



سجش از دور

GIS ایران

سنجش از دور و GIS ایران  
Iranian Remote Sensing & GIS

۱۱۵-۱۲۸



## ارزیابی تصاویر IRS-P6 برای برآورد سطح زیر کشت باغات

بیژن یونسی<sup>۱</sup>، ناصر احمدی ثانی<sup>۲</sup>، سوران شرفی<sup>۳</sup>

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران
۲. استادیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران
۳. استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۱۰/۱۸

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۷/۲۹

### چکیده

کشاورزی، محور توسعه است و سطح زیر کشت محصولات زراعی و باغی در بخش کشاورزی یک پارامتر مهم مدیریتی است. ارزیابی و تعیین دقیق سطح این پارامتر، برنامه‌ریزان را در توسعه کشاورزی یاری می‌دهد. به‌منظور غلبه بر محدودیت‌های کار میدانی در برآورد سطح زیر کشت محصولات کشاورزی، استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به‌دلیل دید وسیع و یکپارچه، چندطیفی و به‌روز بودن گزینه مناسبی به نظر می‌رسد. در این تحقیق داده‌های ماهواره IRS-P6 به‌منظور برآورد سطح زیر کشت باغات در اراضی دشت شارویران شهرستان مهاباد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. به‌منظور استخراج بهتر اطلاعات، شاخص‌های مختلف با استفاده از روش‌های نسبت‌گیری بانندی و تحلیل مولفه‌های اصلی تهیه شدند. طبقه‌بندی داده‌ها به‌روش نظارت‌شده و با الگوریتم‌های مختلف به‌دو صورت ۷ کلاسه (طبقه‌بندی کاربری اراضی) و ۲ کلاسه (باغ و غیرباغ) انجام شد. صحت نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی در مقایسه با نقشه‌های واقعیت زمینی ارزیابی شد. بهترین صحت کلی و ضریب کاپا به‌ترتیب برابر ۹۷/۷۵٪ و ۰/۹۵ با الگوریتم حداکثر احتمال در طبقه‌بندی ۲ کلاسه حاصل شد. نتایج نشان داد که داده‌های IRS-P6 برای شناسایی و پایش سطح زیر کشت باغات از لحاظ هزینه، زمان و دقت بسیار مناسب هستند.

**کلید واژه‌ها:** ارزیابی صحت، تهیه نقشه باغات، سنجش از دور، حداکثر احتمال، کشاورزی

## ۱- مقدمه

استان آذربایجان غربی با دارا بودن حدود ۶٪ از تولیدات کشاورزی و بیش از ۲۶۵ هزار بهره‌بردار، از قطب‌های مهم کشاورزی کشور محسوب می‌شود (اصغری، ۱۳۹۱). شهرستان مهاباد نیز یکی از مراکز مهم تولید محصولات کشاورزی به‌ویژه میوه‌جات در استان و کشور به حساب می‌آید. به‌طوری‌که در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰، به‌ترتیب نهال کار نمونه و تولیدکننده برتر سیب کشور، از این شهرستان انتخاب شده است. هر سال بیش از صد هزار تن میوه در این شهرستان تولید و بخش زیادی از آن به سایر استان‌ها و کشورهای دیگر صادر می‌گردد که نقش بسیار مهمی در اقتصاد و اشتغال‌زایی منطقه دارد.

کشاورزی، به‌عنوان اصلی‌ترین رکن تامین نیازهای غذایی یک جامعه توجه مدیران و سیاست‌گذاران را به خود معطوف کرده است. تضعیف کشاورزی معادل از دست‌رفتن بخش مهمی از ذخیره‌های غذایی، امنیت و دسترسی به غذا است. کشاورزی پایدار و محصولات زراعی و باغی آن، در تولید غذا و امنیت غذایی جمعیت در حال رشد نقش کلیدی دارد (Mushtaq and Asima, 2014; Gumma et al., 2016).

مدیریت کشاورزی به آمارهای به‌هنگام و واقعی نیاز دارد. دسترسی به داده‌های معتبر از سطح زیر کشت محصول و میزان تولید قبل از برداشت، چالش بزرگی است. برآورد سطح زیر کشت محصولات کشاورزی، مهم‌ترین نیاز برنامه‌پایش محصول است (Gallego et al., 2008). آمارهای دقیق کشاورزی، ابزار مهمی برای درک روند تولید غذا و سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی‌های اقتصادی است (Jain et al., 2017). پایش دوره‌ای شرایط محصول به تولید بهینه و برنامه‌ریزی برای تهیه، توزیع و صادرات کمک می‌کند (Yadav et al., 2002). در سال‌های اخیر برآورد سطح زیرکشت براساس آمار میزان بذر و کود مصرفی شرکت‌های خدمات انجام شده است، اما به‌دلیل مکانیزه‌نبودن و عدم تمایل کشاورزان به‌همکاری با شرکت‌های خدمات و وجود واسطه‌های

فروش، نمی‌توان به این آمارها اطمینان کافی داشت (امینی بازیابی و همکاران، ۱۳۹۲).

از سوی دیگر، داده‌های سنجش از دور بسته به قدرت تفکیک مکانی، رادیومتری، طیفی و زمانی می‌توانند اطلاعات به‌هنگام، صحیح و واقعی از سطح زیرکشت انواع محصولات را فراهم کنند (King et al., 2017; Nguyen and Wagner, 2017). تکنیک‌های سنجش از دور برای تهیه اطلاعات پایه محصولات، خاک، کاربری اراضی و منابع آب استفاده شده‌اند. اما مطالعات نسبتاً کمتری در زمینه برآورد سطح زیرکشت و پیش‌بینی تولید محصولات باغی به‌ویژه محصولات میوه‌ای با استفاده از سنجش از دور انجام شده است (Yadav et al., 2002). هدف از به‌کارگیری سنجش از دور دستیابی به برآوردی صحیح، واقعی و با هزینه‌کم از داده‌ها بسته به قدرت تفکیک‌های مختلف آنها است (Gallego et al., 2008; Mushtaq and Asima, 2014). کارآیی سنجش از دور به نوع داده، هزینه کار زمینی، تنوع چشم‌اندازها و آنالیز تصاویر بستگی دارد. ممکن است که داده‌های ماهواره‌ای موثری موجود باشد ولی از نظر هزینه، ضمانت دسترسی به آن‌ها وجود نداشته باشد (Gallego et al., 2014).

برای غلبه بر فقدان آمارها و داده‌های زمینی، اغلب سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای برای تهیه آمارهای کشاورزی به‌کار برده می‌شوند (Jain et al., 2017). کشورها و سازمان‌های مختلفی از داده‌های ماهواره‌ای و روش‌های تجزیه و تحلیل مختلف برای برآورد سطح زیرکشت استفاده کرده‌اند (Kussul et al., 2012). تحقیقات فراوانی نیز در رابطه با تهیه نقشه و برآورد سطح زیرکشت محصولات مختلف با انواع روش‌ها و داده‌های متعدد سنجش از دوری انجام شده است (رحیم‌زادگان و پورغلام، ۱۳۹۵; Vibrans et al., 2013; Zhang et al., 2017).

