

شناسایی و بررسی تغییرات سطح زیر کشت محصولات زراعی روستای حسین آباد میش مست با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای

حمیده صدوقی^{۱*}، طاهر رجایی^۲ و نیما روحانی^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۵/۵)

چکیده

شناسایی و بررسی تغییرات سطح زیر کشت انواع محصولات برای مدیریت عرضه تولیدات زراعی ضروری است. در این پژوهش، به منظور شناسایی و بررسی تغییرات سطح زیر کشت محصولات زراعی عمده منطقه حسین آباد میش مست در استان قم از تصاویر سری زمانی سنجنده‌های OLI و ETM+ ماهواره لندست ۸ و ۷ با توجه به تقویم زراعی این منطقه استفاده شد. با بهره‌گیری از شاخص پوشش گیاهی (NDVI) در الگوریتم درخت تصمیم‌گیری، حد آستانه‌های این شاخص متناسب با محصولات زراعی عمده این منطقه تنظیم و سپس نقشه الگوی کشت محصولات تهیه شد. برای ارزیابی نتایج از آمار جهاد کشاورزی استان طی سال‌های زراعی ۲۰۰۵، ۲۰۰۹، ۲۰۱۴ و ۲۰۱۹ استفاده شد. نتایج نشان داد که با استفاده از حد آستانه شاخص NDVI محصولات زراعی در این منطقه در سال ۲۰۰۵ شامل گندم و جو و یونجه بوده و مساحت‌های آنها در مقایسه با آمار جهاد کشاورزی به ترتیب خطایی برابر با ۱۷/۱ و ۶/۱ درصد داشت و در سال ۲۰۰۹ گندم و جو، یونجه و ذرت خطایی برابر با ۵/۰، ۶/۹ و ۱/۰ درصد داشت. در سال ۲۰۱۴ نیز محصولات زراعی گندم و جو، یونجه، ذرت و صیفی‌جات خطایی برابر با ۹/۴، ۴/۹، ۴/۰ و ۴/۱۱ درصد و همین محصولات در سال ۲۰۱۹ خطایی برابر با ۴/۰، ۶/۱۱، ۴/۱ و ۵/۱۷ درصد داشت که خطا معنادار نبوده و طبق نتایج، کارایی مناسب شاخص NDVI در برآورد سطح زیر کشت محصولات با توجه به فنولوژی آنها مشخص شد. همچنین در سال ۲۰۰۹ و ۲۰۱۴، ذرت و صیفی‌جات به محصولات زراعی این منطقه اضافه شد و سطح زیر کشت محصولات در سال ۲۰۱۹ نسبت به سال ۲۰۱۴ افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: شاخص NDVI، فنولوژی، الگوی کشت، درخت تصمیم‌گیری، حسین آباد میش مست

۱. گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه قم، قم، ایران

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: hamideh.sadoghi@gmail.com

مقدمه

تخمین سطح زیر کشت محصولات زراعی در برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری‌ها بسیار اهمیت دارد. برآوردهای سنتی از سطح زیر کشت محصولات بسیار زمان‌بر و پرهزینه بوده و در مقیاس وسیع قابل اجرا نیست، لیکن داده‌های سنجنش از دور با تعیین نوع و سطح زیر کشت هر یک از محصولات، اطلاعات خوبی را در اختیار تصمیم‌گیران این بخش قرار می‌دهد (۵). امروزه سنجنده‌های مختلف با کاربرد مطالعات منابع طبیعی و زراعی روی ماهواره‌های به فضا پرتاب شده، در حال فعالیت و برداشت اطلاعات زمینی از سطح زمین هستند (۱۴). سنجنده OLI که روی ماهواره لندست ۸ قرار گرفته است، از قابلیت بالایی در مطالعات مختلف و به‌خصوص مطالعات پوشش گیاهی برخوردار است (۱۹). شاخص‌های گیاهی تهیه شده از تصاویر ماهواره‌ای برای بررسی یک اکوسیستم، بسیار مهم هستند. یکی از کاربردهای شاخص‌های گیاهی در مطالعات مربوط به بخش زراعی مانند تعیین الگوی کشت، سلامت محصول و... است (۷ و ۱۹). در میان بسیاری شاخص‌های گیاهی تهیه شده از داده‌های ماهواره‌ای، شاخص گیاهی (Normalized Difference Vegetation) NDVI از پرکاربردترین آنها در مطالعات مختلف پوشش گیاهی و به‌خصوص مطالعات مربوط به بخش زراعی است (۷). از آنجا که هدف اصلی پردازش تصاویر ماهواره‌ای، تهیه نقشه‌های موضوعی و کارآمد است، انتخاب روش مناسب طبقه‌بندی تأثیر زیادی در این امر دارد. پژوهشگران به‌منظور توسعه روش‌ها و تکنیک‌های پیشرفته طبقه‌بندی، برای بهبود دقت طبقه‌بندی، تلاش‌های وسیع و گسترده‌ای انجام داده‌اند که از جمله می‌توان به شبکه عصبی مصنوعی، طبقه‌بندی درختی و غیره اشاره کرد (۹). اوتاکا و بلاچک با استفاده از داده‌های لندست و روش پیکسل مبنای تغییرات کاربری اراضی را با مقایسه الگوریتم‌های ماشین‌بردار پشتیبان (SVM)، درخت تصمیم‌گیری (DT) و طبقه‌بندی حداکثر احتمال (MLC) ارزیابی کردند، که عملکرد الگوریتم درخت تصمیم‌گیری بهتر از دو روش دیگر بود (۱ و ۱۰).

تاکنون مطالعاتی در زمینه شناسایی و بررسی سطح زیر کشت

محصولات زراعی در خارج و داخل کشور انجام شده است. از جمله آنها ساواساوا با استفاده از تلفیق RS و GIS و پارامترهای مدیریت، سطح زیر کشت برنج را با استفاده از تصاویر ماهواره IRS (India Remote Sensing satellite) با تفکیک مکانی ۲۳ متر و تصویر پانکروماتیک ماهواره مذکور با تفکیک مکانی ۵/۸ متر و همچنین تصاویر سری زمانی ماهواره اسپات اقدام به آنالیز و تفسیر داده ماهواره‌ای کرد، سپس با برداشت‌های زمینی و نقشه‌های مختلف از منطقه و دخیل کردن پارامترهای مدیریتی و با توجه به مراحل فنولوژیکی محصولات و استفاده از شاخص NDVI سطح زیر کشت برنج‌زارها را در منطقه‌ای در نظام‌آباد ایالت آنودپراش هند برآورد کرد (۱۶). کی و همکاران (۸)، پینا و برینگ (۱۳) و استفلت و همکاران (۲۰) برای تهیه نقشه پراکنش محصولات زراعی از تصاویر ماهواره‌ای و شاخص NDVI استفاده کردند. بندینی و همکاران برای تهیه نقشه محصولات کشاورزی در منطقه CERRADO کشور برزیل از تصاویر لندست ۸ استفاده کردند. آنها با استفاده از سری زمانی شاخص EVI پارامترهای فنولوژی را استخراج و در نهایت با استفاده از الگوریتم طبقه‌بندی جنگل تصادفی، نقشه محصولات این منطقه را تهیه کردند (۲). تاتسومی و همکاران طبقه‌بندی محصولات زراعی مزارع مرتفع را با استفاده از الگوریتم جنگل تصادفی و داده‌های سری زمانی لندست ETM+ بررسی کردند. هشت کلاس یونجه، مارچوبه، آووکادو، پنبه، انگور، ذرت، انبه و گوجه فرنگی مورد مطالعه قرار گرفت. ارزیابی بر اساس چندین معیار حساسیت به اندازه مجموعه داده‌های آموزشی، تعداد متغیرها و دقت نقشه انجام شد. نتایج نشان داد که اندازه مجموعه داده‌های آموزشی به شدت روی طبقه‌بندی تأثیر می‌گذارد، اما اگر داده‌های آموزش افزایش یابد، میزان اصلاح کاهش می‌یابد. الگوریتم RF دقت کلی ۸۱ درصد و آمار کاپای ۰/۷۰ را نشان داد که نشان‌دهنده عملکرد بالای مدل است. علاوه بر این، نتایج نیز نشان داد که مدل و مجموع EVI دارای متغیرهای بسیار مهمی برای جداسازی کلاس محصول است (۱۸). پورغلام و رحیم‌زادگان به‌منظور تعیین سطح زیر کشت گیاه جو شهرستان تربت حیدریه از تصاویر چندزمانه لندست ۸ و شاخص‌های گیاهی

باندی انجام شد. نتایج نشان داد که روش حداکثر احتمال به‌عنوان روش منتخب طبقه‌بندی در برنج انتخاب و سطح زیر کشت برنج در این روش معادل ۳۲۹۱۱ هکتار بود که در مقایسه با آمار جهاد کشاورزی، ۲۷۸۳۹ هکتار خطایی حدود ۱۸ درصد داشت. همچنین سطح زیر کشت سویا در روش کمترین فاصله از میانگین ۲۸۳۵۹ هکتار بود، که در مقایسه با آمار جهاد کشاورزی، ۲۵۰۸۳ هکتار، خطایی حدود ۱۳ درصد داشت و سطح زیر کشت برنج نسبت به سال‌های قبل افزایش ولی سویا کاهش یافته بود (۴).

