بررسی کارایی ماهواره سنتینل ۲ در تعیین سطح زیرکشت محصولات زراعی و باغی در شهرستان فریمان

۱- علیرضا نوری ۲- سمیرا نوری ۳- علی اسدی ٤- جواد امیدوار٥- هادی کریمی

۱- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، گروه زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- فارغ التحصیل دکتری هواشناسی کشاورزی، دانشکده مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد مهندسی آب، دانشکده مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد

٤- دانشجوی دکتری مهندسی آب، دانشکده مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد

٥- دانشجوی دکتری مهندسی آب، دانشکده مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد

Email:ali.r.noori@gmaol.com
Email:noori.samira@gmail.com
Email: aliasadi63@gmail.com
Email:omidvar.ja@gmail.com
Email:karimi-hadi@mashhad.ir

چکیده

تعیین نوع کاربری و سـطح زیرکشت محصولات می تواند نقشی اساسی در مدیریت بهینه منابع طبیعی به خصوص منابع آبی داشته باشد. پژوهش حاضر با هدف تعیین سطح زیرکشت محصولات زراعی عمده در منطقه پایین دست سد فریمان، از سری زمانی تصاویر ماهواره ای سـنتینل۲ و الگوریتم جنگل تصـادفی طی سال زراعی ۱۴۰۱ استفاده نمود. یافته ها نشان داد که این ماهواره قادر است با دقت بالا (ضـریب کاپا= ۰/۹۴ و دقت کلی = ۰/۹۷) انواع کاربری را از هم تفکیک نماید و با شـناسـایی محصـولات زراعی، سـطح زیرکشت انولاع محصولانت را به خوبی تعیین نماید.

کلمات کلیدی: سنتینل۲، ماهواره، فریمان، گندم، جنگل تصادفی

۱. مقدمه و هدف

تهیـه و تولید آمار و اطلاعات صـــحیح و بهنگام محصـــولات زراعی با توجه به محصـــولات زراعی متنوع، مورد توجه برنامه‌ریزان، سـیاسـت‌گذاران و پژوهشـگران بخش کشـاورزی می‌باشد. با بهره‌گیری از آمار و اطلاعات کشاورزی می‌توان به برنامه‌ریز دقیق‌تری دسـت یافت. داده‌های سـنجش از دور به دلیل ویژگی‌های خاص مانند، دید وسـیع و یکپارچه، ارائه اطلاعات بهنگام، اسـتفاده از پوشـش‌های تکراری، سـرعت انتقال بالا، کم هزینه بودن و سـرعت بالای پردازش داده‌ها و نیز فراهم کردن امکان مطالعه شـرایط

منطقه در گذشته، قابلیت‌های ویژه‌ای دارد. به عبارت بهتر، فناوری سنجش از دور می‌تواند اطلاعات با ارزش و به موقعی درباره توزیع محصـول، سـطح زیر کشت و پتانسیل تولید در اختیار تصمیم‌گیران در بخش کشاورزی قرار دهد. محصولات سنجش از دور می‌تواند راه حل مناسـبی برای دیده‌بانی مزارع باشـد، چراکه قابلیت پوشـش سـطح وسیع با تکرار متوالی را دارد. استفاده همزمان و تلفیقی از فناوری سـنجش از دور و داده‌های واقعیت زمینی، می‌تواند به ارائه نتایج بهتر و دقیق‌تر از سـطح زیرکشت و میزان تولید، منجر شود. براسـاس مطالعات انجام شـده و همچنین ضـرورت شـناسـایی سهم انواع کشت های زراعی و باغی در مدیریت منابع آبی و طبیعی، پژوهش حاضـر با هدف تعیین و تفکیک مزارع واقع در شـبکه آبیاری و زهکشـی سد فریمان و تعیین نوع کشت اراضی، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ی سنتیل ۲ انجام شده است.

