



وزارت جهاد کشاورزی

سازمان جهاد کشاورزی استان فارس

بر آورد سطح زیر کشت محصولات
راهبردی استان به کمک سنجش از دور

**بر آورد سطح زیر کشت محصولات راهبردی استان فارس
به کمک سنجش از دور**

**The estimation of strategic crops cultivation through remote sensing in Fars
province**

زیر نظر:

دکتر محمد مهدی قاسمی

بدید آورندگان:

حسین صحرائیان جهرمی، علی اصغر بذرافکن، مجتبی پاک پرور، سارا کوشافر، آذر آی

سال تهیه: پاییز ۱۳۹۸

سرشناسه	بذرافکن، علی اصغر، ۱۳۹۹-	موضوع	برآورد سطح زیر کشت محصولات استراتژیک به کمک سنجش از دور
عنوان و نام پدید آور	دفتر فن آوری های نوین سازمان جهاد کشاورزی فارس	موضوع	The estimation of strategic crops cultivation through remote sensing in Fars province
مشخصات نشر	شیراز، ایران کبیر، ۱۳۹۹	موضوع	سنجش از دور، سطح زیر کشت، فارس
مشخصات ظاهری	:	شناسه افزوده	محمد مهدی قاسمی، حسین صحراییان جهرمی، مجتبی پاک پرور، سارا کوشافر، آذر آی
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۵۰۰-۰۳۷-۸	شناسه افزوده	سازمان جهاد کشاورزی استان فارس، دفتر فن آوری های نوین
وضعیت فهرست نویسی	فیپا	رده بندی کنگره	:
موضوع	: سازمان جهاد کشاورزی استان فارس، دفتر فن آوری های نوین	رده بندی دیویی	:
موضوع	The estimation of strategic crops cultivation through remote sensing in Fars province	شماره کتابشناسی ملی	:
عنوان	برآورد سطح زیر کشت محصولات استراتژیک به کمک سنجش از دور	ناشر	انتشارات ایران کبیر، شیراز خیابان باغ تخت جنب بانک ملی ساختمان حافظ
گردآورنده و تنظیم مطالب	: علی اصغر بذرافکن	تلفن	۰۷۱-۳۲۲۷۱۷۶۹
تهیه کننده	: سازمان جهاد کشاورزی استان فارس	شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۵۰۰-۰۳۷-۸
نشانی	: شیراز، بولوار آزادینش خیابان ارم	نوبت چاپ	: اول
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۵۰۰-۰۳۷-۸	سال انتشار	: ۱۳۹۸
تلفن	: ۰۷۱-۳۲۲۷۲۱۸۰-۸	شمارگان	: ۱۵۰ نسخه
دورنگار	: ۰۷۱-۳۲۲۹۹۰۲۹	چاپ و صحافی	: پور سهراب

عنوان.....	صفحه.....
پیشگفتار.....	۱۱.....
مقدمه.....	۱۲.....
ضرورت تحقیق.....	۱۲.....
تجهیزات بکار رفته.....	۱۳.....
۱-۱ طیف الکترو مغناطیس و کاربرد آن در تصاویر.....	۱۵.....
۱-۲ مهمترین نظریه های موجود در زمینه انرژی الکترو مغناطیس.....	۱۶.....
۱-۲-۱ نظریه موجی بودن انرژی الکترومغناطیس.....	۱۶.....
۱-۲-۲ نظریه ذره ای بودن انرژی الکترومغناطیس.....	۱۶.....
۱-۳ منابع انرژی الکترومغناطیس.....	۱۷.....
۱-۴ سنجش از دور.....	۱۸.....
۱-۵ انواع ماهواره های سنجش از دور.....	۱۹.....
۱-۶ کاربرد انرژی الکترومغناطیس و شکل گرفتن پایه های علم اطلاعات جغرافیایی.....	۲۰.....
۱-۷ مزایای استفاده از سنجش از دور.....	۲۱.....
۱-۸ کاربرد سنجش از دور در علوم مختلف.....	۲۲.....
۱-۸-۱- کشاورزی.....	۲۲.....
۱-۸-۱-۱ تعیین سطح زیر کشت.....	۲۳.....
۱-۸-۱-۲ تخمین عملکرد محصول.....	۲۳.....
۱-۸-۱-۳ تعیین سطح گسترش آفات و امراض گیاهی.....	۲۳.....
۱-۸-۱-۴ تفکیک نوع محصول.....	۲۴.....
۱-۸-۲ جنگلداری.....	۲۵.....
۱-۸-۳ نفت و گاز.....	۲۵.....
۱-۹ سکو.....	۲۵.....
۱-۱۰ سنجنده ها.....	۲۶.....
۱-۱۱ آشکار ساز.....	۲۷.....
۱-۱۲ دستگاه.....	۲۷.....
۱-۱۳ انواع سنجنده.....	۲۷.....
۱-۱۳-۱ خصوصیات سنجنده.....	۲۷.....
۱-۱۳-۱-۱ میدان دید.....	۲۷.....
۱-۱۳-۱-۲ قدرت تفکیک فضایی.....	۲۸.....
۱-۱۳-۱-۳ قدرت تفکیک زمانی.....	۲۸.....
۱-۱۳-۱-۴ قدرت تفکیک رادیومتریکی.....	۲۹.....
۱-۱۳-۱-۵ قدرت تفکیک طیفی.....	۲۹.....
۱-۱۴ تشخیص عوارض در تصاویر ماهواره ای.....	۳۰.....
۱-۱۴-۱ ترکیب رنگی حقیقی.....	۳۰.....
۱-۱۴-۲ ترکیب های رنگی کاذب.....	۳۱.....
۱-۱۴-۳ شاخص پوشش گیاهی.....	۳۱.....
۱-۱۵ تصحیح تصاویر ماهواره ای.....	۳۳.....
۱-۱۵-۱ تصحیح رادیومتریکی.....	۳۳.....
۱-۱۵-۲ تصحیح هندسی.....	۳۳.....
۱-۱۵-۳ تصحیح اتمسفری.....	۳۴.....
۱-۱۶ معرفی سنجنده های پر کاربرد.....	۳۴.....
۱-۱۶-۱ لندست ۸.....	۳۴.....
SENTINEL2-۲-۱۶-۱.....	۳۵.....

۳۶.....	۱-۱۶-۳ world view II
۳۶.....	۱-۱۶-۴ QUICKBIRD
۳۷.....	۱-۱۶-۵ RAPIDEYE
۳۷.....	۱-۱۶-۶ IKONOS
۳۷.....	۱-۱۶-۷ SPOT6
۳۷.....	۱-۱۷ مراحل تفسیر اطلاعات سنجش از دور
۳۷.....	۱-۱۸ طبقه بندی تصاویر ماهواره ای
۳۸.....	۱-۱۹ ارزیابی دقت طبقه بندی
۳۸.....	۱-۲۰ انواع روش های طبقه بندی
۳۹.....	۱-۲۰-۱ طبقه بندی نظارت نشده
۴۰.....	۱-۲۰-۲ طبقه بندی نظارت شده
۴۵.....	۱-۲۱ دانلود تصاویر SENTINEL2
۴۵.....	۱-۲۱-۱ ورود به سایت http:// Scihub.copernicus.eu
۴۶.....	۱-۲۱-۲ ثبت نام در سایت
۴۶.....	۱-۲۱-۳ تعریف تاریخ و فیلتر زمانی
۴۶.....	۱-۲۱-۴ تعریف بازه زمانی تصویر
۴۷.....	۱-۲۱-۶ انتخاب محل مورد نظر
۴۷.....	۱-۲۱-۷ جستجو
۴۸.....	۱-۲۱-۸ ارائه کلیه تصاویر موجود در بازه زمانی مورد نظر
۴۸.....	۱-۲۱-۹ دانلود تصویر مورد نظر
۵۹.....	۳-۱ منطقه مورد مطالعه
۶۱.....	۳-۲ عملیات میدانی
۶۱.....	۳-۳ عملیات ستادی
۶۱.....	۳-۴ تهیه دستورالعمل برداشت نمونه های تعلیمی
۶۳.....	۳-۵ اخذ آمار و اطلاعات سطح زیر کشت از شهرستان ها
۶۴.....	۳-۶ بررسی تقویم زراعی
۶۴.....	۳-۷ بررسی زون های اقلیمی
۶۶.....	۳-۷ بررسی الگوی کشت محصولات
۶۷.....	۳-۸ دانلود تصاویر ماهواره ای مطابق با الگوی کشت همزمان
۶۹.....	۳-۹ پیش پردازش و آماده سازی تصاویر
۷۱.....	۳-۱۰ تفکیک و دسته بندی نمونه های تعلیمی
۷۱.....	۳-۱۱ بررسی امضای طیفی محصولات مختلف در زمان های مختلف
۷۳.....	۳-۱۲ تعیین شیب تغییرات مقادیر شاخص های پوشش گیاهی
۷۳.....	۳-۱۳ انجام پیش پردازش بر روی تصاویر در صورت نیاز
۷۴.....	۳-۱۴ استخراج شاخص ها و بررسی آن ها
۷۵.....	۳-۱۵ بررسی روش های متداول طبقه بندی نظارت شده ضریب کاپا
۷۵.....	۴-۵ ایجاد تصویر ترکیبی
۷۷.....	۳-۱۶ ارزیابی دقت
۷۸.....	۳-۱۷ پردازش تصاویر
۷۹.....	۳-۱۸ عملیات بعد از طبقه بندی
۷۹.....	۳-۱۹ فرایند راستی آزمایی میدانی
۸۱.....	۳-۱۹ طبقه بندی نهایی
۱۲۱.....	۴-۱ نتیجه گیری
۱۲۲.....	۴-۲ مسائل، مشکلات و پیشنهادات
۱۲۳.....	۴-۳ پیشنهادات

فهرست جداول

عنوان.....	صفحه.....
جدول ۱) مقادیر آلبدو در پدیده های مختلف	۱۸.....
جدول ۲) کاربرد باندهای مختلف لندست	۲۱.....
جدول ۳) ویژگی های سنجنده OLI.....	۳۵.....
جدول ۴) مشخصات باندهای ماهواره SENTINEL2.....	۳۶.....
جدول ۵) سطح زیر کشت برنج اختصاص یافته به هر شهرستان.....	۶۳.....
جدول ۶) تقویم کشت برنج در استان فارس.....	۶۴.....
جدول ۷) بررسی درصد فراوانی شهرستان ها در زون های اقلیمی	۶۶.....
جدول ۸) الگوی کشت محصولات مختلف در شهرستان ها.....	۶۷.....
جدول ۹) مقایسه روش های مختلف طبقه بندی نظارت شده در حالت تک زمانه	۷۷.....
جدول ۱۰) ورودی های مختلف طبقه بندی نظارت شده چند زمانه	۷۷.....
جدول ۱۱) مقایسه روش های مختلف طبقه بندی نظارت شده چند زمانه.....	۷۸.....
جدول ۱۲) سطح زیر کشت برنج استان فارس در سال زراعی ۱۳۹۷-۹۸.....	۸۷.....
جدول ۱۳) سطح زیر کشت گندم استان فارس در سال زراعی ۱۳۹۷-۹۸.....	۱۰۴.....
جدول ۱۴) آمار مقایسه ای سطح زیر کشت کلزا در استان فارس در سال زراعی ۱۳۹۷-۹۸.....	۱۲۱.....

شکل ۱	طیف الکترو مغناطیس	۱۵
شکل ۲	محدود بودن بخش مرئی در مقایسه با تمامی طیف الکترومغناطیس	۱۵
شکل ۳	نمایش موج الکترومغناطیس	۱۶
شکل ۴	نمایش طول موج، فرکانس و تناوب در یک موج الکترومغناطیس	۱۶
شکل ۵	رابطه طول موج، فرکانس و انرژی در یک موج الکترومغناطیس	۱۷
شکل ۶	مولفه های تابش انرژی در زمین	۱۸
شکل ۷	تجزیه طیف مرئی با منشور	۱۹
شکل ۸	برخورد انرژی به سطح آب و حالت های مختلف پاسخ (تابش، بازتاب، جذب شده و گذری یا عبور کرده	۱۹
شکل ۹	شمایی از استفاده از انرژی الکترومغناطیس و تجزیه و تحلیل داده ها	۲۱
شکل ۱۰	نمونه ای از تصویر ماهواره SPOT5 مربوط به جنوب شرق تهران	۲۳
شکل ۱۱	بررسی آفت گیاهی از طریق سنجش از دور	۲۴
شکل ۱۲	تشخیص محصولات کشاورزی با استفاده از تصاویر چند زمانه LANDSAT	۲۴
شکل ۱۳	انواع مختلف سکو	۲۵
شکل ۱۴	مفهوم زاویه میل	۲۶
شکل ۱۵	نمایی از یک سنجنده	۲۶
شکل ۱۶	انواع سنجنده ها	۲۷
شکل ۱۷	مفهوم میدان دید	۲۸
شکل ۱۸	تاثیر بصری قدرت تفکیک رادیومتریک بر وضوح تصویر	۲۹
شکل ۱۹	نمایی از یک tasseled cap	۳۲
شکل ۲۰	نمونه ای از tasseled cap بر روی تصویر ikonos	۳۳
شکل ۲۱	مقایسه طیفی ماهواره SENTINEL2 و LANDSAT8	۳۵
شکل ۲۲	محدوده هشت باند طیفی سنجنده world view II	۳۶
شکل ۲۳	انواع روش های طبقه بندی تصاویر ماهواره ای	۳۸
شکل ۲۴	الگوریتم طبقه بندی نظارت نشده	۳۹
شکل ۲۵	تولید خوشه هایی با مشخصه های طیفی مجزا در طبقه بندی نظارت شده	۳۹
شکل ۲۶	ساختار کلی طبقه بندی نظارت نشده	۴۰
شکل ۲۷	تجسم شماتیک طبقه بندی کننده حداقل فاصله از میانگین	۴۱
شکل ۲۸	تجسم شماتیک طبقه بندی کننده حداکثر مشابهت	۴۱
شکل ۲۹	تجسم شماتیک طبقه بندی کننده متوازی السطوح	۴۲
شکل ۳۰	مثالی از طبقه بندی درخت تصمیم	۴۳
شکل ۳۱	ابری سطح با حداکثر مرز جداکننده	۴۳
شکل ۳۲	نحوه ساخت ابری سطح جداکننده بین دو طبقه داده در فضای دو بعدی	۴۴
شکل ۳۳	نمودار جریان نحوه دانلود تصاویر ماهواره ای	۴۵
شکل ۳۴	ورود به سایت ماهواره	۴۵
شکل ۳۵	ساخت اکانت	۴۶
شکل ۳۶	تعریف تاریخ و فیلتر زمانی	۴۶
شکل ۳۷	تعریف بازه زمانی تصویر	۴۶
شکل ۳۸	ذخیره سازی دستورات	۴۷
شکل ۳۹	انتخاب محل مورد نظر	۴۷
شکل ۴۰	جستجو	۴۷

عنوان.....	صفحه.....
شکل ۴۱) ارائه لیست تصاویر موجود در بازه زمانی مورد نظر	۴۸
شکل ۴۲) دانلود تصویر مورد نظر	۴۸
شکل ۴۳) موقعیت استان فارس در ایران	۵۹
شکل ۴۴) نمودار روش تحقیق.....	۶۰
شکل ۴۵) روش برداشت نمونه تعلیمی	۶۱
شکل ۴۶) وضعیت بررسی همگنی نمونه های تعلیمی	۶۲
شکل ۴۷) فرم برداشت نمونه های تعلیمی برنج و کشت های همزمان	۶۲
شکل ۴۸) وضعیت توزیع نمونه های تعلیمی در شهرستان فیروزآباد	۶۳
شکل ۴۹) نقشه زون بندی اقلیمی استان فارس	۶۵
شکل ۵۰) سین های سفارش داده شده ماهواره SENTINEL2	۶۸
شکل ۵۱) سین های سفارش داده شده ماهواره landsat8	۶۹
شکل ۵۲) جدول ضریب تفکیک پذیری	۷۰
شکل ۵۳) نمایش سه بعدی میزان تفکیک پذیری محصولات در شهرستان پاسارگاد	۷۱
شکل ۵۴) مفهوم امضای طیفی (مقایسه امضای طیفی در آب، خاک و پوشش گیاهی	۷۲
شکل ۵۵) امضای طیفی محصولات مختلف در زمان اوج سبزیبگی برنج	۷۲
شکل ۵۶) مقایسه شاخص های مختلف پوشش گیاهی زمان اوج سبزیبگی برنج	۷۳
شکل ۵۷) روند انجام تصحیحات در تصاویر راداری سنتینل ۱	۷۴
شکل ۵۸) شاخص های پوشش گیاهی در ماهواره SENTINEL2	۷۴
شکل ۵۹) کاربرد تصاویر حرارتی در بارزسازی پدیده های مختلف در شهرستان مرودشت	۷۶
شکل ۶۰) کاربرد تصاویر راداری در بارزسازی پدیده های مختلف در شهرستان مرودشت	۷۶
شکل ۶۱) نمونه ای از نتایج طبقه بندی نظارت شده تصویر مرودشت	۷۸
شکل ۶۲) نمونه ای از یک تصویر طبقه بندی گویا شده به وسیله فیلتر های پس طبقه بندی	۷۹
شکل ۶۳) نمونه ای از فرمت راستی آزمایی شهرستانی نتایج طبقه بندی	۸۰
شکل ۶۴) اعمال نتایج راستی آزمایی بر روی تصویر طبقه بندی	۸۰
شکل ۶۵) محدوده کشت برنج فیروزآباد در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷	۸۳
شکل ۶۶) محدوده کشت برنج مرودشت در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷	۸۳
شکل ۶۷) محدوده کشت برنج نورآباد در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷	۸۴
شکل ۶۸) محدوده کشت برنج رستم در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷	۸۴
شکل ۶۹) محدوده کشت برنج پاسارگاد در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷	۸۵
شکل ۷۰) محدوده کشت برنج سپیدان در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷	۸۵
شکل ۷۱) محدوده کشت برنج جهرم در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷	۸۶
شکل ۷۲) نقشه سطح زیر کشت برنج استان فارس در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷	۸۶
شکل ۷۳) نمودار مقایسه آمار برآورد شده سنجش از دور و آمار برآورد شده برنج شهرستان های استان	۸۷
شکل ۷۴) مقایسه روند تغییرات پنج ساله سطح زیر کشت برنج استان فارس به تفکیک شهرستان	۸۸
شکل ۷۵) مقایسه روند تغییرات پنج ساله مجموع سطح زیر کشت برنج استان فارس	۸۸
شکل ۷۶) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان آباد	۸۹
شکل ۷۷) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان ارسنجان	۸۹
شکل ۷۸) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان بوانات	۹۰
شکل ۷۹) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان داراب	۹۰
شکل ۸۰) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان اقلید	۹۱
شکل ۸۱) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان استهبان	۹۱