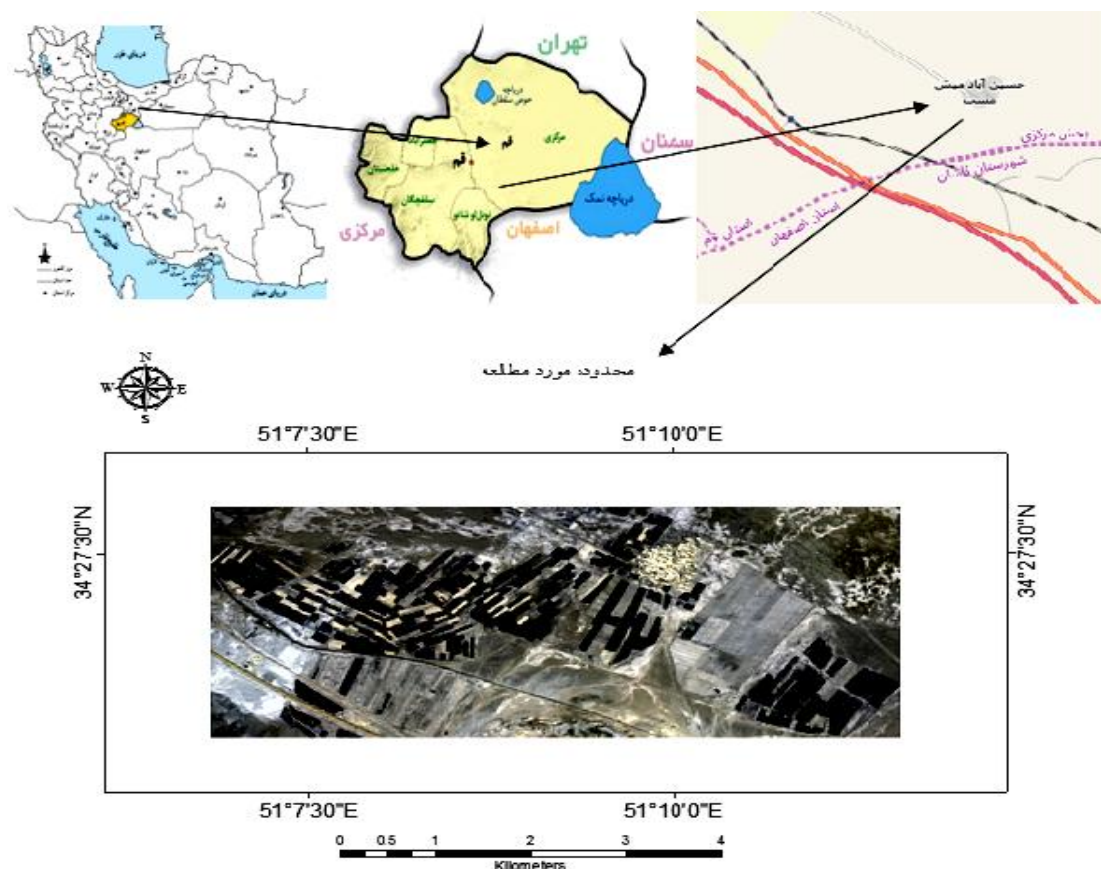
آگاهی از انواع محصولات و وضعیت سطح زیر کشت آنها به‌عنوان اولین گام در ساماندهی الگوی کشت مطرح می‌شود. هدف از نگارش این مقاله ابتدا شناسایی و تفکیک انواع محصولات زراعی و بومی‌سازی حد آستانه‌های شاخص NDVI متناسب با انواع محصولات زراعی عمده این منطقه بیابانی در الگوریتم درخت تصمیم‌گیری، با تحلیل تصاویر سری زمانی ماهواره لندست ۷ و ۸ و سپس بررسی تغییرات آنها طی سال‌های زراعی ۲۰۰۵، ۲۰۰۹، ۲۰۱۴ و ۲۰۱۹ است، اینکه انواع محصولات زراعی منطقه شناسایی شده و مشخص شود این محصولات به چه صورتی تغییر کرده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حسین‌آباد میش‌مست، روستایی از توابع بخش مرکزی شهرستان قم، در استان قم است. این روستا در ۳۰ کیلومتری این استان با وسعتی ۹۰۰۰ هکتار قرار گرفته است و دارای مختصات ۳۴ درجه، ۲۷ دقیقه و ۲۴ ثانیه شمالی و ۵۱ درجه، ۹ دقیقه و ۵۹ ثانیه شرقی است. مردم این روستا به دامداری و کشاورزی مشغول هستند و کشاورزی در این روستا دارای الگوی کشت ثابت است. روستای حسین‌آباد میش‌مست از لحاظ آب‌وهوایی بسیار گرم‌و‌خشک است و به‌دلیل گرمسیر بودن این روستا، زراعت آبی صورت می‌گیرد. در شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه نمایش داده شده است.

در طول دوره زمانی یک‌ساله و همچنین شناسایی زمان اوج سبزیگی گیاه استفاده کردند. سپس نتایج به‌دست آمده با آمارهای جهاد کشاورزی مربوط به سال زراعی ۹۳-۹۲ مقایسه شد که تفاوت (با افزایش ۱۴ درصد) در برآورد مساحت زمین‌های تحت کشت جو را نشان داد (۱۱). فرزادمهر و تباهی به‌منظور برآورد سطح زیر کشت محصول زعفران در شهرستان تربت حیدریه از تصاویر لندست ۸ و شاخص‌های گیاهی استفاده کردند. در این مطالعه مساحت این محصول، ۱۹۵۰۳/۴۵۷۲ هکتار در مقایسه با آمار جهاد کشاورزی مبنی بر ۲۲۰۰۰ هکتار در سال ۱۳۹۳ برآورد شد. نتایج نشان داد که تصاویر لندست ۸ از قابلیت بالایی برای تفکیک سریع اراضی زعفران در منطقه و تعیین سطح زیر کشت با دقت به‌نسبت مناسب در مقیاس منطقه‌ای برخوردار است (۳). کردی محصولات کشاورزی دشت میاندوآب را به‌منظور مدیریت بهینه منابع آبی با استفاده سری زمانی داده‌های لندست ۸ به‌کمک الگوریتم ماشین‌بردار پشتیبان طبقه‌بندی کرد. نتایج نشان داد که در فرایند طبقه‌بندی از ترکیب باندها، شاخص‌های گیاهی GNDVI و شاخص ALBEDO، LST بیشترین دقت را در تفکیک کردن محصولات کشاورزی به‌همراه داشت (۶). ریاحی و همکاران نقشه الگوی کشت محصولات زراعی غالب ناحیه لنجانان در استان اصفهان را با استفاده از تصاویر چند زمانه لندست ۸ و طبقه‌بندی حداکثر احتمال و شاخص NDVI با توجه به تقویم زراعی آنها تهیه کردند. نتایج نشان داد که سطح زیر کشت گندم و جو، برنج، سیب‌زمینی و علوفه در روش حداکثر احتمال، در مقایسه با آمار جهاد کشاورزی به‌ترتیب خطایی برابر با ۱۰/۲، ۱۸/۶ و ۱/۸ درصد داشت. اما استفاده از شاخص NDVI در مقایسه با آمار جهاد کشاورزی به‌ترتیب دارای خطایی برابر با ۶/۶، ۶/۵ و ۳/۲ درصد بوده که نشان‌دهنده کارایی مناسب شاخص گیاهی در برآورد سطح زیر کشت محصولات با توجه به فنولوژی آنها بود (۱۵). کامکار و همکاران به‌منظور شناسایی و تعیین سطح زیر کشت دو محصول برنج و سویا در چهار حوضه آبخیز استان گلستان، از شاخص NDVI و تصویر سنتینل ۲ استفاده کردند. پس از انجام تصحیحات لازم، ترکیبات بانندی، ترکیبات رنگی، موزائیک تصاویر و محاسبات



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

زمینی شامل اطلاعات مربوط به مراحل فنولوژیکی و تقویم زراعی محصولات عمده منطقه مورد مطالعه و تطابق تاریخی آن با سایر محصولات زراعی است. در این مطالعه از تقویم عملیات زراعی و آمار سطح زیر کشت جهاد کشاورزی به منظور ارزیابی نتایج طبقه‌بندی استفاده شده است. در شکل ۲ تقویم زراعی محصولات عمده روستای حسین‌آباد میش‌مست ارائه شده است. در این شکل هر یک از محصولات زراعی گندم و جو، ذرت، یونجه و صیفی جات به‌عنوان کلاس‌های اصلی در نظر گرفته شده‌اند.