۲. تئوری و پیشینه تحقیق

تهیه و تولید آمار و اطلاعات صـحیح و بهنگام محصـولات زراعی با توجه به تنوع بالای این محصـولات، مورد توجه برنامه‌ریزان، سـیاسـت‌گذاران و پژوهشـگران بخش کشـاورزی می‌باشد. با بهره‌گیری از آمار و اطلاعات کشاورزی می‌توان به برنامه‌ریز دقیق‌تری دسـت یافت. نظارت بر محصـولات کشـاورزی نقش بسـیار مهمی در تامین مواد غذایی مورد نیاز جهانی دارد. به‌طور کلی به‌منظور تخمین تولیدات محصـولات، اطلاعاتی مانند مساحت و میزان تولید در واحد سطح حائز اهمیت است. یکی از موارد بسیار کاربردی در این زمینه، تعیین سـطح زیرکشت می‌باشد. برآورد سطح زیرکشت و در نهایت میزان تولید آن در محدوده‌های جغرافیایی خاص، برای برنامه‌ریزی و تصـمیم‌گیری‌های مورد نیاز جهت انجام مبادلات اقتصادی و تجاری، لازم می‌باشد. از این رو مطالعات زیادی در اقصی نقاط جهان و از جمله ایران در این زمینه انجام شده است.

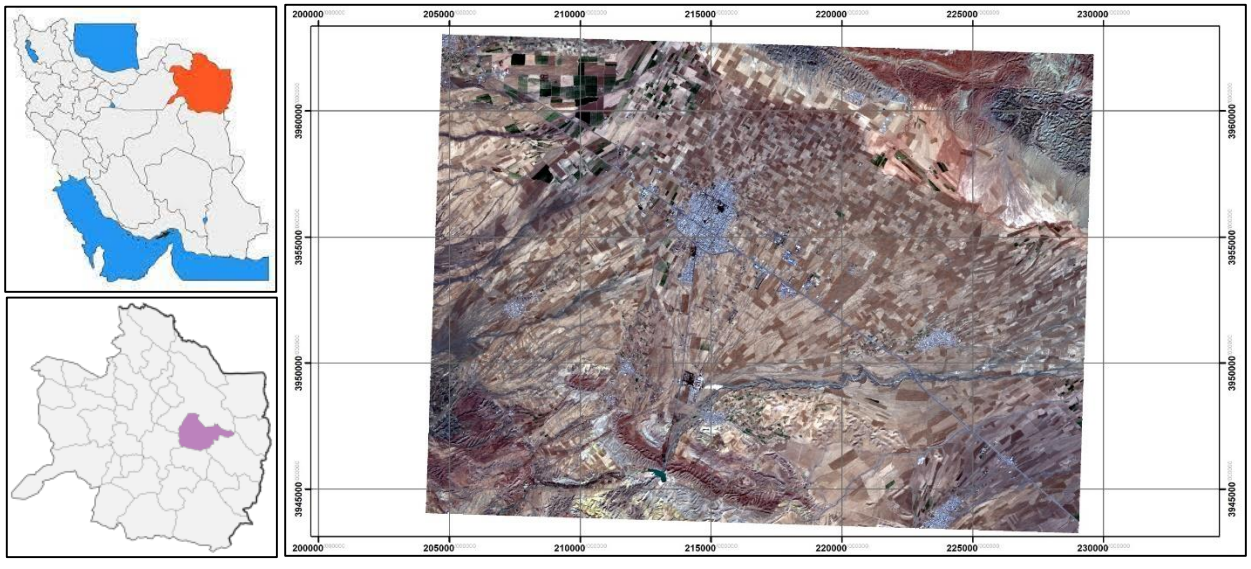
اوکی و همکاران با مقایسـه دو روش طبقه بندی حداکثر احتمال و جنگل تصـادفی و اسـتفاده از تصـاویر ماهواره اسـپات۵، دریافتند که روش جنگل تصـادفی حدود ۸ درصـد بهتر از حداکثر احتمال قادر اسـت منطاق کشـاورزی را از هم تفکیک نماید [۶]. اسـتفاده از سـری زمانی تصـاویر لندست ۷ برای تفکیک محصولات زراعی وو الگوریتم جنگل تصادفی در پرو نشان داد که الگوریتم جنگل تصـادفی با دقت کلی ۸۱ درصـد و ضـریب کاپای ۰/۷ دارای عملکرد بالایی در شناسایی طبقات مختلف محصول از هم است [۷]. ساعی و همکاران با به کارگیری تصاویر ماهواره لندست و الگوریتم جنگل تصادفی اراضی تحت کشت گندم، جو و یونجه منطقه مرودشـت فارس را از هم تفکیک نمودند. یافته های ایشـان نشان داد علی رغم بهبود شناسایی نواحی جو و گندم از هم اما همچنان این دو محصـول به خوبی از هم تفکیک نشـدند [۳]. در پژوهشـی که توسط کردی و همکاران در منطقه میاندوآب انجام شد، امکان طبقه بندی محصـولات کشـاورزی با به کارگیری تصـاویر ماهواره لندسـت ۸ مورد بررسـی قرار گرفت. یافته ها نشان داد استفاده از تصـاویر سـری زمانی در کنار شـاخص هایی همچون GNDVI، آلبیدو و دمای سـطح زمین در کنار الگوریتم ماشین بردار پشتیبان باعث شـد نقشـه هایی با دقت کلی ۹۲ درصـد و ضریب کاپای ۹۱ به دست آید [۴]. زارع و همکاران با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندسـت ۸ و سـنتینل ۲ اقدام به تعیین سـطح زیرکشـت محصول پسته در استان یزد نمودند. طبق نتایج به دست آمده توسط ایشان، ماهواره سـنتینل ۲ با دقت بهتری به شناسایی نواحی تحت کشت پسته پرداخته بود. همچنین ایشان بیان کردند استفاده از فیلتر میانه پس از تهیه نقشـه طبقه بندی، منجر به افزایش دقت طبقه بندی گردید [۲]. اسـنوبی و همکاران با به کارگیری ۸۲ شـاخص، امکان