عباس‌زاده تهرانی و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای با هدف برآورد سطح زیرکشت گندم با به‌کارگیری سنجش از دور در استان قزوین، از تصاویر چندزمانه

داد. یانگ<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۱) تصاویر ماهواره SPOT5 را برای شناسایی محصولات ذرت، پنبه، سورگوم و نیشکر، مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که روش حداکثر احتمال و روش ماشین بردار پشتیبان بهتر از روش‌های طبقه‌بندی حداقل فاصله، فاصله ممالانویس و نقشه‌بردار زاویه طیفی هستند. مشتاق و آسیما<sup>۵</sup> (۲۰۱۴) تصاویر لندست و AWIFS مربوط به فصل بهار را برای برآورد سطح زیرکشت باغات سیب به کار بردند و از الگوریتم نظارت‌شده حداکثر احتمال برای طبقه‌بندی استفاده کردند. صحت طبقه‌بندی در مقایسه با مشاهدات زمینی، ۹۲/۲۱ درصد بود. نیشانت<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۱۶) نیز باغات موز را در سه منطقه با کاربرد سنجنده LISS IRS آماربرداری کردند و صحت‌های کلی برابر ۸۸/۱۶، ۹۰ و ۹۱/۸ درصد را به دست آوردند. نوئین و واگنر<sup>۷</sup> (۲۰۱۷) مطالعه‌ای با هدف ارزیابی قابلیت روش طبقه‌بندی براساس فنولوژی را برای تهیه نقشه سطح زیرکشت برنج در مقیاس قاره‌ای در ۸ منطقه با کاربرد سری‌های زمانی داده‌های سنتینل<sup>۸</sup> انجام دادند. نتایج طبقه‌بندی با نقشه حاصل از طبقه‌بندی تصاویر SPOT5 با اندازه تفکیک بالا و نقشه پوشش اراضی موجود مورد ارزیابی قرار گرفت. صحت کلی در هر هشت منطقه بیشتر از ۷۰٪ و حداکثر تا حدود ۹۹٪ بود. یافته‌های تحقیق، قابلیت و انعطاف‌پذیری داده‌های سنتینل<sup>۱</sup> برای پایش عملکرد محصول برنج در مقیاس قاره‌ای را اثبات نمود. کوژوریدزه<sup>۹</sup> و همکاران (۲۰۱۸) شاخص‌های سنجش از دوری تصاویر فراطیفی با اندازه تفکیک‌های مکانی متعدد را برای طبقه‌بندی و تهیه نقشه باغات مختلف

سنجنده LISS III از ماهواره IRS و طبقه‌بندی نظارت‌شده استفاده کردند. نتایج با آمارهای وزارت جهاد کشاورزی مورد مقایسه قرار گرفت که تفاوت ۲۵ درصدی در برآورد سطح زیرکشت گندم آبی و ۱۴ درصدی در کشت دیم را نشان داد. علیپور و همکاران (۱۳۹۳) به‌منظور شناسایی و تهیه نقشه اراضی زیرکشت محصولات مختلف در اطراف مشهد از تصاویر اردیبهشت و شهریور سنجنده ETM+ استفاده کردند. برای طبقه‌بندی از روش نظارت‌شده و الگوریتم‌های حداکثر احتمال<sup>۱</sup> و شبکه عصبی مصنوعی استفاده کردند. ضریب کاپا<sup>۲</sup> و صحت کلی<sup>۳</sup> برای الگوریتم حداکثر احتمال به ترتیب ۰/۸۲ و ۸۵ درصد و برای شبکه عصبی به ترتیب ۰/۸۴ و ۸۷ درصد برآورد شد. مساحت زیرکشت برآورد شده با دو روش مذکور به ترتیب اختلاف متوسط ۱۶/۸ و ۱۴/۲ درصدی با اطلاعات آماربرداری‌های زمینی موجود داشت. رحیم‌زادگان و پورغلام (۱۳۹۵) در تحقیقی با هدف شناسایی سطح زیرکشت زعفران در شهرستان تربت حیدریه با تصاویر Landsat 8، روش‌های مختلف طبقه‌بندی از جمله حداکثر احتمال و شاخص‌های گیاهی مختلف را به کار بردند. سطح زیرکشت با صحت ۹۵٪ و ضریب کاپا ۰/۹۰ با خطای حدود ۱۸٪ نسبت به آمار موجود وزارت جهاد کشاورزی برآورد شد. فرزادمهر و تباکی بجستانی (۱۳۹۷) نیز به‌منظور تعیین قابلیت تصاویر ماهواره لندست ۸ در برآورد سطح زیرکشت زعفران در شهرستان تربت حیدریه، با استفاده از طبقه‌بندی نظارت‌شده اراضی تحت کشت زعفران را شناسایی کردند. برای ارزیابی صحت، نتایج طبقه‌بندی با نقشه واقعیت زمینی مورد بررسی قرار گرفت. ضریب کاپا و صحت کلی به ترتیب ۰/۸۸ و ۹۸٪ محاسبه شد. با مقایسه سطح زیرکشت برآوردی با آمار وزارت جهاد کشاورزی بیان کردند که تصاویر ماهواره لندست ۸ از قابلیت بالایی برای تعیین سطح زیر کشت زعفران با دقت نسبتاً مناسب در مقیاس منطقه‌ای برخوردار است. همچنین داده‌های فصل تابستان نتیجه بهتری را نشان

1. Maximum Likelihood
2. Kappa Coefficient
3. Overall Accuracy
4. Yang
5. Mushtaq and Asima
6. Nishant
7. Nguyen and Wagner
8. Sentinel
9. Kozhoridze

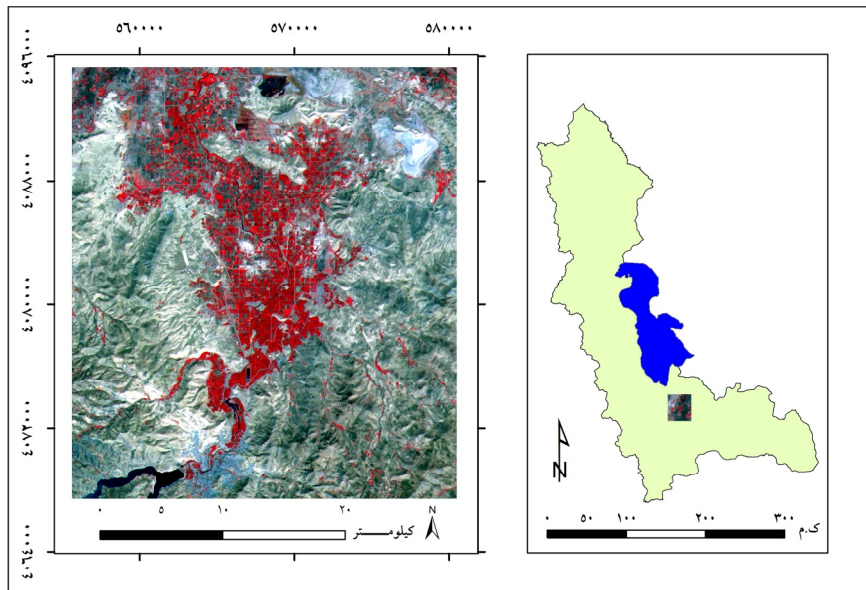
## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه (شکل ۱) با مساحت ۹۱۴۵۵ هکتار در شمال شهرستان مهاباد و در استان آذربایجان غربی قرار دارد. اقلیم سرد و مرطوب، متوسط بارندگی سالیانه حدود ۳۵۰ میلی‌متر و ارتفاع متوسط از سطح دریا ۱۳۱۰ متر است. عمده‌ترین محصولات منطقه عبارتند از غلات و حبوبات، چغندر قند، یونجه، صیفی‌جات و باغات سیب و میوه‌های هسته‌دار. سطح باغات شهرستان مهاباد حدود ۱۰۶۵۰ هکتار است که قسمت عمده آن (حدود ۹۲۰۰ هکتار) در دشت شارویران واقع شده است. بیشتر سطح باغات شهرستان (۷۲۵۰ هکتار) به باغ سیب اختصاص دارد. سایر باغات نیز شامل انگور دیم و آبی (۱۰۰۰ هکتار)، گردو (۸۰۰ هکتار)، هلو (۷۵۰ هکتار)، آلبالو (۱۲۰ هکتار) و سایر محصولات مانند گیلاس، آلوچه، شلیل، پسته و ... (حدود ۷۳۰ هکتار) است. دوره رویش باغات منطقه نیز از اوایل فروردین تا اواخر مهر ماه است.