با توجه به این شکل نشان می‌دهد مراحل آماده‌سازی محصولات از زمان شخم تا مرحله برداشت محصول از جمله گندم و جو که کشت اول در این منطقه به حساب می‌آید، به این ترتیب است که در ماه شهریور زمین شخم زده می‌شود سپس در ماه مهر عمل کشت این محصول انجام می‌شود و بعد از ۶-۷ ماه از مرحله داشت، در ماه خرداد به بیشترین رشد خود در سال

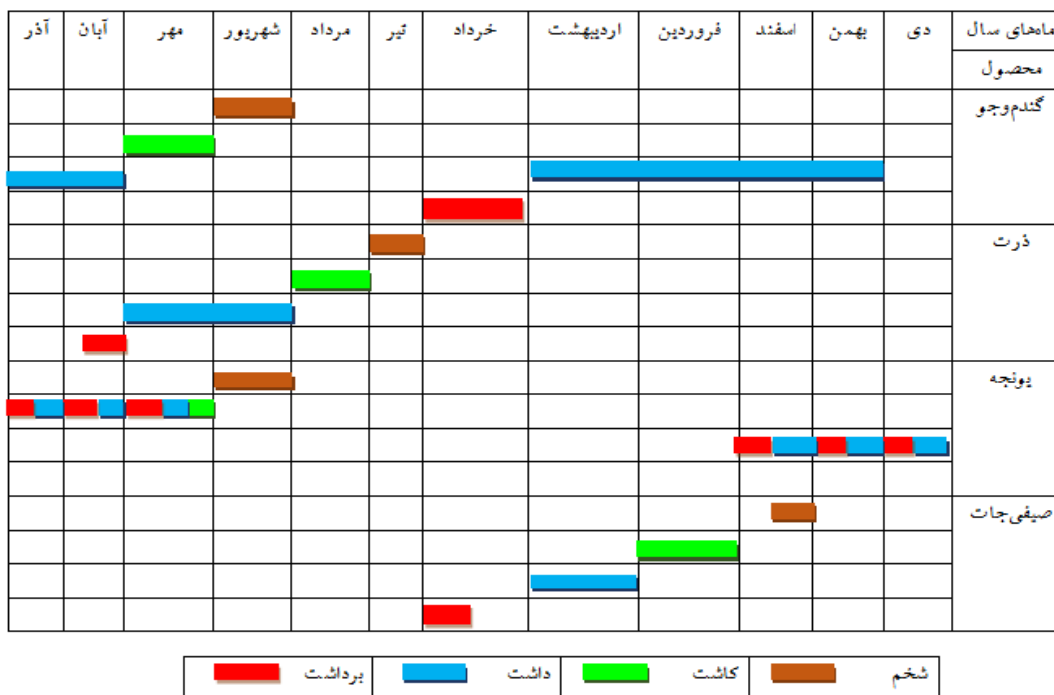
داده‌های مورد استفاده

داده‌های ماهواره‌ای

در این تحقیق داده‌های ماهواره‌ای شامل تصاویر سری زمانی ماهانه، ماهواره لندست ۷ و ۸ سنجنده‌های ETM+ و OLI مربوط به سال‌های ۲۰۰۵، ۲۰۰۹، ۲۰۱۴ و ۲۰۱۹ است. علت انتخاب تصاویر ماهواره لندست، قدرت تفکیک زمانی و مکانی نسبتاً مناسب، در دسترس و رایگان بودن آنها و پراکنش زمانی مناسب با دوره رشد محصولات است. این تصاویر از طریق سایت <http://earthexplorer.usgs.gov> دانلود شده است.

داده‌های زمینی

داده‌های زمینی به منظور ارزیابی و اعتبارسنجی نتایج، در کنار داده‌های ماهواره‌ای اهمیت زیادی دارند. در مطالعه حاضر داده‌های



شکل ۲. تقویم زراعی محصولات عمده منطقه حسین‌آباد میش‌مست

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 تهیه تصاویر، ابتدا با مراجعه به منطقه مورد مطالعه و با کمک کشاورزان و مالکان اراضی و همچنین بر اساس اطلاعات دریافتی از سازمان جهاد کشاورزی استان قم به جمع‌آوری تقویم زراعی محصولات مختلف منطقه اقدام شد. سپس بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده و مشخص شدن زمان شخم، کاشت، داشت و برداشت انواع محصولات حسین‌آباد میش‌مست، این اطلاعات در پایگاه داده ذخیره شد. سپس تجزیه و تحلیل‌های لازم برای انتخاب محدوده زمانی برای تهیه تصاویر بر اساس انواع محصولات منطقه انجام گرفت. در این مطالعه، ابتدا برای شناسایی انواع محصولات زراعی و سپس بررسی تغییرات آنها و تعیین نقشه الگوی کشت، بر اساس تقویم زراعی منطقه و مراحل فنولوژی محصولات، تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ و ۸ با پوشش ابری کم به صورت ماهانه و نزدیک به زمان رشد محصولات طی سال‌های ۲۰۰۵، ۲۰۰۹، ۲۰۱۴ و ۲۰۱۹ تهیه شد. در جدول ۱

می‌رسد. بنابراین محصول گندم و جو در این ماه آماده برداشت می‌شود. بعد از برداشت گندم و جو در این فاصله زمانی زمین برای کشت دوم که ذرت است، آماده می‌شود و در ماه مرداد عمل کشت آن انجام شده و جایگزین کشت گندم و جو می‌شود. دوره رشد این محصول سه ماه (۹۰ روز) است که در اوایل آبان برداشت صورت می‌گیرد. بعد از آماده‌سازی زمین در اوایل اسفند، صیفی‌جات نیز در فروردین کشت شده سپس در اواخر خرداد برداشت این محصول انجام می‌شود. با توجه به اینکه یونجه در این منطقه یک گیاه دائمی و ۶-۷ ساله است، یک‌بار در سال (ماه مهر) عمل کشت این محصول انجام می‌شود و هر ۲۵ روز از آن برداشت می‌شود و تا ۷ سال می‌توان از محصول یونجه بهره‌برداری کرد، بنابراین در سال ۷ بار از یونجه برداشت می‌شود.

انتخاب زمان تصاویر ماهواره‌ای

به دلیل وجود محصولات زراعی متنوع با زمان کاشت و برداشت متفاوت در منطقه مورد مطالعه، نمی‌توان از یک تصویر برای تفکیک و استخراج محصولات استفاده کرد. در صورتی که تفاوت

جدول ۱. تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده از لندست ۷ و ۸ سنجنده ETM+ و OLI

شماره	سال ۲۰۰۵	سال ۲۰۰۹	سال ۲۰۱۴	سال ۲۰۱۹
۱	۱۰/۱۶	۱۰/۲۷	۱۱/۲	۱۰/۳۰
۲	۱۱/۱۸	۱۱/۱۳	۱۱/۲۴	۱۲/۲
۳	۱/۶	۱/۶	۱/۷	۱/۱
۴	۱/۲۲	۲/۲	۱/۲۳	۱/۲۱
۵	۳/۸	۳/۶	۳/۹	۲/۲۲
۶	۴/۹	۳/۱۹	۳/۲۵	۴/۸
۷	۴/۲۵	۵/۵	۴/۱۰	۵/۹
۸	۵/۲۶	۶/۶	۵/۱۱	۵/۲۵
۹	۶/۲۷	۷/۷	۶/۲۸	۶/۲۶
۱۰	۷/۱۲	۷/۲۳	۷/۱۳	۷/۲۷
۱۱	۹/۶	۸/۲۵	۸/۱۵	۸/۱۳
۱۲	۹/۱۶	۹/۱۱	۹/۱۷	۹/۱۵

تاریخ‌های مربوط به اخذ تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده از لندست ۷ و ۸ سنجنده ETM+ و OLI برای سال‌های مورد مطالعه ارائه شده است.

آماده‌سازی و پردازش تصاویر ماهواره‌ای

در مرحله پیش‌پردازش، تصاویر ماهواره‌ای از نظر رادیومتریکی و اتمسفری تصحیح می‌شوند. برای بهبود کیفیت تصاویر، افزایش وضوح و در نتیجه افزایش میزان اطلاعات قابل استخراج از تصاویر، نیاز داشت که تصحیحات رادیومتریکی و اتمسفری بر روی تصاویر صورت بگیرد. در این تحقیق تصحیح رادیومتریکی با استفاده از الگوریتم Radiometric Calibration در تصاویر استفاده شد. تاکنون روش‌های مختلفی مانند Empirical line model و FLAASH برای تصحیح اتمسفری تصاویر ماهواره‌ای ارائه شده است. در روش‌هایی مانند Empirical line model برای اعمال تصحیحات نیاز به بازتاب‌های زمینی است، این در حالی است که روش‌های مبتنی بر مدل‌های انتقال تابشی مانند FLAASH بدون استفاده از داده‌های زمینی و فقط بر اساس اطلاعات موجود در تصاویر ماهواره‌ای فرایند تصحیح انجام می‌شود. هر کدام از این روش‌ها از مزیت‌ها و معایب خاص خود برخوردار هستند اما هیچ