شناسایی و تفکیک محصولات زراعی از هم را در منطقه ای در ژاپن مورد بررسی قرار دادند. یافته ها نشان داد شاخص های گیاهی بیشترین سهم را در شناسایی انواع محصولات کشاورزی داشته است [۷]. در زمینه اهمیت استفاده از شاخص های گیاهی در فرآیند طبقه بندی، نتایج مشابهی توسط کوبایاشی و همکاران گزارش شده است [۵].

۲. مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در اراضی پایین دست سد فریمان در محدوده ای به مساحت ۵۱/۲۲ کیلومتر مربع (۵۱۲۲ هکتار) و مختصات مرکزی با عرض جغرافیایی ۳۵/۶۵۶۷۹ و طول جغرافیایی ۵۹/۸۷۶۱۰۹ قرار گرفته است. منطقه مذکور از دهانه سد فریمان تا محدوده شهری را در بر گرفته است (شکل۱).

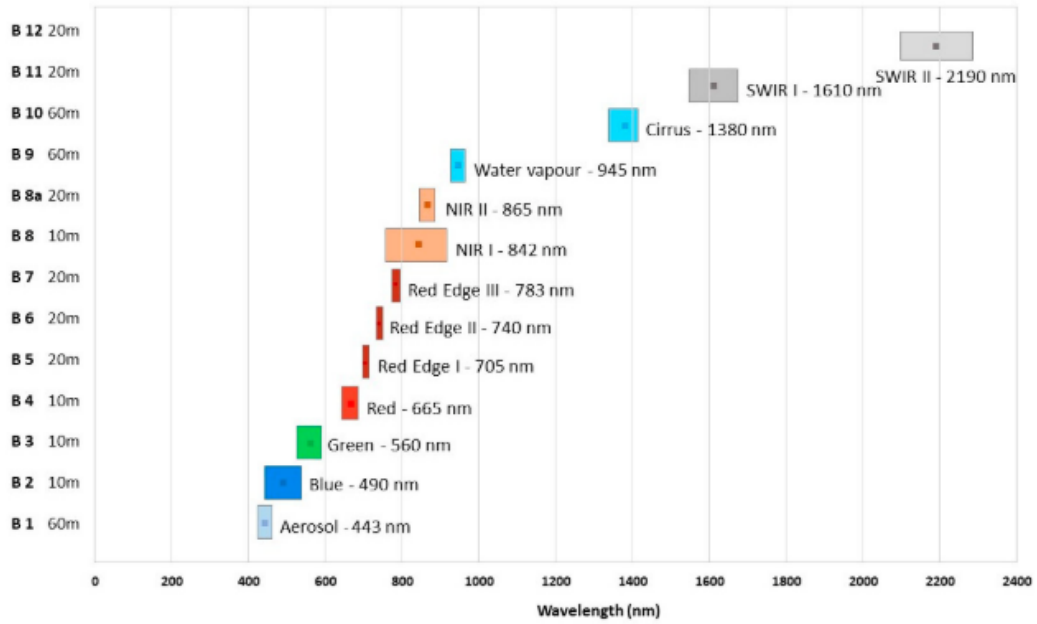
تعیین سطح زیرکشت محصولات زراعی و باغی در یک منطقه، مستلزم جمع آوری اطلاعات اولیه از محصولات تحت کشت در آن منطقه و بررسی فنولوژی گیاهی در منطقه مذکور می باشد. اهمیت این مسئله از آن رو است که می توان نسبت به تعیین مناسبترین تصاویر ماهواره ای جهت شناسایی محصولات اقدام نمود. لازم به ذکر است که شناسایی گیاهان با کمک فناوری سنجش از دور در هر منطقه در زمان های خاصی بیشترین دقت را به همراه دارد. از این رو اطلاع از زمان های کاشت، اوج سبزینگی و برداشت محصولات در یک منطقه از اهمیت بالایی برخوردار است. از طرفی برای انجام طبقه بندی نظارت شده با استفاده از تصاویر ماهواره ای نیاز به برداشت نمونه های میدانی می باشد. به منظور برداشت داده های میدانی از GPS استفاده گردید. ۷۰ درصد داده های جمع آوری شده به منظور آموزش مدل طبقه بند و ۳۰ درصد نیز برای تست و ارزیابی دقت طبقه بندی به صورت تصادفی انتخاب شدند.