به‌کار بردند. نتایج نشان داد که صحت طبقه‌بندی نقشه‌ها بین ۸۲-۶۵ درصد بود. این دامنه وسیع در نتیجه فاکتورهای نوع شاخص مورد استفاده، فصل و اندازه تفکیک مکانی تصاویر است. طبقه‌بندی با ترکیب کل شاخص‌ها، بیشترین صحت را نشان داد. فصل، هم نقش مهمی در عملکرد روش‌های طبقه‌بندی داشت و گونه‌های هدف در بهار بهتر از تابستان تشخیص داده شدند. قدرت تفکیک مکانی بالاتر تصاویر، لزوماً طبقه‌بندی و تهیه نقشه را بهتر نمی‌کند و این موضوع بستگی به گونه، محصول و شرایط محیط دارد.

با توجه به ضرورت دسترسی به آمارهای به‌هنگام محصولات مختلف به‌ویژه باغات در راستای مدیریت کشاورزی و توسعه پایدار، اهمیت باغداری در منطقه مورد مطالعه، اهمیت سنجش از دور برای غلبه بر فقدان آمارهای زمینی و نظر به اینکه مطالعه مستندی برای ارزیابی داده‌های IRS-P6 برای برآورد سطح زیرکشت و تهیه نقشه باغات انجام نشده است، تحقیق حاضر بر این موضوع تمرکز نموده و آن را کانون توجه خود قرار داده است.



شکل ۱. موقعیت و تصویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه

## ۲-۲- داده‌های ماهواره‌ای

در این تحقیق از داده‌های ماهواره IRS-P6 استفاده شد که دارای سه سنجنده است. سنجنده‌های این ماهواره شامل LISS III با قدرت تفکیک مکانی ۲۳/۵ متر (چهار باند طیفی سبز، قرمز و مادون قرمز نزدیک و میانی)، سنجنده LISS IV با قدرت تفکیک مکانی ۵/۸ متر (یک باند پانکروماتیک و سه باند طیفی سبز، قرمز و مادون قرمز نزدیک) و سنجنده AWIFS با قدرت تفکیک مکانی ۵۶ متر در نادیر و ۷۰ متر در لبه تصویر (چهار باند طیفی سبز، قرمز و مادون قرمز نزدیک و میانی) است. زمان پوشش کامل زمین در این ماهواره ۲۴ روز است. در این مطالعه با مرور منابع مختلف و تاکید آن‌ها (فرزاد مهر و تباکی بجستانی، ۱۳۹۷؛ علیپور و همکاران، ۱۳۹۳؛ Yadav et al., 2002) از تصویر فصل تابستان (شهریور ماه) شامل یک باند پانکروماتیک سنجنده LISS IV با دامنه طیفی (۶۸۰-۶۲۰ نانومتر) و باندهای چندطیفی سنجنده LISS III شامل سبز، قرمز، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز دور (باندهای ۲، ۳، ۴ و ۵) برای برآورد سطح زیرکشت باغات استفاده شد.

## ۲-۳- پیش‌پردازش تصاویر

برای تصحیح خطاهای رادیومتری از روش معمول

تفریق تیرگی<sup>۱</sup> استفاده شد. در این روش برای حذف خطای رادیومتری، حداقل ارزش رقومی هر باند از ارزش پیکسل‌های آن باند کم می‌شود. تطابق هندسی تصاویر با کاربرد مدل رقومی ارتفاع و نقشه آبراهه و جاده‌ها و با روش Ortho-rectification انجام شد. برای انجام این روش از مدل Rational Function و به‌کارگیری ۳۵ نقطه کنترل حاصل از نقشه آبراهه‌ها و جاده‌ها و نقاط ارتفاعی حاصل از مدل رقومی ارتفاع منطقه استفاده شد. برای استخراج بهتر اطلاعات، روش‌های بارزسازی متعددی مانند تحلیل مولفه‌های اصلی، نسبت‌گیری و ادغام باندها وجود دارد. براساس نتایج مطالعات گذشته، برخی شاخص‌ها برای تهیه نقشه کاربری و برآورد سطح کشت مورد تاکید قرار گرفتند (جدول ۱). بنابراین شاخص‌های مذکور همراه با باندهای اصلی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

## ۲-۴- تهیه نقشه واقعیت زمینی<sup>۲</sup>

واقعیت زمینی را می‌توان به‌صورت صددرصد یا نمونه‌ای با کار میدانی یا عکس‌های هوایی تهیه کرد. در این تحقیق طی برداشت‌های میدانی، موقعیت برخی از باغات منطقه به‌وسیله GPS برداشت شد. همچنین برخی نقاط نیز از تصاویر Google Earth استخراج و نقشه واقعیت زمینی نقطه‌ای به دو صورت ۷ و ۲ کلاسه تهیه شد (جدول ۲).

جدول ۱. شاخص‌های مورد استفاده در پژوهش

| منبع               | فرمول   | اسم شاخص                                      |
|--------------------|---|---|
| Jordan, 1969       | RED / NIR   | Ratio Vegetation Index (RVI)                  |
| Rouse et al., 1973 | (NIR-RED) / (NIR+RED)                             | Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) |
| Hunt et al., 1989  | SWIR / NIR  | Moisture Stress Index (MSI)                   |
| Clevers, 1986      | NIR-RED   | Difference Vegetation Index (DVI)             |
| Gao, 1996          | (NIR-SWIR) / (NIR+SWIR)                           | Normalized Difference Water Index (NDWI)      |
| Crippen, 1990      | NIR / (NIR+RED)                                   | Infrared Percentage Vegetation Index (IPVI)   |
| Jackson, 1983      | The First Principal Components (PC <sub>1</sub> ) | Principal Components Analysis (PCA)           |

1. Dark Subtraction
2. Ground Truth

## ۲-۵- طبقه‌بندی تصاویر

برای تفکیک طبقات کاربری و تهیه نقشه باغات، تصاویر با روش نظارت‌شده و الگوریتم‌های حداکثر احتمال، حداقل فاصله از میانگین و متوازی‌السطوح<sup>۱</sup> مورد طبقه‌بندی قرار گرفتند. در روش نظارت‌شده، نمونه‌ها یا سطوح تعلیمی<sup>۲</sup> اساس طبقه‌بندی را تشکیل می‌دهند. نمونه‌های تعلیمی با تعداد (۶۰۰ نمونه پلیگونی)، سطح (حدود ۱/۵ درصد سطح منطقه) و پراکنش مناسب برای طبقه‌بندی ۷ کلاسه (جدول ۲) و ۲ کلاسه (۱۶۱ نمونه برای کلاسه باغ و ۴۳۹ نمونه برای کلاسه غیرباغ) با استفاده از ترکیب رنگی کاذب (RGB(432 و برداشت‌های زمینی تهیه شد (شکل ۲). طبقه‌بندی تصاویر در دو حالت ۷ و ۲ کلاسه (جدول ۲) انجام شد. باتوجه به زمان تصویر (شهریور ماه)، مناطق زراعی دیم برداشت‌شده و بدون پوشش گیاهی سبز بودند، بنابراین با توجه به تشابه طیفی کاربری‌های مرتع و زراعت دیم در این تصویر و با توجه به هدف اصلی تحقیق (برآورد سطح باغات منطقه) این دو کاربری عملاً در یک کلاسه مورد ارزیابی قرار گرفتند. همچنین به دلیل عدم تشابه طیفی، مناطق زراعی آبی برداشت‌شده با مناطق زراعی آبی دارای پوشش، این مناطق به‌عنوان کلاسه‌های جداگانه در نظر گرفته شدند. لازم به ذکر است که مناطق زراعی آبی برداشت‌شده نیز رنگ تیره‌تری نسبت به زراعت‌های دیم برداشت‌شده در تصاویر داشتند که این عدم تشابه طیفی می‌تواند به دلیل رطوبت و پوشش سطحی بیشتر خاک در مزارع آبی برداشت‌شده باشد. هر دو حالت طبقه‌بندی ۲ و ۷ کلاسه با ترکیبات باندی و الگوریتم‌های مختلف مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای انتخاب ترکیبات باندی مناسب برای طبقه‌بندی، میزان تفکیک‌پذیری کلاسه‌های مختلف بر پایه معیارهای تفکیک‌پذیری فاصله باتاچاریا<sup>۳</sup> و واگرایی تبدیل‌شده<sup>۴</sup> بررسی شد.