یک از آنها در آن واحد بالاترین دقت، سرعت پردازش و استقلال از داده‌های زمینی را به صورت یک‌جا ندارند. بر همین اساس در سال ۲۰۰۴ میلادی روش تصحیح اتمسفری Quac ارائه شد که بتواند همه این موارد را به صورت یک‌جا در خود پوشش دهد. در این تحقیق برای تصحیح اتمسفری از الگوریتم FLAASH برای تصاویر سال ۲۰۱۴ و ۲۰۱۹ و الگوریتم Quac Atmospheric در تصاویر سال ۲۰۰۵ و ۲۰۰۹ در نرم افزار ENVI5.3 استفاده شد. علت استفاده از روش تصحیح اتمسفری Quac Atmospheric برای تصاویر سال ۲۰۰۵ و ۲۰۰۹ این است که ماهواره لندست ۷ از سال ۲۰۰۳-۲۰۰۲ به دلیل از کار افتادن تصحیح کننده خط اسکن باعث شد که خطای Stripping ایجاد شود و برخی از خطوط اسکن اطلاعاتش از بین برود. برای برطرف کردن این خطا باید تصحیحات رادیومتریکی و اتمسفری برطرف شود و بعد از آن خطای Gapping برطرف شود. الگوریتم Quac در مقایسه با سایر روش‌های مبتنی بر محاسبات فیزیکی از سرعت بالایی برخوردار است. بررسی‌های انجام شده در ارتباط با دقت FLAASH و Quac نشان داده که روش Quac به صورت تقریبی ۱۵ درصد نتایج آن با روش FLAASH متفاوت است. برخلاف سایر روش‌های فیزیکی که به شدت از نویزهای سنجنده تأثیر می‌پذیرند، الگوریتم

تهیه نقشه الگوی کشت با اعمال آنالیز طبقه‌بندی نظارت شده روی شاخص گیاهی

در این مطالعه برای بررسی کارایی هر ۱۲ سری زمانی تصاویر لندست برای تهیه نقشه الگوی کشت، از ترکیب باندهای تصاویر شاخص NDVI حاصل از ۱۲ تصویر (۱۲ ماه سال ۲۰۰۵، ۱۲ ماه سال ۲۰۰۹، ۱۲ ماه سال ۲۰۱۴ و ۱۲ ماه سال ۲۰۱۹) استفاده شد. به این منظور بعد از محاسبه شاخص NDVI در همه تصاویر، هر یک از تصاویر سری زمانی سال‌های مورد مطالعه به صورت مجزا در نرم‌افزار ENVI5.3 فراخوانی شد. سپس با استفاده از ابزار Layer Stacking هر یک از تصاویر شاخص NDVI را با هم ترکیب کرده و از آنها یک استک تهیه شد. در مرحله بعدی هر یک از تصاویر ۱۲ ماه را به سه دسته چهارتایی، چهار ماه اول سال (دی، بهمن، اسفند، فروردین)، چهار ماه دوم سال (اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد) و چهار ماه سوم سال (شهریور، مهر، آبان، آذر) تقسیم کرده یعنی هر یک از تصاویر چهار ماه اول سال را جمع کرده و از آن میانگین تهیه کرده و برای تصاویر چهار ماه دوم و سوم سال نیز این عمل انجام شد و از سه تصویر میانگین‌گیری تهیه شده، مجدداً یک استک تهیه شد. سپس با استفاده از ترکیب رنگ اصلی قرمز، سبز و آبی (RGB) هر یک از تصاویر چهار ماه اول سال، به رنگ قرمز و تصاویر چهار ماه دوم سال، به رنگ سبز و چهار ماه سوم سال، به رنگ آبی اختصاص داده شد. با بررسی تقویم زراعی و چرخه فنولوژی محصولات منطقه و مقایسه آن با سایر محصولات زراعی، بازه‌های زمانی با اوج سبزی‌نگی مربوط به محصولات و متفاوت بودن این بازه زمانی با زمان اوج سبزی‌نگی سایر محصولات زراعی و نیز با استفاده از ابزار Spectral Profile با کلیک کردن روی هر یک از رنگ‌ها در تصاویر ماهواره‌ای حاصل از ترکیب باندهای شاخص NDVI نمودارهای هر یک از تغییرات چرخه رشد محصولات نمایش داده شد. در مرحله بعد با استفاده از الگوریتم نظارت شده درخت تصمیم‌گیری، حد آستانه‌های شاخص NDVI متناسب با انواع محصولات زراعی روی تصاویر مربوط به بازه زمانی مورد نظر و مناطق با مقدار تعیین شده در

Quac به صورت مستقل از اعوجاجات سنجنده فرایند تصحیح را انجام می‌دهد.

شاخص گیاهی NDVI

شاخص‌های گیاهی از پرکاربردترین نمونه‌های محاسبات باندهای هستند که به منظور محاسبه درصد پوشش گیاهی، بررسی انواع پوشش گیاهی و وضعیت سبزی‌نگی یک منطقه طی دوره‌های مختلف به کار می‌رود. شاخص گیاهی (NDVI) معروف‌ترین، ساده‌ترین و کاربردی‌ترین شاخص‌های گیاهی شناخته شده هستند. در طول زمان تغییرات مشاهده شده در NDVI بیان‌کننده تیپ پوشش گیاهی، فنولوژی و حالت محیطی منطقه است. در این شاخص نسبت معینی از باندهای مادون قرمز نزدیک و قرمز برای نقشه‌های پوشش گیاهی و بررسی شرایط آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد. زیرا دو باند بسته به میزان گیاهان به ترتیب جذب و بازتاب می‌شوند. وجود یک نسبت بالا نشان‌دهنده پوشش گیاهی سالم است، درحالی که یک نسبت پایین مبین پوشش گیاهی ناسالم و دچار استرس، یا بدون پوشش گیاهی است (۱۷). شاخص پوشش گیاهی را می‌توان از رابطه ۱ و همچنین ابزار Spectral Indices در نرم‌افزار ENVI5.3 محاسبه کرد که هر دو روش نتیجه یکسانی دارد. در تحقیق حاضر بعد از انجام تصحیحات رادیومتریک و اتمسفری شاخص NDVI با استفاده از ابزار Spectral Indices در هر تصویر به دست آمد:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

در این رابطه، NIR و RED به ترتیب بازتابندگی طیفی اندازه‌گیری شده در بخش مادون قرمز نزدیک و قرمز طیف الکترومغناطیس است. مقادیر نرمال در این شاخص دارای قدر مطلق 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 (۰/۲ تا ۰/۰۵)، معمولی و نیمه‌متراکم (۰/۲ تا ۰/۰۶)، متراکم و غنی (۰/۶ تا ۰/۸)، آب، برف و یخ دارای مقادیر منفی، خاک دارای مقادیر (۰/۰۱ تا ۰/۰۵) و در مناطق پوشیده از ابر تقریباً برابر با صفر است (۷).

این شاخص‌ها شناسایی و تفکیک شد، و نقشه الگوی کشت به دست آمد.

بررسی تغییرات ۱۵ ساله با استفاده از نقشه طبقه‌بندی شده

بر اساس شاخص پوشش گیاهی

روش‌های مختلفی برای بررسی تغییرات وجود دارد و فرضیه مهم در همه روش‌های بررسی تغییرات این است که ارزش پیکسل‌ها از یک تاریخ به تاریخ بعد فرق می‌کند و هر کدام تا حدودی متفاوت از روش‌های دیگر تغییرات را بررسی می‌کند (۱۷). پس از شناسایی انواع محصولات زراعی منطقه مورد مطالعه، بررسی تغییرات این محصولات طی ۱۵ سال اخیر با استفاده از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی که جزء محدود روش‌های بررسی تغییرات است و تغییرات رخ داده در بین طبقات را به خوبی نشان می‌دهد، انجام پذیرفت. در این مرحله از الگوریتم Thematic Change Workflow برای بررسی تغییرات محصولات زراعی استفاده شد.

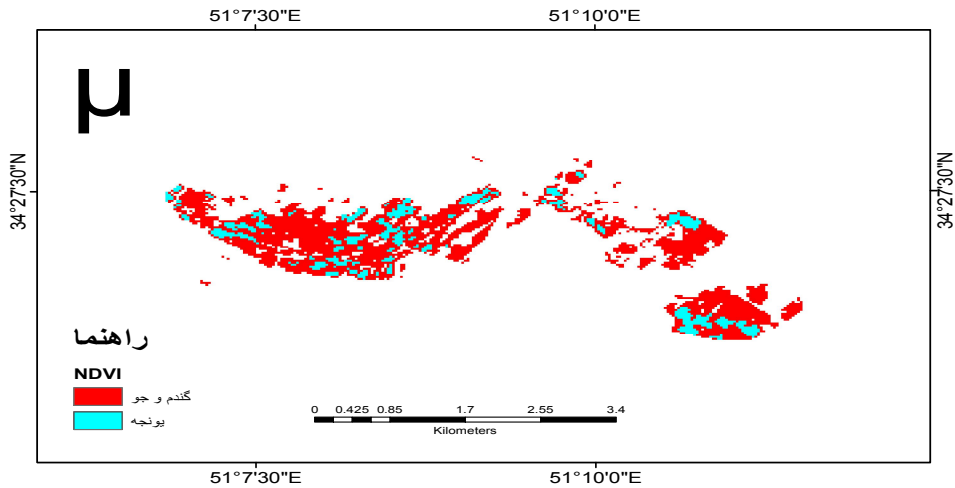
نتایج و بحث

در این پژوهش پس از انجام تصحیحات لازم، شاخص NDVI روی هر یک از تصاویر لندست محاسبه شد. با کمک اطلاعات مربوط به تقویم زراعی و چرخه فنولوژی محصولات زراعی منطقه مورد مطالعه، هر محصول از طریق تفسیر بصری تصاویر و تحلیل طیفی شاخص NDVI در نمودار تغییرات رشد محصولات شناسایی شد. با توجه به اینکه هر محصول در چهار ماه اول و دوم و سوم سال دارای چه مرحله از رشد و مقادیر NDVI است، حد آستانه‌های شاخص NDVI متناسب با نوع محصول زراعی از جمله گندم و جو، یونجه، ذرت و صیفی‌جات در الگوریتم درخت تصمیم‌گیری تنظیم شدند. و از این طریق محصولات زراعی عمده روستای حسین‌آباد میش‌مست شناسایی و تفکیک شد. بنابراین نقشه الگوی کشت با ترکیب بانندی شاخص گیاهی حاصل از تصاویر ماهانه سری زمانی سال‌های مورد مطالعه