شکل۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

در پژوهش حاضر از تصاویر ماهواره سنتینل ۲ سنجنده MSI استفاده شد. این ماهواره در سال ۲۰۱۵ در مدار قرار گرفت. قدرت تفکیک مکانی این ماهواره بسته به باندها، ۱۰ متر، ۲۰ متر و یا ۶۰ متر می باشد (شکل۲). همچنین قدرت تفکیک زمانی ماهواره مذکور ۵ روز بوده که این ویژگی در کنار ویژگی های طیفی و مکانی، ماه.اره سنتینل ۲ را نسبت به ماهواره لندست در مباحث کشاورزی و منابع طبیعی دارای برتری های قابل توجهی نموده است. تصاویر ماهواره سنتینل ۲ به صورت رایگان قابل دانلود می باشد (https://scihub.copernicus.eu/). باندهای مورد استفاده در طبقه بندی حاضر باند های آبی (B2)، سبز(B3)، قرمز(B4)، مادون قرمز نزدیک(B8) و مادون قرمز موج کوتاه(B11) می باشد.

شکل۲- قدرت تفکیک مکانی و طیفی باندهای ماهواره سنتینل ۲ [۹]



به منظور انتخاب تاریخ های مناسب طبقه بندی، ابتدا کلیه تصاویر ماهواره ای طی سال زراعی ۱۴۰۱ اخذ گردید، سپس از میان آن ها تصاویر فاقد ابرناکی انتخاب شدند زیرا وجود ابر در تصاویر می تواند منجر به ایجاد خطای طبقه بندی شود. پس از بررسی کیفیت تصاویر موجود و همچنین تطابق با دوره زمانی رشد محصولات عمده منطقه، در نهایت به ازای ماه های اسفند، فروردین ، تیر و مرداد، تصاویر مورد نیاز اخذ گردید. این تصاویر مصادف با دوره های اوایل رشد و حداکثر سبزینگی محصولات در منطقه مورد مطالعه می باشد. طبق بررسی های انجام شده و گزارشات جهاد کشاورزی شهرستان، محصولات زراعی عمده تحت کشت در منطقه شامل ذرت، گوجه فرنگی، چغندرقند، گندم و جو می باشند. اطلاعات تصاویر اخذ شده در جدول ۱ ارائه شده است.