عنوان.....	صفحه.....
شکل ۸۲) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان فراشبند.....	۹۲
شکل ۸۳) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان فسا.....	۹۲
شکل ۸۴) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان فیروزآباد.....	۹۳
شکل ۸۵) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان گراش.....	۹۳
شکل ۸۶) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان قیروکارزین.....	۹۴
شکل ۸۷) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان جهرم.....	۹۴
شکل ۸۸) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان کوار.....	۹۵
شکل ۸۹) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان فیروزآباد.....	۹۵
شکل ۹۰) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان خرامه.....	۹۶
شکل ۹۱) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان خنج.....	۹۶
شکل ۹۲) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان خرم بید.....	۹۷
شکل ۹۳) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان لامرد.....	۹۷
شکل ۹۴) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان لارستان.....	۹۸
شکل ۹۵) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان مرودشت.....	۹۸
شکل ۹۶) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان مهر.....	۹۹
شکل ۹۷) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان ممسنی.....	۹۹
شکل ۹۸) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان نی ریز.....	۱۰۰
شکل ۹۹) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان پاسارگاد.....	۱۰۰
شکل ۱۰۰) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان رستم.....	۱۰۱
شکل ۱۰۱) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان سرچهان.....	۱۰۱
شکل ۱۰۲) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان سروستان.....	۱۰۲
شکل ۱۰۳) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان سپیدان.....	۱۰۲
شکل ۱۰۴) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان شیراز.....	۱۰۳
شکل ۱۰۵) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان زرین دشت.....	۱۰۳
شکل ۱۰۶) نقشه سطح زیر کشت گندم استان فارس در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷.....	۱۰۴
شکل ۱۰۷) مقایسه روند تغییرات سه ساله سطح زیر کشت گندم استان فارس به تفکیک شهرستان.....	۱۰۵
شکل ۱۰۸) مقایسه روند تغییرات سه ساله مجموع سطح زیر کشت گندم استان فارس.....	۱۰۵
شکل ۱۰۹) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان آباده.....	۱۰۶
شکل ۱۱۰) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان ارسنجان.....	۱۰۶
شکل ۱۱۱) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان داراب.....	۱۰۷
شکل ۱۱۲) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان اقلید.....	۱۰۷
شکل ۱۱۳) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان استهبان.....	۱۰۸
شکل ۱۱۴) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان فراشبند.....	۱۰۸
شکل ۱۱۵) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان فسا.....	۱۰۹
شکل ۱۱۶) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان فیروزآباد.....	۱۰۹
شکل ۱۱۷) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان گراش.....	۱۱۰
شکل ۱۱۸) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان قیروکارزین.....	۱۱۰
شکل ۱۱۹) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان جهرم.....	۱۱۱
شکل ۱۲۰) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان کوار.....	۱۱۱
شکل ۱۲۱) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان کازرون.....	۱۱۲
شکل ۱۲۲) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان خرامه.....	۱۱۲

عنوان.....	صفحه.....
شکل ۱۲۳) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان خنج	۱۱۳
شکل ۱۲۴) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان خرم بید	۱۱۳
شکل ۱۲۵) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان لامرد	۱۱۴
شکل ۱۲۶) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان لارستان	۱۱۴
شکل ۱۲۷) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان مرودشت	۱۱۵
شکل ۱۲۸) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان مهر	۱۱۵
شکل ۱۲۹) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان ممسنی	۱۱۶
شکل ۱۳۰) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان نی ریز	۱۱۶
شکل ۱۳۱) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان پاسارگاد	۱۱۷
شکل ۱۳۲) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان رستم	۱۱۷
شکل ۱۳۳) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان رستم	۱۱۸
شکل ۱۳۴) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان سروستان	۱۱۸
شکل ۱۳۵) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان سپیدان	۱۱۹
شکل ۱۳۶) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان شیراز	۱۱۹
شکل ۱۳۷) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان زرین دشت	۱۲۰
شکل ۱۳۸) نقشه سطح زیر کشت کلزا در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در استان فارس	۱۲۰

پیشگفتار

فناوری سنجش از دور یا RS و داده های ماهواره ای یکی از ابزارهای کارآمد برای پایش، مطالعه و تعیین سطح زیر کشت محصولات کشاورزی می باشد. برنامه ریزان، مجریان و کشاورزان با آگاهی از سطح زیر کشت می توانند سیاستهای مدیریتی و اجرایی مناسبی در زمینه هایی از قبیل تعیین نوع کشت در هر منطقه، ساخت سیلوها و انبارها، خدمات مکانیزه منطبق با نیاز و شرایط بومی و سایر موارد اتخاذ نمایند. امروزه تکنیک های سنجش از دور، به دلیل فراهم آوردن داده های به هنگام و قابلیت بالای آنالیز تصاویر، کاربرد گسترده ای در تمامی بخش ها از جمله کشاورزی و منابع طبیعی دارند. برآورد سطح زیر کشت محصولات مختلف کشاورزی در کشور معمولاً از سه طریق تخمین کارشناسی، برآورد از طریق فهرست برداری و استفاده از فن آوریهای جدید (از جمله سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی) انجام میگردد. دقت روش تخمین کارشناسی بسیار اندک است و نمیتوان نتایج آن را در تصمیمگیری های مهم کشور به کار گرفت. در روش برآورد از طریق فهرست برداری، هرچند سطح زیر کشت محصول تخمین زده می شود، اما پراکندگی آن را به دست 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 روش های سنتی صورت می پذیرد. برآوردهای کارشناسی و غیر رسمی که از محاسبه ی سطح زیر کشت به صورت پرسشنامه های حضوری به دست کارشناسان انجام می شود، دوران خود را سپری کرده است. مسلم است که عدم نیاز به مراجعه ی مستمر به مزارع کشاورزی و انجام پرسش و پاسخ باعث کاهش در هر دو مورد هزینه و زمان خواهد شد. در این تحقیق از روش سنجش از دور برای تفکیک محصول کلزا در استان فارس استفاده شده است. امید است نتایج این مطالعه بتواند راه گشای مدیران و برنامه ریزان بخش های مختلف کشاورزی استان قرار گیرد.

دکتر محمد مهدی قاسمی

رئیس سازمان جهاد کشاورزی استان فارس

مقدمه

در سالهای اخیر با پیشرفت های زیادی که در زمینه علوم فضایی بدست آمده است استفاده از این علوم در مطالعات اکولوژیک گیاهان مختلف رونق گرفته و بواسطه کاربرد تصاویر ماهواره ای این مطالعات ابعاد تازه ای یافته و دقت آن نیز افزایش چشمگیری داشته است. برای استفاده از تصاویر ماهواره ای علمی تعریف شده است که به آن سنجش از دور گفته می شود. در سنجش از دور تفسیر و تشخیص عوارض گوناگون بر اساس خواص طیفی مختلف آنها می باشد. سلول های گیاهی در برابر تابش نور بسیار فعال عمل می کنند و رفتارهای گوناگونی بر حسب طول موج نور دریافتی از خود نشان می دهند (Ingle & Crouch 1988).

از سال ۱۹۷۲ که اولین ماهواره لندست در مدار قرارگرفت مطالعه و پایش گیاهان به عنوان یکی از مهمترین کاربردهای سنجش از دور مطرح شد. تولید در گیاهان به طور مستقیم به فعل و انفعال بین انرژی خورشید و سطح گیاهان بستگی دارد (Knippling, 1970). پس بنابراین تکنیکهای سنجش از دور از طریق اندازه گیری این انرژی می توانند در اندازه گیری تولید در گیاهان مورد استفاده قرار گیرند. یکی از روشهای کارآمد جهت پایش محصولات کشاورزی استفاده از شاخصهای طیفی است. آگاهی از توزیع انواع مختلف غلات و به طور کلی تمام محصولات کشاورزی، از نیازهای اساسی در برنامه ریزی و تصمیم گیری های بازرگانی می باشد و همچنین این امر برای بررسی پاره ای از مطالعات کشاورزی مانند تنش آبی و برآورد بازدهی در قالب سنجش از دور بسیار ضروری می باشد.

برنامه ریزی کاربری اراضی، به استفاده مناسب در توسعه مدیریت زمین برای مقاصد مختلف نظیر تولید مواد مختلف نظیر مواد غذایی خانه سازی، گسترش شهرها و صنایع، تأمین مواد خام تولید برق، حمل و نقل و مناطق تفریحی و گردشگری وغیره مربوط است. این برنامه ریزی ها با هدف تطابق اراضی بر اساس قابلیت های آبی و انتخاب کاربری مناسب به طریقی است که بدون آسیب رساندن به محیط زیست کلیه نیازها را به اندازه کافی تأمین نماید. در گذشته برنامه ریزی های کاربری اراضی، همواره با کمبود نقشه های به هنگام روبرو بوده به طوری که انواع کاربری های موجود در یک منطقه بزرگ، مشخص نبوده است به این ترتیب نقشه های موضوعی که از داده های ماهواره ای استخراج می شوند، دارای صحتی بالا و یکسان نخواهد بود لذا باید از این جهت مورد بررسی قرار گیرند. نه تنها ضرورت در کارهای تحقیقاتی بلکه در امور اجرایی نیز مورد نیاز می باشد.

ضرورت تحقیق

استفاده از داده ها و اطلاعات مکانی، علوم کشاورزی و منابع طبیعی را در محیط جدیدی قرار داده است که اعتنا نکردن به آن سبب رکود و عقب ماندگی می شود. برآوردهای کارشناسی و غیرعلمی که از محاسبه سطح زیر کشت به صورت پرسش نامه ای و حضوری به دست کارشناسان انجام می شود، دوران خود را سپری کرده است و بهره گیری از داده های ماهواره ای به مثابه راهکاری جدید نه تنها کاستی های ناشی از خطای انسانی را کاهش می دهد بلکه می تواند در امر برنامه ریزی های مختلف در حیطه کشاورزی نیز کارگشا باشد. بنابراین پیشنهاد می شود که استفاده توأم از تصاویر ماهواره ای از جمله رادار و لندست در مطالعات کشاورزی مورد توجه و تأکید قرار گیرد.

با توجه به پهنه گسترده استان فارس و شرایط مطلب خاکی و آبی استان، کشت کلزا بسیار مطلوب به نظر می رسد. دسترسی به آمار دقیق سطح زیر کشت و تولید کلزا در استان فارس به عنوان یک استان پهناور می تواند زمینه را برای برنامه ریزی صادرات و واردات این محصول در کشور فراهم نماید. کما اینکه تاکنون چنین آمار دقیقی دور از دسترس بوده است.

هدف تحقیق حاضر تفکیک اراضی تحت کشت کلزا از آن دسته از کشت های موجود در استان فارس می باشد که دارای تشابه طیفی و زمانی زیادی با این محصول بوده و مهمترین عامل ایجاد خطا در تفکیک و طبقه بندی این محصول استراتژیک می باشند. تکنیکهای سنجش از دور به دلیل تناوب در أخذ تصاویر یک ناحیه، تصویربرداری در طول موجهای مختلف در یک زمان و در نهایت امکان پردازش و تفسیر سریع این اطلاعات، به طور گسترده در تحلیل های مختلف مربوط به گیاهان مورد استفاده قرار می گیرند.

تجهیزات بکار رفته

مهمترین تجهیزات بکار رفته در تحقیق عبارت بود از:

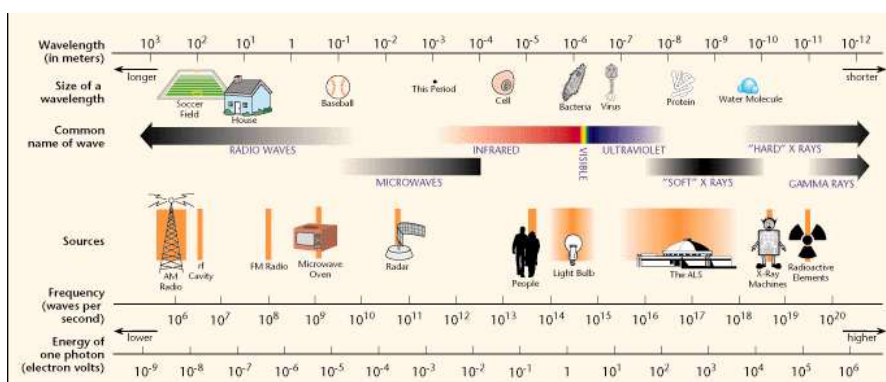
- ۳۰ دستگاه Gps دستی (در هر شهرستان به منظور برداشت نمونه های تعلیمی از GPS استفاده شده است) .
- تعداد ۵ دستگاه کامپیوتر با مشخصات: RAM=4, CPU=CORE (TM) I7, HARD=1 TB
- تعداد ۲ دستگاه هارد اکسترنال به حجم هر کدام یک ترابایت.
- حجم کار: ۱۴۴۰۰ نفر ساعت
- حجم اینترنت مصرف شده: ۱۰۰.۳ گیگابایت

فصل اول

فیزیک سنجش از دور

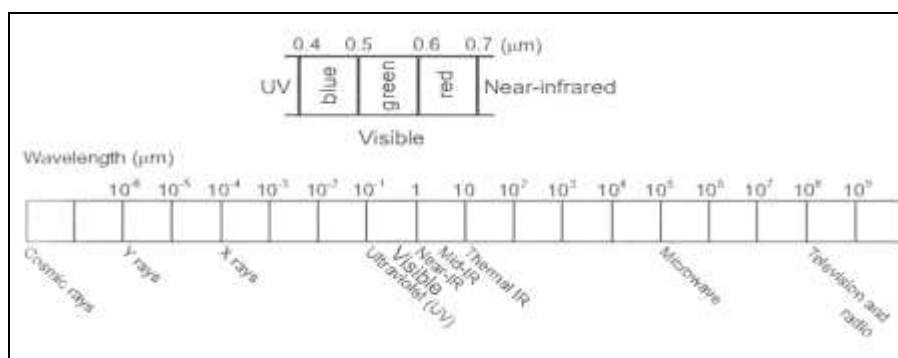
۱-۱ طیف الکترو مغناطیس و کاربرد آن در تصاویر

سنجش از دور (دورکاوی) را شاید بتوان در چند کلمه "شناسایی عوارض و پدیده های روی زمین از فاصله دور بدون لمس فیزیکی" خلاصه کرد. مثل هر علم دیگر، سنجش از دور هم بر پایه چند علم پایه مانند فیزیک، ریاضی، آمار و غیره استوار است. هر چند که خود به عنوان ابزار، در بسیاری از علوم مانند کشاورزی، جنگل، مرتع و زمین شناسی و بسیاری دیگر مورد استفاده است و روز به روز هم بیش تر و بیش تر، به ارزش و لزوم آن افزوده می شود. سنجش از دور چه بخش فعال و چه بخش غیر فعال آن را می توان به طور خیلی خلاصه مبتنی بر فیزیک الکترومغناطیسی دانست و یا به عبارتی در اندازگیری انرژی الکترومغناطیسی (ترکیبی از حوزه های الکتریکی و مغناطیسی) و تجزیه و تحلیل آن خلاصه کرد. هر جسم با دمای بیشتر از صفر (مطلق یا صفر کلوین برابر ۲۷۳- درجه سانتی گراد) درجه به طور طبیعی از خود انرژی ساطع می کند که میزان آن بستگی به ترکیب فیزیکی و شیمیایی جسم دارد. منبع طبیعی این انرژی را باید در وهله اول خورشید دانست ولی در عین حال نقش ستارگان و همین طور مقداری که در درون کره زمین تولید می شود را نباید ناگفته گذاشت. انواع مختلفی از این انرژی هم به طور مصنوعی قابل تولید است که می توان به منابعی از قبیل پرتو ایکس، ماورا بنفش، مادون قرمز، رادیویی و غیره اشاره کرد.



شکل (۱) طیف الکترو مغناطیس

همین طور که شکل ۱ نشان می دهد، طیف الکترومغناطیس بسیار گسترده بوده و از پرتو کیهانی، گاما و ایکس (با طول موج کوتاه) شروع و به امواج تلویزیونی و رادیویی (طول موج بلند) منتهی می شود. این تصویر همچنین پهنه محدود طیف مرئی (از ۰/۴ تا ۰/۷ میکرومتر)، مادون قرمز حرارتی و مایکروویو را نشان می دهد.

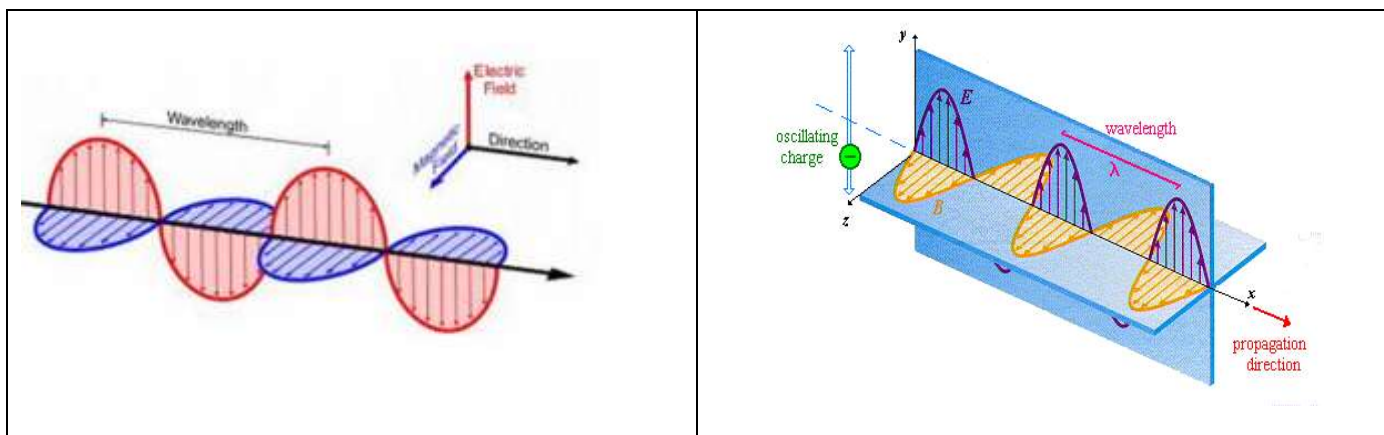


شکل (۲) محدود بودن بخش مرئی در مقایسه با تمامی طیف الکترومغناطیس

۱-۲ مهمترین نظریه های موجود در زمینه انرژی الکترومغناطیس

۱-۲-۱ نظریه موجی بودن انرژی الکترومغناطیس

بر اساس نظریه موجی بودن انرژی الکترومغناطیس، این انرژی به شکل امواج سینوسی حرکت می کند. این انرژی از دو میدان الکتریکی و مغناطیسی عمود بر هم تشکیل شده است و نوسان در هر دو میدان با سرعت نور صورت می گیرد.

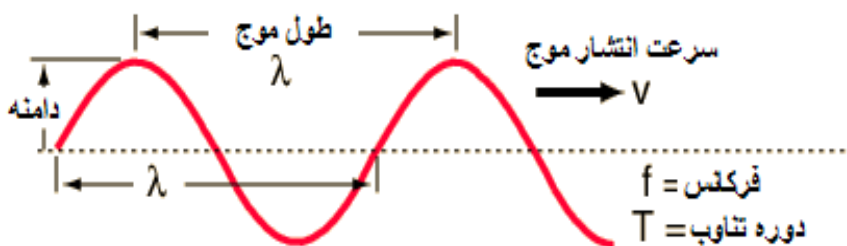


شکل ۳) نمایش موج الکترومغناطیس

طول موج: فاصله بین دو نقطه یکسان در یک موج

فرکانس^۱: تعداد تکرارهای موج در واحد زمان.

تناوب^۲: مدت زمانی که یک موج کامل از یک نقطه عبور می کند.



شکل ۴) نمایش طول موج، فرکانس و تناوب در یک موج الکترومغناطیس

۱-۲-۲ نظریه ذره ای بودن انرژی الکترومغناطیس

مطابق این نظریه حامل انرژی ذراتی به نام فوتون هستند که با سرعت نور حرکت می کنند. مقدار انرژی فوتون ها از قانون planck تبعیت می کند (رابطه ۱).

$$Q = h * f$$

رابطه ۱

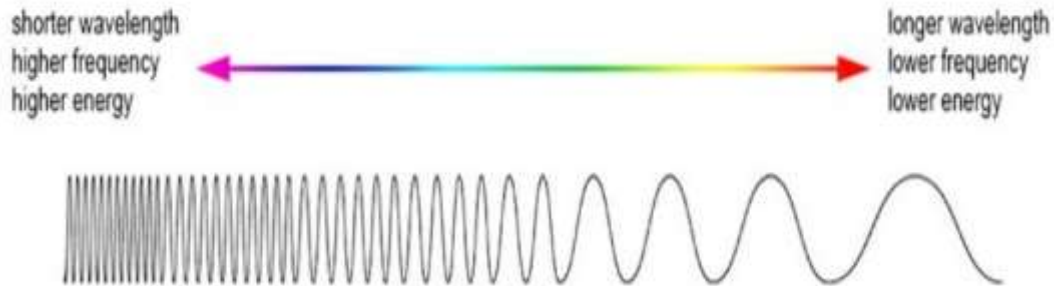
¹ Frequency

² period

$$h = 6.625 \times 10^{-34}$$

در این رابطه؛ Q, F به ترتیب فرکانس و انرژی هستند.