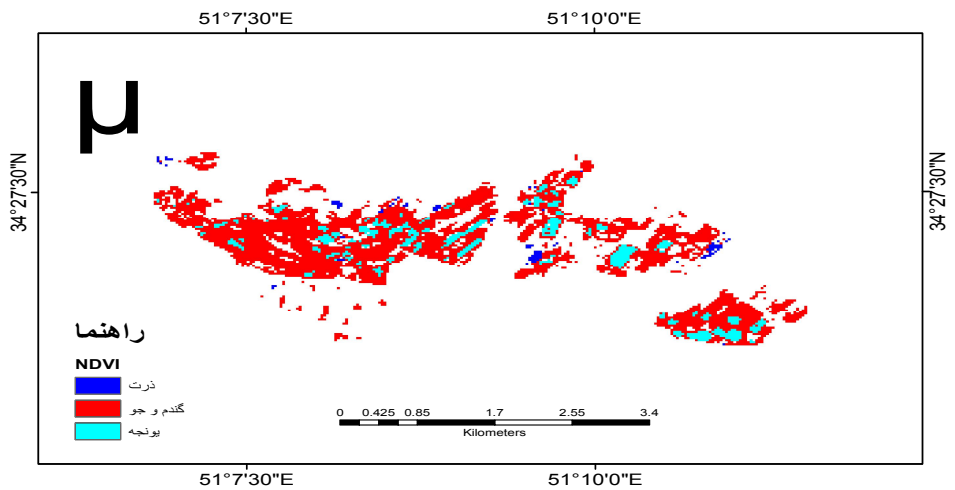
تهیه شد و هر یک از مساحت زیر کشت محصولات به کمک نقشه‌های طبقه‌بندی شده، در محیط نرم‌افزار GIS حاصل شد. سپس مساحت محصولات حاصله با آمار سطح زیر کشت کشاورزی ارائه شده توسط جهاد کشاورزی استان قم مقایسه و درصد خطای آنها نیز برآورد شد. در پایان تغییرات این محصولات به صورت ۵ سال به ۵ سال بررسی شد. در شکل‌های ۳، ۴، ۵ و ۶ نقشه‌های الگوی کشت محصولات زراعی بر اساس حد آستانه‌های شاخص NDVI طی سال‌های مطالعاتی ارائه شده است.

برای بررسی بهتر الگوی کشت در همه این شکل‌ها کاربری‌های غیر کشاورزی به صورت سفید نمایش داده شده است و پراکندگی محصولات عمده منطقه روی نقشه مشخص شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود در اثر ترکیب بانندی تصاویر شاخص NDVI مناطق با رنگ قرمز بر روی هر یک از تصاویر، سطح زیر کشت گندم و جو را نشان می‌دهد و مناطق دارای رنگ آبی کمرنگ و آبی پررنگ و سبز به ترتیب سطح زیر کشت یونجه، ذرت و صیفی‌جات را نشان می‌دهد که دلیل آن اختصاص هر رنگ از سه رنگ اصلی قرمز، سبز و آبی (RGB) به شاخص گیاهی است.

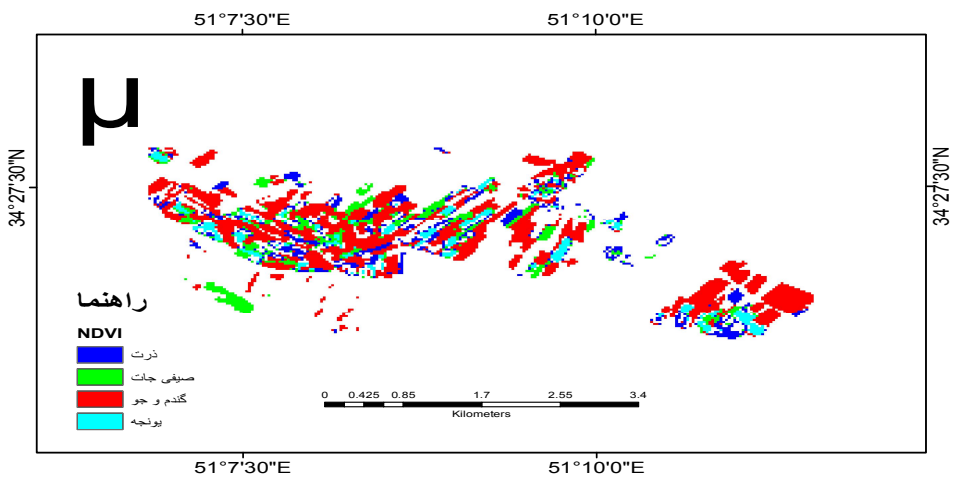
در شکل‌های ۷، ۸، ۹ و ۱۰ تحلیل طیفی شاخص NDVI برای محصولات زراعی منطقه مورد مطالعه طی سال‌های زراعی ارائه شده است. در همه این شکل‌ها هر یک از خطوط عمودی قرمز، سبز و آبی به ترتیب نشان‌دهنده مقادیر NDVI در چهار ماه اول سال (دی، بهمن، اسفند، فروردین)، چهار ماه دوم سال (اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد) و چهار ماه سوم سال (شهریور، مهر، آبان، آذر) است و نیز هر یک از نمودارهای قرمز، سبز پررنگ، آبی پررنگ و آبی کمرنگ به ترتیب مربوط به محصولات زراعی از جمله یونجه، گندم و جو، ذرت و صیفی‌جات هستند. همان‌طور که در همه این شکل‌ها نمودار قرمز نشان می‌دهد مقادیر NDVI در چهار ماه اول و دوم و سوم سال از ۰/۳ و ۰/۲ پایین نیامده، این بیانگر این است که یونجه یک گیاه دائمی و چند ساله است و در تمام



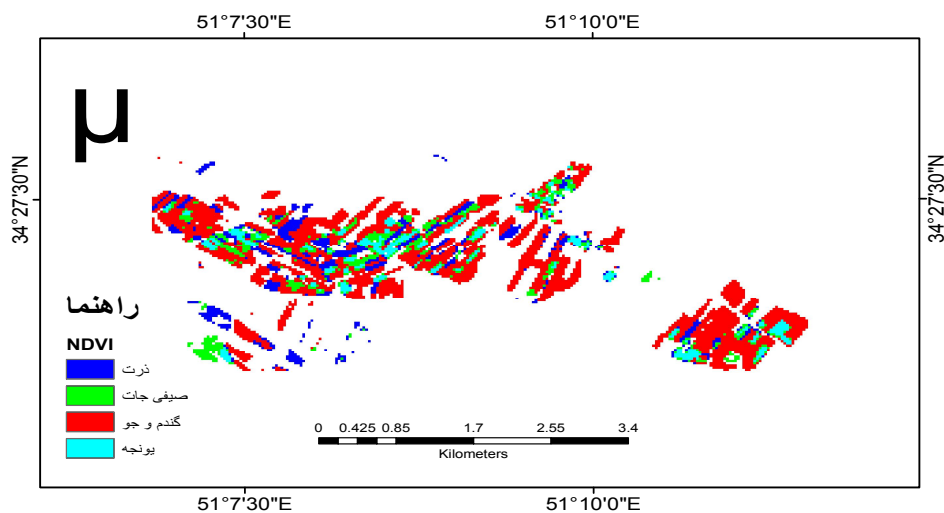
شکل ۳. نقشه الگوی کشت محصولات زراعی بر اساس حد آستانه‌های شاخص NDVI سال ۲۰۰۵ (رنگی در نسخه الکترونیکی)