پس از انجام پردازش هایی از جمله موزاییک کردن و برش تصاویر براساس مرز شهرستان، در نهایت انجام فرآیند طبقه بندی و صحت‌سنجی نتایج به‌دست آمده انجام شد. در پژوهش حاضر از روش جنگل تصادفی (RF)[1] به عنوان طبقه بند استفاده گردید. علاوه بر باندهای ماهواره سنتینل ۲ از شاخص NDVI و همچنین لایه شیب منطقه نیز به عنوان ورودی طبقه بندی استفاده شد. به منظور انجام عملیات محاسباتی نرم افزارهای SNAP، ENVI، ArcGIS و برای پردازش های پس از طبقه بندی، نرم‌افزار QGIS مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۲- تصاویر ماهواره ای مورد استفاده فصل زراعی سال ۱۴۰۰

ردیف	ماهواره	تاریخ	تاریخ شمسی
۱	سنتینل ۲	۲۰۲۲/۰۲/۱۹	۱۴۰۰/۱۲/۰۱
۲	سنتینل ۲	۲۰۲۲/۰۴/۰۳	۱۴۰۱/۰۱/۱۴
۴	سنتینل ۲	۲۰۲۲/۰۷/۰۹	۱۴۰۱/۰۴/۱۸
۵	سنتینل ۲	۲۰۲۲/۰۸/۰۶	۱۴۰۱/۰۵/۱۵
۶	تصویر DEM، SRTM	slope	
۷	NDVI	شاخص گیاهی (NIR-Red/NIR+Red)	

به منظور ارزیابی صحت و دقت نقشه طبقه بندی به دست آمده، از معیار ضریب کاپا[2] و دقت کلی[3] استفاده گردید. معیار دقت کلی میانگینی از دقت طبقه بندی ارائه می دهد. ضریب کاپا نیز دقت طبقه بندی را نسبت به یک طبقه بندی کاملاً تصادفی محاسبه می کند.

۳. نتایج و بحث

به منظور شناسایی و تفکیک اراضی در منطقه مورد مطالعه با توجه به محصولات عمده تحت کشت، ابتدا تقویم زراعی مشخص شد و سپس براساس دوره کشت محصولات اقدام به انتخاب تصاویر سری زمانی گردید. از آنجا که محصولات گندم و جو در زمستان در اوایل دوره رشد رویشی خود هستند و اکثر محصولات در این زمان در زمین کشت نشده اند یکی از تصاویر در زمیتان انتخاب شد. با توجه به زمان اوج سبزینگی این دو محصول در منطقه، تصویر دیگیر در فروردین ماه در نظر گرفته شد. از آنجا که اوج سبزینگی محصولات چغندرقند، گوجه فرنگی و ذرت نیز به ترتیب تیر، مرداد و مرداد می باشد. سایر تصاویر در این بازه زمانی در نظر گرفته شد. ارزیابی دقت نقشه طبقه بندی شده نیز با استفاده از دو معیار ضریب کاپا و دقت کلی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج ارزیابی