در سنجش از دور ترکیبی از این دو نظریه استفاده می شود. هرچه طول موج بالاتر رود آنگاه انرژی کمتری در آن باند دریافت می شود.



شکل ۵) رابطه طول موج، فرکانس و انرژی در یک موج الکترومغناطیس

۳-۱ منابع انرژی الکترومغناطیس

مهمترین منابع انرژی الکترومغناطیس شامل؛ انعکاس^۳ و تابش^۴ می باشد.

در انعکاس مقداری از انرژی در یافتی از طرف منبع انرژی، توسط شی به سمت سنجنده انعکاس می یابد. تمامی مواد در دمای بالاتر از صفر مطلق (کلوین) بر اثر جنبش مولکولی، انرژی الکترومغناطیس ایجاد کرده و به اطراف گسیل می دارند (تابش). مقدار انرژی تابشی به؛ دمای مطلق جسم، مقدار پارامتر قابلیت انتشار^۵ و طول موج بستگی دارد.

قابلیت انتشار؛ عبارتند از قدرت تابندگی یک ماده واقعی نسبت به یک جسم سیاه^۶ می باشد.

جسم سیاه: ماده ای است فرضی که تمامی انرژی الکترومغناطیس را جذب می کند.

بخشی از میزان انرژی تابشی رسیده که توسط جسم بازتاب می شود، آلبدو^۷ نام دارد. اجسام با آلبدوی پایین بازتاب کننده های ضعیف و جذب کننده های توانمندی هستند. در جدول ۱ مقادیر آلبدوی برخی پدیده ها ارائه شده است.

³ REFLECTION

⁴ RADIATION

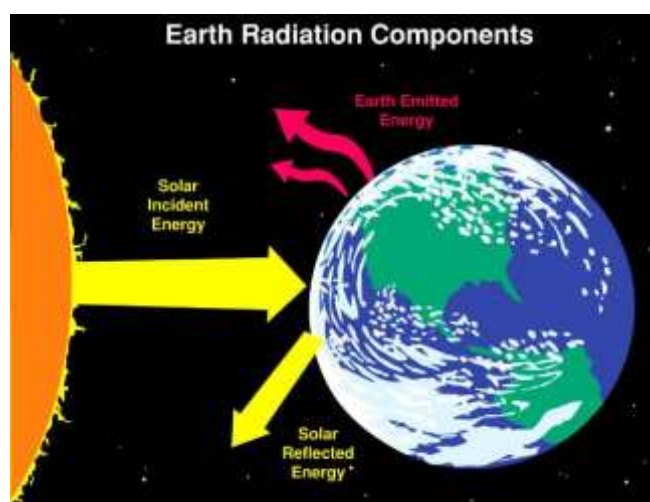
⁵ EMISIVITY

⁶ Black body

⁷ Albedo

جدول ۱) مقادیر آلبدو در پدیده های مختلف

سطح جسم	درصد آلبدو
برف	۸۵-۹۵
پوشش گیاهی	۱۰-۳۰
شن	۳۵-۴۰
لوم	۱۰
آب	۵
جسم سیاه	۰
جسم سفید	۱۰۰

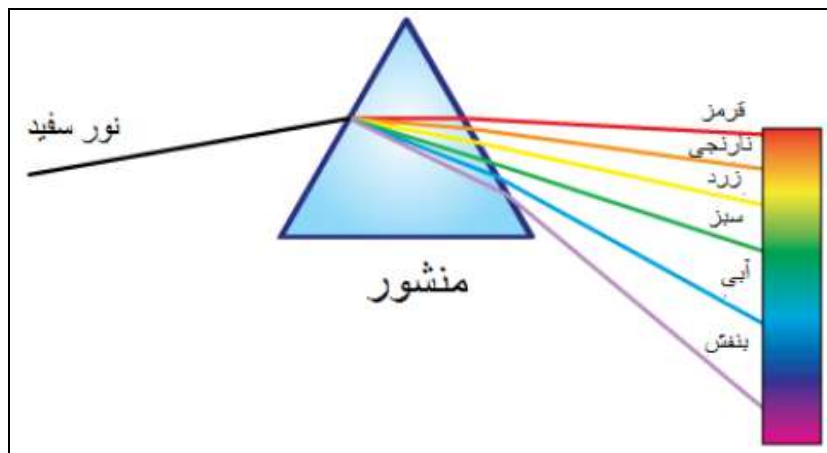


شکل ۶) مولفه های تابش انرژی در زمین

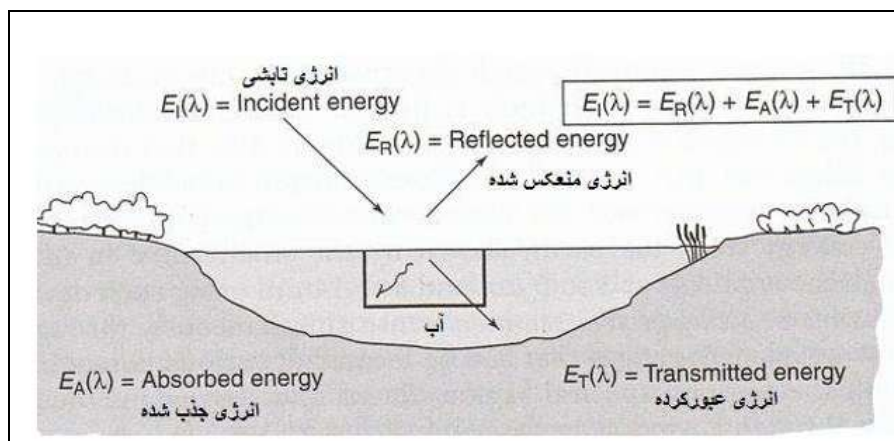
۴-۱ سنجش از دور

در سیستم سنجش از دور غیر فعال که از تمام طیف مرئی (هم در دوربین های عکس برداری نصب شده در هلیکوپتر و یا هواپیما و هم در سنجنده ها که غالباً در ماهواره ها نصب می شوند) استفاده می شود، هر آن چه که از خود جسم ساطع می شود برداشت می شود در حالی که در سیستم سنجش از دور فعال (مثل رادار) فقط از مایکروویو (طول موج بلند از یک دهم تا ۳۰ سانتی متر) استفاده می شود. در این سیستم ها از طیف موج مایکروویو برای روشن کردن هدف استفاده می شود و بعد نتیجه (ساطع شده) برداشت می شود. بهترین مثال برای تمایز سنجش از دور فعال و غیر فعال استفاده از دوربین عکس برداری فلاش دار می باشد. عکس برداری با فلاش (وقتی نور کافی نیست) همانا سنجش از دور فعال است و عکس برداری در نور کافی (بدون استفاده از فلاش) سنجش از دور غیر فعال است. از آنجایی که این امواج بلند قادر به نفوذ ابر، مه، گرد و غبار و باران می باشند، استفاده از آن ها در شرایط اقلیمی مرطوب و همین طور صحرایی همراه با باد غبارساز توصیه می شود. بخش مادون قرمز با طول موج هفت دهم تا ۱۵ میکرومتر می باشد که خود به چند زیربخش (مادون قرمز، نزدیک میانی و حرارتی) قابل تقسیم است. استفاده از این امواج در علوم کشاورزی (به ویژه زراعت و جنگل) بسیار معمول است. طیف مرئی شامل سه بخش می باشد که نشان دهنده رنگ های اولیه آبی، سبز و قرمز (با طول موج مساوی) است (شکل ۷) . با بررسی سطحی شکل ۴ که برخورد انرژی به سطح زمین و یا اجسام روی آن

را نشان می دهد به انواع اختلاط انرژی و عوارض سطح زمین پی برده می شود. بخشی از انرژی تابشی که به اجسام و عوارض سطح زمین می رسد برگردانده (بازتاب^۸) شده و بخش دیگر که به جسم وارد می شود یا جذب شده و یا گذر می کند. انرژی بازتاب یافته (منعکس شده) و امواج منتشره از هر قسمت از طیف الکترومغناطیس که در اصطلاح باند و یا کانال نامیده می شود به وسیله سنجنده های مختلف ثبت شده و برای استفاده در زمینه های مختلف به زمین فرستاده می شود، اصطلاح چند رسانه ای از همین جا منشاء می گیرد.



شکل ۷) تجزیه طیف مرئی با منشور



شکل ۸) برخورد انرژی به سطح آب و حالت های مختلف پاسخ (تابش، بازتاب، جذب شده و گذری یا عبور کرده)

۵-۱ انواع ماهواره های سنجش از دور

ماهواره های سنجش از دور یا ماهواره های دید زمینی را بر اساس ارتفاع از سطح زمین، مسیر حرکت و نوع گیرنده هایی که در آن ها نصب شده اند می توان به صورت زیر گروه بندی نمود (علوی پناه، ۲۰۰۹).

⁸ Reflection

۱) گروه لندست^۹، آستر^{۱۰}، اسپات^{۱۱}، آیكونوس^{۱۲}، کوایک بورد^{۱۳}

۲) گروه راداری مانند رادارست^{۱۴} و سی ست^{۱۵}

۳) نوا^{۱۶} (هواشناسی)

۴) فضاپیما (شاتل^{۱۷})

۶-۱ کاربرد انرژی الکترومغناطیس و شکل گرفتن پایه های علم اطلاعات جغرافیایی

افزایش روز افزون جمعیت و لزوم توجه به مساله تأمین غذا و پوشاک، آب وزمین مورد لزوم، همه و همه گویای اهمیت کشاورزی و استفاده صحیح از منابع می باشند. انسان به منظور برداشت محصول بیشتر نه تنها از اراضی قابل استفاده، بلکه از طریق به زیر کشت بردن اراضی نه چندان قابل استفاده (مشروط)، مرتباً به دنبال راهی است تا بتواند با صرف سرمایه و وقت کمتر به محصول بیشتری دسترسی پیدا کند. از آن جایی که سنجش از دور شامل دو نوع فعال و غیر فعال می باشد، گستره استفاده از این علم که بر پایه طیف الکترومغناطیس تکیه دارد خیلی وسیع می باشد (جدول ۲). در سامانه های سنجش فعال که از طیف میکروویو^{۱۸} برای سیگنال فرستادن به (و یا روشن کردن) هدف استفاده می شود دو نوع سنجنده تصویری (مثل تصاویر رادار) و فاقد قابلیت تصویر برداری یا غیر تصویری (مثل ارتفاع سنج) مطرح است. شکل ۹ (برگرفته شده از کتاب لیلیسند و همکاران ۲۰۰۴) و شکل ۶ فرآیند سنجش از دور از مرحله جمع آوری تا تجزیه و تحلیل داده ها را به خوبی نشان می دهند. واضح است که نقش سامانه اطلاعات مکانی (جغرافیایی) در مراحل اطلاعات حاصله و استفاده کننده مهم تر می شود.

⁹ LANDSAT

¹⁰ Advanced Spaceborne Thermal Emmission and Reflection Radiometer or ASTER

¹¹ SPOT (In French: Systeme Probatoire d'Observation de la Terre)

¹² IKONOS

¹³ QUICK BIRTH

¹⁴ RADARSAT

¹⁵ SEASAT

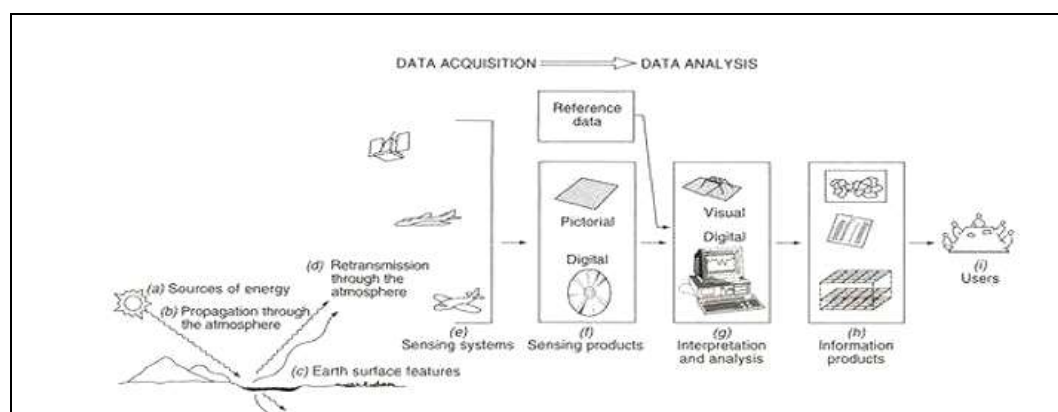
¹⁶ NOVA

¹⁷ SHUTTLE

¹⁸ MICROWAVE

جدول ۲) کاربرد باندهای مختلف لندست

باند	تشریح موارد کاربرد	خلاصه فارسی
TM1	Sensitive to chlorophyll and cartonoid concentrations for soil/vegetation differentiation, deciduous/coniferous, coastal water mapping	در مطالعات تفکیکی مثلاً خاک لخت و با پوشش گیاهی و یا جدا کردن مخروطیان از پهن برگ‌ها و همین‌طور در نقشه در آوردن آب‌های ساحلی
TM2	Sensitive to green reflectance by healthy vegetation	در مطالعه تشخیص گیاهان بیمار از نوع مریض آنها
TM3	Sensitive to chlorophyll absorption for plant species differentiation.	در مطالعه گونه‌های گیاهان، چون به کلروقیل حساس است
TM4	Sensitive to near infra-red reflectance of healthy vegetation for biomass surveys	در مطالعات مربوط به محاسبه بیوماس
TM5	Sensitive to vegetation moisture and snow/cloud reflectance differences	در مطالعه رطوبت برگ درختان، برف و ابر
TM6	Thermal mapping, detection of soil moisture condition, etc.	این باند ترمال است و در مطالعاتی که با گرما سروکار دارند بکار میرود
TM7	Sensitive to vegetation moisture and to hydroxyl ions in minerals for geological mapping	کاربرد خوبی در زمین‌شناسی و جدا کردن سنگ‌ها دارد و همچنین در رطوبت گیاهان، چون حساسیت به کلروقیل مطرح است.



شکل ۹) شمایی از استفاده از انرژی الکترومغناطیس و تجزیه و تحلیل داده‌ها، ذخیره کردن آن‌ها و استفاده از آن‌ها

۷-۱ مزایای استفاده از سنجش از دور

مزایای تهیه تصاویر با استفاده از ماهواره بطور خلاصه عبارتند از:

- ۱- دریافت پیوسته و دائمی تصاویر
- ۲- قابلیت بازبینی منظم مناطق (برای تهیه اطلاعات بروز)
- ۳- پوشش منطقه‌ای گسترده
- ۴- قدرت تفکیک رادیومتریک و مکانی مناسب
- ۵- رقومی بودن ذاتی داده‌ها که منجر به سهولت تغییر و تحلیل و ترکیب آنها با منابع دیگر داده‌های رقومی می‌شود
- ۶- ارزانی و مقرون به صرفه بودن داده‌های ماهواره‌ای نسبت به داده‌های تهیه شده با روش‌های دیگر تهیه اطلاعات مکانی
- ۷- قابلیت تهیه تصاویر استریو جهت تعیین ارتفاع نقاط
- ۸- تشکیل آرشیو بزرگی از تصاویر ماهواره‌ای ثبت شده در مقاطع زمانی مختلف، مناسب برای مطالعات زمانی و تهیه نقشه تغییرات.

۸-۱ کاربرد سنجش از دور در علوم مختلف

سنجش از دور در بسیاری از زمینه های علمی و تحقیقاتی کاربردهای گسترده ای دارد. از جمله کاربردهای فن سنجش از دور می توان به استفاده از آن در زمین شناسی، آب شناسی، معدن، شیلات، کارتوگرافی، جغرافیا، مطالعات زیست شناسی، مطالعات زیست محیطی، سیستم های اطلاعات جغرافیایی، هواشناسی، کشاورزی، جنگلداری، توسعه اراضی و به طور کلی مدیریت منابع زمینی و غیره اشاره کرد. سنجش از دور می تواند تغییرات دوره ای پدیده های سطح زمین را نشان دهد و در مواردی چون بررسی تغییر مسیر رودخانه ها، تغییر حد و مرز پیکره های آبی چون دریاچه ها، دریاها و اقیانوسها، تغییر مورفولوژی سطح زمین و غیره بسیار کارساز است. افزون بر این یک سیستم سنجش از دور با توجه به این که بر اساس ثبت تغییرات و اختلافهای بازتابش الکترومغناطیسی از پدیده های مختلف کار می کند، میتواند حد و مرز پدیده های زمینی اعم از مرز انواع خاکها، سنگها، گیاهان، محصولات کشاورزی گوناگون را مشخص کند. سنجش از دور در پیش بینی وضع هوا و اندازه گیری میزان خسارت ناشی از بلایای طبیعی، کشف آلودگی آبها و لکه های نفتی در سطح دریا، اکتشافات معدنی نیز کاربرد دارد. بدون شک استفاده از این فن در مطالعات اکتشافی و منابع طبیعی و سایر موارد پیش گفته نه تنها سرعت انجام مطالعات را بیشتر می کند، بلکه از نظر دقت و هزینه و نیروی انسانی نیز بسیار با صرفه تر است. به طور کلی مهمترین کاربردهای سنجش از دور عبارت اند از:

۸-۱-۱- کشاورزی

گیاهان از جمله پدیده های قابل بررسی با استفاده از تصاویر ماهواره ای می باشند. گیاه باتوجه به حساسیت میزان بازتاب در طول موجهای مختلف و تغییرات این میزان در اثر ایجاد مشکلاتی چون کمبود آب، آفت زدگی، خشکسالی یا رشد مناسب گیاه، قابل پایش و بررسی می باشند. شاخص های پوشش گیاهی در پردازش تصاویر ماهواره ای

گیاهان سبز معمولاً در محدوده مرئی (۴۰۰-۷۰۰ نانومتر) تیره هستند که این فرایند ناشی از جذب نور توسط رنگدانه های موجود در گیاهان سبز (کلروفیل ۱، پروتو کلروفیل II، زانتوفیل) می باشد.

اما در این محدوده یک افزایش ناگهانی انعکاس در طول موج حدود ۵۵۰ نانومتر دارند (نور سبز) به همین دلیل آنها معمولاً به رنگ سبز دیده می شوند. در محدوده بین ۷۰۰ الی ۱۳۰۰ نانومتر گیاهان روشن می باشند زیرا در این محدوده دارای انعکاس بالایی هستند از ۱۳۰۰ تا ۲۵۰۰ نانومتر گیاهان سبز به دلیل جذب نور توسط آب موجود در برگ، سلولز، لیگنین و دیگر مواد موجود در این محدوده طیفی، تیره هستند.

کدامیک از باندهای سنجش از دور می توانند پوشش گیاهی را بهتر نشان دهند؟

معمولاً باندهایی که در قلمرو ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر قرار دارند مناسب نیستند. برای سنجنده TM باندهای ۴ و ۵ مناسب هستند. همچنین برای سنجنده MSS باندهای ۶ و ۷ مناسب هستند.

۱-۱-۸ تعیین سطح زیر کشت

با پیشرفت تکنولوژی در سنجنده های ماهواره ای در خصوص قدرت تفکیکی فضایی بالا این امکان بوجود آمده است که بتوان سطح اراضی کشاورزی را اندازه گیری نمود. از جمله این ماهواره ها، تصاویر ماهواره SPOT5 با قدرت تفکیک مکانی ۲/۵ متر، ماهواره IKONOS با قدرت تفکیک مکانی ۱ متر و Quic Bird با توان تفکیک مکانی ۰.۶ متر است. اشکال این تصاویر در قیمت زیاد آن می باشد. باتوجه به تغییرات سطوح اراضی کشاورزی در سالهای متوالی خرید این تصاویر در مناطق وسیع هزینه بر می باشد و حجم زیاد تصاویر سرعت پردازش را کاهش می دهد. در شکل ۱۰ تصویری از ماهواره SPOT5 مربوط به جنوب شرق تهران با نمونه هایی از مرز بندی و تعیین سطح سال ۸۲ ارائه شده است.