## ۲-۶- ارزیابی صحت

به‌منظور مقایسه نقشه حاصل از طبقه‌بندی‌ها با نقشه واقعیت زمینی (شکل ۲)، ارزیابی صحت برای خروجی طبقه‌بندی‌ها، در حالت‌های ۷ و ۲ کلاسه با استفاده از معیارهای صحت کلی و ضریب کاپا در محیط نرم‌افزار PCI Geomatica انجام گرفت.

## ۳- نتایج

### ۳-۱- تصحیح تصاویر

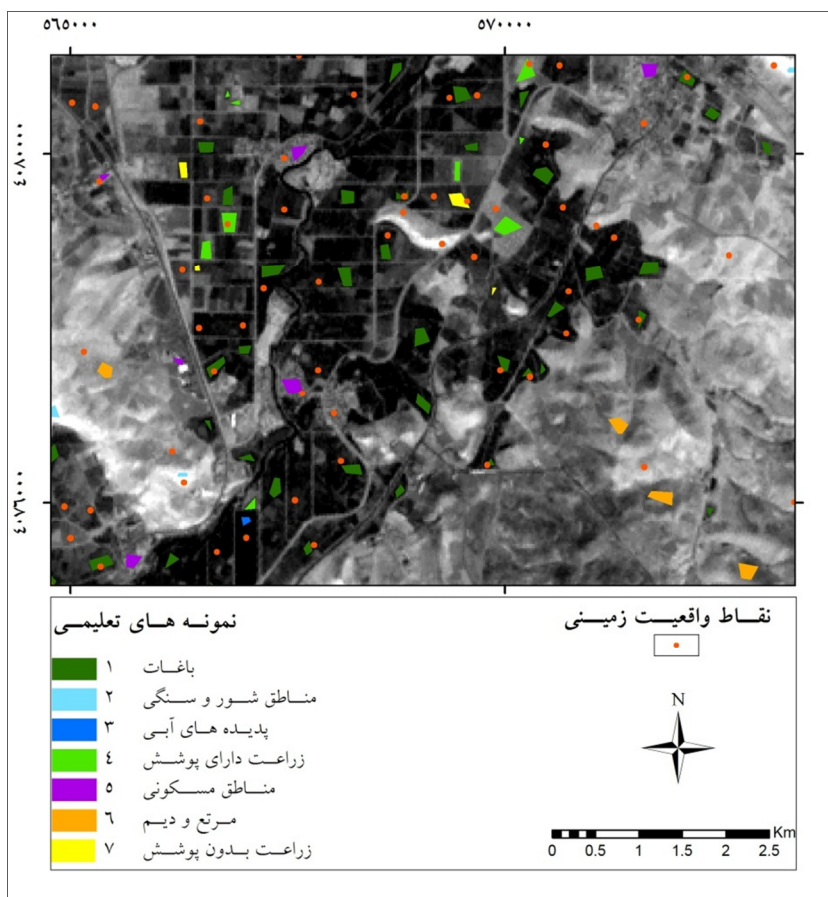
حداقل مقادیر رقومی باندهای تصویر جهت حذف خطای رادیومتریکی توسط روش تفریق تیرگی از ارزش پیکسل‌های باند متناظر کم شد. سپس با بررسی هیستوگرام باندها و آماره آن‌ها نرمال بودن داده‌ها تایید شد. خطای RMS کمتر از یک پیکسل (حدود ۵ متر) و انطباق شبکه‌های زهکشی، جاده و آبراهه‌ها روی تصاویر بیان‌گر تصحیح هندسی دقیق بود (شکل ۳).

لازم به ذکر است که جهت انجام پردازش و طبقه‌بندی تصاویر، باندهای چندطیفی و باند پانکروماتیک با توجه به اندازه تفکیک باند پانکروماتیک (۵/۸ متر) برای جلوگیری از کاهش اطلاعات، با روش نمونه‌برداری مجدد نزدیکترین همسایه<sup>۵</sup> به اندازه تفکیک ۶ متری تبدیل شدند.

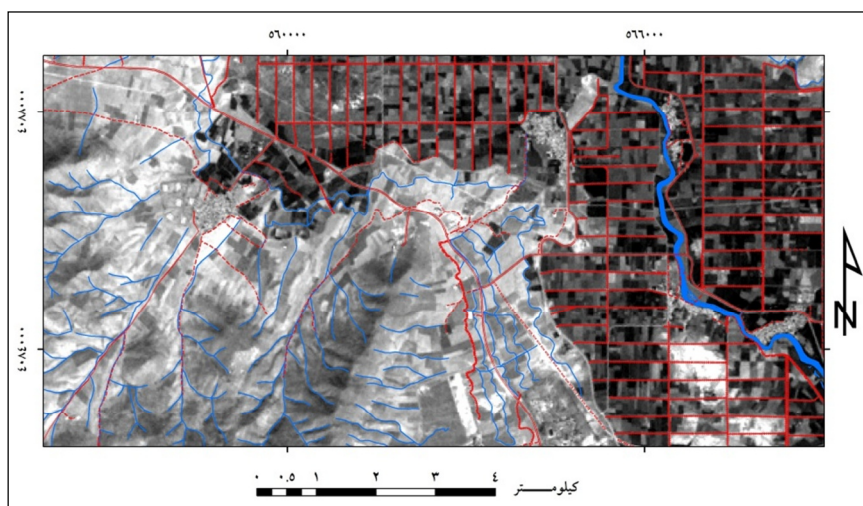
### ۳-۲- واقعیت زمینی

نقشه نقطه‌ای واقعیت زمینی حاصل از تصاویر Google Earth و برداشت‌های زمینی به‌وسیله GPS شامل ۴۹۹ نقطه با توزیع تصادفی برای هر دو طبقه‌بندی ۷ و ۲ کلاسه است (جدول و شکل ۲).