[1] -Random Forest
[2] - Kappa Coefficient
[3] - Overall Accuracy

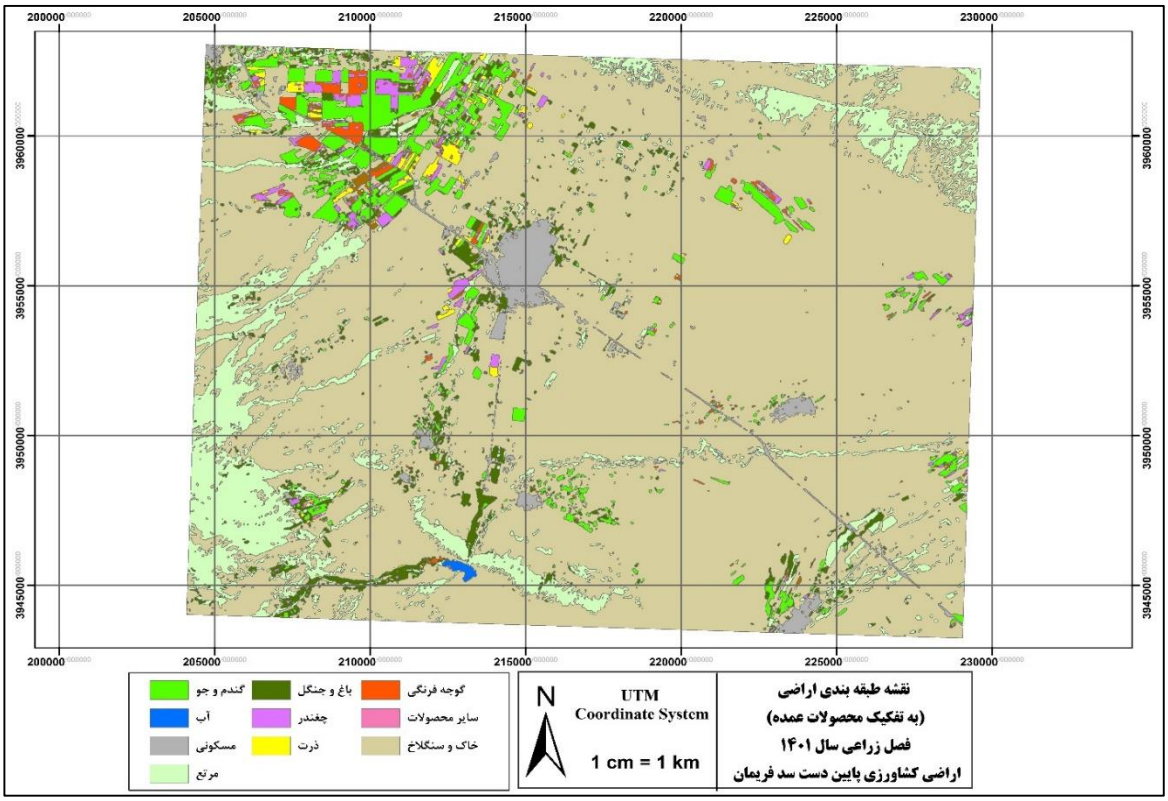
مذکور در جدول ۳ ارائه شده است. همانطور که در این جدول مشاهده می شود استفاده از الگوریتم جنگل تصادفی با به کارگیری باندهای ماهواره سنتینل ۲، شاخص گیاهی NDVI و همچنین شیب زمین، به خوبی می تواند کاربری ها و محصولات منطقه مورد مطالعه را شناسایی و از هم تفکیک نماید. نقشه حاصل از طبقه بندی در شکل ۳ قابل مشاهده است.

جدول۳- نتایج ارزیابی دقت نقشه طبقه بندی و تعیین سطح زیر کشت

عنوان	دقت کلی (Overall Accuracy)	ضریب کاپا (Kappa Factor)
نقشه طبقه بندی به تفکیک محصولات	۰/۹۷۲۲	۰/۹۴۴۰

مطابق با نقشه طبقه بندی در شکل۳، مشاهده می شود که تمرکز مزارع در اطراف روستاها است و اکثر مزارع به صورت کاربری خرده مالکی مورد بهره برداری قرار می گیرند. عمده مناطق پاین دست و بالادست سد فریمان به کشت باغات اختصاص دارد و تنها نواحی شمال غرب منطقه کشت های سراسری با کاربری بزرگ مالک را شامل می شود.

با توجه به جدول ۴ و شکل ۴، می توان دریافت که بخش اعظم منطقه را کاربری خاک و سنگلاخ در برگرفته و با اختلاف زیاد کاربری های مرتع و درختکاری قرار دارند. طی سال زراعی ۱۴۰۱ در این منطقه گندم و جو با ۱۹۸ هکتار اراضی تحت کشت بیش از ۷۰ درصد اراضی کشاورزی زیرکشت محصولات زراعی را به خود اختصاص داده است. از آنجا که تفکیک گندم و جو از دقت مناسبی برخوردار نبود، این دو محصول در قالب یک طبقه در فرآیند آموزش مدل طبقه بند وارد شدند. ۳۰ درصد باقی اراضی به ترتیب به کشت های چغندر قند (۱۰ درصد)، گوجه فرنگی (۸ درصد)، ذرت (۲درصد) و سایر محصولات زراعی مانند صیفی جات، سیب زمینی و ... (۵درصد) اختصاص دارد. علی رغم اینکه شغل افراد زیادی در این منطقه کشاورزی است مشاهده می شود زمین های تحت کشت، مساحت زیادی را به خود اختصاص نداده اند. از جمله علل این مسئله می توان به بحث وجود گلخانه های زیاد در منطقه فریمان اشاره کرد به طوری که باعث شده این شهرستان در زمینه تولید خیار گلخانه ای و قارچ دکمه حائز رتبه ۱ در استان شود [۱]. از طرفی خشکسالی ها و کمبود آب نیز سبب کاهش کشت های مزرعه ای و گسترش گلخانه ها شده است. استراتژی خودکفایی در بحث محصول گندم و همچنین شرایط خرید تضمینی توسط دولت نیز باعث شده تا کشاورزانی که اقدام به کشت در مزرعه می نمایند به سمت کشت گندم روی آورند.

