظ آن دارد. رشد پایدار کشاورزی به‌طور قابل ملاحظه‌ای به فرایند تحول آن بستگی داشته که به نوبه خود با تغییر در الگوهای کشت مرتبط می باشد (Pattanaik & Mohanty, 2017: 121). افزایش جمعیت و بلایای طبیعی مانند خشکسالی، سیل و غیره، بر مناطق‌کشاورزی تأثیر گذاشته و به طور مداوم باعث تغییر الگوی کشت و آمار مربوط به آن شده است (Kumar & Jeganathan, 2017: 485). اطلاعات دقیق در مورد کاربری اراضی و پوشش زمین[۱]، برای تصمیم‌گیری‌های سیاسی به ویژه برای مدیریت فعالیت‌های زمین و منابع آب در حوضه‌های بزرگ رودخانه‌ای در سراسر جهان بسیار مهم است (Akhtar et al., 2017: 48).

رایج‌ترین و پیچیده‌ترین فعالیت بشر سازمان‌دهی محیط‌طبیعی و ایجاد محیط‌جغرافیایی است. سامان‌دهی نظام فضایی درگرو شناخت آرایش فضایی پدیده‌هاست. بررسی نحوه پراکندگی پدیده‌ها و ساز وکارهای حاکم بر آن به‌منظور سامان‌دهی بهینه سازمان فضایی صورت می‌گیرد (احمدی‌پور و همکاران، ۱۳۹۳). بنابراین پراکندگی پدیده‌ها و مطالعه آن، از اصول و بنیان‌های علم جغرافیا به‌شمار می‌آید. درک مکانی- فضایی پدیده‌ها و طریقه‌ی استقرار و مکان‌گزینی آنان، وابسته به درک قانون‌مندی‌های مختلف در پیدایش این پراکندگی‌هاست. به‌عبارت دیگر، پراکندگی‌های صورت‌بندی در هر مکان، معلولی از نظام‌های مختلف مکانی- فضایی، اجتماعی، اقتصادی و حتی سیاسی و اداری آن قلمرو محسوب می‌شوند (ضیائیان و همکاران، ۱۳۸۸: ۴۸). الگوی‌کشت به‌عنوان یک پدیده جغرافیایی حاصل نتیجه کنش متقابل انسان و محیط طبیعی است که منجر به شکل‌گیری چشم‌انداز جغرافیایی می‌شود. بنابراین ضروری است که با توجه به قانون‌مندی‌های موجود، برای رفع کاستی‌های اطلاعاتی اقدام شود و تا حد امکان، آمار و داده‌های توصیفی و ابزاری جامع‌تری در خصوص پراکندگی محصولات و سطوح زیر کشت تهیه گردد.

برآورد سطح زیر کشت محصولات مختلف کشاورزی معمولاً از سه طریق تخمین کارشناسی، برآورد از طریق فهرست‌برداری و استفاده از فن‌آوری‌های جدید (از جمله سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی) انجام می‌گیرد. دقت روش تخمین کارشناسی بسیار اندک است و نمی‌توان نتایج آن را در تصمیم‌گیری‌های مهم کشور به‌کار گرفت. در روش برآورد از طریق فهرست‌برداری، هرچند سطح زیرکشت محصول تخمین زده می‌شود، اما پراکندگی آن‌را نشان نخواهد داد، ضمن این‌که هزینه بالای نیروی انسانی عامل مهم و محدودکننده این روش است. در ایران به دست آوردن آمار مربوط به کشاورزی، بیش‌تر از طریق کارشناسی و روش‌های سنتی صورت می‌پذیرد. بررسی‌ها نشان داده است که این روش‌ها دارای خطاهای زیادی است (ضیائیان و همکاران، ۱۳۸۸: ۴۶). در حالی‌که استفاده از فن‌آوری‌های جدید و تصاویر ماهواره‌ای یک روش برای تخمین سطح زیرکشت اراضی کشاورزی محسوب می‌شود که در سال‌های اخیر اهمیت بالایی پیدا نموده است (Li et al.2011: 142). داده‌های سنجش‌از دور و GIS فرصت‌های مناسبی را جهت تحلیل داده‌های مکانی فراهم می‌کند و دارای کاربردهای مناسبی برای بررسی پوشش اراضی و سطح زیرکشت و تغییرات آن‌ها در زمینه‌های محیط‌زیست، جغرافیا و مدیریت شهری و روستایی می‌باشند (فلاحتکار، ۱۳۸۷: ۲-۳). با استفاده از داده‌های

[۱] land use and land cover (LULC)

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.6.2 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.52.147 ]

ماهواره‌ای و مدل‌های پیشرفته سنجش از دور، این امر مهم با صرف زمان و هزینه کمتری نسبت به سایر روش‌های معمول قابل انجام است. مسلم است که عدم نیاز به مراجعه‌ی مستمر به مزارع کشاورزی و انجام پرسش و پاسخ باعث کاهش در هر دو مورد هزینه و زمان خواهد شد (علیپور و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۴۵). تکنیک‌های سنجش از دور به دلیل تناوب در اخذ تصاویر یک ناحیه، تصویربرداری در طول موج‌های مختلف در یک‌زمان و در نهایت امکان پردازش و تفسیر سریع این اطلاعات، به‌طور گسترده در تحلیل‌های مختلف مربوط به گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرند (علیپور و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۴۴، متکان و همکاران، ۱۳۸۸: ۶۷ و عاشورلو و همکاران، ۱۳۸۵: ۱۰۲). مطالعه مکان‌های زیرکشت با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای موجود و تهیه نقشه اراضی زیر کشت آن در هر سال می‌تواند دولت را در مدیریت بهینه این اراضی و برنامه‌ریزی برای توزیع محصولات کمک کند (خداکرمی و سفیانیان، ۱۳۹۱: ۲۱۶).

پژوهش حاضر با انگیزه‌ی یافتن روشی سریع همراه با دقتی قابل قبول برای شناسایی و طبقه‌بندی سطح زیر کشت اراضی کشاورزی حاشیه‌ی زاینده‌رود در ناحیه‌ی سنتی لنجانات با استفاده از فناوری‌های جدید سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی انجام شده است. ناحیه لنجانات یکی از آبادترین و حاصل‌خیزترین مراکز مهم کشاورزی استان اصفهان و کشور است که به‌علت هم‌جواری با زاینده‌رود، قسمت عمده اراضی آن از گذشته‌های دور به کشت برنج اختصاص داشته ولیکن درسال‌های اخیر به‌دلیل کاهش بارش‌ها، برداشت‌های بی‌رویه آب و تغییر اقلیم همراه با افزایش روزافزون جمعیت، سبب پایین آمدن سطح سفره آب‌های زیرزمینی و کاهش جریان‌های سطحی شده و این ناحیه را با بحران دائمی مواجه ساخته که پیامدهای زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی و سیاسی به دنبال داشته است. بنابراین نواحی روستایی لنجانات به عنوان یک ناحیه روستایی با اقتصاد و ساختار اجتماعی مبتنی بر کشاورزی به‌خصوص کشت برنج، که طی سالیان و قرن‌های متمادی، حیات اقتصادی و اجتماعی پررونق و باروری را در رابطه‌ای تنگاتنگ با شریان حیاتی زاینده‌رود و اراضی حاصلخیز آبرفت آن آزموده است، تحت تأثیر بحران آب قرار گرفته و عواقب ناگواری بر کل جامعه و اقتصاد تحمیل کرده است به‌طوری‌که در سال‌های اخیر وخامت اوضاع معیشتی و سکونتگاهی جوامع روستاهایی بسیاری را در این ناحیه ملاحظه نموده‌ایم. با توجه به‌شرایط موجود و بحران آب در این منطقه و نیاز آبی بالای برنج به عنوان کشت غالب، برنامه‌ریزی دقیق در زمینه ساماندهی الگوی کشت یا تدوین الگوی کشت بهینه‌ی متناسب با ظرفیت‌ها و قابلیت‌های منابع تولیدی منطقه لنجانات برای جایگزین شدن کشت برنج بیش از پیش احساس می‌شود. آگاهی از وضعیت کاربری اراضی و سطح زیر کشت محصولات کشاورزی در این ناحیه، به‌عنوان اولین گام در ساماندهی الگوی کشت و مدیریت بهینه اراضی مطرح می‌شود. بنابراین هدف از نگارش این مقاله، طبقه‌بندی پوشش اراضی، تعیین سطح‌زیرکشت و تفکیک محصولات مختلف کشاورزی با سرعت بالا و دقت مناسب با استفاده از تحلیل تصاویر چند زمانه ماهواره‌ای لندست با دو روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال[۱] و استفاده از شاخص گیاهی NDVI [۲] است.

[۱] maximum likelihood classification

[۲] Normalized Difference Vegetation Index

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.6.2 ]

[ DOI: 10.29252/jgs.19.52.147 ]

در راستای هدف موردنظر این پژوهش، مطالعاتی در زمینه‌ی استفاده از سری زمانی تصاویر ماهواره‌ای برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی و سطح زیرکشت محصولات کشاورزی در کشورهای مختلف دنیا و ازجمله ایران انجام شده است که درادامه به نتایج تعدادی از آن‌ها اشاره می‌گردد: در پژوهشی توسط Sawasawa (۲۰۰۳)، سطح زیر کشت محصولات کشاورزی و از جمله برنج در منطقه‌ای در نظام آباد ایالت آندراپراش هند، بااستفاده از تلفیق سنجش از دور و GIS و پارامترهای مدیریت برآورد شد. در این مطالعه با استفاده از تصاویر ماهواره IRS با تفکیک مکانی ۲۳متر 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. با استفاده از برداشت‌های زمینی و نقشه‌های مختلف از منطقه و باتوجه به مراحل فنولوژیکی محصولات و استفاده از شاخص‌های گیاهی مانند NDVI سطح زیر کشت برنجزارهای منطقه برآورد شد. در پژوهشی که توسط Wardlow و همکارانش (۲۰۰۶) انجام شد، به‌بررسی روند زمانی داده‌های شاخص‌های گیاهی برای طبقه‌بندی مزارع بزرگ کشاورزی شامل یونجه، ذرت، سویا و گندم با استفاده از ۱۲تصویر MODIS با قدرت تفکیک ۲۵۰متر پرداخته و با توجه به روندهای زمانی متفاوت، شاخص‌های NDVI و EVI کلاس‌های مختلف را از هم تفکیک کردند. نتایج نشان داد که تفکیک‌پذیری غلات در دوره بلوغ محصولات، نسبت به دوره‌ی رشد آن‌ها چشم‌گیرتر می‌باشد. در مطالعه انجام شده توسط Koppe و همکاران (۲۰۱۰) که بر روی سطح زیرکشت گندم در فصول رشد گیاه در بازه زمانی ۲ ساله (۲۰۰۵-۲۰۰۶) انجام شد، پارامترهای رشد گندم شامل میزان بایومس، میزان نیتروژن گیاه و ارتفاع بایومس در سطوح مختلف رشد اندازه‌گیری شد. در پژوهش دیگری، Yusoff و همکارانش (۲۰۱۷)، کاربرد تصاویر ماهواره‌ای به منظور نظارت بر نخلستان‌های رها شده در مالزی به‌روش نیمه اتوماتیک را مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش از تصاویرماهواره‌ای SPOT-6 با قدرت تفکیک مکانی بالا و تصاویر چند زمانه ماهواره Landsat سنجنده OLI، به‌منظور توسعه فنولوژی مکان‌های رها شده استفاده گردید. نتایج نشان داد که اندازه‌گیری‌های همگن حاصل از تصاویر SPOT نقش مهم‌تری را نسبت به ویژگی‌های فنولوژیک گیاهی استخراج شده تصاویر لندست برای شناسایی نخلستان‌های رهاشده بازی می‌کند. با پیشرفت طبقه‌بندی شی-گرا، نظارت بر ناحیه رهاشده می‌تواند به صورت نیمه‌اتوماتیک با دقت ٪۱±۹۲ انجام شود.