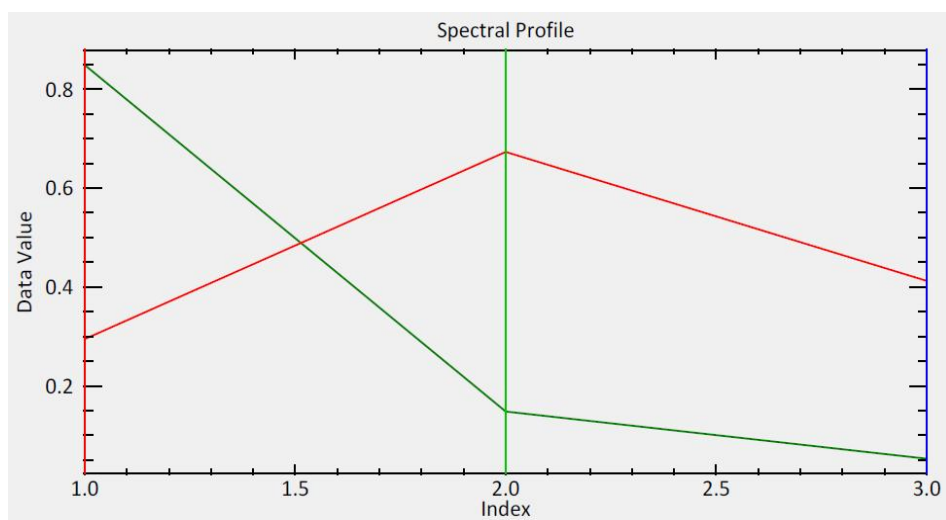
شکل ۴. نقشه الگوی کشت محصولات زراعی بر اساس حد آستانه‌های شاخص NDVI سال ۲۰۰۹ (رنگی در نسخه الکترونیکی)



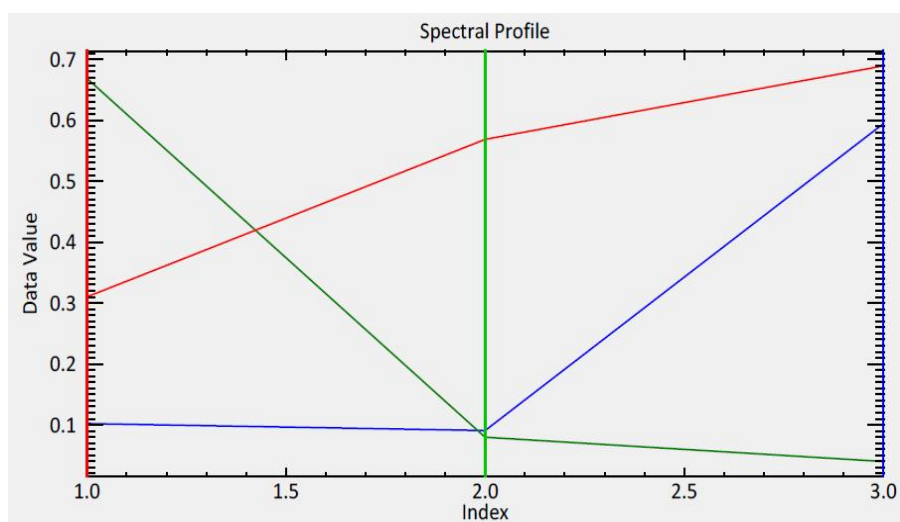
شکل ۵. نقشه الگوی کشت محصولات زراعی بر اساس حد آستانه‌های شاخص NDVI سال ۲۰۱۴ (رنگی در نسخه الکترونیکی)



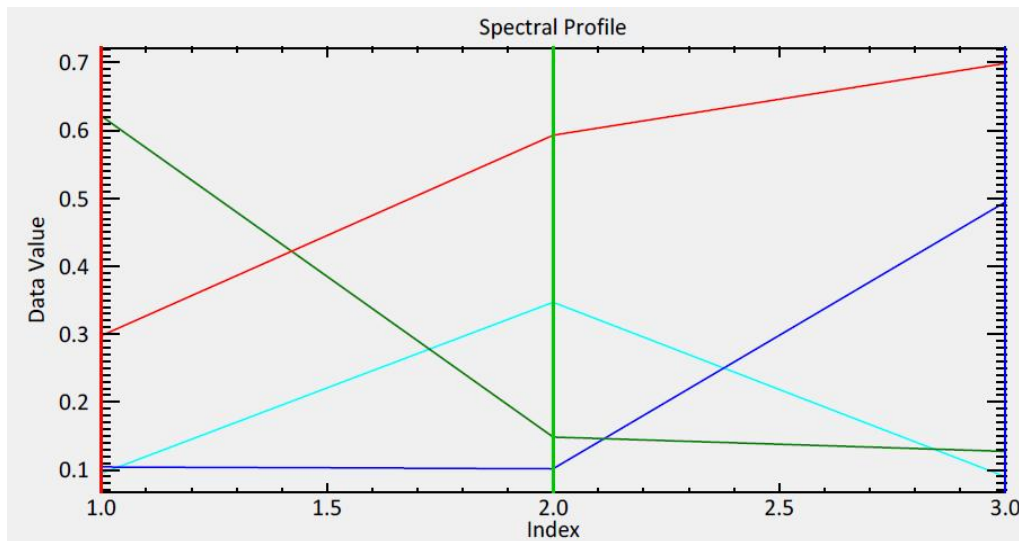
شکل ۶. نقشه الگوی کشت محصولات زراعی بر اساس حد آستانه‌های شاخص NDVI سال ۲۰۱۹ (رنگی در نسخه الکترونیکی)



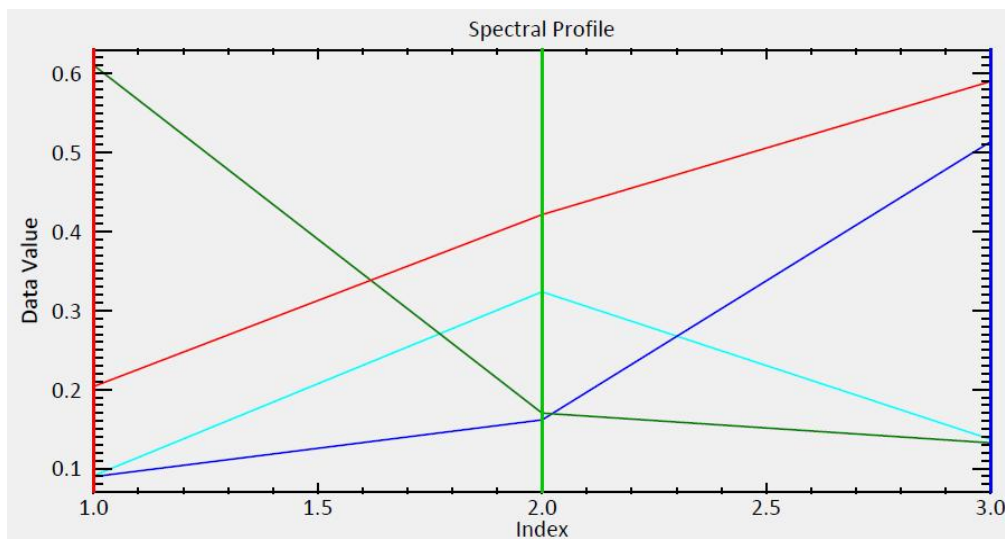
شکل ۷. تحلیل طیفی شاخص NDVI برای یونجه (قرمز) و گندم و جو (سبز پررنگ) در سال ۲۰۰۵ (رنگی در نسخه الکترونیکی)



شکل ۸. تحلیل طیفی شاخص NDVI برای یونجه (قرمز)، گندم و جو (سبز پررنگ)، ذرت (آبی پررنگ) در سال ۲۰۰۹ (رنگی در نسخه الکترونیکی)



شکل ۹. تحلیل طیفی شاخص NDVI برای یونجه (قرمز)، گندم و جو (سبز پررنگ)، ذرت (آبی پررنگ)، صیفی جات (آبی کمرنگ) در سال ۲۰۱۴ (رنگی در نسخه الکترونیکی)



شکل ۱۰. تحلیل طیفی شاخص NDVI برای یونجه (قرمز)، گندم و جو (سبز پررنگ)، ذرت (آبی پررنگ)، صیفی جات (آبی کمرنگ) در سال ۲۰۱۹ (رنگی در نسخه الکترونیکی)

می‌دهد که در چهار ماه سوم سال ذرت به حداکثر رشد خود رسیده، بنابراین اوج سبزی‌نگی این گیاه است و در اوایل آبان برداشت این محصول انجام می‌شود. نمودار آبی کمرنگ نمایانگر محصول صیفی جات است که در چهار ماه دوم سال (خط سبز عمودی) مقادیر بالای NDVI را نشان می‌دهد و بیانگر این است صیفی جات در چهار ماه دوم سال به حداکثر رشد خود رسیده و در اواخر ماه خرداد برداشت می‌شود.