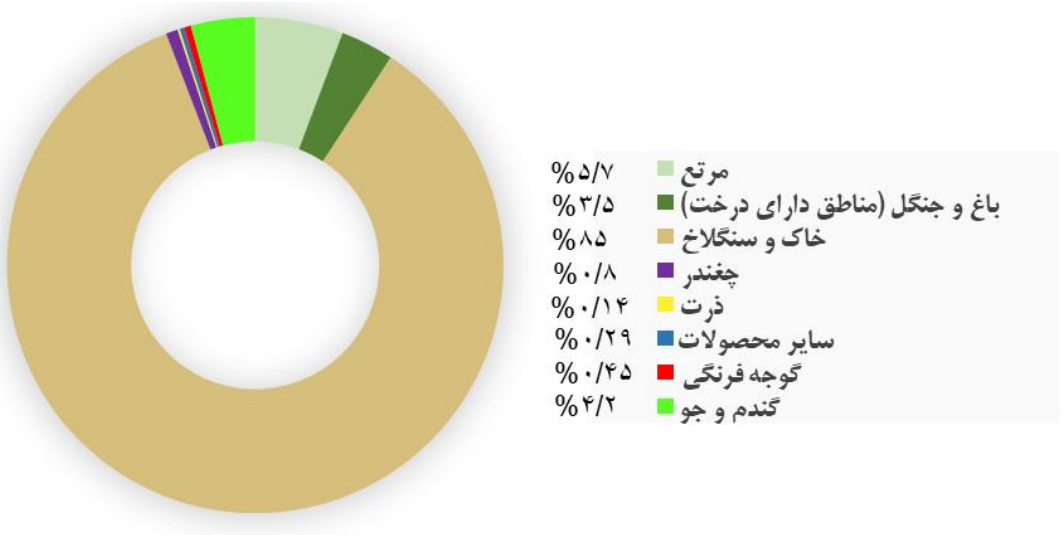


شکل۳- نقشه سطح زیرکشت و کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه، فصل زراعی ۱۴۰۱

مدیریت بهینه و لزوم تخصیص کارآمد منابع آبی به مصولات کشاورزی و باغی سبب گردیده تا مسئله تعیین کاربری اراضی پایین دست سده و همچنین تعیین نوع و سطح کشت های انجام شده در این مناطق از اهمیت به سزایی برخوردار شود. سنجش از دور و به خصوص ماهواره ها به دلیل مقرون به صرفه بودن از نظر زمان و هزینه، نقشی اساسی دراین زمینه ایفا می نمایند. از این رو در پژوهش حاضر سعی شد تا با استفاده از تصاویر ماهواره سنتینل ۲ اقدام به طبقه بندی و تعیین نوع کاربری و اراضی تحت کشت محصولات کشاورزی شود. . نتایج به دست امده از پژوهش حاضر نشان می دهد مناطق زراعی نسبت به باغی سطح وسیع تری را به خود اختصاص داده اند و در این میان محصول گندم و جو با اختصاص بیش از ۷۰ درصد اراضی تحت کشت محصولات زراعی، در این میان رتبه اول را در منطقه داراست. براساس یافته ها می توان دریافت، ماهواره سنتینل ۲ با به کارگیری الگوریتم طبقه بندی جنگل تصادفی قادر است با دقت بالا انواع کاربری و همچنین سطح زیرکشت محصولات زراعی و باغی را تعیین نماید. از این رو می توان از نتایج آن در تعیین نیاز آبی اراضی پایین دست سدها و مدیریت مصارف آب در این مناطق بهره گرفت. از طرفی با در اختیار داشتن نسبت سطح کشت محصولات می توان اختلاف برنامه کشت جاری با الگوی کشت مناسب منطقه را بررسی و برنامه های مدیریتی در سطح منطقه را بهینه تر بررسی و اجرا نمود.