در داخل کشور نیز مطالعاتی برای برآورد سطح زیر کشت محصولات کشاورزی از جمله غلات و برنج انجام گرفته است. در پژوهشی برای تعیین سطح زیرکشت شالیزارهای حاشیه زاینده‌رود در منطقه‌ی لنجان، خواجه-الدین و پورمنافی(۱۳۸۶) از داده‌های‌رقومی ماهواره IRS-1D هند(سنجنده‌هایLISS III، PAN و سری زمانیWiFS) استفاده نمودند. آن‌ها با استفاده از روش‌های حداکثر احتمال و حداقل فاصله از میانگین و هم-چنین شاخص آب مساحت زیرکشت شالیزارها را تعیین نموده و اعلام کردند که بهترین زمان برای تعیین سطح زیرکشت برنج زمانی است که مزارع برنج پرآب و هم‌چنین دارای LAI بالایی است. درمطالعه‌ی دیگری سلیمی و کاظمی (۱۳۸۷) سطح زیر کشت برنج در شهرستان مرودشت را با استفاده از دو سری زمانی تصاویر LISS III از ماهواره IRSP6 با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال و شاخص‌های NDVI و SAVI تعیین کردند. احمد پور و همکاران (۱۳۹۳) میزان کارآیی سه روش رایج طبقه‌بندی نظارت‌شده داده‌های ماهواره‌ای (روش حداقل فاصله از میانگین، روش متوازی السطوح و روش حداکثر احتمال) در تشخیص گروه‌های گیاهی

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.6.2 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.52.147 ]

منطقه‌ای از استان خراسان شمالی مقایسه کردند. داده‌ها شامل تصاویر ماهواره‌های IRS LISS III و Landsat ETM+ بود و نتایج آن‌ها نشان داد که در بین روش‌های بکار برده شده، روش حداکثر احتمال بیشترین و روش متوازی‌السطوح نیز کمترین میزان دقت را در طبقه‌بندی هر دو گروه داده‌های ماهواره‌ای دارد. عاشورلو و همکاران (۱۳۹۳) تحقیقی را با هدف برآورد سطح زیرکشت گندم در دو شهرستان همدان و بهار با استفاده از تصاویرماهواره‌ای SPOT در دو دوره زمانی رشد گیاه شامل اوج سبزینگی و رسیدن مزارع انجام دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که با استخراج تقویم زراعی محصولات مختلف کشاورزی، نمونه برداری، انتخاب ماهواره و برنامه‌ریزی منظم برای تصویربرداری، امکان تعیین سطح زیر کشت گندم با دقت مناسب فراهم می-گردد. در پژوهش دیگری پورغلام و رحیم‌زادگان (۱۳۹۴) به‌منظور تعیین سطح زیر کشت گیاه جو در شهرستان تربت حیدریه از تصاویر چند زمانه ماهواره لندست۸ استفاده کردند. جهت شناسایی محصول در این مطالعه، شاخص‌های گیاهی در طول دوره زمانی یکساله و هم‌چنین شناسایی زمان اوج سبزینگی گیاه استفاده شده است. نتایج به‌دست آمده با آمارهای ارائه شده مربوط به سال زراعی مورد مطالعه ۹۲-۹۳ توسط وزارت جهادکشاورزی، مورد مقایسه قرار گرفت که تفاوت با افزایش ۱۴درصدی در برآورد مساحت زمین‌های تحت کشت جورا نشان می‌داد. در پژوهش مشابه فرزادمهر و تباکی (۱۳۹۶) از تصاویر ماهواره‌ای لندست۸ و روش-های شاخص‌های گیاهی و طبقه‌بندی نظارت شده، در برآورد سطح زیر کشت محصول زعفران در شهرستان تربت حیدریه استفاده نمودند. مساحت سطح زیرکشت زعفران در این مطالعه، ۱۹۵۰۳/۴۵۷۲ هکتار برآورد گردید که با توجه به آمار سازمان جهاد کشاورزی مبنی بر ۲۲۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت زعفران این شهرستان در سال ۱۳۹۳، می‌توان بیان داشت که تصاویر ماهواره ای لندست ۸ از قابلیت بالایی برای تفکیک سریع اراضی زعفران در منطقه و تعیین سطح زیر کشت با دقت نسبتاً مناسب در مقیاس منطقه‌ای برخوردار است.

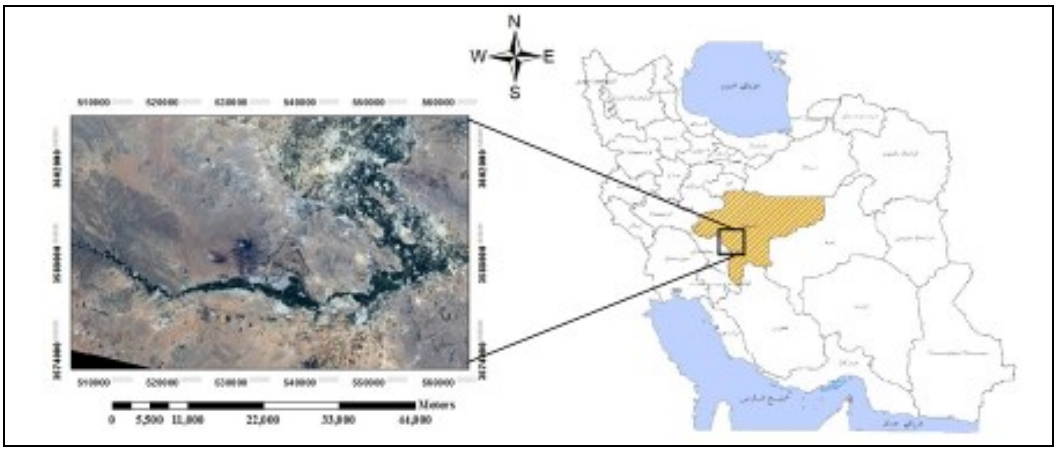
## روش تحقیق

### منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش بلوک لنجان معروف به لنجانات است که در ناحیه‌ی جنوب غرب استان اصفهان قرار دارد. بلوک لنجان، بلوک یازدهم و بزرگترین بلوک اصفهان است و درهر دو طرف زاینده‌رود واقع شده و رودخانه از میان آن می‌گذرد و برنجکاری اصفهان منحصر به این بلوک بوده است. بر اساس آخرین تقسیمات کشوری درسال ۹۳، درمجموع شامل سه شهرستان کنونی فلاورجان، لنجان و مبارکه است. منطقه موردنظر با مساحت ۲۶۳۴ کیلومترمربع بین عرض‌های جغرافیایی ۳۵ تا ۳۶ درجه عرض شمالی و طول‌های جغرافیایی ۴۶ تا ۵۶ درجه طول شرقی واقع شده است. از نظر شرایط آب و هوایی، مشابه با دیگر بخش‌های مرکزی ایران از اقلیم خشک برخوردار می‌باشد. متوسط بارندگی سالیانه در این منطقه حدود ۱۵۰ میلی‌متر بوده که اغلب در فصل زمستان صورت می‌گیرد. جمعیت این ناحیه در سال ۱۳۹۵ برابر با ۶۶۳۱۶۷ نفر بوده است که از این تعداد، ۵۲۷۷۱۹ نفر در شهرها و ۱۳۵۴۴۷ نفر در روستاها ساکن بوده‌اند (مرکز ملی آمار، ۱۳۹۵). این منطقه از نظر کاربری‌های کشاورزی و شهری اهمیت بسیاری دارد و از مهم‌ترین قطب‌های تولید کشاورزی در استان اصفهان و ایران محسوب می‌شود. طبق آمار آبان ۱۳۹۳، تعداد کل واحدهای بهره‌برداری در

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.6.2 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.52.147 ]

زمینه زراعی و باغی در این ناحیه درمجموع برابر با ۲۶۶۶۲ واحد است که تعداد بهره‌برداری اراضی زراعی برابر با ۱۷۹۲۱ واحد و بهره‌برداری اراضی‌باغی ۸۷۴۱ واحد بوده است (مرکز ملی آمار، ۱۳۹۵). این ناحیه دارای ۱۳۱روستا است که تعداد ۹۷روستا (۷۴درصد) درمحدوده‌ی ۵ کیلومتری درامتداد دو طرف رودخانه تجمع یافته‌اند. کشاورزی در این ناحیه به‌طور معمول در دو فصل زراعی تابستانه و زمستانه انجام می‌گیرد. کشت تابستانه عمدتاً شامل برنج و علوفه و کشت زمستانه به صورت غالب شامل گندم و جو می‌باشد (امامی‌حیدری و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۰۹۶). علاوه بر برنج، گندم و جو که کشت غالب منطقه مورد مطالعه است، سیب‌زمینی، یونجه، ذرت‌علوفه‌ای و سایر گیاهان علوفه‌ای از دیگر محصولات رایج در این ناحیه است. شکل(۱) موقعیت ناحیه‌ی لنجانات را همراه با تصویر ماهواره لندست ۸ به نمایش گذاشته است.




**شکل(۱). ناحیه لنجانات به‌همراه تصویر ماهواره‌ای رنگی کاذب (R=۴، G=۳ و B=۲)**

**داده‌های مورد استفاده**

اطلاعات مورد استفاده در این پژوهش شامل تصاویر ماهواره‌ای و اطلاعات مربوط به مراحل فنولوژیکی محصولات کشاورزی منطقه، به ویژه محصولات عمده و تقویم زراعی آن‌ها و تطابق تاریخی با سایر محصولات کشاورزی است. هم‌چنین، از آمارهای وزارت جهاد کشاورزی در سال زراعی ۹۴-۹۵ جهت ارزیابی نتایج استفاده شد. از نقشه‌های توپوگرافی۱:۵۰۰۰۰، تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث[۱] و نقاط کنترل زمینی برداشت شده با GPS از فیلدهای منتخب برای شناسایی بهتر منطقه و ارزیابی تصاویر ماهواره‌ای نیز استفاده گردید. در این تحقیق داده‌های ماهواره‌ای شامل تصاویر ماهواره لندست ۸، سنجده OLL مربوط به سال ۲۰۱۶ است. این تصاویر از طریق سایت http://earthexplorer.usgs.gov دانلود گردیده است و مربوط به مسیر (Path) ۱۶۴ و ردیف (Row) ۳۷ می‌باشند.