شکل ۱۰ نمونه ای از تصویر ماهواره SPOT5 مربوط به جنوب شرق تهران با نمونه هایی از مرز بندی و تعیین سطح در سال ۸۲.

۲-۱-۸-۱ تخمین عملکرد محصول

از مشکلات عمده در امر بازاریابی محصولات کشاورزی عدم آگاهی از میزان عرضه و تقاضا محصول می باشد. از آنجا که میزان تقاضا بطور متوسط در حالت عادی در هر منطقه، معین می باشد. می توان عرضه محصول را با استفاده از تصاویر ماهواره ای تنظیم نمود. تصاویر ماهواره ای می توانند سطح زیر کشت محصولات عمده و سلامت آنها را ارزیابی نمایند و میزان برداشت محصول در مناطق را پیش بینی نمایند. با آگاهی از سطح زیر کشت هر محصول می توان یک تخمین تقریبی از حداقل و حداکثر می زان تولید محصول در مناطق مختلف بیان نمود.

۳-۱-۸-۱ تعیین سطح گسترش آفات و امراض گیاهی

سنجنده ها در طول موجهای مختلف از مرئی تا مادون قرمز و راداری از سطح زمین در حال تصویربرداری می باشند. گیاهان زمانی که به آفاتی دچار می شوند بازتاب آنها در طول موجهای مختلف تغییر می کند. این تغییرات توسط سنجنده ها قابل تشخیص می باشند با تغییر در میزان بازتاب طیفی در بخشی از اراضی کشاورزی می توان پی به وقوع یک بی نظمی برد. با یک سری عمیات زمینی نوع آفات را تعیین نمود. میزان سم مصرفی را می توان با توجه به سطح محصول آفت زده شده که از تصاویر ماهواره ای استخراج می

شوند، تعیین کرد. این نقش مهمی در حفظ محیط زیست و جلوگیری از تخریب آن با مصرف زیاد مسموم دارد. در شکل ۱۱ منطقه

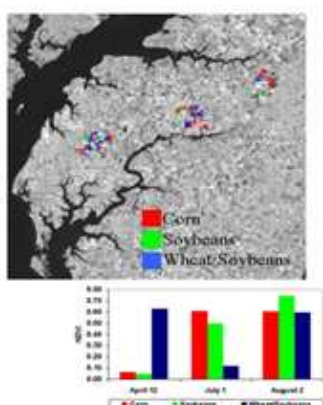


قرمز پررنگ دچار آفت شده اند. میزان سطح آن را می توان از تصویر استخراج نمود.

شکل ۱۱) بررسی آفت گیاهی از طریق سنجش از دور

۴-۱-۸-۱ تفکیک نوع محصول

تفکیک نوع محصول در ماهواره براساس نوع سنجنده آنها خصوصاً میزان قدرت تفکیک فضایی، رادیومتریک و طیفی و دوره بازگشت ماهواره دارد براین اساس در تصاویر ماهواره ای با توان تفکیک مکانی بالا حدود و ثغور اراضی کشاورزی معلوم هستند و با انجام یک سری عملیات زمینی می توان نوع محصولات را تفکیک نمود. در ماهواره هایی با قدرت تفکیک مکانی پایین برای تشخیص محصول علاوه بر عملیات صحرایی از سریهای زمانی استفاده می شود. به این ترتیب که محصولات زراعی دارای تقویم زراعی خاص خود می باشند. برای مثال برنج دیم در مناطق کوهستانی در پاییز کشت می شود در فصل بهار رشد آن کامل می شود و در اوایل تابستان برداشت می شود. برای محصول دیگر این تقویم متفاوت است. پس از یک سری تصاویر ماهواره ای براساس تقویم زراعی محصول وجود داشته باشد می توان نوع محصول در محصولات مختلف در ماههای سال متفاوت می باشد. در شکل ۱۲ میزان درصد پوشش گیاهی در محصولات مختلف در ماههای سال متفاوت می باشد.



شکل ۱۲) تشخیص محصولات کشاورزی با استفاده از تصاویر چند زمانه LANDSAT

۲-۸-۱- جنگلداری

مهمترین کاربردهای سنجش از دور در بخش جنگلداری عبارتند از:

- تهیه نقشه های پوششی جنگل و شناسایی گونه های جنگلی، با استفاده از تصاویر ماهواره های چند طیفی.
- نمایش لطامات ناشی از آتشسوزی در جنگلها و تهیه نقشه مربوطه.
- تخمین سطح زیر پوشش و تعداد درختان
- شناسایی مناطق آفت زده جنگل.
- مدیریت جنگلکاری.

۳-۸-۱- نفت و گاز

مهمترین کاربردهای سنجش از دور در بخش نفت و گاز عبارتند از:

- نمایش آلودگی های نفتی
- تعیین مسیر بهینه برای احداث خط لوله جدید، با در نظر گرفتن مناطق حساس از نظر زیست محیطی و ویژگیهای منطقه

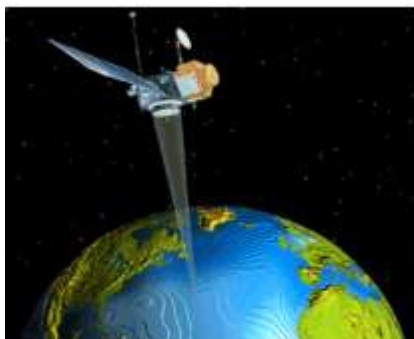
۹-۱- سکو^{۱۹}

هر سنجنده توسط یک حمل کننده (سکو) نگهداری می شود. هر سنجنده توسط یکحمل کننده (سکو) نگهداری می شود.

وظیفه سکو: نگهداری، حرکت، و در هنگام نیاز دوران و تغییر دید سنجنده است. انواع سکوها در دنیای سنجش از دور مورد استفاده قرار می گیرند که مهمترین آنها عبارتند از:

هواپیما، فضا پیما، ایستگاه فضائی ، ماهواره

بیشتر سکوها در سنجش از دور ماهواره ها هستند.



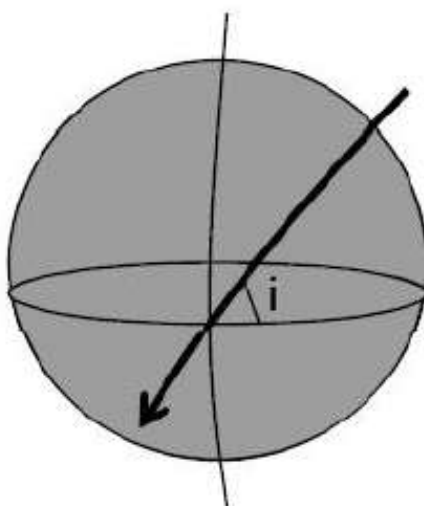
شکل (۱۳) انواع مختلف سکو

از مهمترین خصوصیات یک ماهواره که در فرایند تصویر برداری نیز موثرند عبارتند از:

¹⁹ Platform

۱- وزن^{۲۰} ۲- دوره^{۲۱} ۳- ارتفاع^{۲۲} ۴- پارامترهای مداری (نظیر نوع مدار، صعودی/نزولی، زمان محلی عبور از استوا، زاویه میل مدار) .

زاویه میل^{۲۳}: زاویه صفحه مداری و صفحه استوارا زاویه میل گویند (i) .

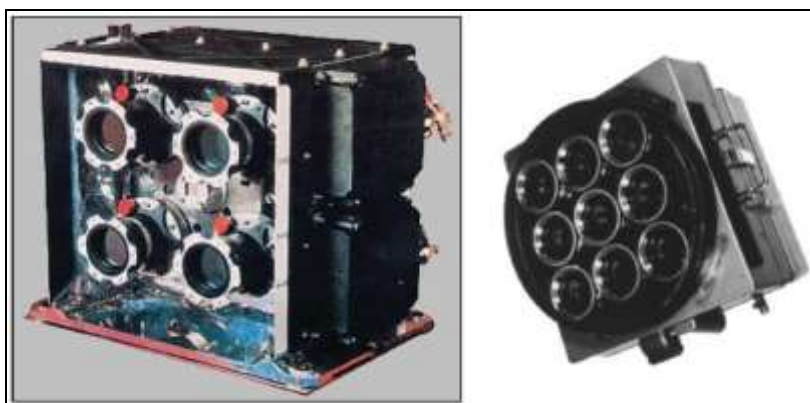


شکل ۱۴ مفهوم زاویه میل

زمان بازدید مجدد^{۲۴}: مدت زمان لازم برای تصویر برداری مجدد از یک منطقه مشخص را گویند. پریود: زمانی که لازم است تا ماهواره یک دور کامل در مدار خود حرکت کند.

۱-۱۰ سنجنده ها

به دستگاهی اطلاق می شود که انرژی الکترو مغناطیس را دریافت نموده و آنرا به یک سیگنال تبدیل می کند. این سیگنال می تواند به صورت داده های رقومی (تصویر) و یا یک عکس (آنالوگ) نمایش و ذخیره داده شود.



شکل ۱۵ نمایی از یک سنجنده

²⁰ weight

²¹ period

²² height

²³ INCLINATION ANGLE

²⁴ Revisit time

اساس کار سنجنده ها مورد استفاده در سنجش از دور شبیه به چشم می باشد. چشم بازتاب حاصل از اجسام در محدوده مرئی را دریافت می کند و بوسیله سلولهای عصبی به مغز مخابره می شود و بدینوسیله انسان قادر به شناسایی اجسام اطراف خود می باشد. سنجنده ها نیز انرژی بازتابی اجسام را دریافت و آن را ذخیره و به زمین ارسال می کنند.

۱-۱۱ آشکار ساز^{۲۵}

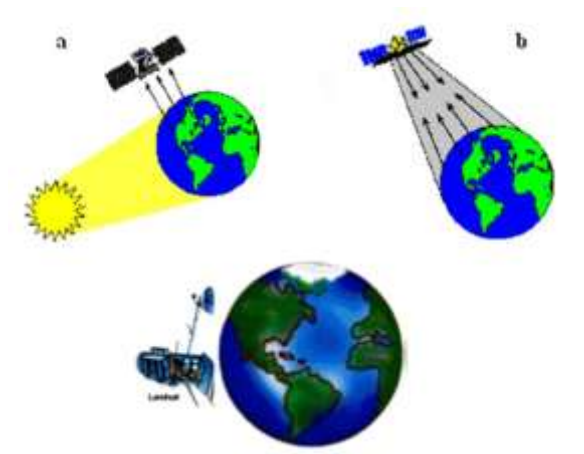
جزء اندازه گیر انرژی است که بخشی از یک سنجنده به حساب می آید. آشکار سازها به همراه دیگر وسایل نوری (نظیر، فیلتر و عدسی ها) سنجنده را تشکیل می دهند.

۱-۱۲ دستگاه^{۲۶}

به کل محدوده تصویر بردار شامل سنجنده، قطعات الکترونیکی و دیگر قطعات محافظ و نگهدارنده اطلاق می شود که بر روی سکو نصب می شود.

۱-۱۳ انواع سنجنده

- A- سنجنده های غیرفعال: قابلیت تشخیص تشعشعات الکترومغناطیس منعکس شده از منابع طبیعی زمین را دارا می باشند.
- B- سنجنده های فعال: پاسخهای منعکس شده از پدیدههایی که توسط منابع انرژی مصنوعی مثل رادار، مورد تابش قرار گرفته اند را دریافت می کنند.



شکل ۱۶ انواع سنجنده ها

۱-۱۳-۱ خصوصیات سنجنده

۱-۱۳-۱-۱ میدان دید^{۲۷}

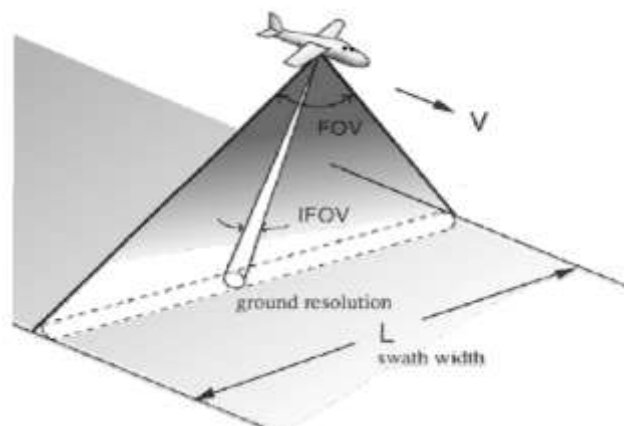
زاویه اسکن یک سنجنده از یک سمت تا سمت دیگر آن. معادل زمینی این زاویه را عرض برداشت^{۲۸} می نامند که برابر عرض تصویر بر حسب کیلومتر بر روی زمین می باشد. رابطه میان عرض برداشت و میدان دید به صورت زیر است.

²⁵ .detector

²⁶ instrument

²⁷ Field Of View or FOV

²⁸ Swath Width or SW



شکل ۱۷) مفهوم میدان دید

۱-۱۳-۱-۲ قدرت تفکیک فضایی^{۲۹}

حداقل مساحتی از زمین که یک سنجنده قابلیت شناسایی آن را دارد.

قدرت تفکیک مکانی سنجنده مشخص کننده حداقل فاصله بین دو جسم روی زمین است که بر روی تصویر ماهواره ای بصورت مجزا از یکدیگر تشخیص داد می شوند. گاهی نیز آنرا بصورت کوچکترین عارضه قابل تشخیص روی تصویر تعریف می کنند. این کمیت مناسب با اندازه زمینی هر پیکسل تصویر است.

۱-۱۳-۱-۳ قدرت تفکیک زمانی^{۳۰}

$$S.W = 2 \times h \times \tan \left(\frac{FOV}{2} \right) \quad \text{رابطه ۲}$$

حداقل زمانی را که یک سنجنده می تواند یک پوشش کامل تصویری از زمین تهیه نماید. یکی از مزایای تهیه تصویر با ماهواره، تکرارپذیری آن است. ماهواره ها بعلاوه گردش حول زمین می توانند پس از طی مدت زمان مشخصی مجدد از یک منطقه تصویربرداری نمایند. قدرت تفکیک زمانی سنجنده عبارت است از مدت زمانی که طول می کشد تا بتواند یک مرتبه دیگر از مکانی که اکنون از آن تصویربرداری می کند، تصویر تهیه نماید. برای مثال این زمان برای ماهواره landsat4 بعد، برابر ۱۶ روز است. یعنی ۱۶ روز طول می کشد تا این گروه ماهواره ها دو تصویر مشابه از یک منطقه تهیه کنند. تهیه تصویر در فواصل زمانی معین برای رفع مشکل مناطقی که اکثر مواقع هوای ابری دارند یا درمقایسه های چندزمانی مفید است.

تعدادی از ماهواره ها مثل IRS و SPOT قادر هستند زاویه دید سنجنده خود را در صورت لزوم تغییر داده، از منطقه ای بجز خط عمود سنجنده بر زمین (نادیر) تصویربرداری کنند. این قابلیت، علاوه بر آن که امکان تهیه تصاویر استریو (تصویری که توسط دو دوربین از یک منطقه خاص دو تصویر تهیه شده و با استفاده از پارامترهای دوربین و روابط حاکم بر مدل هندسی تصاویر، هر سه بعد X,Y,Z قابل محاسبه است) جهت بدست آوردن ارتفاع نقاط را فراهم می سازد، زمان بازبینی مجدد منطقه را نیز چند برابر پایین می آورد.

²⁹ RESOLUTION SPATIAL

³⁰ TEMPORAL RESOLUTION

۴-۱-۱۳-۱ قدرت تفکیک رادیومتریک^{۳۱}

به تعداد تقسیمات میان انعکاس صفر (رنگ سیاه) و انعکاس حداکثر (رنگ سفید) در سنجنده های مختلف که بر مبنای عدد دو می باشد گفته می شود.

قدرت تفکیک رادیومتریک معرف توانایی سنجنده در تشخیص و ثبت شدت انرژی دریافتی است. این توانایی معمولاً با استفاده از میزان حافظه اختصاص یافته به هر پیکسل تصویر نشان داده می شود. برای مثال اگر در یک سنجنده، برای ثبت درجات مختلف انرژی تنها ۱ بیت در نظر گرفته شده باشد، این سنجنده توانایی ثبت تنها ۲ درجه خاکستری را دارد. این تعداد برای سنجنده ای با ۸ بیت به ۲۵۶ و برای سنجنده ای با n بیت، 2^n درجه خاکستری خواهد بود. واضح است که هر چه تعداد بیت های اختصاص داده شده به هر پیکسل افزایش یابد، میزان حافظه مورد نیاز برای انتقال تصویر از ماهواره به ایستگاههای زمینی بیشتر می شود و لذا نباید این مقدار زیاد از حد بزرگ در نظر گرفته شود. در شکل ۱۶ تاثیر قدرت تفکیک رادیومتریک بر وضوح تصویر را نشان می دهد.



شکل ۱۸) تاثیر بصری قدرت تفکیک رادیومتریک بر وضوح تصویر (تصویر سمت راست ۸ بیتی و سمت چپ ۲ بیتی است).

۵-۱-۱۳-۱ قدرت تفکیک طیفی^{۳۲}

تعداد باندها و یا محدوده های طیفی که یک سنجنده می تواند در یک زمان تصویر تهیه نماید، قدرت تفکیک طیفی به تعداد باندها و عرض هر یک از آنها برای یک سنجنده اشاره می کند. دو نوع شناخته شده سنجنده ها در تقسیم بندی براساس قدرت تفکیک طیفی عبارتند از:

۱- سنجنده های چندطیف: همانگونه که قبلاً "نیز اشاره شد بعضی از سنجنده ها، تصاویر خود را در باندهای مختلف طیف الکترومغناطیس تهیه می کنند بدین ترتیب در این گونه سنجنده ها، بجای یک تصویر، چندین تصویر حاوی اطلاعات مربوط به باندهای مختلف از یک منطقه بدست می آید. برای مشاهده یک تصویر ماهواره بصورت رنگی توسط انسان، لازم است تا میزان تاثیر هر یک از رنگهای آبی، سبز و قرمز در هر پیکسل آن مشخص شود. واضح است که اگر اطلاعات یکی از باندها برای تعیین سهم رنگ آبی و به همین ترتیب دو باند دیگر برای رنگهای سبز و قرمز بکار روند، یک تصویر رنگی بدست می آید.

³¹ RADIOMETRIC RESOLUTION

³² SPECTRAL RESOLUTION

پس با انتخاب هر سه باندی از باندهای سنجنده و انتساب آنها به رنگهای آبی، سبز و قرمز تصاویر مختلفی از یک منطقه حاصل می شود. البته فقط ممکن است یکی از این تصاویر نشان دهنده ترکیب رنگی واقعی زمین باشد ولی ترکیبات مشخصی وجود دارند که در صورت پیاده سازی، در تفسیر آنالوگ تصاویر و تشخیص عوارض به تحلیل گر کمک می کنند. مراحل تهیه و ارسال تصویر توسط ماهوار ه های سنجنش از دور عبارتند:

منبع انرژی

انتشار انرژی از میان جو

فاعل و انفعالات انرژی بر اثر برخورد با عوارض سطحی زمین

سنجنده های هوایی و یا فضای

انتقال اطلاعات کسب شده

دریافت اطلاعات اولیه و تولید داده بصورت رقومی و یا تصویر

فرآیند تجزیه و تحلیل داده، شامل بررسی و تعبیر و تفسیر داده ها با بکارگیری وسایل مختلف دیداری و کامپیوتری به منظور آنالیز داده های حاصل از سنجنده. کاربر با کمک داده هایی که توسط سنجنده جمع آوری شده اطلاعات مربوط به نوع، میزان، موقعیت و شرایط منابع مختلف زمین را استخراج می نماید، سپس این اطلاعات (بصورت نقشه ها، جداول چاپی یا فایل های کامپیوتری) با لایه های دیگر اطلاعات در یک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) ادغام و برای مصرف کاربران آماده می شود.