1. Parallel Piped
2. Training Samples (Areas)
3. Bhattacharya Distance
4. Transformed Divergence
5. Nearest Neighbor



شکل ۲. نمونه های تعلیمی و نقاط واقعیت زمینی روی بخشی از تصویر بانده مادون قرمز نزدیک منطقه



شکل ۳. انطباق دقیق جاده ها، شبکه های زهکشی و آبراهه ها روی تصویر

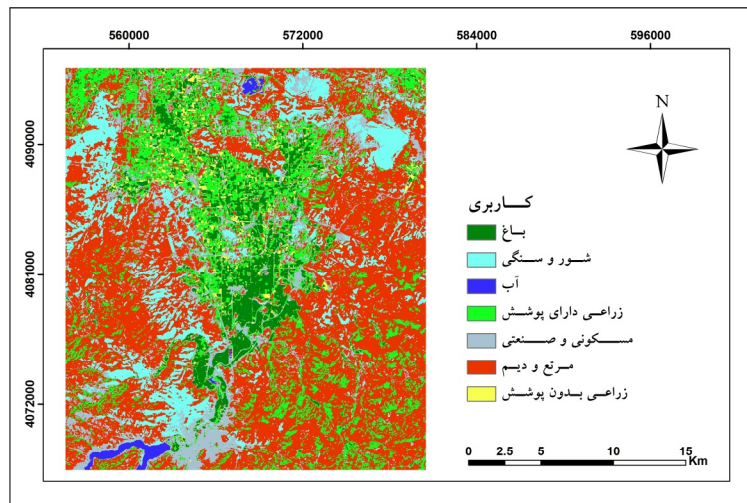
ترکیب شش بانندی (B2, B3, B4, B5, Pan, DVI)، بهترین نتیجه را حاصل کردند. منظور از PC1(B4, B5)، مولفه اول حاصل از آنالیز مولفه‌های اصلی روی باندهای ۴ و ۵ است. لازم به ذکر است که آنالیز PCA روی همه ترکیبات دو، سه و چهاربانندی (باندهای ۲، ۳، ۴ و ۵) انجام گرفت و مولفه‌های اول حاصله در ترکیبات بانندی مختلف در فرایند طبقه‌بندی مورد استفاده قرار گرفتند. باند پانکروماتیک (Pan) نیز به‌عنوان یک باند مجزا و در ترکیب با سایر باندهای چندطیفی و شاخص‌ها (ترکیبات متعدد چند بانندی) در طبقه‌بندی‌ها مورد استفاده قرار گرفت. شکل (۴) و (۵) به ترتیب نقشه حاصل از طبقه‌بندی ۷ کلاسه (کاربری اراضی) و ۲ کلاسه (باغ و غیرباغ) را نشان می‌دهند.

جدول ۲. تعداد نقاط کلاسه‌های مختلف در نقشه واقعیت زمینی

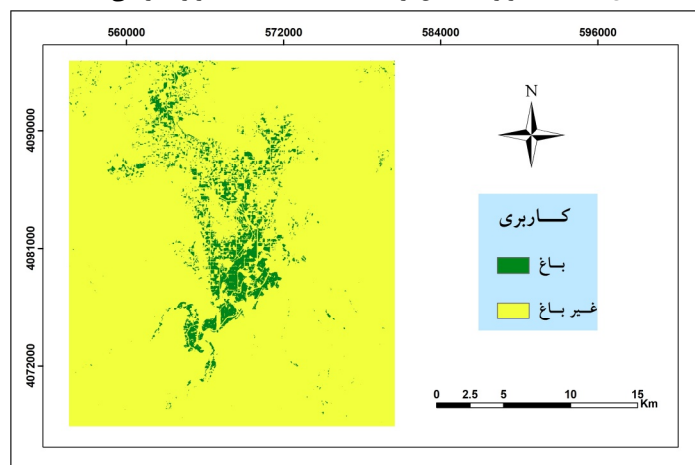
| طبقه‌بندی | کلاس | طبقه کاربری      | تعداد نقاط |
|-----------|------|------------------|------------|
| ۷ کلاسه   | ۱    | باغ              | ۱۰۰        |
|           | ۲    | مناطق شور و سنگی | ۸۳         |
|           | ۳    | پدیده‌های آبی    | ۲۰         |
|           | ۴    | زراعت دارای پوشش | ۷۹         |
|           | ۵    | مناطق مسکونی     | ۵۰         |
|           | ۶    | مرتع و دیم       | ۱۰۰        |
|           | ۷    | زراعت بدون پوشش  | ۶۷         |
| ۲ کلاسه   | ۱    | باغ              | ۱۰۰        |
|           | ۲    | غیر باغ          | ۳۹۹        |

### ۳-۳- طبقه‌بندی

در طبقه‌بندی ۷ کلاسه، ترکیب چهار بانندی [B2, B3, B4, PC1(B4, B5)] و در طبقه‌بندی ۲ کلاسه،



شکل ۴. نقشه کاربری حاصل از طبقه‌بندی ۷ کلاسه (کاربری اراضی)



شکل ۵. نقشه باغات حاصل از طبقه‌بندی دو کلاسه (باغ و غیرباغ)



### ۳-۴- ارزیابی صحت

پایین‌تر از نتایج الگوریتم حداکثر احتمال است و بنابراین در ادامه خیلی به آنها پرداخته نمی‌شود. با توجه به جدول ۴ در طبقه‌بندی ۷ کلاسه، بیشترین سطح کاربری مربوط به کاربری دیم و مرتع با مساحت ۴۴۲۴۶ هکتار و معادل ۴۷/۳۵٪ از کل مساحت منطقه مورد مطالعه است. سطح باغات برابر ۶۹۴۲ هکتار و معادل ۷/۴۲٪ از مساحت کل را شامل می‌شود. کاربری پدیده‌های آبی با سطحی برابر ۰/۷٪، کمترین سطح را تشکیل داده است. مجموع کاربری‌های زراعی دارا و بدون پوشش برابر ۱۶/۳۶٪ و مناطق شور و سنگی نیز ۸/۳۷٪ از کل مساحت منطقه را به خود اختصاص داده‌اند. در طبقه‌بندی ۲ کلاسه، مساحت باغات برابر ۸۹۰۴ هکتار و معادل ۹/۵٪ از مساحت کل شامل می‌شود. کاربری‌های غیرباغ نیز ۹۰/۵٪ کل منطقه را در بر گرفتند (جدول ۴).

در طبقه‌بندی ۷ کلاسه، بهترین نتیجه با صحت کلی و ضریب کاپای برابر ۹۲/۱۸٪ و ۰/۹۰ با اعمال فیلتر مد<sup>۱</sup> ۵×۵ حاصل شد. در طبقه‌بندی دو کلاسه نیز بهترین نتیجه با اعمال فیلتر مد ۵×۵ با صحت کلی و ضریب کاپای به ترتیب برابر ۹۷/۷۵٪ و ۰/۹۵ به دست آمد (جدول ۳). فیلتر مد جهت حذف پیکسل‌های منفرد روی تصاویر طبقه‌بندی شده اعمال شد. با مقایسه نتایج ارزیابی صحت، مشخص شد که بیشترین صحت کلی و ضریب کاپا مربوط به ترکیب شش‌باندی (B2, B3, B4, B5, Pan, DVI) در طبقه‌بندی ۲ کلاسه و با الگوریتم حداکثر احتمال است. همچنان‌که از جدول ۳ پیداست، صحت کلی و ضریب کاپای حاصل از الگوریتم‌های حداقل فاصله از میانگین و به‌ویژه متوازی‌السطوح بسیار

جدول ۳. نتایج ارزیابی صحت نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی‌های ۷ و ۲ کلاسه (اعداد به درصد هستند)

| طبقه‌بندی | الگوریتم      |         |               |         |                        |         |
|-----------|---------------|---------|---------------|---------|------------------------|---------|
|           | حداکثر احتمال |         | متوازی السطوح |         | حداقل فاصله از میانگین |         |
|           | کاپا          | صحت کلی | کاپا          | صحت کلی | کاپا                   | صحت کلی |
| ۷ کلاسه   | ۰/۹۰          | ۹۲/۱۸   | ۰/۴۱          | ۴۵/۰۹   | ۰/۷۷                   | ۸۰/۵۶   |
| ۲ کلاسه   | ۰/۹۵          | ۹۷/۷۵   | ۰/۳۵          | ۶۱/۴۲   | ۰/۶۹                   | ۸۴/۶۴   |