[۱] Google Earth

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.6.2 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.52.147 ]

**انتخاب زمان تصاویر ماهواره‌ای**

به دلیل تشابه طیفی بین محصولات عمده‌ی منطقه نمی‌توان از یک تصویر برای تفکیک و استخراج الگوی کشت منطقه مورد مطالعه استفاده کرد. در صورتی‌که تفاوت محسوس فنولوژیک بین گونه‌ها وجود داشته باشد، تفکیک گونه‌ها مطلوب‌تر خواهد بود. بنابراین در این تحقیق برای استفاده از سری زمانی تصاویر ماهواره‌ای و تعیین دامنه زمانی مناسب به منظور تهیه‌ی تصاویر، ابتدا با مراجعه به مراجع موجود (کتاب‌ها و سایت‌ها) و نیز با مراجعه به منطقه و با کمک کشاورزان و مالکان‌اراضی و هم‌چنین بر اساس اطلاعات دریافتی از سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان، به جمع‌آوری تقویم زراعی محصولات مختلف منطقه اقدام شد. سپس بر اساس اطلاعات جمع‌آوری‌شده و مشخص شدن زمان‌کاشت، اوج سبزینگی، برداشت و شخم محصولات مختلف، این اطلاعات در پایگاه داده ذخیره گردید. سپس تجزیه و تحلیل‌های لازم برای انتخاب محدوده زمانی مناسب جهت تهیه تصاویر بر اساس محصولات عمده منطقه مورد مطالعه (برنج، گندم و جو، علوفه و سیب‌زمینی) انجام گرفت. باتوجه به هدف این مطالعه، یعنی تهیه نقشه کاربری اراضی و تعیین الگوی کشت منطقه موردنظر و نیز با توجه به تقویم زراعی منطقه و مراحل فنولوژی رشدِ محصولات عمده، از فروردین ۱۳۹۵ تا شهریور ۱۳۹۵، ۱۰تصویر ماهواره‌ای لندست۸ تهیه گردید. درجدول(۱) تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در این مطالعه آمده است.

**جدول (۱). تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده از لندست ۸ سنجنده OLI**

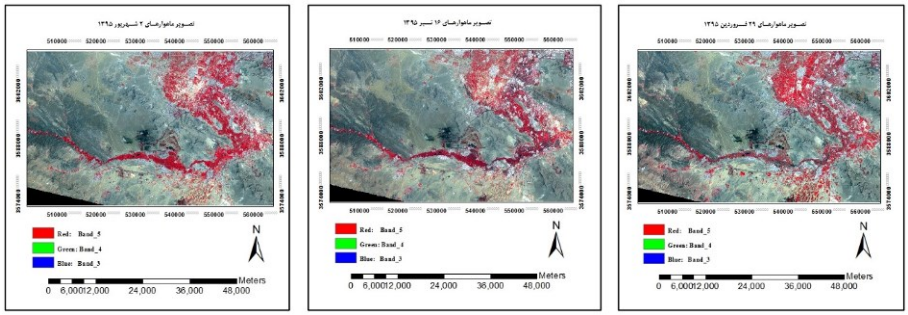
| شماره تصویر | تاریخ شمسی | تاریخ میلادی |
|---|---|---|
| تصویر۱ | ۱۳ فروروردین ۱۳۹۵ | ۱ آوریل ۲۰۱۶ |
| تصویر۲ * | ۲۹ فروردین ۱۳۹۵ | ۱۷ آوریل ۲۰۱۶ |
| تصویر۳ | ۱۴ اردیبهشت ۱۳۹۵ | ۳ می ۲۰۱۶ |
| تصویر۴ | ۳۰ اردیبهشت ۱۳۹۵ | ۱۹ می ۲۰۱۶ |
| تصویر۵ | ۱۵ خرداد ۱۳۸۵ | ۴ ژوئن ۲۰۱۶ |
| تصویر۶ | ۳۱ خرداد ۱۳۹۵ | ۲۰ ژوئن ۲۰۱۶ |
| تصویر۷ * | ۱۶ تیر ۱۳۹۵ | ۶ جولای ۲۰۱۶ |
| تصویر۸ | ۱ مرداد ۱۳۹۵ | ۲۲ جولای ۲۰۱۶ |
| تصویر۹ | ۱۷ مرداد ۱۳۹۵ | ۷ آگوست ۲۰۱۶ |
| تصویر۱۰* | ۲ شهریور ۱۳۹۵ | ۲۳ آگوست ۲۰۱۶ |

*** تصاویر ماهواره‌ای منتخب**

به‌منظور انتخاب بهترین تصاویر برای انجام عمل طبقه‌بندی از میان این۱۰تصویر، تصاویر زمان‌های مختلف و بازتاب‌های محصولات مقایسه شد و با بررسی تقویم زراعی کشت‌های عمده از میان تصاویر برداشت شده از منطقه در نهایت از میان آن‌ها سه سری زمانی ۲۹ فروردین (۱۷آوریل)، ۱۶ تیر (۶جولای) و۲ شهریور (۲۳آگوست)، به‌عنوان بهترین سری‌های زمانی برای پردازش اصلی تشخیص داده شد. شکل (۲) تصاویر

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.6.2 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.52.147 ]

منتخب از منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. در ادامه به فرآیندی که منجر به انتخاب این سه تصویر به عنوان بهترین تصاویر انجامید، اشاره خواهد شد.




**شکل(۲). تصاویر ماهواره‌ای رنگی کاذب مربوط‌به ۲۹ فروردین، ۱۶تیر و ۲شهریور ۱۳۹۵**
**(R=۵، G=۴ و B=۳)**

برای جداسازی گندم و جو از سایر محصولات، از تصویر ۲۹ فروردین و ۱۶ تیر استفاده شد. در تاریخ ۲۹ فروردین، گندم و جو دوره‌ی رشد خود را گذرانده‌اند و دوره‌ی بلوغ خود را سپری می‌کنند و در اوج سبزینگی و بازتاب هستند، ذرت‌علوفه‌ای، یونجه و سیب‌زمینی که زمان کاشت آن‌ها اواخر زمستان و اوایل بهار می باشد، در این زمان درحال گذراندن مراحل اولیه رشد است و از نظر بازتاب تصویربرداری، بازتابِ خاک غلبه دارد و مانند گندم و جو بصورت سبز یکنواخت دیده نمی‌شود. شالیزارهای برنج در مرحله شخم و آماده‌سازی قرار دارند. درتصویر ۱۶تیر، گندم و جو زردرنگ هستند و یا برداشت شده‌اند و باتوجه به تصویر اول می‌توان این دو محصول را از سایر محصولات تفکیک نمود. نتایج تحقیق عاشورلو و همکاران (۱۳۹۳) نیز نشان داد که تفکیک‌پذیری غلات در دوره‌ی بلوغ محصولات نسبت به دوره‌ی رشد محصولات چشم‌گیرتر می‌باشد و برای تفکیک گندم به دو سری تصویر ماهواره‌ای (مرحله اول، سبز بودن مزارع گندم و مرحله دوم، زمان زرد بودن مزارع گندم ) نیاز است.

هم‌چنین در تصویر دوم ذرت‌علوفه‌ای، یونجه و سیب‌زمینی به‌دلیل طولانی بودن دوره رشد در این تصویر سبز رنگ است. در این منطقه، سیب‌زمینی از اول اسفند تا آخر اسفند ماه کشت می‌شود و زمان برداشت آن از نیمه خرداد تا آخر تیر ماه است. بنابراین از نظر بازتاب در تصویر اول در حال گذراندن مراحل اولیه رشد است و بازتاب خاک غلبه دارد و مانند گندم و جو به‌صورت یکنواخت دیده نمی‌شود و در تصویر دوم نیز به‌دلیل طولانی بودن دوره رشد، به‌رنگ سبز است. هم‌چنین یونجه در کشت بهاره از اواخر فروردین تا اواخر اردیبهشت کشت می‌شود و می توان از همان سال برداشت را شروع کرد. زمان برداشت از نیمه دوم اردیبهشت است و تا مهرماه ادامه دارد. بنابراین در تصویر اول مانند اوج سبزینگی گندم و جو نیست و این گیاه در مرحله رشد و نمو اولیه بوده و مزرعه تیره است و در تصویر دوم مراحل رویشی را طی کرده است و یونجه سبز است. در این تصویر گندم و جو به رنگ زرد رنگ هستند و یا برداشت شده‌اند و برنج در مرحله خوشه‌دهی است. بدین‌ترتیب ذرت‌علوفه‌ای، یونجه و سیب‌زمینی را نیز می‌توان تفکیک نمود. نتایج پژوهش علیپور و همکاران (۱۳۹۳) حاکی

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.6.2 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.52.147 ]

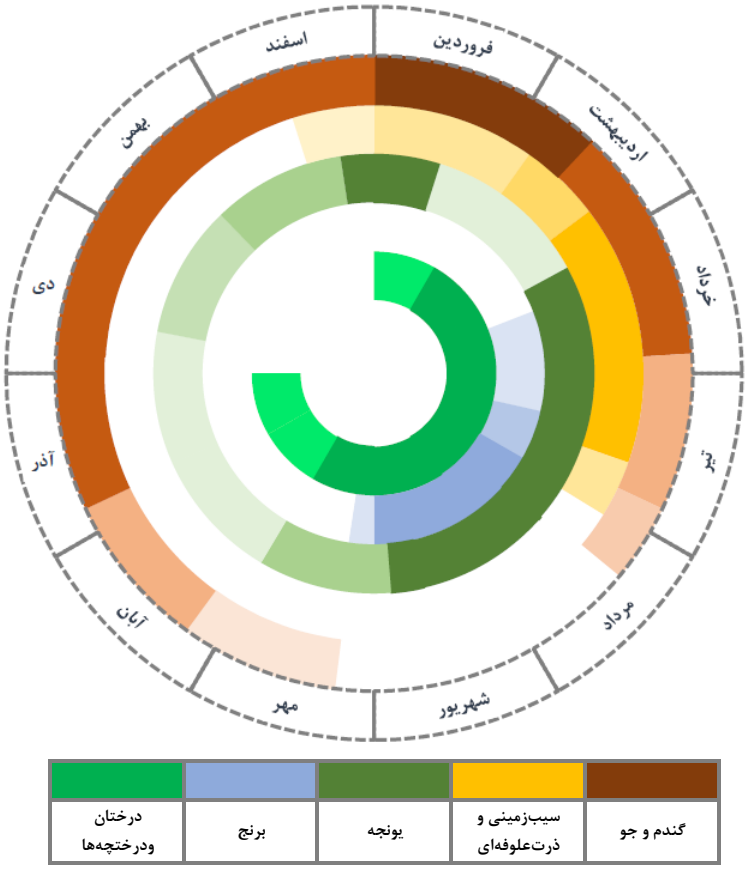
از آن است که برای تفکیک ذرت علوفه‌ای، گوجه‌فرنگی، خربزه و یونجه از گندم و جو بهترین زمان، اوج سبزینگی این محصولات و پس از برداشت گندم و جو است. درختان و درختچه‌ها در هردو زمان تصویربرداری به رنگ‌سبز می‌باشند و می‌توان آن‌ها را از سایر محصولات تشخیص داد.