۱۴-۱ تشخیص عوارض در تصاویر ماهواره ای

برای تشخیص عوارض در تصاویر ماهواره ای لازم است تا آنها به نحو قابل تشخیص برای چشم انسان نمایش داده شوند. برای این منظور لازم است از ترکیب رنگی برای نمایش تصاویر استفاده نمود. از ترکیب ۳ باند مختلف و اختصاص هر رنگ از سه رنگ اصلی قرمز، سبز و آبی (RGBB) به هر باند، تصویر رنگی ساخته می شود.

۱-۱۴-۱ ترکیب رنگی حقیقی^{۳۳}

ترکیب رنگی حقیقی (True Color Composite) ، که این ترکیب رنگی بسیار مشابه با آنچه بیننده به طور طبیعی می بیند ولی اطلاعات زیادی به کاربر نمی دهد. امکان استخراج اطلاعات اضافی از تصاویر رقومی به وسیله تعدادی از تکنیک های تصویر وجود دارند که برخی از این تکنیک ها عبارتند از ترکیب رنگی کاذب False color composite ، تصاویر نسبتی (Image Ration) پردازش آنالیز اجزاء اصلی (principal component Analysis) . استفاده از این روش ها بسته به کاربرد آنالیز و تفسیر در مورد محدوده مورد مطالعه را آسانتر می کند.

³³ True Color Composite or TCC

۲-۱۴-۱ ترکیب های رنگی کاذب^{۳۴}

به طور مثال لندست TM 7 تصویر رقومی از یک محدوده مشخص در ۷ باند انرژی الکترومغناطیسی تولید می کند. این تصاویر می توانند به صورت جداگانه به صورتی که در بخش بارزسازی تصاویر توضیح داده شد می تواند پردازش شود. اما در این حالت تصاویر به صورت سطح خاکستری باقی خواهند ماند (تصویر سیاه و سفید). این امکان وجود دارد که بتوان یک منظره را به وسیله کاربرد یک رنگ برای یک باند انتخابی رنگی کرد. به طور مثال: باند ۱ = آبی، باند ۲ = سبز، باند ۳ = قرمز، بدین وسیله یک تصویر رنگی کاذب در یک منظره تولید خواهد شد.

کاربرد برخی از ترکیب های رنگی در ماهواره لندست

(R G B) TM 1-4-7 جداسازی لیتولوژی در مناطق خشک :

(R G B) TM 1-5-7 جداسازی لیتولوژی در مناطقی که کانی های محتوی هیدروکسیل غالب هستند.

(R G B) TM 4-3-1 جداسازی خاک های غنی از اکسید آهن در مناطقی که تجزیه و تخریب زیاد صورت گرفته است.

(R G B) TM 1-3-5 جداسازی لیتولوژی :

(R G B) TM 5-4-3 تفسیر زمین شناسی :

(R G B) TM 4-3-2 جداسازی انواع پوشش گیاهی :

(R G B) TM 1-2-3 برای مشاهده زمینی به صورتی که با چشم دیده شود.

(R G B) TM 3-4-7 ارزیابی سریع مناطق پوشش گیاهی از غیر پوشش گیاهی و خواص برخی سنگ ها :

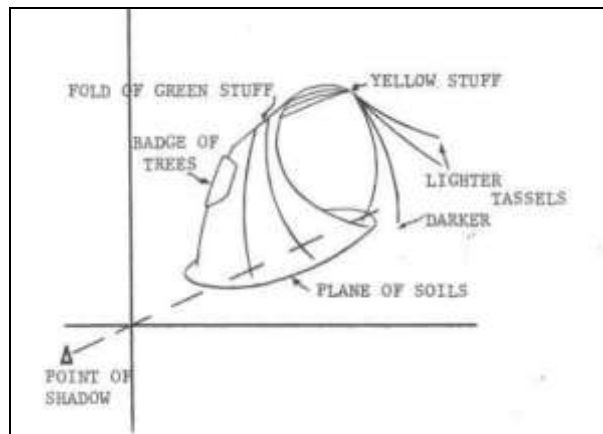
۳-۱۴-۱ شاخص پوشش گیاهی^{۳۵}

شاخص پوشش گیاهی یک شاخص عددی است تا ارتباطی با مفاهیم بیولوژی، شیمی و یا فیزیک داشته باشد. اما می تواند اطلاعات مفیدی را در خصوص وضعیت پوشش گیاهی در اختیار ما قرار دهد و در واقع از آن به عنوان شاهد تجربی می توانیم نام ببریم. در اینجا برای بررسی شاخص های پوشش گیاهی بهتر است در ابتدا خط خاکی یا خط با پوشش گیاهی صفر را تعریف کنیم، خط خاکی یک خط فرضی در فضای طیفی است که تغییرات طیفی خاک های بدون پوشش گیاهی را در تصویر نشان می دهد. این خط بوسیله دو یا چند بخش از خاکهای ضخیم از یک تصویر که ممکن است انعکاس متفاوت داشته باشند (بوسیله بهترین خط آن) مشخص می شوند (خیرخواه زرکش، ۱۳۹۲). کارت و توماس^{۳۶} (۱۹۷۶) شکلی مشهور تحت عنوان Tasseld cap یا کلاه منگوله دار در فضای طیفی Red - NIR سنجنده Mss مشخص کردند (شکل ۱۹).

³⁴ False color Composites or FCC

³⁵ Vegetation Index

³⁶ Kauth and Tomas



شکل ۱۹) نمایی از یک tasseld cap

آنها مشخص کردند نقطه ای از کلاه (نوک کلاه، خطی که انعکاس کم در نور قرمز و انعکاس زیاد در NIR دارد) بیانگر مناطقی با پوشش گیاهی بالا و بخش صاف کلاه (برعکس نوک کلاه) بیانگر خط خاکی صفر است. بهترین راه مشخص کردن خط خاکی استفاده از نمودار نقاط پراکنده^{۳۷} است بطوری که برای محور X باند قرمز و بر روی محور Y باند مادون قرمز نزدیک نمایش داده شود. پایین ترین خط خاکی که از سمت راست دیاگرام پراکندگی نقاط عبور می کند همان خط خاکی صفر است. در حالت کلی شاخص های پوشش گیاهی به دو دسته اصلی تقسیم می شوند و در واقع تقسیم بندی آنها بر اساس ارتباط این شاخص ها با خط خاکی است.

۱) اگر خطوط هم سبزینگی از مرکز عبور کنند و یا در یک نقطه به هم برسند :

نمونه های شاخص این گروه $NDVI^{40}$, $SAVI^{39}$, RVI^{38} است

۲) خط هم سبزینگی موازی خط خاکی هستند :

این شاخص ها را شاخص های عمودی^{۴۱} می نامند که در واقع شدت پوشش گیاهی با فاصله عمودی از خط خاکی مشخص می شود. نمونه های معروف این شاخص عبارتند از : DVI^{44} , PVI^{43} , $WDVI^{42}$. در شکل ۱۸ نمونه ای از tasseld cap بر روی تصویر ikonos در باندهای مختلف به نمایش در آمده است.

³⁷ scatter diagram

³⁸ Ratio vegetation index

³⁹ Soil-adjusted vegetation index

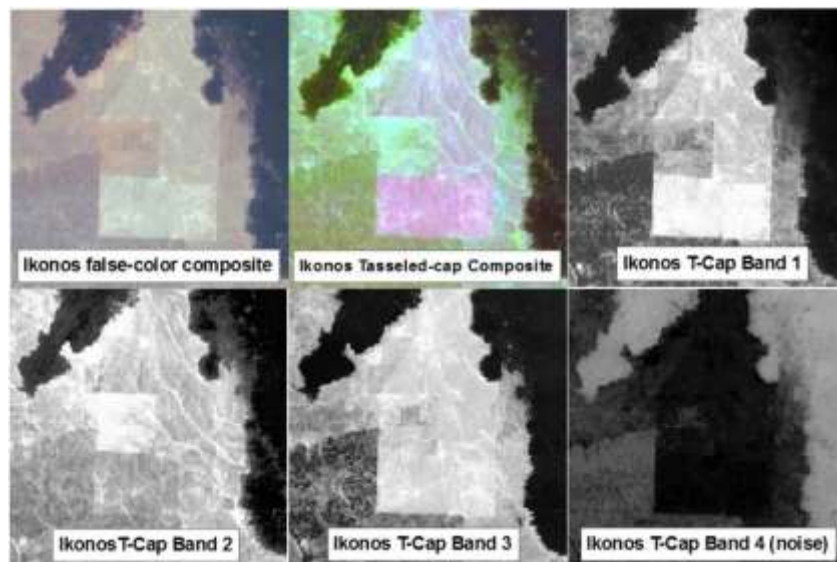
⁴⁰ Normalized differences vegetation index

⁴¹ Perpendicular

⁴² The weighted differences vegetation index

⁴³ Perpendicular vegetation index

⁴⁴ differences vegetation index



شکل ۲۰) نمونه ای از tasseld cap بر روی تصویر ikonos

۱۵-۱ تصحیح تصاویر ماهواره ای

۱۵-۱-۱ تصحیح رادیومتریکی

در طی فرایند تهیه تصویر توسط سنجنده، اطلاعات رادیومتریکی هر باند بصورت مقادیر عددی که به آنها Digital Number و یا به اختصار DN می گویند ثبت می شود. این مقادیر با مقادیر واقعی انرژی منعکس شده یا گسیل شده از منطقه زمینی متناظر با پیکسل های تصویر متفاوت است، چرا که عوامل دیگری همچون پخش اتمسفری، تاثیر پیکسل های همسایه و زاویه تابش خورشید باعث می شوند مقدار انرژی دریافتی توسط سنجنده (رادیانس) نسبت به آنچه که بر روی زمین می توانست دریافت شود تغییر کند. مقادیر دریافتی معمولاً بصورت مقیاس گرفته و انتقال یافته نسبت به مقادیر واقعی ثبت می شوند. بنابراین قبل از آنکه مقادیر عددی برای عملیات پردازش تصاویر قابل استفاده باشند، باید مقادیر واقعی از مقادیر دریافتی استخراج شوند. این تصحیح، پیچیده است و برای اجرای آن غالباً از مدلهای اتمسفری استفاده می شود. خوشبختانه تاثیر خطای وارد شده بواسطه عدم اعمال این تصحیح (بجز در مورد سنجنده های فراطیفی) در عملیات معمول پردازش تصویر مورد استفاده در پروژه های سنجش از دور زیاد نیست و در اکثر موارد از آن صرف نظر می شود.

۱۵-۲-۱ تصحیح هندسی

علاوه بر مقادیر عددی پیکسلها، موقعیت مکانی آنها نیز در تصاویر خام سنجش از دور دستخوش تغییراتی می شود. این تغییرات تابع هندسه و خصوصیات ذاتی سیستم تصویربرداری مثل مدار ماهواره، موقعیت، ارتفاع و زاویه جاروب کردن تصویر می باشند (ضیایان فیروزآبادی، ۱۳۸۸). تصحیح اینگونه خطاها معمولاً با استفاده از چند جمله ای ها یا با استفاده از پارامترهای مداری ماهواره صورت می پذیرد. روش استفاده از چندجمله ای بدلیل سادگی، عمومیت بیشتری دارد. در این روش با استفاده از نقاط کنترل، یک تصویر ماهواره ای از نظر هندسی تصحیح می شود. گاهی اوقات نیز یک تصویر با استفاده از تصویر دیگری که قبلاً اعوجاج آن رفع شده، تصحیح می گردد. به این عملیات ثبت هندسی تصویر نیز می گویند و پس از اعمال آن، غالباً تصویر برای تهیه نقشه مسطحاتی آماده است.

۳-۱۵-۱ تصحیح اتمسفری

تصحیح اتمسفری در مواردی که به مقادیر انرژی ساطع شده از اشیاء نیاز است و یا هنگامی که شدت سیگنال ارسالی از طرف اشیاء از اثرات اتمسفری کمتر باشد، ضروری است (علوی پناه و همکاران، ۱۳۸۷). تصحیح اتمسفری مهمترین بخش قبل از پردازش های تصاویر ماهواره ای از راه دور است. این تصحیح به خصوص در مواردی که مقایسه و تجزیه و تحلیل تصاویر چند زمانه مد نظر است، استفاده می شود. همچنین برای سیستم های تصویربرداری چندطیفی مانند اسکنرهای سنجنده های ماهواره لندست که در بخش طیف مرئی و مادون قرمز نزدیک اطلاعات را ثبت می کنند و جذب اتمسفر به طور عمده بر روی باندهای مرئی و مادون قرمز تأثیر می گذارد، اهمیت دارد. چندین روش برای تصحیح اتمسفری وجود دارد. اولین روش با استفاده از هیستوگرام است که در این روش، هیستوگرام های باندها به صورت مجزا محاسبه و ترمیم می گرد. دومین روش به کار رفته در تصحیحات اتمسفری، روش رگرسیون است. این روش در مناطقی کاربرد دارد که که بخش های تیره (آب صاف، سایه و بازالت) دارند. روش دیگر استفاده از مدل FLAASH می باشد. مدل فلش یکی از اولین ابزارهای تصحیح اتمسفری است که طول موج هایی را از گستره مرئی تا ۳ میکرومتر پوشش می دهد. این مدل بیشتر بر روی تصاویر چند طیفی و فراطیفی کار می کند. بازیابی بخار آب و گرد و غبار تنها زمانی امکان پذیر است که تصویر شامل باندهایی با طول موج های در موقعیت مناسب باشد. این مدل می تواند تصویر را هم در هندسه دید قائم و هم در هندسه دید مایل از لحاظ تاثیرات اتمسفری تصحیح کند.

۱۶-۱ معرفی سنجنده های پر کاربرد

۱-۱۶-۱ لندست ۸

قدیمی ترین برنامه تصویرنگاری و مشاهده زمین مربوط به پروژه مشترک ناسا^{۴۵} و سازمان زمین شناسی آمریکا^{۴۶} با ماهواره لندست است که از سال ۱۹۷۲ با پرتاب ماهواره Landsat1 شروع گردیده و تا کنون نیز با Landsat 5 & 8 ادامه دارد. اکنون پس از ۱۴ سال از پرتاب آخرین سری از این برنامه فضایی، ناسا پرتاب هشتمین ماهواره لندست در سال ۲۰۱۳ را انجام داد. لندست ۸ دارای دو حسگر یکی، سنسور عملیاتی تصویر ساز زمین^{۴۷} و دیگری سنسور حرارتی مادون قرمز^{۴۸} است.

این دو سنسور به ترتیب اطلاعات تصویر برای نه باند موج کوتاه و دو باند طول موج حرارتی جمع آوری می کنند (ربیعی، ۱۳۷۲) . مهمترین ماموریت ماهواره لندست ۸ عبارتند از:

- جمع آوری، آرشیو تصاویر چند طیفی با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر برای ایجاد پوشش فصلی برای یک دوره حداقل ۵ ساله
- فراهم آوری امکان مطالعات تغییر کاربری اراضی و پوشش گیاهی در طول زمان.

⁴⁵ The national aeronautics and space administration or NASA.

⁴⁶ The united state geological survey or USGS

⁴⁷ Operational Land Imager or OLI

⁴⁸ Thermal Infrared Sensor or TIRS

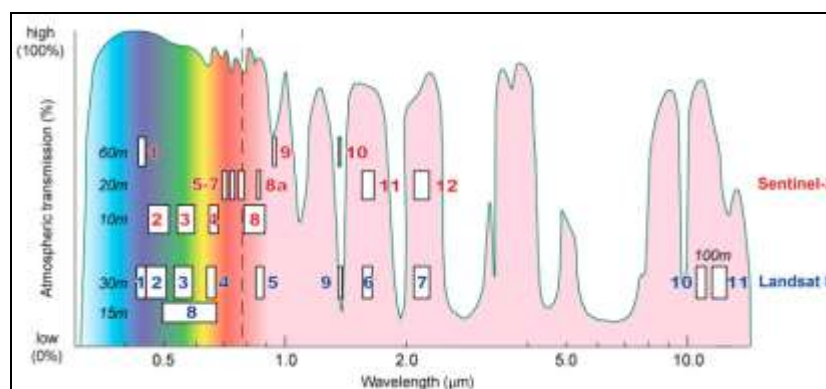
جدول ۳) ویژگی های سنجنده OLI

GSD	Use of data	Spectral range (nm)	Band Name	Band number
30 m	Aerosol/coastal zone	433-453	New Deep Blue	1
30m (TM heritage bands)	Band Nr	450-515	Blue	2
	Pigments/coastal	525-600	Green	3
	Pigments/coastal	630-680	Red	4
	Foliage/coastal	845-885	NIR	5
	Foliage	1560-1660	SWIR 2	6
	Minerals/litter/no scatter	2100-2300	SWIR 3	7
15 m	Image sharpening	500-680	PAN	8
30 m	Cirrus cloud detection	1360-1390	SWIR	9

SENTINEL2-۱۶-۱

یکی از جدیدترین ماهواره های سنجش از دور ماهواره SENTINEL-2 نام دارد که توسط آژانس فضایی اروپا^{۴۹} طراحی شده است. این ماهواره ضمن اینکه از توان تفکیک مکانی (۱۰ ، ۲۰ و ۶۰ متر) و طیفی مناسبی (۱۲ باند از محدوده ۴۹۰ نانومتر تا ۲۱۹۰ نانومتر) برخوردار است، دسترسی رایگان به داده ها و اطلاعات آن نیز باعث شده است تا این ماهواره و داده های بدست آمده از آن از پتانسیل و قابلیت مناسبی در مطالعات سنجش از دور برخوردار باشد.

ماهواره Sentinel-2 از دو ماهواره تشکیل شده و بر این اساس به تصویربرداری از سطح سیاره زمین می پردازد. در شکل ۲۱ مقایسه دو ماهواره SENTINEL2 و سنجنده OLI ماهواره LANDSAT8 از نظر تعداد باند، باندهای مرئی و پهنای باند ارائه شده است.



شکل ۲۱) مقایسه طیفی ماهواره SENTINEL2 و LANDSAT8

هر دو ماهواره سری Sentinel-2 میتوانند تصاویری با توان تفکیک مکانی ۱۰ تا ۲۰ متر را از سطح زمین آخذ نمایند. بر همین اساس داده های بدست آمده از این ماهواره ها در زمینه مطالعات مربوط به سطح سیاره زمین بسیار مناسب و کاربردی می باشند. اهمیت استفاده از داده های این ماهواره زمانی بیشتر می شود که از آنها در ارتباط با داده های ماهواره های سری لندست و اسپات استفاده می شود در جدول ۴ مشخصات باندهای ماهواره SENTINEL2 ارائه شده است.

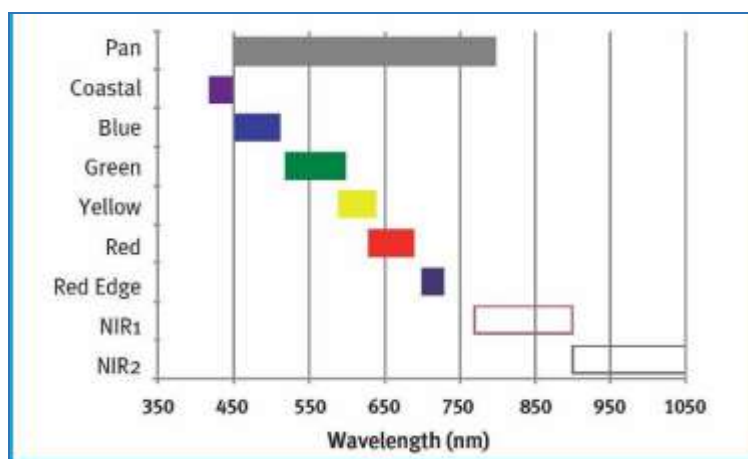
⁴⁹ European space agency or ESA

جدول ۴) مشخصات باندهای ماهواره SENTINEL2

Sentinel-2 Bands	Central Wavelength (μm)	Resolution (m)
Band 1 - Coastal aerosol	0.443	60
Band 2 - Blue	0.490	10
Band 3 - Green	0.560	10
Band 4 - Red	0.665	10
Band 5 - Vegetation Red Edge	0.705	20
Band 6 - Vegetation Red Edge	0.740	20
Band 7 - Vegetation Red Edge	0.783	20
Band 8 - NIR	0.842	10
Band 8A - Vegetation Red Edge	0.865	20
Band 9 - Water vapour	0.945	60
Band 10 - SWIR - Cirrus	1.375	60
Band 11 - SWIR	1.610	20
Band 12 - SWIR	2.190	20

۱-۱۶-۳ world view II

این ماهواره در اکتبر سال ۲۰۰۹ به عنوان اولین ماهواره تجاری با قدرت تفکیک مکانی بالا به فضا پرتاب شد. این سنجنده فعال، در مدار ۷۷۰ کیلومتری، تصاویری با قدرت تفکیک مکانی ۰/۴۶ متر در باند پانکروماتیک^{۵۰} و ۱/۸۵ متر در باندهای طیفی ارائه می کند. دوره بازگشت متوسط این ماهواره ۱/۱ روز و توانایی اخذ تصاویر در ۸ باند طیفی تا ۷۸۵۰۰۰ کیلومتر مربع در هر روز را دارا می باشد. این سنجنده دارای ۸ باند طیفی می باشد.