جدول ۴. درصد سطح کلاسه‌های کاربری حاصل از دو حالت طبقه‌بندی

| طبقه‌بندی | کلاسه‌ها         | مساحت (درصد)  |       |
|-----------|------------------|---------------|-------|
|           |                  | مساحت (هکتار) | درصد  |
| ۷ کلاسه   | باغ              | ۶۹۴۳          | ۷/۴۲  |
|           | شور و سنگی       | ۷۸۲۲          | ۸/۳۷  |
|           | پدیده‌های آبی    | ۶۴۳           | ۰/۷   |
|           | زراعت دارای پوشش | ۱۲۵۰۸         | ۱۳/۳۸ |
|           | مسکونی           | ۱۸۵۰۵         | ۱۹/۸۰ |
|           | دیم و مرتع       | ۴۴۲۴۶         | ۴۷/۳۵ |
|           | زراعت بدون پوشش  | ۲۷۸۸          | ۲/۹۸  |
|           | مجموع            | ۹۳۴۵۵         | ۱۰۰   |
| ۲ کلاسه   | باغ              | ۸۹۰۴          | ۹/۵   |
|           | غیر باغ          | ۸۴۵۵۱         | ۹۰/۵  |
|           | مجموع            | ۹۳۴۵۵         | ۱۰۰   |

#### ۴- بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه، قابلیت داده‌های IRS-P6 برای ارزیابی سطح باغات نشان داده شده است و بر استفاده از آن جهت تهیه نقشه باصحت بالا و به‌هنگام تاکید می‌شود. در مطالعات مشتاق و آسیما (۲۰۱۴) و نیشانت و همکاران (۲۰۱۶) نیز قابلیت داده‌های ماهواره‌ای جهت برآورد سطح باغات به اثبات رسیده است. نتایج ارزیابی صحت طبقه‌بندی‌ها نشان داد که بالاترین صحت کلی برابر ۹۷/۷۵٪ بود. رفیعی و همکاران (۱۳۹۱)، آبکار و همکاران (۱۳۹۱)، جباری و همکاران (۱۳۹۳)، فروغی‌منش و عبدالهیان نوقایی (۱۳۹۳)، نیشانت و همکاران (۲۰۱۶) و کونارد<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۷) نیز در ارزیابی سطح کاربری‌های مختلف، علی‌رغم متفاوت بودن منطقه مورد مطالعه، اهداف و کلاسه‌های کاربری، صحت‌های نسبتاً مشابهی به‌دست آوردند.

در تحقیقات مختلف، مقایسه نتایج تجزیه و تحلیل‌ها و سطح زیرکشت برآورد شده از داده‌ها و تکنیک‌های سنجش از دوری با نقشه مرجع (انصاری آملی و علی‌محمدی، ۱۳۹۰)، آماربرداری ملی (Bridhikitti and Overcomp, 2012) و آمار سازمان جهاد کشاورزی (امینی‌بازیابی و همکاران، ۱۳۹۲) تطابق زیادی را نشان داده است. در این پژوهش نیز با توجه به مساحت کل باغات منطقه براساس آمار سال ۱۳۹۱ مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان مهاباد (۹۲۰۰ هکتار)، برآورد نسبتاً دقیقی (۸۹۰۴ هکتار) از سطح باغات با خطای حدود ۳٪ حاصل شده است. با توجه به جدول ۴، اختلاف ۲٪ سطح کاربری باغات در طبقه‌بندی ۷ کلاسه (کاربری اراضی) نسبت به طبقه‌بندی ۲ کلاسه (باغ و غیر باغ)، به‌دلیل افزایش تعداد کلاسه‌ها و اثرات تداخل طیفی آن‌ها است که باعث شده بخشی از مساحت باغات به سایر کاربری‌ها اختصاص یابد.

به‌کارگیری الگوریتم‌های سنتی طبقه‌بندی نشان داد که بهترین نتیجه مربوط به الگوریتم حداکثر احتمال است که در تحقیقات گذشته نیز به آن اشاره شده است

(Yang et al., 2011; Beyer et al., 2015; Eggen et al., 2016). همچنین مانند تحقیقات بوریان<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۱) و کرامر<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۵)، نتایج نشان داد که تکنیک‌های طبقه‌بندی برای ارزیابی سطح محصولات قابلیت زیادی دارند. در رابطه با انتخاب زمان تصاویر نیز، نتایج نشان داد که تصاویر فصل تابستان و به‌ویژه شهریور ماه، کارایی بالایی برای برآورد سطح زیرکشت باغات دارند، چنانچه در مطالعات فرزادمهر و تباکی بجستانی (۱۳۹۷)، علیپور و همکاران (۱۳۹۳) و یاداو و همکاران (۲۰۰۲) نیز به آن اشاره شده است. با دقت در انتخاب زمان مناسب، می‌توان از داده‌های موجود در بررسی سطح زیرکشت و مدیریت کشاورزی استفاده نمود (امینی‌بازیابی و همکاران، ۱۳۹۲).

شاخص IPVI در ترکیبات مختلف، کمترین صحت کلی و ضریب کاپا را به خود اختصاص داده است. لازم به ذکر است که اگر چه شیرازی و همکاران (۱۳۸۹)، امیری و همکاران (۱۳۸۹) و رشیدی و همکاران (۲۰۰۵) در تحقیقات خود این شاخص را برای تشخیص پوشش‌های گیاهی مناسب معرفی کردند ولی فخریه و همکاران (۱۳۹۱) نیز در مطالعه خود از این شاخص نتایج مطلوبی به‌دست نیاوردند که با نتایج حاصل از این تحقیق همخوانی بیشتری دارد. در هر صورت در این تحقیق نیز به‌دلیل متفاوت بودن منطقه، هدف و کلاسه‌های کاربری نسبت به منابع پیشین، مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. شاخص DVI در ترکیبات مختلف از هر دو طبقه‌بندی (۷ و ۲ کلاسه) صحت کلی بالایی را نشان داده است. این موضوع می‌تواند به این دلیل باشد که چون پوشش گیاهی در باند ۴ انعکاس زیاد و در باند ۳ (قرمز) جذب زیاد و انعکاس کمتری دارد، شاخص مذکور اثرات خاک و دیگر پوشش‌های زمینی را کاهش می‌دهد (Naji, 2018). شیرازی و همکاران (۱۳۸۹)، فریدحسینی و همکاران (۱۳۹۱) و ناجی (۲۰۱۸) نیز این شاخص را برای تهیه نقشه کاربری اراضی مناسب معرفی نمودند.

1. Conard  
3. Kraemer

2. Boryan

سنجش از دوری نتایج متفاوتی را نشان می‌دهند. با توجه به برآورد نسبتاً دقیق تصاویر شهریور ماه IRS-P6 نسبت به آماربرداری زمینی می‌توان ادعا نمود که این تصاویر برای تهیه نقشه سطح زیرکشت باغات از لحاظ هزینه، زمان و دقت، کارآیی بالایی دارند. بنابراین، داده‌های ماهواره‌ای با برآورد دقیق و کم‌هزینه از سطح زیرکشت در مناطقی که داده‌های زمینی در دسترس نیست می‌تواند برای باغداران، مصرف‌کنندگان و سیاست‌گذاران جهت تولید غذا، امنیت غذایی و برنامه‌ریزی بهتر در راستای توسعه پایدار بسیار مفید واقع شود.

##### ۵- منابع

آبکار، ع.ا.، خیرخواه زرکش، م.م.، صادقی نائینی، ع.، علیزاده، ه. و وفایی‌نژاد، ع.ر.، ۱۳۹۱، تهیه نقشه پراکنش شالیزارهای برنج با استفاده از داده‌های سری زمانی سنجنده MODIS ماهواره TERRA، سنجش از دور و GIS ایران، سال چهارم، شماره دوم، صص. ۹۵-۷۵.

اصغری، م.، ۱۳۹۱، **ترویج علم و تکنولوژی برای ایجاد تحول در بخش کشاورزی استان آذربایجان غربی**، نشریه آموزشی، ترویجی و پژوهشی چالیشانلار، سال شانزدهم، شماره ششم، صص. ۸-۱۱.