در تاریخ ۲ شهریور، برنج در مرحله‌ی رسیدگی کامل است و مزارع پر آب هستند و سایر محصولات برداشت شده‌اند، بهترین زمان برای تفکیک برنج از سایر محصولات است. خواجه‌الدین و پورمنافی (۱۳۸۶) نیز در پژوهش خود در تعیین سطح شالیزارهای حاشیه‌زاینده‌رود در منطقه اصفهان، بهترین زمان برای استفاده از داده‌های ماهواره‌ای را مردادماه تا اوایل شهریور ماه معرفی نموده‌اند. درجدول(۲) و شکل(۳) مقایسه‌ی تقویم زراعی محصولات کشاورزی مختلف منطقه برای تعیین زمان مناسب تهیه‌ی تصویر در هر سه مرحله‌ی تصویربرداری نشان داده شده است.

**جدول (۲). مقایسه تقویم زراعی محصولات غالب در ناحیه لنجانات**

| نوع محصول | وضعیت رویشی در تصویر۲۹ فروردین | وضعیت رویشی در تصویر۱۶ تیر | وضعیت رویشی در تصویر۲ شهریور |
|---|---|---|---|
| گندم و جو | اوج سبزینگی | زرد شده یا برداشت شده | کاملا برداشت شده |
| سیب‌زمینی و گیاهان علوفه‌ای یکساله | اوایل دوره رویشی و بازتاب خاک غالب است | اوج سبزینگی | برداشت شده |
| یونجه | اوایل دوره‌ی رویش و بازتاب خاک غالب است | اوج سبزینگی | برداشت شده و یا انتهای رشد و دوباره در مراحل اولیه رشد است |
| برنج | هنوز کشت نشده | در مراحل اولیه خوشه-دهی | رسیدگی کامل |
| درختان و درختچه‌ها | کمی قبل از اوج سبزینگی | اوج سبزینگی | اوج سبزینگی |

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.6.2 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.52.147 ]




**شکل(۳). تقویم زراعی محصولات زراعی غالب در ناحیه لنجانات (منبع: ترسیم توسط نگارندگان)**

**آماده‌سازی و پردازش تصاویر ماهواره‌ای**

در مرحله پیش‌پردازش، تصاویر ماهواره‌ای از نظر رادیومتری، اتمسفری و هندسی تصحیح می‌گردند. در مورد تصحیح هندسی در این پژوهش، به‌دلیل آن‌که تصاویر سنجنده Landsat ۸ زمین مرجع بوده و در مختصات-جهانی با دقت مناسب عرضه و منتشر می‌گردند و در این تحقیق هدف ما بررسی تصاویر نسبت به یکدیگر بود، از همان اطلاعات زمین مرجع موجود در تصاویر استفاده گردید.

جهت بهبود کیفیت تصاویر، افزایش وضوح و درنتیجه افزایش میزان اطلاعات قابل استخراج از تصاویر، نیاز داشت که تصحیحات رادیومتریکی و اتمسفری بر روی تصاویر صورت بگیرد. به دلیل اثرات جو بر روی میزان انرژی ثبت شده توسط سنجنده، برای تحلیل داده‌های تصویر باید اثر جو درصورت امکان تعدیل شود. دراین تحقیق به دلیل آن‌که از روش‌های طبقه‌بندی استفاده گردید، اثرات‌جو بر روی نتایج آن‌ها تأثیر قابل‌توجهی نداشت. بنابراین از روش‌تصحیح اتمسفریک ساده تفریق پیکسل تاریک استفاده شد. در حالت ایده‌آل پدیده‌های تیره دارای تابش صفر در همه طول موج‌ها هستند. دراین روش فرض می‌شود که در هر باند از تصویر می‌توان

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.6.2 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.52.147 ]

پیکسل‌هایی مانند آب یافت که مقادیر بازتابندگی آن‌ها صفر یا نزدیک به صفر باشد. به این ترتیب اثر پخش جوی به صورت مقدار ثابت به پیکسل ها در هر باند اضافه می‌گردد. به همین جهت برای حذف خطای اتمسفریک، بایستی مقدار ثابتی از ارزش پیکسل‌های هر باند کم شود (Bagan & Yamagata, 2012). خواجه‌الدین و پورمنافی (۱۳۸۶) و سفیانیان و خداکرمی (۱۳۹۰) نیز از این روش برای تصحیح اتمسفریک استفاده نمودند. در این مطالعه، از منطقه‌ای واقع در دریاچه‌ی سد زاینده‌رود که آب عمیق دارد و نیز سایه کوه‌ها، برای تصحیح تصاویر مختلف بر اساس باند مادون قرمز در تاریخ‌های مختلف، استفاده شد.

در این پژوهش از تصاویر سنجنده OLI استفاده شده است که این تصاویر توسط شرکت تأمین کننده، مورد تصحیح رادیومتریکی قرارگرفته‌اند به طوری‌که بسیاری از خطاهای مکانیکی/ الکترونیکی بر روی آن‌ها اصلاح شده است. در نتیجه این تصاویر نیاز به تصحیح رادیومتریکی نداشتند.

**طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای**

در این پژوهش برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای از طبقه‌بندی نظارت شده[۱] به روش حداکثر احتمال استفاده شد. این روش، یکی از رایج‌ترین روش‌های طبقه‌بندی در اکثر تحقیقات می‌باشد (Hopkins et al., 2005). میزان کمی واریانس و همبستگی ارزش‌های طیفی باندهای مختلف برای مناطق نمونه محاسبه شده و از همین خاصیت برای ارتباط یک پیکسل طبقه‌بندی نشده به یکی از گروه‌ها یا نمونه‌های طیفی نیز استفاده می‌شود. (احمدپور و همکاران، ۱۳۹۳: ۸۲). در این رویکرد نمونه‌های داده‌های آموزشی و آزمایشی با استفاده از عملیات میدانی و پیمایشی یا نقشه‌های موجود انتخاب شده و در نهایت با استفاده از داده‌های آزمایشی نتایج ارزیابی خواهد گردید (رحیم‌زادگان وپورغلام، ۱۳۹۵: ۱۰۲).

**ارزیابی دقت روش‌های طبقه‌بندی**

پس از پایان عمل طبقه‌بندی، نتایج حاصل از طریق مقایسه نقشه‌های طبقه‌بندی شده با واقعیت زمینی و یا کمک معیارهای تعیین صحت به‌صورت کمی برآورد می‌گردد. هدف از بررسی صحت، ارزیابی میزان هم‌خوانی نقشه حاصل از طبقه‌بندی با نقشه واقعیت زمینی می‌باشد (علیپور و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۵۰). دراین مقاله برای ارزیابی دقت روش طبقه‌بندی از دو پارامتر دقت‌کلی[۲] و ضریب‌کاپا [۳] استفاده شد. دقت‌کلی یکی از ساده‌ترین پارامترهای دقت است که نیاز به عملیات پیچیده‌ای برای محاسبه نداشته و برآوردی کلی از دقت طبقه‌بندی یا به اصطلاح دقیق‌تر، میانگینی از دقت طبقه‌بندی است. یکی دیگر از پارامترهای دقت که از ماتریس خطا[۴] استخراج می‌شود، ضریب کاپا است که دقت طبقه‌بندی را نسبت به یک طبقه‌بندی کاملاً تصادفی محاسبه می‌کند (Mather & Tso, 2009). ضریب‌کاپا این مزیت را نسبت به دقت کلی دارد که از مقادیر حاشیه‌ای ماتریس خطا نیز برای محاسبه‌ی‌دقت استفاده می‌کند. تک‌پارامترهایی نظیر دقت‌کلی و ضریب‌کاپا تنها با کل

[۱] supervise classification
[۲] Overall Accuracy
[۳] KapaCoefficient
[۴] Confusion matrix

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.6.2 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.52.147 ]

طبقه‌بندی سروکار دارند و اطلاعاتی در مورد تک‌تک کلاس‌ها نمی‌دهند. معمولاً دقت‌کلی یک برآورد خوش-بینانه بوده و همیشه دقت را بالاتر از مقدار واقعی محاسبه می‌کند. برای برآورد دقت هرکلاس به‌صورت مجزا، از پارامترهای دیگری نظیر دقت کاربر[۱] و دقت‌تولیدکننده[۲] استفاده می‌کنند. دقت‌کاربر و دقت‌تولیدکننده دو پارامتری هستند که به‌منظور ارزیابی دقت طبقه‌بندی برای کلاس‌های مختلف به‌صورت مجزا تعریف می‌گردند و هر دو آن‌ها با استفاده از ماتریس‌خطا محاسبه می‌شوند. در جدول ماتریس‌خطا، خطای امیسیون[۳] و کمیسیون[۴] نیز بیان می‌گردد. خطای کمیسیون یک کلاس، نشان‌دهنده میزان مساحت اراضی یک کلاس که واقعاً به آن تعلق نداشته، بوده و خطای امیسیون نشان‌دهنده میزان مساحت اراضی یک کلاس که جزو کلاس-های دیگر طبقه‌بندی شده است (علیپور و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۵۰).

**شاخص گیاهی NDVI**

شاخص‌های گیاهی از پرکاربردترین نمونه‌های محاسبات باندی می‌باشند که به‌منظور محاسبه درصد پوشش گیاهی، بررسی انواع پوشش گیاهی و وضعیت سبزینگی یک منطقه طی دوره‌های مختلف به‌کار می‌رود. شاخص‌گیاهی تفاضلی نرمال شده (NDVI) معروف‌ترین، ساده‌ترین و کاربردی‌ترین شاخص‌های گیاهی شناخته شده می‌باشد (رحیم‌زادگان و پورغلام، ۱۳۹۵: ۱۰۵). دراین شاخص نسبت معینی از باندهای مادون-قرمز نزدیک و قرمز برای نقشه‌های پوشش گیاهی و بررسی شرایط آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. زیرا این دو باند بسته به میزان گیاهان به ترتیب جذب و بازتاب می‌شوند. وجود یک نسبت بالا نشان‌دهنده پوشش گیاهی سالم است، درحالی‌که یک نسبت پایین مبین پوشش گیاهی ناسالم و دچار استرس، یا بدون پوشش گیاهی است (Schowengerdt, 2007). شاخص NDVI از طریق رابطه (۱) محاسبه می‌شود.

$$\mathrm{NDVI} = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$ رابطه(۱)

در رابطه(۱)، RED و NIR به‌ترتیب بازتابندگی طیفی اندازه‌گیری‌شده در بخش مادون‌قرمز نزدیک و قرمز طیف الکترومغناطیس می‌باشد. مقادیر نرمال در این شاخص دارای قدر مطلقی مساوی و یا کمتر از یک [۱ و ۱-] است. بر اساس تحقیقات انجام شده مقدار کلی این شاخص برای پوشش گیاهی تنک در محدوده ( ۰/۰۵ تا ۰/۲)، معمولی و نیمه متراکم (۰/۲ تا ۰/۶)، متراکم و غنی (۰/۶ تا ۰/۸)، آب، برف و یخ دارای مقادیر منفی، خاک دارای مقادیر (۰/۰۱ تا ۰/۰۵) و درمناطق پوشیده از ابر تقریباً برابر با صفر است ( Kamusoko & Aniya, 2007).