شکل ۲۲) محدوده هشت باند طیفی سنجنده world view II

۱-۱۶-۴ QUICKBIRD

این سنجنده در سال ۲۰۰۱ به فضا پرتاب شد. قدرت تفکیک مکانی این سنجنده ۰/۶۱ متر در باند پانکروماتیک و ۲/۴۴ متر در باندهای چند طیفی است. قدرت تفکیک زمانی این سنجنده ۱ تا ۳ روز متفاوت است. همچنین قدرت تفکیک رادیومتریکی این سنجنده ۱۱ بیت می باشد. تصاویر این ماهواره با قدرت تفکیک بالا و با بیش از ۱۰ سال آرشیو تصاویر، در مطالعات کشاورزی، اقلیم، جنگل، اکتشاف گاز و نفت محیط زیست شهری و روستایی و تهیه انواع نقشه کاربرد دارد.

⁵⁰ panchromatic

۱-۱۶-۵ RAPIDEYE

این ماهواره متعلق به شرکت آلمانی rapideye مجموعه ای از ۵ ماهواره مشابه می باشد که در آگوست ۲۰۰۸ از قزاقستان به فضا پرتاب شد. قدرت تفکیک مکانی این سنجنده در ۵ باند طیفی ۵ متر می باشد. ماهواره در ارتفاع ۶۳۰ کیلومتری از سطح زمین قرار دارد که قابلیت اخذ روزانه ۴ میلیون کیلومتر مربع تصویر با قدرت تفکیک رادیومتریکی ۱۲ بیت و قدرت تفکیک زمانی یک روز را داراست. تصاویر این ماهواره در مطالعات کشاورزی از قبیل بررسی فنولوژی گیاه، وضعیت سلامت و استرس های محیطی و استخراج پارامترهای گیاهی از اهمیت زیادی برخوردار است.

۱-۱۶-۶ IKONOS

اولین ماهواره تجاری با قابلیت تصویر برداری سیاه و سفید (پانکروماتیک) با قدرت تفکیک مکانی یک متر و تصویر برداری چند طیفی با قدرت تفکیک مکانی ۴ متر می باشد. سنجنده این ماهواره در ارتفاع ۶۸۱ کیلومتری زمین قرار دارد. قدرت تفکیک رادیومتریکی این ماهواره ۱۱ بیت و قدرت تفکیک زمانی آن ۳ روز می باشد. تصاویر این ماهواره برای تهیه نقشه های نظامی، حمل و نقل هوایی و دریایی، امنیت ملی در مقیاس های منطقه ای تا جهانی مورد استفاده قرار می گیرد.

۱-۱۶-۷ SPOT6

این ماهواره در سپتامبر ۲۰۱۲ ماموریت خود را آغاز نمود و به همراه ماهواره spot7 (پرتاب در سال ۲۰۱۴) تشکیل چهار ماهواره را می دهند که در یک مدار و خصوصیات مشابه فعالیت می کنند. از ویژگی های مهم این ماهواره قابلیت سفارش و تحویل بسیار سریع است. با توجه به برداشت و تحویل سریع تصویر از کاربردهای بسیار مهم این ماهواره مدیریت بحران و پایش خسارات و کمک رسانی می باشد.

۱-۱۷ مراحل تفسیر اطلاعات سنجش از دور

تفسیر تصاویر ماهواره ای شامل سه مرحله است:

۱- پیش پردازش یا بررسی های اولیه و آماده سازی اطلاعات (Pre-processing)

۲- تفسیر و طبقه بندی اطلاعات (Processing)

۳- بررسی اطلاعات استخراج شده و پردازش نهایی (Post-Processing)

۱-۱۸ طبقه بندی تصاویر ماهواره ای

تصاویر ماهواره ای بعد از انجام تصحیصات رادیومتریکی و هندسی جهت استفاده کاربر باتوجه به اهداف پروژه و تصویر به کلاسهای خاص طبقه بندی می شوند. این طبقه بندی می تواند بصورت چشمی باشد یعنی کاربر باتوجه به شناخت منطقه، ترکیب رنگ و بافت. تصویر را طبقه بندی می کند. باتوجه به اینکه تصاویر بصورت آرایه های از مجموعه ارقام می باشد می تواند با استفاده از کامپیوتر روشهایی چون طبقه بندی نظارت شده و نظارت نشده یا تلفیقی از این دو تصاویر را طبقه بندی نمود.

در طبقه بندی نظارت شده، از آنجاکه هر کلاسی از پدیده ها دارای بازتاب تقریباً یکنواخت می باشند و می توان با انتخاب نمونه های تعلیمی از هر کلاس خاص مناطق مشابهی را از کل تصویر ماهواره ای استخراج نمود. این روش موقعی امکان پذیر می باشد که کاربر

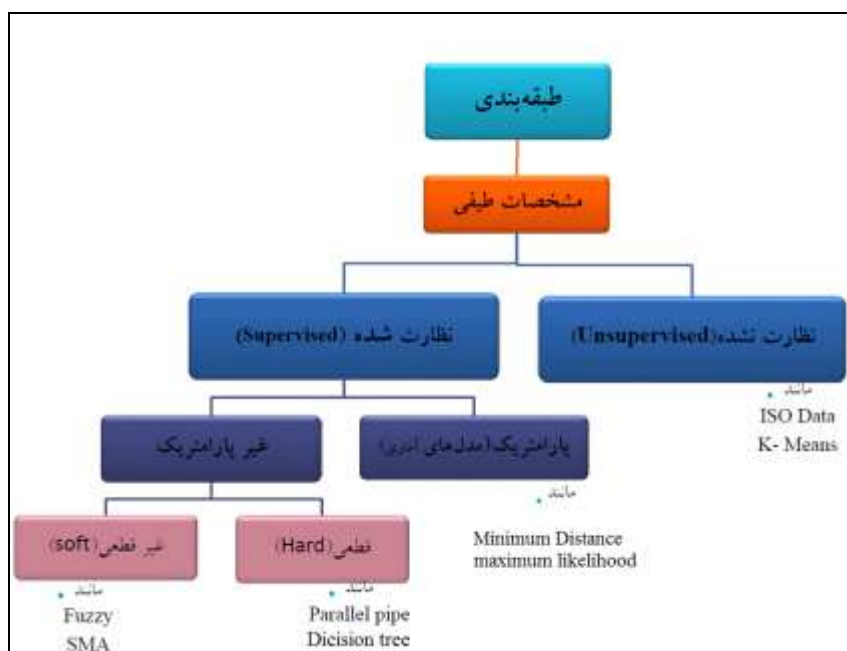
اطلاعات کافی و مشخصی درباره زمینی که شناسایی گونه های آن مورد نظر است، داشته باشد. در طبقه بندی نظارت نشده، اساس کار بر گروه بندی پیکسل ها به تعداد کلاس تعیین شده توسط کاربر می باشد. پیکسل ها براساس شباهت ارزش طیفی دسته بندی می شوند. جهت تبدیل این دسته بندی به اطلاعات مفید و تعیین نوع کلاس، با استفاده از عملیات صحرایی و سایر نقشه های موجود صورت می گیرد.

۱۹-۱ ارزیابی دقت طبقه بندی

صرف دریافت تصویر ماهواره ای و انجام یک سری پردازشها و استخراج یک نقشه رنگی زیبا نمی توان ماحصل یک کار علمی و دقیق در سنجش از دور باشد. ارزش و قابلیت استفاده از هر نقشه تولیدی به میزان صحت آن بستگی دارد. خطا را می توان، در واقع اختلاف بین واقعیت و آنچه ما به عنوان واقعیت نمایش می دهیم، تعریف کرد. کیفیت داده تابعی از صحت، دقت یا عدم اعتماد (ابهام) است. در واقع صحت را نزدیکی به واقعیت تعریف می کنند. دقت عبارت است از توانایی کسب نتایج یکسان در اندازه گیری های مکرر، ابهام را می توان نامشخص بودن داده از نظر مکانی، زمانی و توصیفی دانست. خطا موجود در داده می تواند در فرایند پردازش افزایش یابد و تاثیرات نامعلومی بر تجزیه و تحلیل و تصمیم گیری کاربران نقشه بگذارد. از این رو شناخت منابع خطا از اهمیت خاصی برخوردار است به ویژه شناخت مشکلات طبقه بندی و مرز بندی کلاسها بسیار حائز اهمیت است (Whiteside, 2005). یک روش معمول برای تعیین دقت، استفاده از اطلاعات بدست آمده از منابع مورد اعتماد از جمله عملیات صحرایی یا نقشه های بزرگ مقیاس می باشد.

۲۰-۱ انواع روش های طبقه بندی

به طور کلی بر اساس مشخصات طیفی طبقه بندی تصاویر ماهواره ای به دو شیوه نظارت نشده^{۵۱} و نظارت شده^{۵۲} انجام می پذیرد (شکل ۲۳).



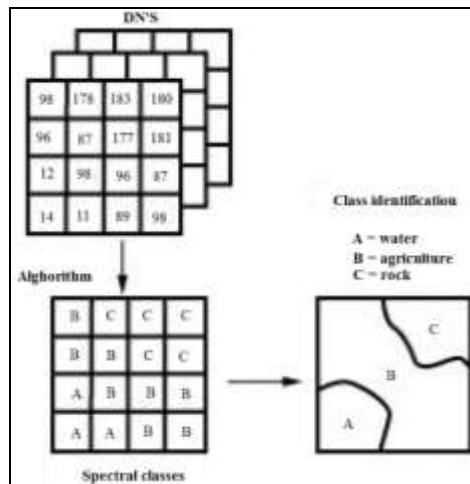
شکل ۲۳) انواع روش های طبقه بندی تصاویر ماهواره ای

^{۵۱} Unsupervised

^{۵۲} Supervised

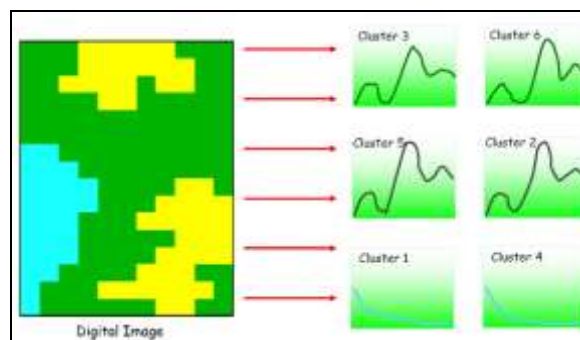
۱-۲۰-۱ طبقه بندی نظارت نشده

در این طبقه بندی نوع و مکان انواع پوشش های زمینی (land-cover types) که قرار است به عنوان کلاس تعیین شوند، معمولاً از قبل شناخته شده نیستند. دلیل این امر این است که اطلاعات زمینی مرجع یا وجود ندارند و یا عوارض سطح زمین در صحنه تصویر برداری شده، خوب تعریف نشده اند. بنابراین از کامپیوتر خواسته می شود که پیکسل های دارای خصوصیات طیفی مشابه از لحاظ برخی معیار های آماری معین را در یک خوشه واحد گروه بندی کند. سپس، کاربر خوشه های طیفی را بر چسب گذاری کرده و آنها را ترکیب کرده و در کلاس های اطلاعات قرار می دهد. (شکل ۲۴).



شکل ۲۴) الگوریتم طبقه بندی نظارت نشده.

در طبقه بندی نظارت نشده تصویر به صورت اتوماتیک توسط کامپیوتر پردازش شده و خوشه هایی با مشخصه های طیفی مجزا ایجاد می گردد (شکل ۲۵).



شکل ۲۵) تولید خوشه هایی با مشخصه های طیفی مجزا در طبقه بندی نظارت شده

طبقه بندی نظارت نشده در سه مرحله کلی انجام می پذیرد:

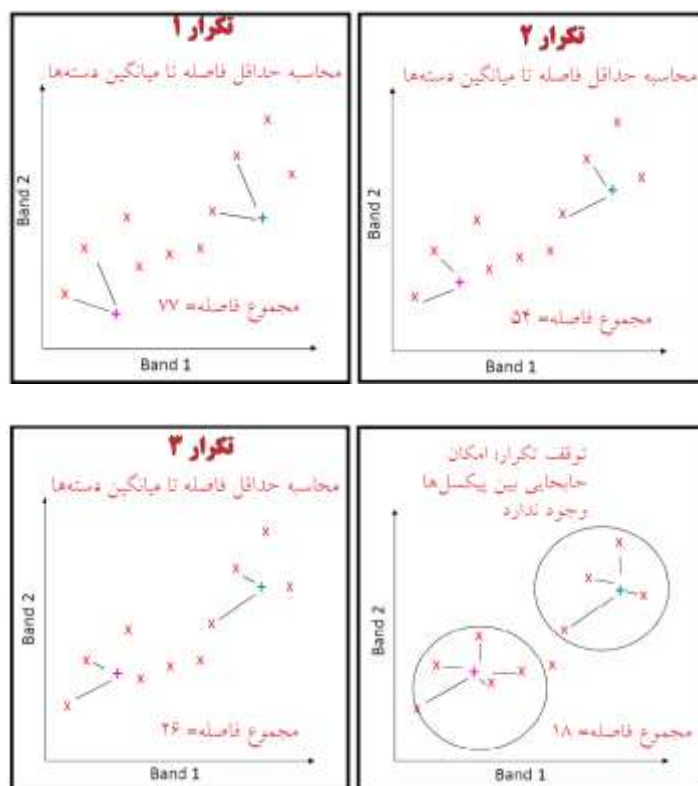
۱- مشخص کردن تعداد کلاسه ها

در این مرحله تعداد کلاسه ها را برای تصاویر موجود تعیین کرده و برای هر کلاس تعریف شده، یک مرکز به عنوان میانگین کلاس تعریف می شود. سپس سیستم با استفاده از الگوریتم های آماری تعداد پیکسل های مربوط به هر کلاس را مشخص می کند. مثلاً؛ ۱۰۰ پیکسل مربوط به کلاس ۱، ۲۱۱ پیکسل مربوط به کلاس ۲.

۲- تغییر مراکز کلاس ها (میانگین کلاس ها)

۳- میانگین جدید (طبقه بندی جدید) ،

با بازگشت به مرحله اول و بررسی این نکته که آیا در هر یک از کلاسه ها فاصله از میانگین بهبود یافته یا خیر. این کار آنقدر تکرار می شود تا زمانی که میانگین تغییر زیادی نداشته باشد (شکل ۲۴) . مهمترین روشی که برای انجام این طبقه بندی توصیه می شود روش ISO data و یا روش K-Means است.



شکل ۲۶) ساختار کلی طبقه بندی نظارت نشده

۲-۲۰-۱ طبقه بندی نظارت شده

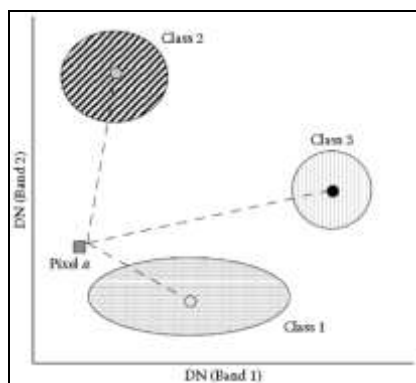
طبقه بندی را در صورتی نظارت شده می نامند که نمونه برداری صورت گرفته باشد. واضح است که نمونه برداری بر اساس آشنایی اپراتور با زمین (نوع کشت و یا گیاهان طبیعی) انجام می شود و این آشنایی مستلزم کار صحرایی است. بسته به نوع مطالعه و نحوه نمونه گیری، که از قبل مشخص شده است، کارشناس نقاطی را انتخاب و در صحرا (با استفاده از GPS) آنها را شناسایی و معمولاً علامت گذاری کرده و یادداشت بر می دارد. ارزش طیفی این نقاط است که کلاسترها را تشکیل می دهد. تداخل کلاسترها می تواند به معنای مشابه بودن ارزش طیفی دو گونه متفاوت باشد. مرحله بعدی در طبقه بندی انتخاب الگوریتم مناسب است.

روش های مختلف طبقه بندی نظارت شده

۱- حداقل فاصله از میانگین^{۵۳}

⁵³ Minimum Distance of mean

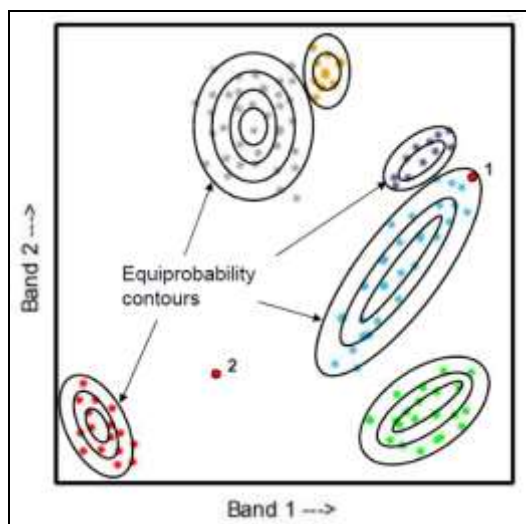
در این تکنیک ابتدا میانگین همه طبقه ها که قبلاً با استفاده از روش تعیین نواحی تعلیمی از همدیگر تفکیک گردیده اند، تعیین و سپس فاصله اقلیدسی بازتاب هر پیکسل را از میانگین تمام طبقه ها محاسبه می کنند. همانطور که در شکل ۲۷ نشان داده شده است هر پیکسل به طبقه ای تعلق می گیرد که کمترین مقدار فاصله را تا میانگین آن طبقه داشته باشد. این نوع طبقه بندی کننده از نظر ریاضی ساده و از نظر محاسباتی کاراست.



شکل ۲۷) تجسم شماتیک طبقه بندی کننده حداقل فاصله از میانگین.

۲- طبقه بندی کننده حداکثر مشابهت

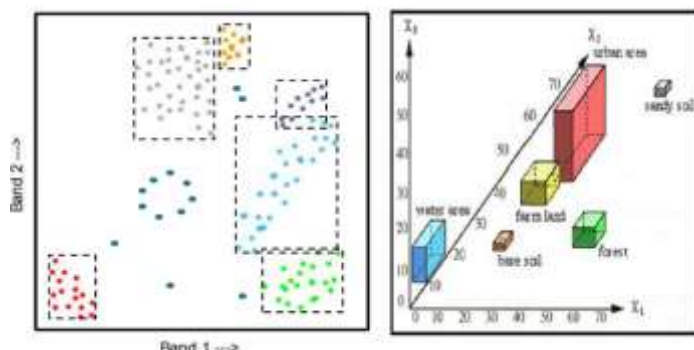
در این روش ارزش بازتابی هر پیکسل ناشناخته براساس واریانس و کوواریانس آن به طبقه واکنش طیفی ویژه تجزیه و تحلیل می شود. در این روش فرض بر این است که توزیع داده های هر طبقه براساس توزیع نرمال در اطراف پیکسل میانگین آن طبقه قرار گرفته اند. این فرض براساس تجارب حاصل از بازتاب انرژی از اجسام، پذیرفته شده است. در عمل، واریانس، کوواریانس و میانگین طبقه های مختلف هر تصویر ماهواره ای، برای طبقه بندی پدیده ها محاسبه می شود (Quinlan, 1986) تا هر یک از پیکسلها به طبقه ای تعلق یابد (شکل ۲۸). که تعلق آن به آن طبقه از احتمال بیشتری برخوردار است.