جدول ٤- سطح زیرکشت محصولات کشاورزی منطقه پایین دست سد فریمان به تفکیک، سال زراعی ١٤٠١

ردیف	پوشش و کاربری	مساحت (هکتار)
١	مرتع	٢٧٢
٢	باغ و جنگل (مناطق دارای درخت)	١۶۴/٨
٣	خاک و سنگلاخ	۴٠٣١
۴	چغندر	٣٧
۵	ذرت	۶/٩
۶	سایر محصولات	١۴
٧	گوجه فرنگی	٢١/۵
٨	گندم و جو	١٩٨



شکل٤- نمودار نسبت مساحت کاربری های منطقه مورد مطالعه

۴. پیشنهادات

با توجه به عملکرد خوب ماهواره ی سنتینل ۲ در شناسایی و تفکیک کاربری ها و محصولات زراعی از هم، پیشنهاد می شود تغییرات کاربری ها و همچنین تغییرات سطح زیرکشت محصولات زراعی طی سال های مختلف با هم مقایسه شده و براساس نتایج به دست آمده نسبت به چگونگی مصرف آب و یا تخصیص منابع آبی بررسی های لازم انجام شود. همچنین کارایی تصاویر ماهواره راداری سنتینل ۱ که از مجموعه ماهوراه های سری سنتینل می باشد در تلفیق با سنتینل ۲ مورد بررسی قرار گیرد. همچنین نویسندگان پیشنهاد می کنند با توجه به عملکرد خوب ماهواره سنتیل ۲، امکان و دقت برآورد سطح زیرکشت محصولات زراعی با تصاویر ماهواره ای پیش از زمان برداشت نیز مطالعه و بررسی شود.

۵. منابع

۱. سیمای کشاورزی خراسان رضوی، ۱۴۰۰.

۲. زارع خورمیزی، هادی ، غفاریان مالمیری، حمیدرضا و مرتاض، مراد، ارزیابی قابلیت طبقه‌بندی نظارت شده تصاویر ماهواره‌ای لندست–۸ و سنتینل–A2 در تعیین محدوده و سطح زیر کشت ارقام پسته، نشریه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، دوره۱۱، شماره۱– شماره پیاپی ۳۸، فروردین ۱۳۹۹، صفحه ۸۴–۱۰۳.

۳. ساعی جمال آبادی، موسی، آبکارف علی اکبر و مجردی، برات، طبقه بندی گندم زمستانه با استفاده از آنالیز تصاویر بهینه چند زمانی مبتنی بر الگوریتم جنگل تصادفی، نشریه علوم و فنون نقشه برداری، دوره ۸، شماره۲، آذرماه ۱۳۹۷، صفحه ۱۵۰–۱۳۳.

۴. کردی، فاطمه، حمزه، سعید، عطارچی، سارا و علوی‌پناه، سید کاظم، طبقه‌بندی محصولات کشاورزی به منظور مدیریت بهینهٔ منابع آبی با استفاده از سری زمانی داده‌های لندست ۸، نشریه اکوهیدرولوژی، دوره ۵، شماره ۴، دی ۱۳۹۷، صفحه ۱۲۸۳–۱۲۶۷.

5. *Kobayashi, Nobuyuki, Hiroshi Tani, Xiufeng Wang, and Rei Sonobe. "Crop classification using spectral indices derived from Sentinel-2A imagery." Journal of Information and Telecommunication 4, no. 1 (2020): 67-90.*
6. *Ok, Asli Ozdarici, Ozlem Akar, and Oguz Gungor. "Evaluation of random forest method for agricultural crop classification." European Journal of Remote Sensing 45, no. 1 (2012): 421-432.*
7. *Sonobe, Rei, Yuki Yamaya, Hiroshi Tani, Xiufeng Wang, Nobuyuki Kobayashi, and Kan-ichiro Mochizuki. "Crop classification from Sentinel-2-derived vegetation indices using ensemble learning." Journal of Applied Remote Sensing 12, no. 2 (2018): 026019-026019.*
8. *Tatsumi, Kenichi, Yosuke Yamashiki, Miguel Angel Canales Torres, and Cayo Leonidas Ramos Taipe. "Crop classification of upland fields using Random forest of time-series Landsat 7 ETM+ data." Computers and Electronics in Agriculture 115 (2015): 171-179.*
9. *Wessel, Mathias, Melanie Brandmeier, and Dirk Tiede. "Evaluation of different machine learning algorithms for scalable classification of tree types and tree species based on Sentinel-2 data." Remote Sensing 10, no. 9 (2018): 1419.*