[۱] User Accuracy
[۲] Producers Accuracy
[۳] Commission error
[۴] Omission error

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.6.2 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.52.147 ]

برای تعیین سطح زیرکشت محصولات منطقه با استفاده از این شاخص، ابتدا با بررسی تقویم زراعی محصولات عمده و مقایسه آن با دیگر محصولات کشاورزی، بازه‌های زمانی با بیش‌ترین سبزینگی مربوط به محصولات با استفاده از اطلاعات زراعی و نیز تصاویر ماهواره‌ای شناسایی شده و درصورت متفاوت بودن این بازه زمانی با زمان اوج سبزینگی سایر محصولات کشاورزی، شاخص‌های گیاهی روی تصاویر مربوط به بازه زمانی موردنظر اعمال شده و مناطق با مقدار بالا در این شاخص‌ها شناسایی خواهند شد. همان‌گونه که پیش‌تر گفته شد، در سه زمان ۲۹ فروردین، ۱۶ تیر و ۲ شهریور محصولات عمده از نظر دوران رشد و اوج سبزینگی با یکدیگر و سایر گیاهان منطقه متمایز هستند، بنابراین شاخص NDVI بر روی این سه تصویر پیاده‌سازی شد و با اعمال این شاخص بر روی تصاویر منتخب مناطق زیرکشت شناسایی گردید.

## نتایج و بحث

با استفاده از روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال، کاربری و پوشش اراضی شامل اراضی زراعی (اراضی‌گندم و جو، اراضی‌سیب‌زمینی، ذرت‌علوفه‌ای و یونجه، اراضی برنج و سایر اراضی زراعی)، اراضی‌جنگلی و باغ (مجتمع‌های درختی و باغات)، اراضی‌مرتعی، اراضی‌بایر (شنزارها، شوره‌زارها و زمین فاقد پوشش گیاهی)، عوارض و تأسیسات ساخت انسان و منابع آبی شناسایی و تعریف شدند. پس از انجام طبقه‌بندی، نقشه‌های تولید شده با تصاویر ماهواره‌ای، با داده‌های مرجع با حقایق زمینی و هم‌چنین بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای موجود در نرم‌افزار گوگل ارث مقایسه شد و سپس ماتریس خطا تشکیل شد و ضریب‌کاپا و صحت‌کلی به ترتیب برابر با ۸۸ درصد و ۹۰ درصد محاسبه شد. جدول(۳) ماتریس‌خطای نتایج لایه‌های طبقه‌بندی‌شده را به‌همراه خطاهای امیسیون وکمیسیون را نشان می‌دهد.

**جدول (۳). ماتریس خطای نتایج لایه‌های طبقه‌بندی شده در روش حداکثر احتمال**

| | | کلاس‌های مرجع طبقه‌بندی شده | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| لایه‌های طبقه‌بندی شده | سایر اراضی زراعی | جنگل و باغ | علوفه وسیب-زمینی | گندم و جو | برنج | منابع آبی | اراضی بایر | اراضی مرتعی | عوارض انسانی | جمع | خطای کمسیون |
| سایر اراضی زراعی | ۱۵ | ۰ | ۰ | ۲ | ۰ | ۰ | ۰ | ۲ | ۱ | ۲۰ | ۰/۲۵ |
| جنگل و باغ | ۰ | ۱۷ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۷ | ۰/۰ |
| علوفه وسیب‌زمینی | ۳ | ۰ | ۱۵ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۸ | ۰/۱۶۷ |
| گندم و جو | ۰ | ۰ | ۱ | ۳۶ | ۰ | ۰ | ۱ | ۲ | ۰ | ۴۰ | ۰/۱۰ |
| برنج | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۲۹ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۳۱ | ۰/۰۶۴ |
| منابع آبی | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۷ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۷ | ۰/۰ |
| اراضی بایر | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۲۵ | ۲ | ۰ | ۲۷ | ۰/۰۷۴ |
| اراضی مرتعی | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۴ | ۴۲ | ۴ | ۵۰ | ۰/۱۶ |
| عوارض انسانی | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۱۹ | ۲۰ | ۰/۰۵ |
| جمع | ۱۸ | ۱۷ | ۱۷ | ۳۸ | ۲۹ | ۱۸ | ۳۱ | ۴۸ | ۲۴ | ۲۴۰ | |
| خطای امیسیون | ۰/۱۶۷ | ۰/۰ | ۰/۱۱۸ | ۰/۰۵۳ | ۰/۰ | ۰/۰۵۶ | ۰/۱۹۳ | ۰/۱۲۵ | ۰/۲۰۸ | | |
| دقت کلی= ۹۰ ٪ | | | ضریب کاپا= ۸۸ ٪ | | | دقت تولیدکننده= ۸۹/۷ ٪ | | | دقت کاربر= ۹۰/۳ ٪ | | |

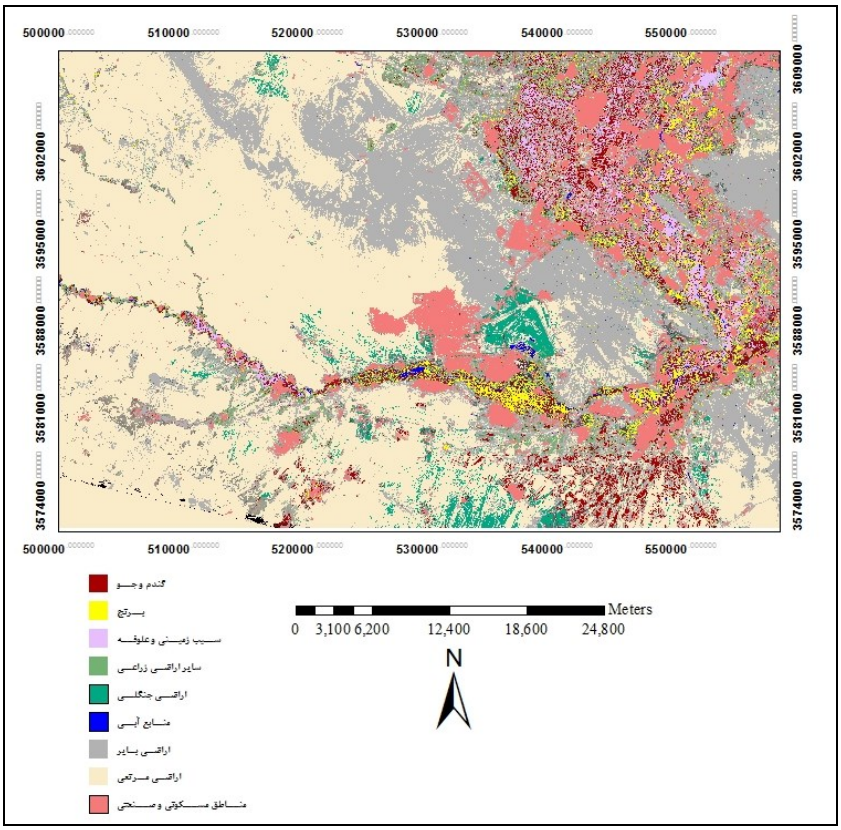
[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.6.2 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.52.147 ]

شکل(۴) نقشه‌ی طبقات مختلف از جمله محصولات عمده زراعی منطقه را درسال ۹۵-۱۳۹۴ نشان می‌دهد. هم‌چنین مساحت طبقه‌های مختلف درجدول (۴) آمده است. همان‌گونه که داده‌های جدول(۴) و شکل(۴) نشان می‌دهد، بیش از نیمی از اراضی این ناحیه با مساحت ۱۴۳۰۷۷ هکتار متعلق به اراضی مرتعی می‌باشد و اراضی بایر با ۵۸۳۹۳ هکتار در رتبه‌ی بعدی از لحاظ وسعت جای دارند. اراضی زراعی با وسعت ۲۸۴۰۲ هکتار (۱۰/۶ درصد) در جایگاه سوم قرار دارد. این اراضی بیش‌تر در امتداد رودخانه‌زاینده‌رود هستند و آب رودخانه به‌عنوان اولین منبع تامین آب برای زراعت این زمین‌ها محسوب می‌شود. علاوه بر این، بسیاری از مناطق صنعتی مهم از جمله صنایع ذوب‌آهن اصفهان و فولاد مبارکه در مجاورت با رودخانه قرار گرفته‌اند و بخش قابل‌توجهی از آب رودخانه را مورد استفاده قرار می‌دهند. هم‌چنین ۹۷روستا از۱۳۰روستا (۷۴درصد) و ۱۸ شهر از ۲۳ شهر این ناحیه (۷۸درصد)، درمحدوده‌ی ۵ کیلومتری دو طرف رودخانه تجمع یافته‌اند. بدین‌ترتیب تمرکز جمعیتی و فعالیتی در این قسمت از ناحیه لنجانات به‌چشم می‌خورد. امروزه نظریه‌پردازان بر این مسئله تأکید بیش‌تری دارند که جمعیت و تمرکز آن در یک ناحیه، باید تابع تخصیص منابع باشدکه این امر می‌تواند شرایط نامساعد طبیعی را تحت الشعاع قرار دهد.