طول سال دارای پوشش گیاهی است. با توجه به نمودار سبز پررنگ، در چهار ماه سوم سال، در ماه مهر کشت محصول گندم و جو صورت می‌گیرد و اوایل رشد آن است. اوج سبزی‌نگی این محصول در چهار ماه اول سال است که از مقادیر بالای NDVI در این زمان برخوردار است. همزمان با زرد شدن این محصول در چهار ماه دوم سال مقادیر NDVI آن کمتر شده و در ماه خرداد آماده برداشت می‌شود. نمودار آبی پررنگ نیز نشان

جدول ۲. سطح زیر کشت بر اساس مقادیر شاخص NDVI و آمار جهاد کشاورزی در سال ۲۰۰۵

نوع محصول	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)	آمار جهاد کشاورزی (هکتار)	میزان خطا (درصد)
یونجه	۷۵/۰۶	۱۸/۴۷	۸۰	-۶/۱
گندم و جو	۳۳۱/۲۹	۸۱/۵۲	۴۰۰	-۱۷/۱
کل	۴۰۶/۳۵	۱۰۰	۴۸۰	-۱۵/۳

جدول ۳. سطح زیر کشت بر اساس شاخص NDVI و آمار جهاد کشاورزی در سال ۲۰۰۹

نوع محصول	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)	آمار جهاد کشاورزی (هکتار)	میزان خطا (درصد)
یونجه	۶۳/۲۷	۱۳/۴۲	۷۰	-۹/۶
گندم و جو	۳۹۷/۹۸	۸۴/۴۵	۴۰۰	-۰/۵
ذرت	۹/۹۹	۲/۱۱	۱۰	-۰/۱
کل	۴۷۱/۲۴	۱۰۰	۴۸۰	-۱/۸

جدول ۴. سطح زیر کشت بر اساس شاخص NDVI و آمار جهاد کشاورزی در سال ۲۰۱۴

نوع محصول	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)	آمار جهاد کشاورزی (هکتار)	میزان خطا (درصد)
یونجه	۴۴/۸۲	۹/۵۰	۴۵	-۰/۴
گندم و جو	۲۷۵/۵۸	۵۸/۴۳	۲۹۰	-۴/۹
ذرت	۷۸/۰۳	۱۶/۵۴	۷۰	+۱۱/۴
صیفی جات	۷۳/۱۷	۱۵/۵۱	۷۵	-۲/۴
کل	۴۷۱/۶	۱۰۰	۴۸۰	-۱/۷

در جدول‌های ۲، ۳، ۴ و ۵ سطح زیر کشت بر اساس مقادیر شاخص NDVI و آمار جهاد کشاورزی برحسب هکتار و درصد طی سال‌های مطالعاتی ارائه شده است.

در جدول ۲ طبق نتایج به‌دست آمده از حد آستانه‌های شاخص NDVI در تصاویر لندست، در سال ۲۰۰۵ محصولات زراعی در این منطقه شامل یونجه و گندم و جو بوده و این محصولات به‌ترتیب دارای مساحت ۷۵/۰۶ هکتار و ۳۳۱/۲۹ هکتار است و مساحت آنها با توجه به نتایج جهاد کشاورزی

همان‌گونه که مشاهده شد رفتار طیفی هر یک از محصولات زراعی در طول دوره رشد متفاوت است و در یک زمان خاص نمی‌توان تمامی محصولات را در وضعیت یکسان از دوره رشد، در تصویر مشاهده کرد و زمان اوج سبزی‌نگی هر محصول با سایر محصولات منطقه متفاوت است. همچنین نتایج همه این شکل‌ها نشان داد که زمان اوج سبزی‌نگی تشخیص داده شده از روش حد آستانه‌های شاخص NDVI با تقویم زراعی و چرخه فنولوژی آنها نیز تأیید می‌شود.

جدول ۵. سطح زیر کشت بر اساس شاخص NDVI و آمار جهاد کشاورزی در سال ۲۰۱۹

نوع محصول	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)	آمار جهاد کشاورزی (هکتار)	میزان خطا (درصد)
یونجه	۴۴/۱۹	۸/۹۰	۵۰	-۱۱/۶
گندم و جو	۳۱۰/۱۴	۶۲/۴۸	۳۱۰	+۰/۰۴
ذرت	۷۶/۰۵	۱۵/۳۲	۷۵	+۱/۴
صیفی جات	۶۵/۹۷	۱۳/۲۹	۸۰	-۱۷/۵
کل	۴۹۶/۳۵	۱۰۰	۵۱۵	-۳/۶

برابر ۴۵، ۲۹۰، ۷۰ و ۷۵ هکتار بوده است. به عبارت دیگر مساحت‌های برآورد شده با میزان خطای ۰/۴ درصد و ۴/۹ درصد کمتر و ۱۱/۴ درصد بیشتر و ۲/۴ درصد کمتر از مساحت‌های موجود است.

در جدول ۵ طبق نتایج به دست آمده، در سال ۲۰۱۹ محصولات زراعی نیز شامل یونجه، گندم و جو، ذرت و صیفی جات به ترتیب با مساحت ۴۴/۱۹ هکتار، ۳۱۰/۱۴ هکتار، ۷۶/۰۵ هکتار و ۶۵/۹۷ هکتار بوده است. مساحت‌های آنها با توجه به نتایج جهاد کشاورزی به ترتیب برابر با ۵۰، ۳۱۰، ۷۵ و ۸۰ هکتار بوده است. بنابراین مساحت‌های محاسبه شده با استفاده از حد آستانه‌های شاخص NDVI برای این نوع محصولات به ترتیب با میزان خطای ۱۱/۶ درصد کمتر، ۰/۰۴ درصد و ۱/۴ درصد بیشتر و ۱۷/۵ درصد کمتر از مساحت‌های موجود است.

نتیجه‌گیری

نتایج شناسایی و تفکیک محصولات زراعی عمده منطقه حسین آباد میش مست و بررسی تغییرات سطح زیر کشت آنها طی ۱۵ سال اخیر (۲۰۱۹-۲۰۰۵) با استفاده از روش‌های نوین سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی به منظور برنامه‌ریزی بهینه‌الگوی کشت نشان داد که در سال ۲۰۰۵ محصولات زراعی این منطقه شامل یونجه، گندم و جو بوده است و از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۹ با توجه به آمار جهاد کشاورزی

برابر با ۸۰ هکتار و ۴۰۰ هکتار است. به عبارتی مساحت محاسبه شده با استفاده از حد آستانه‌های NDVI برای این دو محصول با میزان خطای ۶/۱ درصد و ۱۷/۱ درصد از مساحت‌های موجود کمتر است.

با توجه به جدول ۳ نشان می‌دهد در سال ۲۰۰۹ محصولات زراعی شامل یونجه، گندم و جو و ذرت بوده است که از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۹ محصول ذرت به محصولات زراعی این منطقه اضافه شده است. مساحت یونجه، گندم و جو، ذرت با استفاده از حد آستانه‌های شاخص NDVI به ترتیب ۶۳/۲۷، ۳۹۷/۹۸ و ۹/۹۹ هکتار بوده است و مساحت‌های این محصولات در این سال زراعی با توجه به نتایج جهاد کشاورزی برابر با ۷۰، ۴۰۰ و ۱۰ هکتار بوده است. بنابراین مساحت‌های محاسبه شده برای این سه محصول به ترتیب با میزان خطای ۹/۶، ۰/۵ و ۰/۱ درصد از مساحت جهاد کشاورزی کمتر است.

جدول ۴ نیز سطح زیر کشت محصولات زراعی سال ۲۰۱۴ را نمایش می‌دهد، با توجه به نتایج حاصل از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۴ از سطح زیر کشت محصول گندم و جو به مساحت ذرت تبدیل شده همچنین در این سال صیفی جات به محصولات این منطقه اضافه شده است. مساحت محصولات زراعی در این سال برای یونجه، گندم و جو، ذرت و صیفی جات با استفاده از حد آستانه‌های شاخص NDVI به ترتیب ۴۴/۸۲، ۲۷۵/۵۸، ۷۸/۰۳ و ۷۳/۱۷ هکتار بوده و مساحت‌های آنها با توجه به نتایج جهاد کشاورزی به ترتیب

برآورد محصولات زراعی این منطقه با توجه به چرخه فنولوژی آنها مشخص شد. نتایج تحقیق ریاحی و همکاران (۱۵) نیز در منطقه لنجانان که از نظر شرایط آب و هوایی مانند روستای حسین آباد میش مست، خشک است، کارایی مناسب شاخص NDVI در تفکیک محصولات زراعی عمده این منطقه در تصاویر ماهواره ای لندست به کمک چرخه فنولوژی و تقویم زراعی محصولات این منطقه را نشان داد و اختلاف بسیار کمی میان نتایج حاصل از این روش با آمار جهاد کشاورزی مشاهده شد نتایج تحقیق پورغلام و رحیمزادگان (۱۱) و فرزاد مهر و تبکی (۳) با این نتایج هم‌راستا است. به‌طور کلی پژوهش حاضر نشان داد که تصاویر ماهواره‌ای از قابلیت بالایی برای شناسایی و تفکیک انواع محصولات و بررسی تغییرات سطح زیر کشت آنها با دقت مناسب در مقیاس بالا برخوردار است. از سوی دیگر تصاویر ماهواره‌ای می‌تواند کاربردهای دیگری در بخش زراعی از جمله پیش‌بینی و برآورد خسارت و تنش‌های گیاهی داشته باشند. با توجه به نتایج حاصل، پیشنهاد می‌شود با به‌کارگیری روش‌های دیگر مانند ماشین بردار پشتیبان، شبکه عصبی و حداکثر احتمال به تهیه نقشه سطح زیر کشت محصولات مختلف با تصاویر ماهواره‌ای و سنجنده‌های مختلف اقدام شود. همچنین برای تعیین سطح زیر کشت محصولات این منطقه از پیاده‌سازی سایر شاخص‌های گیاهی از جمله EVI استفاده شود.