شکل ۲۸) تجسم شماتیک طبقه بندی کننده حداکثر مشابهت

۳- طبقه‌بندی کننده متوازی السطوح^{۵۴}

در این روش با توجه به دامنه طیفی طبقات نمونه، واریانس ارزش‌های طیفی محاسبه و سپس با استفاده از حداقل و حداکثر ارزش طیفی طبقات نمونه در باندهای مختلف، چهار ضلعی‌هایی ایجاد می‌شوند. پس از ایجاد چهارضلعی‌ها و یا شبکه‌های موازی، پیکسل‌های تصویر بسته به اینکه در کدام یک از چهارضلعی‌ها قرار می‌گیرند طبقه‌بندی می‌شوند (شکل ۲۹).



شکل ۲۹) تجسم شماتیک طبقه بندی کننده متوازی السطوح

۴- طبقه بندی درخت تصمیم‌گیری^{۵۵}

استفاده از درخت‌های تصمیم به عنوان کلاسیفایر در حال حاضر کاملاً کاربردی شده و انواع مختلف پیاده‌سازی آن من جمله C5، C4.5، و ID3 عملاً در کاربردهای متنوع استفاده می‌شود. درخت تصمیم بر اساس آنالیز داده‌های ورودی و به منظور پیدا کردن یک ویژگی^{۵۶} به عنوان مبنای تصمیم‌گیری برای هر نود بکار می‌رود. در هر نود ویژگی‌های مختلف داده‌ها بررسی شده و یک ویژگی که در صورت انتخاب باعث کاهش بی‌نظمی (آنتروپی) می‌شود، گزینش می‌شود. مبنای فعالیت بر همین اساس ایجاد شده است. به طور کلی طبقه بندی درخت تصمیم مطابق با مراحل ذیل انجام می‌شود:

تفکیک کلاس‌ها بر اساس تصمیمات دودویی (شکل ۳۰).

تفکیک پیکسل‌ها به روش سلسله مراتبی

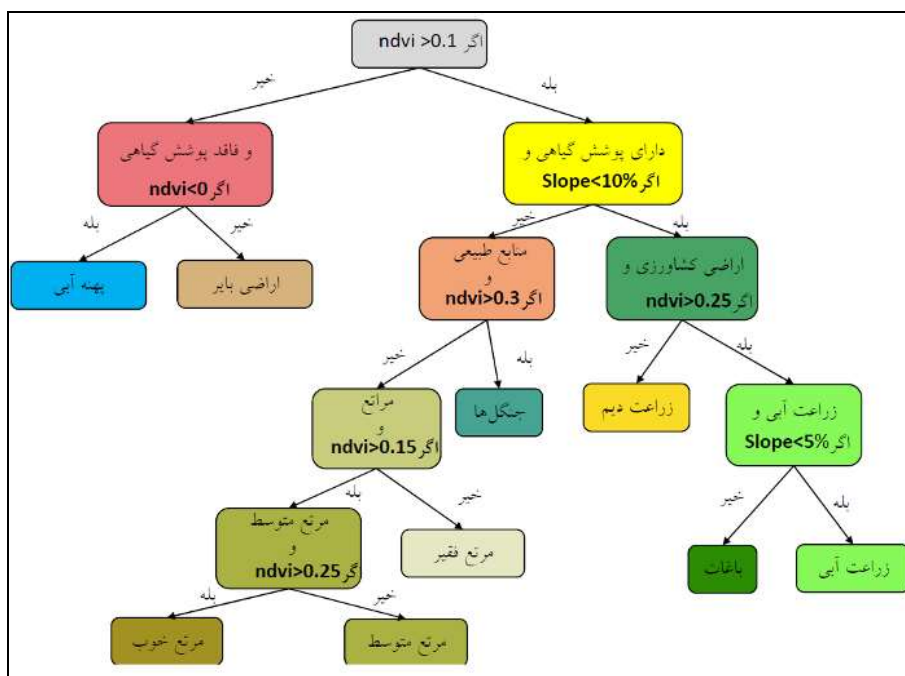
• تصمیم‌گیری بر اساس شروط منطقی (and, or)

رشد درخت از ریشه به برگ

⁵⁴ Parallelepiped classifier

⁵⁵ Decision Tree classifier

⁵⁶ . feature

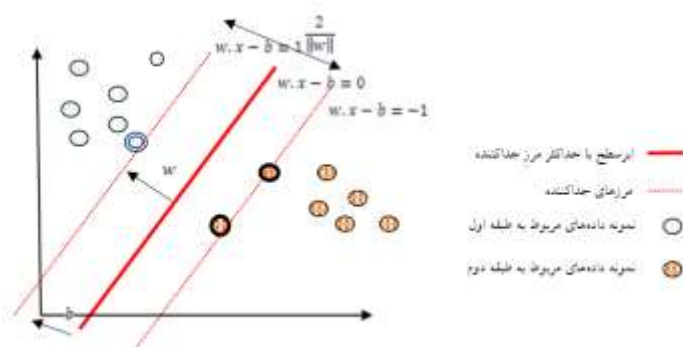


شکل ۳۰ مثالی از طبقه بندی درخت تصمیم

۵-۴ - روش طبقه بندی ماشین بردار پشتیبان (SVM^{۵۷})

فرض کنیم مجموعه نقاط داده را در اختیار دارید و می خواهید آنها را به دو طبقه تفکیک کنیم. هر یک بردار بعدی از اعداد حقیقی است که در واقع همان متغیرهای بیانگر رفتار نرم افزار هستند .

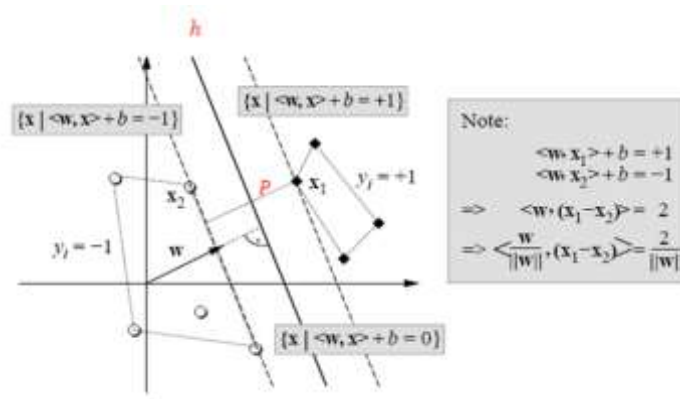
روشهای طبقه بندی خطی، سعی دارند که با ساختن یک ابرسطح (که عبارت است از یک معادله خطی) ، داده ها را از هم تفکیک کنند (Vieira et al, 2012) . روش طبقه بندی ماشین بردار پشتیبان که یکی از روشهای طبقه بندی خطی است، بهترین ابرسطحی را پیدا میکند که با حداکثر فاصله (maximum margin) ، داده های مربوط به دو طبقه را از هم تفکیک کند. به منظور درک بهتر مطلب، در شکل ۳۱ تصویری از یک مجموعه داده متعلق به دو کلاس نشان داده شده که روش ماشین بردار پشتیبان بهترین ابرسطح را برای جداسازی آنها انتخاب می کند..



شکل ۳۱ ابرسطح با حداکثر مرز جداکننده

⁵⁷ . Support Vector Machine

در این شکل داده‌ها دو بعدی هستند یعنی هر داده تنها از دو متغیر تشکیل شده است. نحوه تشکیل ابرسطح جداکننده توسط ماشین بردار پشتیبان در شکل ۳۲ به نمایش درآمده است.



شکل ۳۲) نحوه ساخت ابرسطح جداکننده بین دو طبقه داده در فضای دو بعدی

ابتدا یک convex (پوسته محدب) در اطراف نقاط هر کدام از کلاسها در نظر بگیرید. در شکل ۳۰ در اطراف نقاط مربوط به کلاس ۱- و نقاط مربوط به کلاس ۱+ پوسته محدب رسم شده است. خط p خطی است که نزدیکترین فاصله بین دو پوسته محدب را نشان می‌دهد. H که در واقع همان ابرسطح جداکننده است، خطی است که P را از وسط نصف کرده و بر آن عمود است. b عرض از مبدا برای ابرسطح با حداکثر مرز جداکننده است. اگر b صرف نظر شود، پاسخ تنها ابرسطح‌هایی هستند که از مبدا می‌گذرند. فاصله عمودی ابرسطح تا مبدا با تقسیم قدرمطلق مقدار پارامتر b بر طول w بدست می‌آید. ایده اصلی این است که یک جداکننده مناسب انتخاب شود. منظور، جداکننده‌ای است که بیشترین فاصله را با نقاط همسایه از هر دو طبقه دارد. این جواب درواقع بیشترین مرز را با نقاط مربوط به دو طبقه مختلف دارد و می‌تواند با دو ابرسطح موازی که حداقل از یکی از نقاط دو طبقه عبور می‌کنند، کران‌دار شود. این بردارها، بردارهای پشتیبان نام دارند. فرمول ریاضی این دو ابرسطح موازی که مرز جداکننده را تشکیل می‌دهند در عبارات (۱) و (۲) نشان داده شده است:

$$(۱) \quad w \cdot x - b = 1$$

$$(۲) \quad w \cdot x - b = -1$$

نکته قابل توجه این است که اگر داده‌های تعلیمی به صورت خطی تفکیک‌پذیر باشند، می‌توان دو ابرسطح مرزی را به گونه‌ای انتخاب کرد که هیچ داده‌ای بین آنها نباشد و سپس فاصله بین این دو ابرسطح موازی را به حداکثر رساند. با به کارگیری قضایای هندسی، فاصله این دو ابرسطح عبارت است از $2/||w||$ ، پس باید $||w||$ را به حداقل رساند. همچنین باید از قرار گرفتن نقاط داده در ناحیه درون مرز جلوگیری کرد، برای این کار یک محدودیت ریاضی به تعریف فرمال اضافه می‌شود. برای هر i ، با اعمال محدودیت‌های زیر اطمینان حاصل می‌شود که هیچ نقطه‌ای در مرز قرار نمی‌گیرد:

$$(۳) \quad \text{برای داده‌های مربوط به طبقه اول} \quad w \cdot x_i - b \geq 1$$

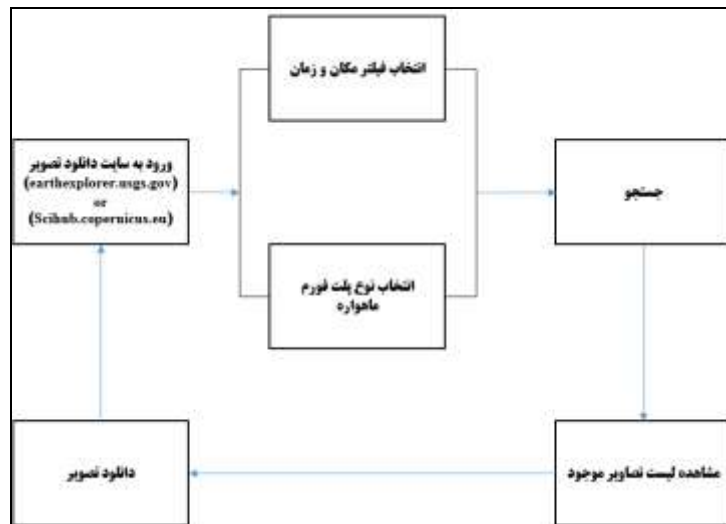
(۴) برای داده‌های مربوط به طبقه دوم $w.x_i - b \leq -1$

می‌توان این محدودیت را به صورت رابطه زیر نشان داد:

$$c_i(w.x_i - b) \geq 1, 1 \leq i \leq n \quad (۵)$$

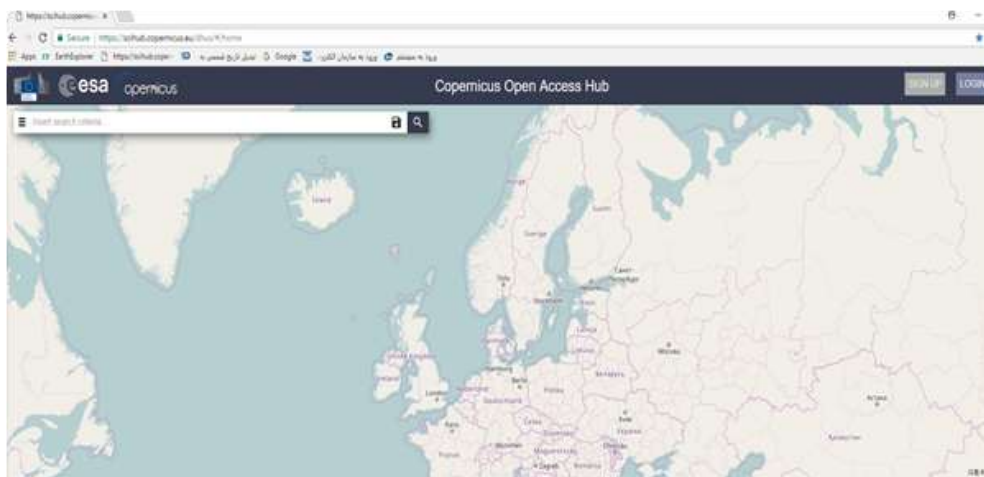
۲۱-۱ دانلود تصاویر SENTINEL2

نمودار جریان (flow chart) نحوه دانلود تصاویر ماهواره ای در شکل ۳۳ ارائه شده است.



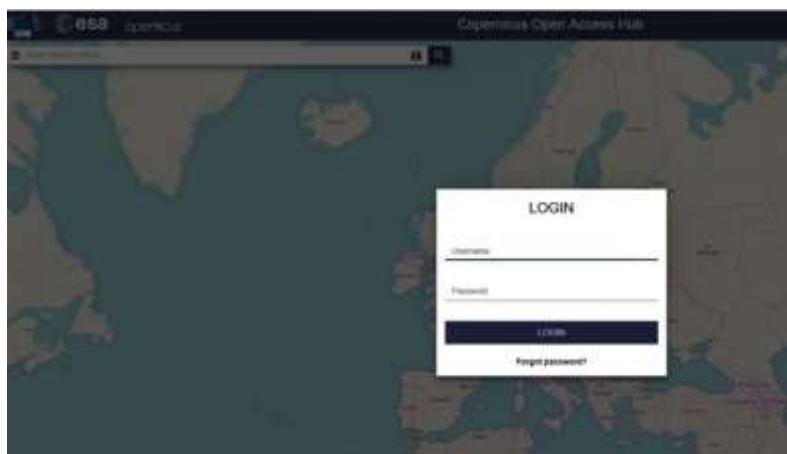
شکل ۳۳) نمودار جریان نحوه دانلود تصاویر ماهواره ای.

۲۱-۱-۱ ورود به سایت [http:// SciHub.copernicus.eu](http://SciHub.copernicus.eu)