**جدول(۴). مساحت کلاس‌های مختلف برحسب درصد و هکتار (۹۵-۱۳۹۴)**

| نوع کاربری | مساحت(هکتار) | مساحت (درصد) |
|---|---|---|
| گندم و جو | ۸۰۷۷ | ۳ |
| سیب‌زمینی و علوفه | ۶۴۷۰ | ۲/۴ |
| برنج | ۴۸۰۲ | ۱/۸ |
| سایر اراضی زراعی | ۹۰۵۳ | ۳/۴ |
| اراضی جنگلی | ۵۵۱۷/۸ | ۲/۱ |
| منابع آبی | ۵۱۹/۴ | ۰/۲ |
| اراضی بایر | ۵۸۳۹۳/۲ | ۲۲/۳ |
| اراضی مرتعی | ۱۴۳۰۷۷/۳ | ۵۴/۳ |
| مسکونی و صنعتی | ۲۷۴۹۶/۹ | ۱۰/۴ |
| کل | ۲۶۳۴۰۶/۶ | ۱۰۰/۰ |

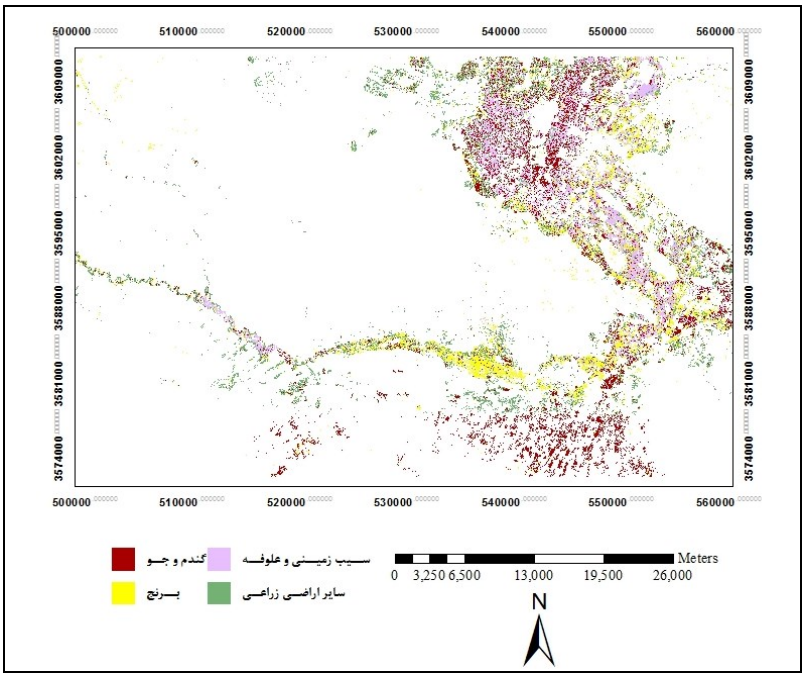
[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.6.2 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.52.147 ]




**شکل (۴). نقشه کاربری و پوشش اراضی با استفاده از روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال**

برای بررسی بهتر الگوی کشت منطقه در شکل (۵)، کاربری‌های غیر از کشاورزی به‌صورت سفید نمایش داده شده است و پراکندگی محصولات عمده‌ی منطقه شامل گندم و جو، علوفه و سیب‌زمینی، برنج و سایر اراضی بر روی نقشه مشخص شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود شالیزارهای برنج که با رنگ‌زرد بر روی نقشه مشخص شده، بیشتر در مجاورت رودخانه قرار گرفته‌اند و در محدوده شهرستان لنجان بیش‌تر از محدوده دو شهرستان فلاورجان و مبارکه دیده می‌شود. با فاصله‌گرفتن از رودخانه کشت گندم و جو بیشتر شده و این اراضی در قسمت شمال‌شرق و جنوب‌شرقی منطقه بیشتر دیده می‌شود. در مجاورت با گندم‌زارهای شمال-شرقی محدوده (محدوده شهرستان فلاورجان)، سطح وسیعی از اراضی مشاهده می‌شود که به کشت سیب-زمینی و علوفه‌هایی مانند ذرت علوفه‌ای و یونجه اختصاص یافته‌اند.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.6.2 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.52.147 ]




**شکل (۵). نقشه الگوی کشت محصولات زراعی منطقه لنجانات باروش حداکثر احتمال**

برای تعیین سطح زیرکشت محصولات عمده ناحیه لنجانات به کمک نقشه‌های طبقه‌بندی شده، به‌کمک نرم-افزارGIS، مساحت پوشش‌اراضی و سطح زیرکشت محصولات مختلف محاسبه شد. مساحت زمین‌های محاسبه شده از نقشه طبقه‌بندی شده با آمار کشاورزی ارائه‌شده توسط جهادکشاورزی استان‌اصفهان مقایسه شد. جدول(۵) مساحت زیرکشت محصولات منطقه حاصل از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای را در مقایسه با آمار جهاد کشاورزی درسال ۹۵-۱۳۹۴ نشان می‌دهد. برطبق نتایج به‌دست آمده از روش‌های طبقه‌بندی، کل مساحت اراضی زراعی منطقه برابر با ۲۸۴۰۲ هکتار است و با توجه به نتایج جهادکشاورزی برابر با ۲۷۰۰۶ هکتار بوده است. به‌عبارتی مساحت محاسبه‌شده به روش حداکثر احتمال به‌اندازه تنها ۵/۲ درصد از مساحت-های موجود بیشتر است و نشان می‌دهد که تجزیه و تحلیل داده‌های چندزمانه سنجنده‌های چند باندی، نتایج به‌نسبت قابل‌قبولی در این قبیل مطالعات دارد که هم‌سو با نتایج پژوهش‌های سفیانیان و خداکرمی (۱۳۹۰) و پورغلام و رحیم‌زادگان (۱۳۹۴) است. هم‌چنین مقدار سطح کشت علوفه و سیب‌زمینی برابر با ۶۴۷۰ هکتار محاسبه شده که این مقدار سطح کشت با مقادیری که سازمان جهاد کشاورزی اعلام نموده، مطابقت دارد.

نتایج به‌دست‌آمده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، سطح شالیزارهای این منطقه برابر با ۴۸۰۲ هکتار تعیین شده که دارای تفاوت ۱۸/۶ درصدی نسبت به مقدار واقعی (۴۰۵۰ هکتار) است. در پژوهشی مشابه خواجه-الدین و پورمنافی (۱۳۸۶) مساحت زیرکشت شالیزارهای حاشیه زاینده‌رود را درسال ۸۳-۱۳۸۲، حدود ۱۹۵۰۰ هکتار با استفاده از سنجده LISS III و ۲۰۴۵۰ هکتار برای سنجنده WiFS تعیین کردند که این مقدار سطح زیر کشت با مقادیری که بخش تحقیقات برنج استان اصفهان در همان سال اعلام نموده بود

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.6.2 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.52.147 ]

(۱۸۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ هکتار)، مطابقت داشت. این نشان می‌دهد به‌دلیل آن‌که برنج با نیازآبی حدود ۱۴۸۵میلی-متر درمحدوده اراضی منطقه مورد مطالعه، یک محصول با نیاز آبی بالاست و کاشت آن باتوجه به اقلیم خشک منطقه توجیه‌پذیر نمی‌باشد، در طول ۱۳سال خشکسالی، کشت برنج در این منطقه به مقدار زیادی کاهش یافته و به‌جای کشت آن، از محصولات جایگزین مانند ارقام زودبازده ذرت استفاده شده است که تحلیل فضایی این محصولات جایگزین خود نیازمند بررسی‌ها و پژوهش‌های جامع در همه‌ی ابعاد است. در انتخاب محصولات جایگزین برنج، باید مواردی از جمله میزان مصرف آب، بازار فروش و مسائل فرهنگی و اجتماعی در نظر گرفته شود.

در ادامه نتایج به‌دست آمده با استفاده از این روش برای گندم و جو و سایر اراضی زراعی با آمارهای ارائه شده توسط جهاد کشاورزی، مورد مقایسه قرار گرفت که تفاوت با افزایش ۲۱/۱۲ درصدی در برآورد مساحت زمین-های تحت سایر محصولات زراعی و کاهش ۱۰/۲ درصدی برای سطوح زیر کشت گندم و جو را نشان می‌دهد.

به‌طور کلی تفاوت میان مساحت‌های به‌دست آمده با سطح زیرکشت ارائه شده توسط جهادکشاورزی، ممکن است ناشی از موارد زیر باشد:

۱.وسعت زیاد ناحیه لنجانات (بیش از ۲۶۰ هزار هکتار)، باعث متفاوت شدن زمان کاشت، برداشت و اوج سبزینگی محصولات مشابه در مختصات متفاوت جغرافیایی در این محدوده شده که خود باعث به وجود آمدن مشکلاتی از جمله بازتاب متفاوت مزارع محصولات مختلف در یک تصویر شده است.

۲. در این ناحیه زمین‌های کشاورزی کوچک هستند و مساحت اغلب آن‌ها زیر یک هکتار است. هم‌چنین محصولات کشاورزی در این ناحیه بسیار متنوع هستند. از طرف دیگر حداقل سطح عرصه‌ای که تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در این پژوهش می‌تواند تفکیک کند به اندازه ۹۰۰ مترمربع (یک‌پیکسل) است که برای زمین‌های زراعی این ناحیه عدد بزرگی محسوب می‌شود و موجب بروز خطا می‌گردد. برای رفع این نقیصه نیاز به انجام بازدیدهای مکرر زمینی است و به‌همین دلیل است که سطح اراضی به کمک تصاویر ماهواره‌ای کمی متفاوت‌تر از سطح واقعی به‌دست آمده است. جدول(۵)

**جدول(۵). مساحت سطح زیرکشت با روش حداکثراحتمال و جهاد کشاورزی[1] درسال۱۳۹۵**

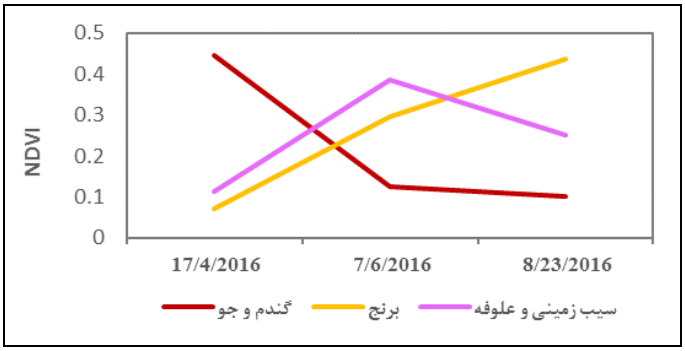
| نوع محصول | روش حداکثر احتمال (هکتار) | آمار جهاد کشاورزی (هکتار) | میزان خطا (درصد) |
|---|---|---|---|
| گندم و جو | ۸۰۷۷ | ۹۰۰۰ | -۱۰/۲ |
| سیب‌زمینی و علوفه | ۶۴۷۰ | ۶۴۸۲ | -۱/۸ |
| برنج | ۴۸۰۲ | ۴۰۵۰ | +۱۸/۶ |
| سایر اراضی زراعی | ۹۰۵۳ | ۷۴۷۴ | +۲۱/۱۲ |
| کل | ۲۸۴۰۲ | ۲۷۰۰۶ | +۵/۲ |

[1] شایان ذکر است که این آمار حاصل جمع آمار زراعی سال (۹۵-۹۴) سه شهرستان لنجان، فلاورجان و مبارکه است که از سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان اخذ شده است.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.6.2 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.52.147 ]

**پیاده‌سازی شاخص‌های گیاهی**

به‌منظور مقایسه روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال با روش‌های استفاده از شاخص‌های گیاهی برای تعیین سطح زیرکشت، در این قسمت از شاخص گیاهی NDVI استفاده شده است. بدین منظوردر این مرحله با توجه به تقویم زراعی محصولات غالب منطقه، نمونه‌های آموزشی در فیلدهای منتخب در تصاویر ۲۹فروردین، ۱۶تیر و ۲شهریور استخراج گردید و روند تغییرات شاخص NDVI در سه بازه‌زمانی موردنظر ترسیم شد که نتایج آن در شکل (۶) نشان داده شده است. همان‌گونه که نتایج این شکل نشان می‌دهد زمان اوج‌سبزینگی تشخیص داده شده با این روش با تقویم‌زراعی مستخرج از مراجع و پرسش‌های شفاهی نیز تایید می‌گردد.