امینی بازیابی، س.، اکبری، م. و زارع ابیانه، ح.، ۱۳۹۲، **برآورد سطح و تراکم کشت با استفاده از سنجش از دور در دشت همدان**، نشریه آبیاری و زهکشی ایران، سال اول، شماره هفتم، صص. ۴۸-۳۶.

انصاری آملی، ع. و علی محمدی، ع.، ۱۳۹۰، **استفاده از روش طبقه‌بندی چندزمانه و داده‌های سنجنده AVHRR به منظور تخمین دقیق سطح زیرکشت محصول برنج در استان گیلان**، برنامه‌ریزی و آمایش فضا، سال دوم، شماره پانزدهم، صص. ۴۱-۳۳.

جباری، س.، خواجه‌الدین، ج.، جعفری، ر. و سلطانی، س.، ۱۳۹۳، **بررسی تغییرات پوشش گیاهی**

نتایج نشان می‌دهد که ترکیب چند باند یا شاخص با هم تاثیر معنی‌داری بر صحت دارد. برای مثال، ترکیب باندهای سبز، قرمز و پانکروماتیک با مولفه اول حاصل از آنالیز مولفه‌های اصلی روی باندهای سبز و قرمز، دارای صحت کلی ۷۰٪ و ترکیب همین باندها با مولفه اول حاصل از آنالیز مولفه‌های اصلی روی باندهای سبز، قرمز، مادون قرمز نزدیک و میانی، صحت کلی ۹۱٪ را نشان داد. همچنین با توجه به انعکاس زیاد پوشش گیاهی در باند ۴، اراضی مرطوب در باند ۵ و خاک در باند ۳، می‌توان انتظار داشت که استفاده از هر باند در ترکیبات باندی مختلف صحت کلی را تغییر دهد. هم‌چنان که در تحقیقات گالگو و همکاران (۲۰۰۸)، انصاری آملی و علی محمدی (۱۳۹۰) و بونن و همکاران (۲۰۱۶) اشاره شده است، کار زمینی زمان‌بر و پرهزینه است. قیمت بسیاری از تصاویر نیز زیاد بوده و یا در دسترس نیستند (Gallego et al., 2014). از طرفی برای شناسایی محصول، استفاده از تصاویر با تفکیک مکانی نسبتاً پایین به‌صرفه‌تر است و تصاویر با وضوح خیلی زیاد می‌توانند برای کاربردهای کشاورزی دقیق استفاده شوند (Yang et al., 2011). لذا تصاویر IRS-P6 از نظر هزینه و دسترسی جزو محدود داده‌های قابل توجه برای برآورد سطح باغات هستند. ضمن اینکه قابلیت داده‌های رایگان ماهواره سنتینل با اندازه تفکیک مناسب و دوره زمانی پنج روزه تکرار تصویربرداری نیز در تحقیقات مختلف نشان داده شده است (Nguyen and Wagner, 2017; Li et al., 2018). بنابراین بررسی و مقایسه قابلیت این دو نوع داده برای برآورد سطح زیرکشت محصولات کشاورزی می‌تواند زمینه مطالعات جدیدی را فراهم نماید.

نزدیکی آمار وزارت جهاد کشاورزی با نتایج حاصل از طبقه‌بندی دو کلاس نشان داد که کاهش تعداد کلاس‌ها تاثیر زیادی روی صحت برآورد سطح زیرکشت باغات دارد. تصاویر ماهواره‌ای و شاخص‌های مختلف آنها بسته به هدف مطالعه، نوع پوشش، تعداد کلاس‌ها، توان تفکیک داده‌ها، شرایط جغرافیایی و تکنیک‌های

- قابلیت شاخص‌های مختلف دورسنجی در بارزسازی پوشش‌های سطح زمین در مناطق خشک، تحقیقات مرتع و بیابان ایران، سال دوم، شماره هفدهم، صص. ۲۷۵-۲۵۶.
- عباس‌زاده تهرانی، ن.، بهشتی‌فر، م.ر. و مربی، م.، ۱۳۹۰، برآورد سطح زیرکشت محصول در استان قزوین با به‌کارگیری تصاویر چندزمانه IRS-LISS III، پژوهش‌های محیط‌زیست، سال دوم، شماره سوم، صص. ۸۷-۹۶.
- علیپور، ف.، آق‌خانی، م.ح.، عباسپور فرد، م.ح. و سپهر، ع.، ۱۳۹۳، تفکیک محدوده و تخمین سطح زیر کشت محصولات کشاورزی به کمک تصاویر ماهواره ای، ماشین‌های کشاورزی، سال چهارم، شماره دوم، صص. ۲۴۴-۲۵۴.
- Beyer, F., Jarmer, T. and Siegmann, B., 2015, **Identification of agricultural crop types using multitemporal rapideye data**, Photogrammetrie-Fernerkundung-Geoinformation, 1: 21-32.
- Boonen, M., Gallace, N., Delalieux, S., Sima, A., Delaure B. and Bylemans, D., 2016, **Remote sensing as a useful tool in strawberry cultivation**, 8<sup>th</sup> International Strawberry Symposium, 13-17 August, Canada.
- Boryan, C., Yang, Z., Mueller, R. and Craig, M., 2011, **Monitoring US agriculture: the US department of agriculture, national agricultural statistics service, cropland data layer program**, Geocarto International, 26(5): 341-358.
- Bridhikitti, A. and Overcamp, T. J., 2012, **Estimation of Southeast Asian rice paddy areas with different ecosystems from moderate-resolution satellite imagery**, Agriculture, Ecosystems and Environment, 146(1): 113-120.
- Clevers, J. P. W., 1986, **The application of a vegetation index in correcting the infrared reflectance for soil background**, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Balkema, Rotterdam, Boston, 26(1): 221-226.
- مراتع با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در منطقه سمیرم اصفهان، بوم‌شناسی کاربردی، سال دهم، شماره سوم، صص. ۲۷-۳۷.
- رحیم‌زادگان، م. و پورغلام، م.، ۱۳۹۵، **تعیین سطح زیر کشت گیاه زعفران با استفاده از تصاویر لندست**، سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، سال هفتم، شماره چهارم، صص. ۹۷-۱۱۵.
- رفیعی، ی.، علوی‌پناه، ک.، ملک‌محمدی، ب.، رضانی مهربان، م. و نصیری، ح.، ۱۳۹۱، **تهیه نقشه‌های پوشش اراضی به کمک سنجش از دور با استفاده از خوارزمیک درخت تصمیم‌گیری**، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال سوم، شماره بیست و سوم، صص. ۹۳-۱۱۰.
- فخیره، ا.، پهلوان‌رو، ا.، نجفی‌زیلالی، م.، مرادزاده، م. و نوری، س.، ۱۳۹۱، **کاربرد داده‌های رقومی در تهیه نقشه تغییرات پوشش گیاهی ناحیه بیابانی غرب رودخانه کرخه**، تحقیقات مرتع و بیابان ایران، سال سوم، شماره نوزدهم، صص. ۴۵۷-۴۶۸.
- فرزادمهر، ج. و تباکی بجستانی، ک.، ۱۳۹۷، **تعیین قابلیت تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ در تخمین سطح زیرکشت زعفران**، نشریه زراعت و فناوری زعفران، سال ششم، شماره اول، صص. ۴۹-۶۰.
- فروغی‌منش، م. و عبدالهیان نوقابی، م.، ۱۳۹۳، **تعیین سطح زیرکشت و تراکم بوته مزارع چغندرقد با پردازش داده‌های ماهواره‌ای**، چغندرقد، سال سی‌ام، شماره دوم، صص. ۲۰۷-۲۲۲.
- فریدحسینی، ع.، آستارایی، ع.، ثنایی‌نژاد، ح. و حسین موسوی، پ.، ۱۳۹۱، **تخمین شاخص سطح برگ با استفاده از داده‌های IRS در منطقه نیشابور**، نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، سال سوم، شماره دهم، صص. ۱-۶.
- شیرازی، م.، زهتابیان، غ. و متین‌فر، ح.، ۱۳۸۹، **بررسی**