سطح زیر کشت یونجه از ۸۰ هکتار به ۵۰ هکتار و سطح زیر کشت گندم و جو از ۴۰۰ هکتار به ۳۱۰ هکتار کاهش یافته است که علت کاهش آن عدم پایداری بارش در این منطقه و افت سطح آب زیرزمینی بود. در سال ۲۰۰۹ ذرت به محصولات زراعی این منطقه اضافه شد، که علت آن کم‌کم روی آوردن مردم این منطقه از شغل دامداری به کشاورزی بود، بنابراین محصولات در سال ۲۰۰۹ شامل یونجه، گندم و جو و ذرت بوده که از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۹ با توجه به آمار جهاد کشاورزی سطح زیر کشت ذرت از ۱۰ هکتار به ۷۵ هکتار افزایش چشمگیر یافت. صیفی‌جات نیز در سال ۲۰۱۴ به محصولات این منطقه اضافه شد، در نتیجه محصولات زراعی در سال ۲۰۱۴ شامل یونجه، گندم و جو، ذرت و صیفی‌جات بوده که سطح زیر کشت این محصول از سال ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۹ از ۷۵ هکتار به ۸۰ هکتار افزایش یافت و سطح زیر کشت این محصولات (یونجه، گندم و جو، ذرت و صیفی‌جات) در سال ۲۰۱۹ نسبت به سال ۲۰۱۴ به دلیل تجهیز اراضی به لوله‌گذاری و انتقال آب و بارش مؤثر سال ۹۸ افزایش یافت. در این تحقیق با توجه به مساحت محصولات زراعی به دست آمده از شاخص NDVI، و مقایسه آن با آمار جهاد کشاورزی استان قم میزان خطای آنها نیز برآورد شد، که خطا معنادار نبوده و مساحت هر یک از محصولات زراعی درصد اختلاف کمی با مقدار آمار جهاد کشاورزی داشته است. نتایج نشان داد که حد آستانه‌های شاخص NDVI، برآورد مناسب و رضایت‌بخش از سطح زیر کشت این منطقه ارائه داد که کارایی مناسب این شاخص در

منابع مورد استفاده

1. Blaschke, T. 2010. Object based image analysis for remote sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 65(1): 2-16.
2. Bendini, H., I. D. Sanches, T. S. Korting, L. M. G. Fonseca, A. J. B. Luiz and A. R. Formaggio. 2016. Using Landsat 8 Image Time Series for Crop Mapping in a Region of Crrado, Brazil. *The International Archieves of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XLI-B8.
3. Farzadmehr, J. and K. Tabaki Bojestani. 2019. Cabability of landsat 8 satellite image to estimate the area under cultivation of saffron (case study: city of Torbat Heydarih). *Journal of Agriculture and Saffron Technology* 6(1): 49-60. (In Farsi).
4. Kamkar, B., M. Dashti Marvili and H. Kazemi. 2020. Detection of rice and soybean grown fields and their related cultivation area using sentinel 2 satellite images in summer cropping patterns to analyse temporal changes in their

- cultivation area (case study: four watershed basins of Golestan Province). *Journal of Water and Soil Conservation* 26(1): 151-167. (In Farsi).
5. Khodakarami, L. and A. Soffianian. 2013. Application of multi temporal remote sensing for precision farming. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science and Technology* 16(59): 215-231. (In Farsi).
 6. Kordi, F., S. Hamzeh, S. Atarchi and K. Alavipanah. 2019. Agricultural product classification for optimal water resource management using the data time series of landsat 8. *Iranian Journal of Ecohydrology* 5(4): 1267-1283. (In Farsi).
 7. Kamusoko, C. and M. Aniya. 2007. Land use/cover change and landscape fragmentation analysis in the Bindura District, Zimbabwe. *Journal of Land Degradation & Development* 18(2): 221-233.
 8. Ke, Y., J. Im, J. Lee, H. Gong and Y. Ryu. 2015. Characteristics of landsat 8 OLI-derived NDVI by comparison with multiple satellite sensors and in-situ observations. *Journal of Remote Sensing Environment* 164: 298-313.
 9. Lu, D. and Q. Weng. 2007. A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance. *International Journal of Remote Sensing* 28(5): 823-870.
 10. Otukei, J. and T. Blaschke. 2010. Land cover change assessment using decision trees, support vector machines and maximum likelihood classification algorithms. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 12: S27-S31.
 11. Pourgholam, M. and M. Rahimzadegan. 2016. Determination of barley cultivation using images landsat 8 satellite. National Conference Civil Engineering and Research Oriented Requirements, Mashhad, Khavaran Higher Education Institute. (In Farsi).
 12. Pourgholam, M. and M. Rahimzadegan. 2017. Identification of the area under cultivation of saffron using landsat 8 temporal satellite images (case study: Torbat Heydarieh). *Journal of Remote Sensing and Geographic Information System in Natural Resources* 7(4): 97-115. (In Farsi).
 13. Peña, M. A. and A. Brenning. 2015. Assessing fruit-tree crop classification from landsat-8 time series for the Maipo Valley, Chile. *Journal of Remote Sensing Environment* 171: 234-244.
 14. Rahdary, V., S. Maleki, A. Soffianian, J. Khajeddin and A. Pahlevanravi. 2014. Change detection of canopy cover percentage using satellite data during 1972-2008 (Case Study: Monteh Wild Life Refuge). *Iranian Journal of Rangeland and Desert Research* 52(3): 508-521. (In Farsi).
 15. Riyahi, V., Z. Firizabadi, P. Azizpour and F. Daroyi. 2019. Determination and investigation cultivation of crops in lanjanat area using satellite imagery. *Journal of Applied Research of Geographical Science* 19(52): 147-169. (In Farsi).
 16. Sawasawa, H. L. A. 2003. Crop yield estimation: integration RS, GIS and management factors. ITC, International Institute for geo-information science and earth observation enschede. The Netherlands.
 17. Schowengerdt, R. A. 2007. Remote Sensing: Models and Methods for Image Processing. Academic Press, United States.
 18. Tastsumi, K., Y. Yamshiki., M. A. Canales and C. L. Taipe. 2015. Crop classification of upland fields using Random forest of time- series Landsat 7 ETM⁺ data. *Journal of Computers and Electronics in Agriculture* 115: 171-179.
 19. Wrigat, G. G. and J. G. Morrice. 1997. Landsat TM spectral information to enhance the land cover of Scotland. *International Journal of Remote Sensing* 18(18): 3811-3834.
 20. Wastfelt, A., T. Tegenu, M. M. Nielsen and B. Malmberg. 2012. Qualitative satellite image analysis: mapping spatial distribution of farming types in Ethiopia. *Journal of Applied Geography* 2: 465-476.

Identification and Investigation of Changes in Area of Hoseynabade Mishmast Village Using Satellite Images

H. Sadoghi*, T. Rajaei and N. Rouhani¹

(Received: March 29-2020 ; Accepted: July 26-2020)

Abstract

Identification and investigation of changes in the area under cultivation of various crops seem to be essential for the management supply of crop production. In this study, to identify and investigate change of the area under cultivation in major crop Hoseynabade Mishmast region in Qom province, we used the time series images of OLI and ETM sensors of landsat 8 and 7satellites, according to the crop calendar of this region. By using the vegetation index (NDVI) in the decision tree algorithm, the thresholds of this index were adjusted according to the major crops of this region; then a map of the cultivation pattern of the crop of this region was prepared. In order to evaluate the results, the statistics of the provinces agricultural jihad were used during 2005, 2009, 2014 and 2019 crop years. The results showed that by using the threshold of NDVI index, crops in this region in 2005 included wheat and barley and alfalfa, and their areas had an error of 17/1 and 6/1 percent in comparison with the statistics of agricultural Jihad, respectively; in 2009, wheat and barley, alfalfa and corn had an error of 0/5, 9/6 and 0/1 percent. Also, in 2014, wheat and barley, alfalfa, corn and sophie crops had an error equal to 4/9, 0.4, 11/4 and 2/4 percent, and the same crops in 2019 had an error 0/04, 11/6, 1/4 and 17/5 percent; that error was not significant. According to the results, the appropriate efficiency NDVI index in estimating crop cultivation area was determined by their phenology. Also, in 2009 and 2014, corn and sophie crops were added to the regions crops, and the area under crops cultivation in 2019 was increased, as compared to 2014.

Keywords: NDVI index, Phenology, Cultivation pattern, Decision tree, Hoseynabade Mishmast

1. Department of Civil Engineering, Faculty of Technical and Engineering , Qom university, Iran.

*: Corresponding author, Email: hamideh.sadoghi@gmail.com