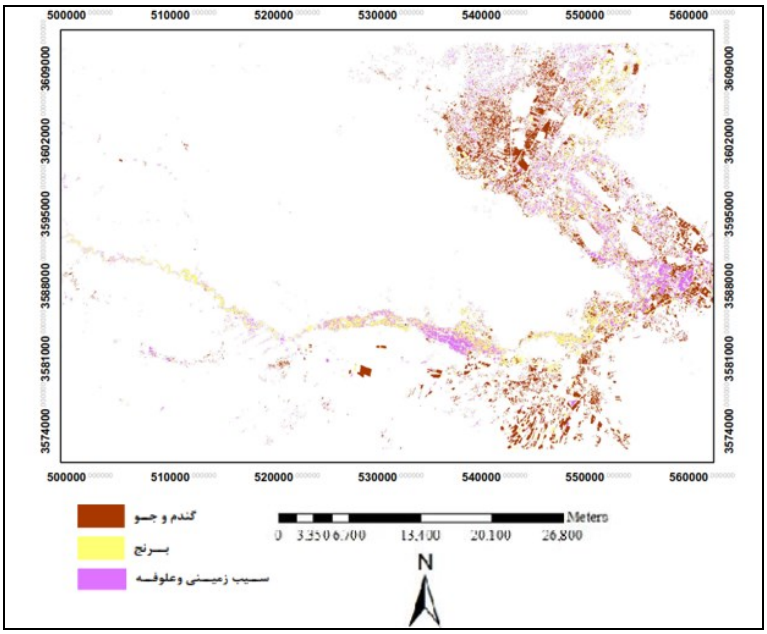

**شکل(۶). روند تغییرات NDVI محصولات غالب منطقه در سه بازه زمانی**

در ادامه با استفاده از نرم‌افزار ENVI، شاخصNDVI بر روی تصاویر منتخب پیاده شد و با توجه به تفاوت دوره رشد محصولات غالب و اوج سبزینگی آن‌ها، اقدام به‌شناسایی و تفکیک مناطق زیرکشت این محصولات نموده شد (شکل۷ و جدول۶). همان‌گونه که درجدول(۶) دیده می‌شود اختلاف بسیارکمی میان نتایج حاصل از این روش با آمار جهادکشاورزی سال ۱۳۹۴-۹۵ دیده می‌شود و با نتایج پژوهش رحیم‌زادگان و پورغلام (۱۳۹۵) هم‌سو است. هم‌چنین ارزیابی صحت نقشه الگوی‌کشت تولید شده با استفاده از این شاخص انجام شد و ضریب‌کاپا و صحت کلی به‌ترتیب برابر با ۹۰درصد و ۹۳درصد محاسبه گردید. براساس نتایج ارزیابی صحت و هم‌چنین مقایسه سطح زیرکشت محصولات با آمار جهاد کشاورزی، استفاده از شاخص NDVI، بهترین برآورد از مساحت زیرکشت محصولات این ناحیه را ارائه می‌دهد که نشان‌دهنده کارایی مناسب شاخص‌های گیاهی زمانمند دربرآورد سطح زیرکشت باتوجه به فنولوژی آن‌ها است.

**جدول(۶). مساحت سطح زیرکشت با پیاده‌سازی شاخص NDVI و جهاد کشاورزی درسال۱۳۹۵**

| نوع محصول | روش حداکثر احتمال (هکتار) | آمار جهاد کشاورزی (هکتار) | میزان خطا (درصد) |
|---|---|---|---|
| گندم و جو | ۸۴۰۸/۳۴ | ۹۰۰۰ | -۶/۶ |
| سیب‌زمینی و علوفه | ۶۲۷۲/۱۹ | ۶۴۸۲ | -۳/۲ |
| برنج | ۳۷۸۵/۰۴ | ۴۰۵۰ | -۶/۵ |

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.6.2 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.52.147 ]




**شکل (۷). نقشه الگوی کشت محصولات زراعی منطقه لنجانات با پیاده‌سازی شاخص NDVI**

## نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش شناسایی سطح زیرکشت محصولات با استفاده از روش‌های نوین سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی به‌منظور برنامه‌ریزی بهینه‌ی الگوی کشت است. اکثر کشورهای دارای کشاورزی مکانیزه و صنعتی، برنامه‌ریزی صحیحی در ارتباط با الگوهای بهره‌برداری اراضی و اصلاح الگوی کشت، دارند که به آنان در فرایندهای مختلف برنامه‌ریزی یاری می‌رساند، درحالی‌که کمبود این نوع برنامه‌ریزی‌ها درکشور ما کاملاً مشهود و بارز است. این فقدان برنامه‌ریزی در ناحیه‌ی لنجانات که با بحران شدید آب در دهه‌های اخیر مواجه شده است نیز به‌چشم می‌خورد و ضرورت مطالعات بیش‌تری را در این زمینه ایجاد می‌کند. بررسی‌های انجام گرفته توسط پژوهش‌گران (امامی‌حیدری و همکاران، ۱۳۹۳) و (باطنی و همکاران، ۱۳۹۰) بر الگوی کشت ناحیه لنجانات، نشان می‌دهد که الگوی کشت موجود در این ناحیه بر روی کمیت و کیفیت آب رودخانه زاینده‌رود تاثیر فراوان می‌گذارد. به‌خصوص که این ناحیه علاوه بر کاربری کشاورزی، از لحاظ کاربری صنعتی نیز بسیار حائز اهمیت است و صنایع موجود در این منطقه، به‌خصوص فولاد مبارکه و ذوب آهن اصفهان و فضای سبز مربوط به‌آن، سالانه مقادیر زیادی از آب این رودخانه را برداشت می‌کنند. بررسی‌های انجام گرفته نشان می‌دهد که در این ناحیه انتخاب نوع محصول برای کشت هر ساله بر اساس استفاده از تجربیات موفق سال‌های قبل در زمینه‌ی فروش بیش‌تر و عدم اطلاع از تصمیمات سایر کشاورزان صورت می‌گیرد که باعث اشباع بازار و سودآوری کم برای آن‌ها می‌گردد. هم‌چنین باعث عدم استفاده بهینه از منابع و امکانات موجود شده و خسارت‌ها و پیامدهای جبران‌ناپذیری را در ابعاد زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی برجای می‌گذارد. باتوجه به‌چنین ضرورتی، فواید استفاده از روش‌های‌کمی در برآورد واقعی سطح زیرکشت محصولات به‌منظور برنامه‌ریزی الگوی کشت مشخص می‌شود. برآوردهای کارشناسی و غیرعلمی که از محاسبه سطح زیرکشت به

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.6.2 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.52.147 ]

صورت پرسش‌نامه‌ای و حضوری به‌دست کارشناسان انجام می‌شود، دوران خود را سپری کرده است، ولیکن بهره‌گیری از داده‌های ماهواره‌ای به مثابه‌ی راهکاری جدید نه تنها کاستی‌های ناشی از خطای انسانی را کاهش می‌دهد، بلکه می‌تواند در امر برنامه‌ریزی‌های مختلف نیز کارگشا باشد. به‌طورکلی این پژوهش نشان داد که تصاویر ماهواره‌ای از قابلیت بالایی برای تفکیک محصولات زراعی و تهیه نقشه انواع محصولات کشاورزی منطقه و تعیین سطح زیر کشت بادقت مناسب درمقیاس بالا برخوردار است. نقشه‌های الگوی کشت به‌دست آمده از این پژوهش، برای موارد زیادی از جمله آماربرداری از منطقه، برآورد تعداد ماشین‌آلات مورد نیاز برای سطح زیرکشت محصولات مختلف درمنطقه، برآورد نیاز برای ساخت و توسعه زیرساخت‌هایی مانند سیلوها و انبارها و ایجاد خدمات مکانیزه موردنیاز منطقه، تعیین میزان تولیدخالص و نیز میزان کمبود و یا مازاد محصولات کشاورزی، به‌منظور ثبات بازار قابل استفاده هستند. به‌صورت خلاصه نتایج به‌دست‌آمده از انجام این پژوهش به‌همراه پیشنهادهای مرتبط را می‌توان چنین بیان کرد:

۱. با استخراج تقویم زراعی محصولات مختلف کشاورزی، انتخاب ماهواره و برنامه‌ریزی منظم برای تصویربرداری، امکان تعیین سطح زیرکشت محصولات عمده منطقه با دقت مناسب فراهم می‌گردد.

۲. بهترین روش برای تهیه نقشه‌کاربری اراضی و تعیین نقشه الگوی‌کشت و تفکیک محصولات عمده زراعی (گندم و جو، برنج، یونجه و سیب‌زمینی) درمنطقه، استفاده از سری‌های زمانی داده‌های ماهواره‌ای است به گونه‌ای که در زمان اول برداشت تصاویر، گندم و جو در اوج سبزینگی خود باشند و محصولات سیب‌زمینی، یونجه و ذرت علوفه‌ای یا کاشت نشده باشند و یا این‌که تازه سر از خاک درآورده باشند. در زمان دوم تصاویر، این محصولات در اوج سبزینگی خود باشند و گندم و جو برداشت شده باشند و در زمان سوم، محصولات قبل برداشت شده‌اند و برنج که در تصویر اول هنوز کاشته نشده و در تصویر دوم در مراحل اولیه رشد است، در تصویر سوم در اوج سبزینگی خود قرار دارد. درمنطقه مورد مطالعه براساس تفاوت اقلیمی و تفاوت در کاشت و برداشت، سه‌سری‌زمانی ۲۹فروردین، ۱۶تیر و ۲شهریور بهترین سری‌های زمانی بودند.

۳. نتایج ارزیابی صحت نقشه‌های به‌دست آمده از طبقه‌بندی حداکثر احتمال حاصل از سه سری زمانی تصویر ماهواره‌ای نشان داد که این روش دارای دقت قابل‌قبولی می‌باشد. ضریب‌کاپا و صحت کلی برای نقشه طبقه-بندی‌شده به‌ترتیب ۸۸ و ۹۰ درصد برآورد گردید.

۴. باتوجه به نتایج حاصله، پیشنهاد می‌شود با به‌کارگیری روش‌های دیگر مانند ماشین‌بردار پشتیبان و شبکه-عصبی نسبت به تهیه‌ی نقشه اراضی زیرکشت محصولات مختلف با تصاویر ماهواره‌ای و سنجنده‌های مختلف با قدرت تفکیک مکانی بالاتر اقدام گردد.