- Conrad, C., Low, F. and Lamers, J. P., 2017, **Mapping and assessing crop diversity in the irrigated Fergana valley, Uzbekistan**, *Applied Geography*, 86: 102-117.
- Crippen, R.E., 1990, **Calculating the Vegetation Index Faster**, *Remote Sensing of Environment*, 34(1): 71-73.
- Eggen, M., Ozdogan, M., Zaitchik, B.F. and Simane, B., 2016, **Land cover classification in complex and fragmented agricultural landscapes of the thioipian highlands**, *Remote Sensing*, 8(12): 1020.
- Gallego, F.J., Kussul, N., Skakun, S., Kravchenko, O., Shelestov, A., and Kussul, O., 2014, **Efficiency assessment of using satellite data for crop area estimation in Ukraine**, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 29: 22-30.
- Gallego, J., Craig, M., Michaelsen, J., Bossyns, B. and Fritz, S., 2008, **Best practices for crop area estimation with remote sensing**, JRC Scientific and Technical Reports, Pp. 1-14, italy.
- Gao, B.C., 1996, **NDWI: A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space**, *Remote Sensing of Environment*, 58(3): 257-266.
- Gumma, M.K., Thenkabail, P.S., Teluguntla, P., Rao, M.N., Mohammed, I.A. and Whitbread, A.M., 2016, **Mapping rice-fallow cropland areas for short-season grain legumes intensification in South Asia using MODIS 250 m time-series data**, *International Journal of Digital Earth*, 9(10): 981-1003.
- Hunt Jr, E. R. and Rock, B.N., 1989, **Detection of changes in leaf water content using near-and middle-infrared reflectances**, *Remote Sensing of Environment*, 30(1): 43-54.
- Jackson, R.D., 1983, **Spectral indices in n-space**, *Remote Sensing of Environment*, 13(5): 409-421.
- Jain, M., Mondal, P., Galford, G.L., Fiske, G. and Fries, R.S., 2017, **An approach to map winter cropped area of smallholder farms across large scales using MODIS imagery**, *Remote Sensing*, 9(6): 566.
- Jordan, C.F., 1969, **Derivation of leaf area index from quality measurements of light on the forest floor**, *Ecology*, 50: 663-666.
- King, L., Adusei, B., Stehman, S.V., Potapov, P.V., Song, X.P., Krylov, A., Bella, C.D., Loveland, T.R., Johnson, D.M. and Hansen, M.C., 2017, **A multi-resolution approach to national-scale cultivated area estimation of soybean**, *Remote Sensing of Environment*, 195: 13-29.
- Kozhoridze, G., Orlovsky, N., Orlovsky, L., Blumberg, D.G. and Golan-Goldhirsh, A., 2018, **Classification based mapping of trees in commercial orchards and natural forests**, *International journal of Remote Sensing*, 39(14): 1-14.
- Kraemer, R., Prishchepov, A.V., Muller, D., Kuemmerle, T., Radeloff, V.C., Dara, A., Trekhov, A. and Fruhauf, M., 2015, **Long-term agricultural land-cover change and potential for cropland expansion in the former Virgin Lands area of Kazakhstan**, *Environmental Research Letters*, 10(5): 054012.
- Kussul, N., Shelestov, A., Skakun, S., Kravchenko, O., & Moloshnii, B., 2012, **Crop state and area estimation in Ukraine based on remote and in-situ observations**, *International Journal on Information Models and Analyses*, 1(3): 251-259.
- Li, C., Zhu, X., Wei, Y., Cao, S., Guo, X., Yu, X. and Chang, C., 2018, **Estimating apple tree canopy chlorophyll content based on Sentinel-2A remote sensing imaging**, *Scientific reports*, 8(1): 3756.
- Mushtaq, A.G. and Asima, N., 2014, **Estimation of apple orchard using remote sensing and agro- meteorology land based observation in Pulwama district of Kashmir valley**, *International Journal of Remote Sensing and Geoscience*, 3(6): 21-26.
- Naji, T.A., 2018, **Study of vegetation cover distribution using DVI, PVI, WdVI indices with 2D-space plot**, In *Journal of Physics: Conference Series*, 1003(1): 012083.
- Nguyen, D. B., Wagner, W., 2017, **European rice cropland mapping with Sentinel-1**

- data: The Mediterranean region case study**, *Water*, 9(6): 392.
- Nishant, N., Upadhayay, G., Vyas, S.P. and Manjunath, K.R., 2016, **Banana orchard inventory using IRS LISS sensors**, SPIE Asia-Pacific Remote Sensing, 4-7 April, India.
- Rouse, J., 1973, **Monitoring the vernal advancement of retrogradation of natural vegetation**, NASA/GSFG, Type III. Final Report, 371.
- Vibrans, A.C., McRoberts, R. E., Moser, P. and Nicoletti, A.L., 2013, **Using satellite image-based maps and ground inventory data to estimate the area of the remaining Atlantic forest in the Brazilian state of Santa Catarina**, *Remote Sensing of Environment*, 130: 87-95.
- Yadav, I.S., Rao, N.S., Reddy, B.M.C., Rawal, R.D., Srinivasan, V.R., Sujatha, N.T., Bhattacharya, C., Rao, P.P.N., Ramesh, K.S. and Elango, S., 2002, **Acreage and production estimation of mango orchards using Indian remote Sensing (IRS) satellite data**, *Scientia Horticulturae*, 93(2): 105-123.
- Yang, C., Everitt, J.H. and Murden, D., 2011, **Evaluating high resolution SPOT5 satellite imagery for crop identification**, *Computers and Electronics in Agriculture*, 75(2): 347-354.
- Zhang, H., Li, Q., Liu, J., Du, X., Zhao, L., Wang, N. and Dong, T., 2017, **Crop classification and acreage estimation in North Korea using phenology features**, *GIScience & Remote Sensing*, 54(3): 381-406.



نیش از دور

GIS ایران

سنجش از دور و GIS ایران  
Iranian Remote Sensing & GIS

115-128



## Evaluation of IRS-P6 Images for Orchards Area Estimating

Younesi, B.<sup>1</sup>, Ahmadi Sani, N.<sup>2\*</sup>, Sharafi, S.<sup>3</sup>

1. M.Sc. of Agroecology, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran.
2. Assist. Prof., Faculty of Agriculture and Natural Resources, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran.
3. Assist. Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran.

### Abstract

Agriculture is the basis for development and identification of crops and orchards is an important parameter in agricultural management helping planners through providing precise crop/orchard mapping. In order to overcome the limitations of fieldwork in crop and orchard mapping, satellite images seem to be appropriate due to providing wide coverage, timely and sequentially repeated image acquisition. In this study, IRS-P6 satellite images were analyzed in the Sharveran Plain lands in Mahabad County for orchard mapping. Various spectral indices were extracted using band ratioing and Principal Components Analysis (PCA) methods. Different supervised classifiers were used for classification of a 7-class (land use) and a 2-class (orchard and non-orchard) scenario. The classified maps were evaluated using the ground truth maps. The best overall accuracy and kappa coefficient were 97.95% and 0.95, respectively, using Maximum Likelihood classifier in the 2-class scenario. The results showed that IRS-P6 data are very suitable for identification and monitoring of orchards in terms of cost, time and accuracy.

**Keywords:** Accuracy assessment- Agriculture- Maximum likelihood- Orchards mapping- Remote sensing