۵. مقایسه مساحت به‌دست آمده با استفاده از پوشش گیاهی NDVI در تصاویر منتخب، با آمار جهاد کشاورزی و هم‌چنین نتایج ارزیابی دقت این روش (ضریب کاپا برابر با ۹۰درصد و صحت کلی برابر با ۹۳درصد)، نشان‌دهنده کارایی مناسب شاخص گیاهی NDVI در برآورد سطح زیرکشت محصولات این منطقه نسبت به روش حداکثر احتمال است و پیشنهاد می‌گردد برای تعیین سطح زیرکشت محصولات این منطقه از پیاده‌سازی سایر شاخص‌های پوشش گیاهی استفاده شود.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.6.2 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.52.147 ]

۶. بررسی نقشه کاربری اراضی و الگوی کشت منطقه نشان داد که اکثر کاربری‌های صنعتی و کشاورزی این منطقه در مجاورت دو طرف رودخانه زاینده‌رود قراردارد و این رودخانه تنها تأمین کننده آب لازم برای همه فعالیت‌های اقتصادی منطقه ازجمله فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی است. از آن‌جا که الگوی کشت برنج-گندم، نیاز آبی بالایی داشته و صنایع فولاد مجاور این رودخانه از صنایع آب‌بر هستند، لزوم تحلیل فضایی کاربری‌های اراضی این منطقه در پژوهش‌های آتی بیش از پیش احساس می‌شود و بدین منظور پیشنهاد می-گردد مطالعات جامعی در زمینه‌ی مکان‌یابی مجدد صنایع آب‌بر و هم‌چنین تغییر الگوی کشت این منطقه انجام گیرد تا با مدیریت صحیح آب در این منطقه میزان برداشت آب از زاینده‌رود را کاهش داده و تداوم این منبع ارزشمند آبی را تضمین نمود.

## منابع


احمدپور، امیر، کریم سلیمانی، مریم شکری و جمشید قربانی (۱۳۹۳). **مقایسه میزان کارآیی سه روش رایج طبقه-بندی نظارت‌شده داده‌های ماهواره ای در مطالعه پوشش گیاهی**، سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، **۵(۳)**: ۷۷-۸۹.

احمدپور، زهرا، قاسم قنبری و قاسم کرمی (۱۳۹۳). **سازماندهی سیاسی فضا**. تهران: انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح. چاپ سوم.

امامی‌حیدری، حامد، هادی جعفری و غلامحسین کرمی (۱۳۹۳). **نقش مدیریت کشاورزی در تداوم جریان زاینده-رود، پژوهش‌های آب و خاک(علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۸(۶)**: ۱۰۹۵-۱۱۰۶.

باطنی، فاطمه، ملیحه‌السادات مدنیان، سیما فاخران و علیرضا سفیانیان (۱۳۹۰). **بررسی تغییرات کاربری اراضی در منطقه بلوک لنجان و نقش آن بر کیفیت آب رودخانه زاینده‌رود**، مجموعه مقالات هفتمین همایش ملّی علوم و مهندسی آبخیزداری، اصفهان، گروه مهندسی مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان.

پورغلام، مصطفی و مجید رحیم‌زادگان(۱۳۹۴)، **تعیین سطح زیرکشت گیاه جو بااستفاده از تصاویر ماهواره‌ای Landsat 8**، همایش ملی مهندسی عمران و پژوهشهای نیاز محور، مشهد، موسسه آموزش عالی خاوران.

خداکرمی، لقمان و علی‌رضا سفیانیان (۱۳۹۱). **کاربرد سنجش از دور چند زمانی در تعیین سطح زیرکشت**، مجله علوم فنون‌کشاورزی و منابع‌طبیعی، علوم آب و خاک، **۱۶(۵۹)**: ۲۱۵-۲۳۱.

خواجه‌الدین، سیدجمال‌الدین و سعید پورمنافی (۱۳۸۶). **سطح شالیزارهای حاشیه زاینده رود در منطقه اصفهان با داده های رقومی سنجنده‌های ماهواره IRS**، مجله علوم فنون کشاورزی و منابع‌طبیعی،**۱۱(۱)**: ۵۱۳-۵۲۷.

رحیم‌زادگان، مجید و مصطفی پورغلام(۱۳۹۵)، **تعیین سطح زیر کشت گیاه زعفران با استفاده از تصاویر لندست (مطالعه‌ی موردی: شهرستان تربت حیدریه)**، سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، **۷(۴)**: ۹۷-۱۱۵.

سفیانیان، علیرضا و لقمان خداکرمی (۱۳۹۰). **تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از روش طبقه بندی فازی (مطالعه موردی سه زیر حوضه آبخیز کبودر آهنگ، رزن-قهاوند و خونجین-تلخاب در استان همدان)**، آمایش سرزمین، **۳(۴)**: ۹۵-۱۱۴.


[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.6.2 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.52.147 ]

سلیمی، سهیلا و فرهاد کاظمی (۱۳۸۷). **کاربرد تصاویر ماهواره IRS به منظور تهیه نقشه پراکنش برنج درشهرستان مرودشت**، همایش ژئوماتیک ۸۷، تهران، سازمان نقشه برداری کشور.

ضیائیان فیروزآبادی، پرویز، لیلا صیاد بیدهندی و محمد اسکندری نوده (۱۳۸۸). **تهیه نقشه و تخمین سطح زیرکشت برنج در شهرستان ساری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای رادارست (RADARSAT)**، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، **۴۱(۶۸)**: ۴۵-۵۸.

عاشورلو، مرتضی، عباس علیمحمدی، پرویز رضائیان و داود عاشورلو (۱۳۸۵). **کاربرد تحلیل تشخیص خطی در تفکیک گندم از سایر محصولات بر روی تصاویر ماهواره‌ای**، علوم محیطی، سال۴، شماره۲، صص۱۰۱-۱۱۶.

عاشورلو، داود، علی اکبرمتکان، بابک میرباقری و متین شهری (۱۳۹۳). **استخراج توده زنده گندم بااستفاده از داده-های ماهواره‌ای و رگرسیون وزنی مکانی**. پژوهش‌های کاربردی زراعی. **۲۷(۱۰۴)**: ۱۲۱-۱۲۸.

علیپور، فریده، محمدحسین آق خانی، محمدحسن عباسپورفرد و عادل سپهر (۱۳۹۳). **تفکیک محدوده و تخمین سطح زیر کشت محصولات کشاورزی به کمک تصاویر ماهواره‌ای +ETM (مطالعه موردی :مزرعه نمونه آستان قدس رضوی)**، نشریه ماشین‌های کشاورزی، **۴(۲)**: ۲۴۴-۲۵۴.

فرزادمهر، جلیل و کاظم تباکی‌بجستانی (۱۳۹۷). **تعیین قابلیت تصاویرماهواره‌ای لندست۸ درتخمین سطح-زیرکشت‌زعفران(نمونه‌موردی: شهرستان تربت‌حیدریه)**، نشریه زراعت و فناوری زعفران، **۶(۱)**: ۴۶-۶۰.

فلاحتکار، ساره (۱۳۸۷) **آشکارسازی تغییرات پوشش اراضی اصفهان با استفاده از سنجش از دور و GIS**. پایان-نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده منابع‌طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.

متکان، علی‌اکبر، داود عاشورلو، علی غلامپور، حسین عقیقی، امین حسینی‌اصل و مرتضی عاشورلو (۱۳۸۸). **ارائه شاخص برای استخراج اراضی زیرکشت گندم با داده‌های سنجش از دور**، نشریه زراعت، **۸۴**: ۶۶-۷۲.

مرکز آمار ایران (۱۳۹۵). **جمعیت برحسب جنس، سن و وضعیت سکونت برحسب تفکیک استان و شهرستان براساس نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۳۹۵**. https://www.amar.org.ir

مرکز آمار ایران (۱۳۹۵). **تعداد بهره‌برداری و مساحت زمین بهره برداری‌های با زمین برحسب نوع‌کشت و شهرستان: آبان ۱۳۹۳**، سالنامه آماری استان اصفهان ۱۳۹۵.https://salnameh.sci.org.ir

Akhtar, F., Awan, U. K., Tischbein, B., & Liaqat, U. W. (2017). **A phenology based geo-informatics approach to map land use and land cover (2003–2013) by spatial segregation of large heterogenic river basins** Applied Geography, **88**, 48-61.

Bagan, H., & Yamagata, Y. (2012). **Landsat analysis of urban growth: How Tokyo became the world's largest megacity during the last 40years**. Remote sensing of Environment, **127**, 210-222.

Hopkins, P. F., A. L. Maclean, and T. M. Lillesand. 2005. **Assessment of thematic mapper imagery for forestry applications under Lake States conditions**. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. **54 (1):** 61- 68.

Kamusoko, C., & Aniya, M. (2007). **Land use/cover change and landscape fragmentation analysis in the Bindura District, Zimbabwe**. Land degradation & development, **18(2),** 221-233.

Koppe, W., Li, F., Gnyp, M. L., Miao, Y., Jia, L., Chen, X., & Bareth, G. (2010). **Evaluating multispectral and hyperspectral satellite remote sensing data for**

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.6.2 ]

[ DOI: 10.29252/jgs.19.52.147 ]

**estimating winter wheat growth parameters at regional scale in the North China plain**.Photogrammetrie-Fernerkundung-Geoinformation, **3,** 167-178.

Kumar, P., & Jeganathan, C. (2017). **Monitoring Horizontal and Vertical Cropping Pattern and Dynamics in Bihar over a Decade (2001–2012) Based on Time-Series Satellite Data.** Journal of the Indian Society of Remote Sensing**, 45(3),** 485-502.

LI, W. G., Hua, L. I., & ZHAO, L. H. (2011). **Estimating rice yield by HJ-1A satellite images.** Rice Science, **18(2),** 142-147

Mather PM, Tso B. 2009. **Classification Methods for Remotely Sensed Data**. Second Edition, CRC Press. New York.

Pattanaik, F., & Mohanty, S. (2017). **Changes in Cropping Pattern in Odisha Agriculture in Neo-Liberal Period.** Journal of Rural Development, **36(1),** 121-154.

Sawasawa, H. L. (2003). **Crop yield estimation: Integrating RS, GIS and management factors. A case study of Birkoor and Kortigiri Mandals, Nizamabad District India**, ITC, International Institute for Geo-information science and earth observation enschede, The Netherlands.

Schowengerdt, R. A. (2007). **Remote Sensing: Models and Methods for Image Processing**. Academic Press, United States.

Wardlow, D. B., L. E. Eghbert and j. H. Castens (2007). **Analysis of time-series MODIS 250m vegetation index data for crop classification in the U.S. Central Great Plains**, Jornal of Remote Sensing of Environment. **108**: 290-310.

Yusoff, N. M., Muharam, F. M., & Khairunniza-Bejo, S. (2017). **Towards the use of remote-sensing data for monitoring of abandoned oil palm lands in Malaysia: a semi-automatic approach.** International Journal of Remote Sensing, **38(2),** 432-449.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.52.6.2 ]

[ DOI: 10.29252/jgs.19.52.147 ]