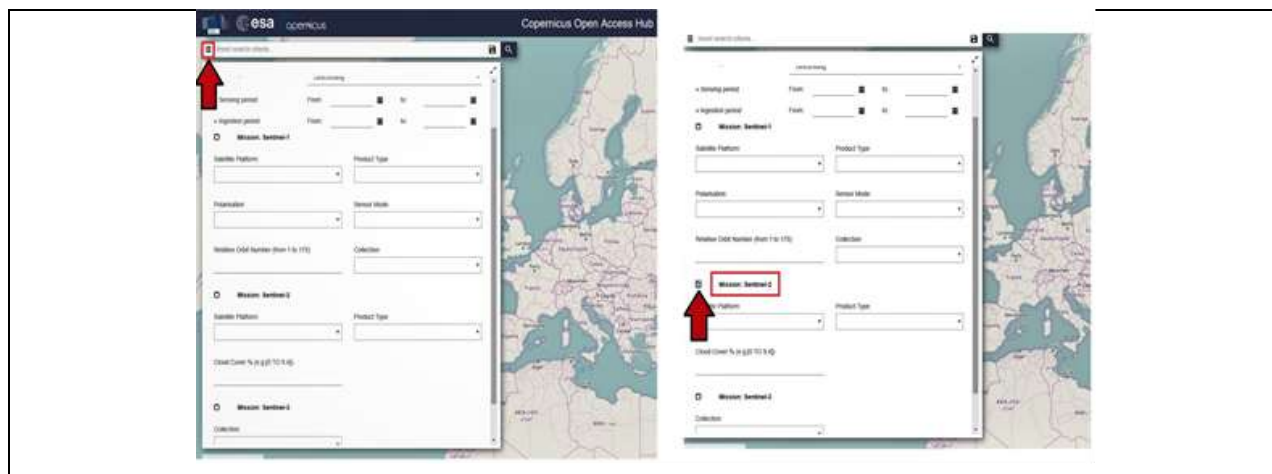
شکل ۳۴) ورود به سایت ماهواره

۱-۲۱-۲ ثبت نام در سایت



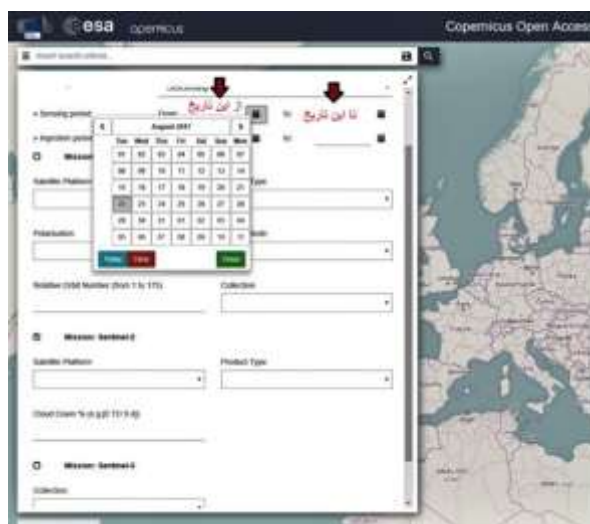
شکل ۳۵ ساخت اکانت

۱-۲۱-۳ تعریف تاریخ و فیلتر زمانی

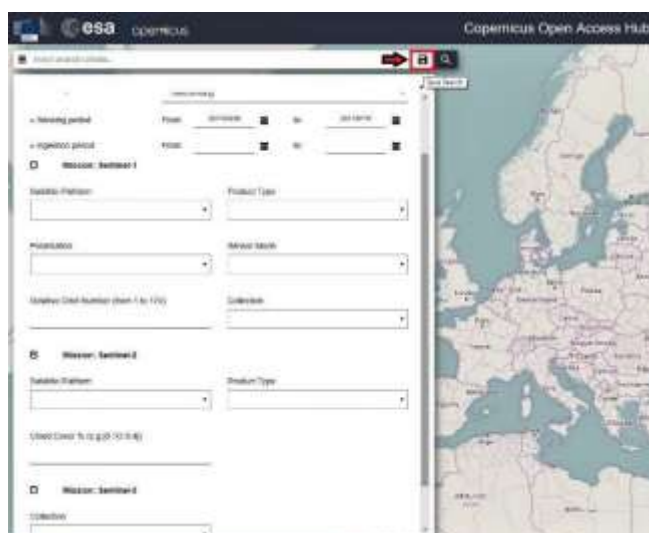


شکل ۳۶ تعریف تاریخ و فیلتر زمانی

۱-۲۱-۴ تعریف بازه زمانی تصویر



شکل ۳۷ تعریف بازه زمانی تصویر



شکل ۳۸ ذخیره سازی دستورات

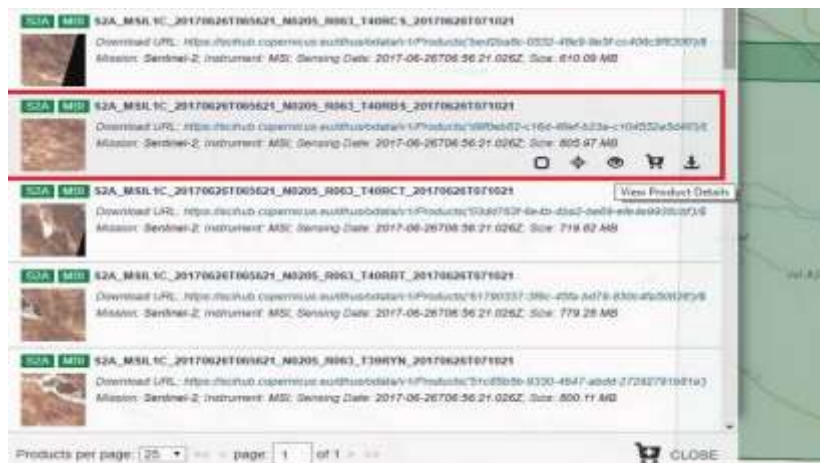


شکل ۳۹ انتخاب محل مورد نظر



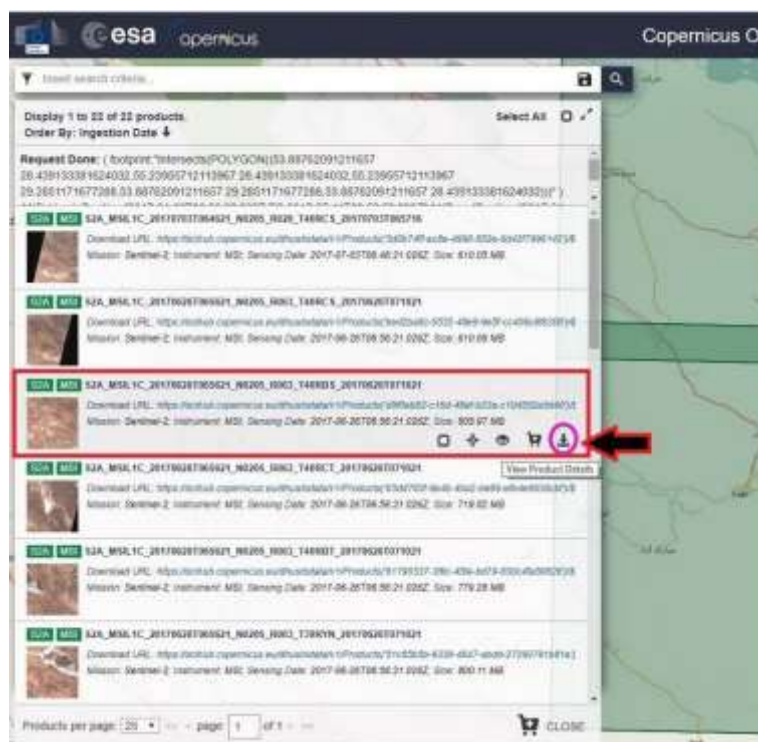
شکل ۴۰ جستجو

۸-۲۱-۱ ارائه کلیه تصاویر موجود در بازه زمانی مورد نظر



شکل ۴۱) ارائه لیست تصاویر موجود در بازه زمانی مورد نظر

۹-۲۱-۱ دانلود تصویر مورد نظر



شکل ۴۲) دانلود تصویر مورد نظر

فصل دوم
مطالعه تطبیقی

تولید در گیاهان به طور مستقیم به فعل و انفعال بین انرژی خورشید و سطح گیاهان بستگی دارد (Knippling, 1970). بنابراین تکنیکهای سنجش از دور از طریق اندازه گیری این انرژی می توانند در اندازه گیری تولید در گیاهان مورد استفاده قرار گیرند. یکی از روشهای کارآمد جهت پایش محصولات کشاورزی استفاده از شاخصهای طیفی است. شاخصهای گیاهی در ابتدا در دهه ۱۹۷۰ برای پایش چشم اندازهای زمینی توسعه داده شده و به صورت موفقیت آمیزی جهت برآورد شرایط پوشش گیاهی، تولید اولیه و فرآیندهایی مانند: تبخیر و تعرق گیاهی مورد استفاده قرار گرفتند. (Anderson, 1991) شاخصهای گیاهی روی همه پیکسلهای تصویر در یک زمان و مکان بدون توجه به شرایط سطح زمین اعمال می شوند. به طور کلی به منظور برآورد پارامترهای بیوفیزیکی گیاهان (بایومس، شاخص سطح برگ) با استفاده از داده های سنجش از دوری از دو روش فیزیکی و آماری استفاده می شود. از بین روشهای آماری، استفاده از شاخصهای طیفی به دلیل سهولت استفاده از آنها و داشتن رابطه با متغیرهای فیزیکی، همیشه مورد توجه قرار داشته اند. (Baret, & Guyot, 1991) در دهه هشتاد میلادی برای اولین بار در ایالت متحده آمریکا کشاورزی دقیق (Precision agriculture) برای حل مسائل زیست محیطی مربوط به کشاورزی مانند استفاده از سموم و کود، مطرح شد. کشاورزی دقیق یا کشاورزی خاص مکانی نوعی نگرش نو در مدیریت مزرعه است. به زبانی ساده، کشاورزی دقیق سیستمی است که تولیدکننده به وسیله آن تغییرات و غیر یکنواختی های داخل مزرعه خود را شناسایی کرده و با مدیریت آن، در پی افزایش تولید محصولات زراعی و افزایش بهره وری بر می آید. کشاورزی دقیق در تمامی مراحل کاشت، خاک ورزی، کوددهی، مبارزه با آفات، تشخیص بیماری ها یا کمبودها و سیستم های آب و آبیاری کاربرد مؤثر دارد (فرید حسینی، ۲۰۱۲). کشاورزی دقیق با هدف افزایش راندمان تولید، بهبود کیفیت محصولات، استفاده بهینه از مواد شیمیایی، صرفه جویی در انرژی و حفاظت از آب و خاک عمل می کند. برای کشاورزی دقیق ابزارهایی کلیدی مانند اطلاعات، فن آوری و مدیریت لازم است. می توان گفت مهم ترین و با ارزش ترین منبع موجود در دسترس کشاورز، اطلاعات می باشد. اطلاعات دقیق و به روز در تمامی مراحل تولید مانند مشخصات محصول، خصوصیات خاک، نیاز کودی، جمعیت علف های هرز و حشرات برای کشاورزان مهم است. GIS می تواند برای تولید نقشه های عملیاتی مزارع کاربرد فراوانی داشته باشد و همچنین اطلاعات مربوط به اندازه گیری مداوم ویژگی های خاک، وضعیت محصول، مراحل مختلف برداشت و پس از برداشت را برای تصمیم گیری و مدیریت بهتر در دسترس کشاورز قرار دهد.

با توجه به نکات مذکور و نیز عنایت به اینکه اکثر کشورهای دارای کشاورزی مکانیزه و صنعتی، آمار دقیقی از سرانه های کشاورزیشان دارند که به آنان در فرایندهای مختلف برنامه ریزی یاری می رساند، کمبود این داده ها در کشور ما کاملاً مشهود و بارز می نماید. این فقدان اطلاعات نه تنها در خصوص گندم، بلکه در مورد اکثر محصولات کشاورزی ایران نیز به چشم می خورد و ضرورت مطالعات بیشتری را در این زمینه ایجاد می کند. تنگنای دیگری که برنامه ریزان و محققان را مجبور به استفاده از داده های ماهواره ای و تکنیکی عصر حاضر می سازد، دقت و صحت اطلاعات پایه آن و همچنین نقص و کاستی سایر روشهای آماری است. بیشتر مطالعاتی که در زمینه تفکیک و تشخیص گیاهان با استفاده از تصاویر چند زمانه صورت گرفته است، مربوط به غلات می باشد (درویش زاده، ۱۳۹۰).

ضیانیان (۱۳۷۹) ، به بررسی بازتاب محصولات مختلف کشاورزی و ارتباط آن با درجه روشنایی در تصاویر IRS استان همدان پرداخت. Meng et al, 2012 با مقایسه روش های پیکسل پایه و شیء گرا در شناسایی تغییرات، نتیجه گرفت که روش شیء پایه با دقت بالاتری پدیده ها را شناسایی می کند. نتایج تحقیق ایشان نشان می دهد که ترکیبی از (OBIA Object Based Image Analysis) و تکنیک های (Data Mining) DM برای فرآیند طبقه بندی مزارع نیشکر بسیار کارآمد و امیدوار کننده است. برای سری زمانی لندست استفاده شد، در نتیجه تولید نقشه های موضوعی مورد نظر با عنوان برداشت نیشکر آماده شد. دقت طبقه بندی در حد بالای ۵۰۰ نقطه برآورد شده است که سابقاً چنین دقتی در طول پروژه استفاده نمی شد. به کمک تحلیل ماتریس خطا و کاپا تست سطح معنی دار بودن انجام شد. آمار نشان داد که طبقه بندی به دست آمده دارای دقت کلی ۹۴٪ و ضریب کاپا از ۰/۸۷ بود.

Navulur, 2006 داده های چند طیفی را برای طبقه بندی پوشش های اراضی در اتریش به روش شیء گرا آزمودند، نتایج نشان داد که روش یادشده علاوه بر دقت بالای طبقه بندی و صرفه جویی در وقت و هزینه ها قابلیت انطباق داده های با قدرت تفکیک مکانی و زمانی متفاوت را نیز دارا می باشد. میرباقری و همکاران (۱۳۸۴) ، در تحقیق خود با عنوان تخمین عملکرد گندم دیم استان زنجان با استفاده از تصاویر سنجنده MODIS^{۵۸} در استان زنجان با استفاده از مدل رگرسیون به نتایجی دست یافت که از آن جمله می توان به نکات زیر اشاره کرد؛ مشکل اساسی در بحث تخمین عملکرد گندم دیم، تفکیک کلاس کاربری اراضی دیم است. با توجه به اینکه در کشت دیم تنها ورودی سیستم رشد بارندگی و دما است، در صورتی که بتوان اراضی دیم را از اراضی آبی و مراتع جدا نمود می توان تخمینی مناسب از اراضی دیم را محاسبه کرد. پیشنهاد نهایی میرباقری انجام تحقیقی مشابه بر روی گندم آبی در منطقه ای با خصوصیات مشابه ولی با گستردگی بیشتر اراضی آبی بود. لذا تحقیقی جهت ارزیابی توان تخمین عملکرد با استفاده از شاخص پوشش گیاهی NDVI و LAI تولیدی از آن به انجام رسید. Arikan, 2004 در ترکیه با طبقه بندی مرحله به مرحله و با اعمال پردازش های متناوب در تصاویر +ETM اقدام به تهیه نقشه غلات نمودند.

Wardlow et al, 2006 به بررسی روند زمانی داده های شاخص های گیاهی برای طبقه بندی مزارع بزرگ کشاورزی شامل یونجه، ذرت، سویا و گندم با استفاده از ۱۲ تصویر MODIS با قدرت تفکیک ۲۵۰ متر پرداخته و با توجه به روندهای زمانی متفاوت شاخص های EVI و NDVI کلاس های مختلف را از هم تفکیک کردند و نتایج آنها نشان داد که تفکیک پذیری غلات در دوره بلوغ محصولات نسبت به دوره رشد محصولات چشمگیرتر می باشد.

Foody & Mathur, 2006 در طبقه بندی سه کلاس گندم پاییزه، جو بهار و نیشکر بر روی تصاویر سنجنده SPOT_HRV الگوریتم های مختلف آموزش داده ها در روش SVM را بررسی نمودند. نتایج آنها نشان داد که دقت کلی حاصله از الگوریتم های مختلف تقریباً یکسان بوده و همچنین دقت طبقه بندی برای گندم در حدود ۸۰ درصد و برای جو در حدود ۷۶ درصد می باشد. کمالی و همکاران (۱۳۹۰) ، افزایش تراکم در مزارع باعث پایین آمدن قابلیت تصاویر ماهواره IRS در تخمین عملکرد گندم آبی می شود. استفاده از شاخص سطح برگ تولید شده از NDVI برای تخمین عملکرد باعث کمتر شدن اثر تراکم پوشش مزرعه بر کارایی شاخص LA دارد. مراحل مختلف رشد گیاه گندم بر روی زمان مناسب برای

⁵⁸ Moderate resolution imaging spectroradiometer or modis

تخمین عملکرد تأثیر مستقیم دارد. بهترین زمان برای تخمین عملکرد با استفاده از NDVI ابتدای دوره ساقه دهی گندم آبی می باشد برای تخمین بوسیله LAI بهترین زمان اواسط دوره دوره ساقه دهی گندم می باشد. پیشنهاد می شود کارایی دیگر شاخص ها نظیر SAVI نیز در تخمین عملکرد مورد ارزیابی قرار گیرد. پیشنهاد می شود این تحقیق با تعداد نمونه های زمینی بیشتری به انجام برسد تا بتوان یک تئوری مسلم در مورد تخمین عملکرد با استفاده از داده های ماهواره ای ارائه کرد. پیشنهاد می شود کارایی دیگر تصاویر ماهواره ای نیز در بحث تخمین عملکرد مورد آزمون قرار بگیرد. قدیری (۱۳۸۳) ، روش تحلیل تشخیص پیکسل مبنا در تفکیک گندم از سایر محصولات دقیق تر از روش پلیگون مبنا عمل می کند. زیرا با تغییرنمونه های آموزشی از سطح پلیگون به پیکسل تعداد نمونه های آموزشی افزایش یافته و احتمال نرمال بودن داده ها که یکی از فروض تابع تشخیص می باشد افزایش می یابد. از طرف دیگر در روش پیکسل مبنا تمامی داده های آموزشی هم اندازه و همگن بوده و برخلاف روش پلیگون مبنا دیگر با تغییر اندازه نمونه آموزشی احتمال تغییر میزان متغیر وجود ندارد. از طرف دیگر قطعه بندی چند مقیاسه یک فرایند طیفی _ مکانی می باشد ولی طبقه بندی پلیگون مبنا تنها از خصوصیات طیفی استفاده کرده است و این خود عاملی مهم در جهت ایجاد خطا می باشد. خلاقی (۱۳۸۵) ، نیز در تحقیق خود از روشهای پیکسل پایه و شیء گرا در آشکارسازی تغییرات خط ساحل دریای خزر استفاده نموده و بر کارآمدی روش شیء گرا تأکید می کند. فیضی زاده و همکاران (۱۳۸۶) ، در طبقه بندی به روش استفاده از شاخص های پوشش گیاهی (PVI-NDVI-SAVI) برای تهیه نقشه های استفاده از اراضی در اقلیم نیمه خشک و با داده های سنجنده ETM+ و سنجنده Liss III ، بهترین پاسخ و بالاترین دقت را شاخص PVI سنجنده های ETM+ و Liss III معرفی کرده است. استفاده از شاخص های پوشش گیاهی مانند NDVI، SAVI و PVI می تواند به عنوان اطلاعات کمکی و جانبی (به ویژه در طبقه های کشاورزی، جنگل و مرتع) موثر واقع شود، اما به تنهایی (به ویژه در تعیین نقشه های با تعداد کلاس یا طبقه زیاد) نمی تواند روشی مناسب برای طبقه بندی تصاویر ماهواره ای باشد. متکان و همکاران (۱۳۸۶) ، با ارائه معادله ای برای روش RGB Change Detection نشان داده اند که می توان به دقت کلی ۹۲٪ رسید و نتایج زیر را گزارش داده اند: نتایج به دست آمده از تفسیر تصاویر دو زمانه ماهواره SPOT برای تهیه نقشه سطح زیر کشت گندم نشان داد که با استخراج تقویم زراعی محصولات مختلف کشاورزی، نمونه برداری دقیق، انتخاب ماهواره و برنامه ریزی منظم برای تصویربرداری امکان تعیین سطح زیر کشت گندم با دقت مناسب فراهم می گردد. با انجام تحلیل های آماری و شناخت از تغییرات بازتاب محصولات کشاورزی، اراضی تحت کشت گندم با روش RGB Change Detection، با رنگهای زرد و مشابه آن از سایر اراضی تفکیک گردید. مهمترین مشکل در استخراج اراضی زیر کشت گندم تفاوت زیاد در بازتاب مزارع گندم در داده های زمان دوم می باشد. بررسی ها نشان داد که عامل اصلی تفاوت در بازتاب اراضی زیر کشت گندم، عدم برداشت همزمان مزارع گندم توسط کشاورزان است که این امر از عدم دسترسی به وسایل برداشت محصول گندم ناشی می شود. عامل دیگر افزایش تفاوت بازتاب ها، چرای دام و عامل باد است که عمدتاً در فصل تابستان در این منطقه غالب می باشند. کلیه این تغییرات موجب تفاوت بیشتر در بازتاب مزارع گندم برداشت شده و برداشت نشده می شود. از این رو برای افزایش دقت طبقه بندی این مزارع لازم است تا حجم نمونه های آموزشی بیشتری معرفی گردد و این نمونه ها با دقت بالایی برای طبقه بندی انتخاب شوند. بدین ترتیب شاخص ایجاد شده در این تحقیق، در باندهای نظیر، تفاوت بازتاب اراضی

گندم برداشت شده و برداشت نشده را به حداقل رسانده و امکان استخراج این اراضی را با دقت مناسب فراهم می سازد. ساروئی و همکاران (۱۳۸۶) ، در تهیه نقشه اراضی زیر کشت برنج در شمال کشور داده های TM را به کار برده اند. آنها در تحقیق خود از طبقه بندی کننده حداکثر همانندی استفاده کرده و نقشه اراضی زیر کشت گندم را با صحت کلی ۹۸/۳۹ درصد تهیه کرده اند. فیضی زاده (۱۳۸۶) ، در رساله کارشناسی ارشد خود روش پیکسل پایه و شیء گرا را در فرایند تهیه نقشه های کاربری اراضی مورد مقایسه قرار داده و نتیجه می گیرد روش شیء گرا در مقایسه با روش پیکسل پایه در تهیه نقشه های کاربری اراضی از دقت بیشتری برخوردار است. سرمیدیان و همکاران (۱۳۸۶) ، طی پژوهشی با مقایسه روش طبقه بندی شیء گرا و پیکسل مبنا نتیجه گیری می کنند که روش شیء گرا برای شناسایی کاربری ها در مناطق خشک و نیمه خشک مناسب می باشد. فیضی زاده و همکاران (۱۳۸۶) ، بیان می کنند که داده های سنجش از دور از توانایی بالایی در استخراج انواع نقشه های کاربری اراضی و همچنین ارزیابی تغییرات کاربری برخوردارند. ایشان در پژوهش خود از روش نوین شیء گرا برای طبقه بندی تصاویر استفاده کرده اند نتیجه گیری می کنند که ضرایب ارزیابی صحت استخراج شده، نشان دهنده دقت بالای این روش طبقه بندی است. عاشورلو (۱۳۸۷) ، در پژوهشی از سنجش از دور جهت ارائه شاخص برای استخراج اراضی زیر کشت گندم در شهرستان های نیمه شمالی استان همدان استفاده کرده اند. داده های تحقیق ایشان شامل تصاویر ماهواره spot سال ۲۰۰۵ و نمونه برداری زمینی می باشد. نتایج نشان داد که مزارع گندم در این شاخص دارای اعداد بالای صفر و اعداد سایر مزارع زیر صفر می باشد. هلالی و همکاران (۱۳۸۸) ، در تحقیق خود الگوریتم طبقه بندی پیکسل پایه حداکثر احتمال و الگوریتم طبقه بندی نزدیک ترین همسایه شیء گرا در طبقه تصاویر سنجنده HDR ماهواره SPOT 5 مورد مقایسه قرار دادند. به منظور مقایسه نتایج، نقشه کاربری اراضی استان آذربایجان غربی با هر دو روش تهیه شده است. مقایسه نتایج مربوط به صحت کلی طبقه بندی ها نشان می دهد که روش طبقه بندی شیء گرا با افزایش دقت معادل ۷٪ در هر دو شاخص صحت کلی و کاپا، در طبقه بندی تصاویر ماهواره ای از دقت بالاتری برخوردار است. نتایج این تحقیق در استخراج نقشه های کاربری اراضی استان آذربایجان شرقی و آشکارسازی تغییرات کاربری ۳۰ ساله محدوده بالادست سد ستارخان مورد استفاده قرار گرفته است. ضیائیان (۱۳۸۸) ، در پژوهشی اقدام به تهیه نقشه و تخمین سطح زیر کشت گندم در شهرستان ساری با استفاده از تصاویر ماهواره ای رادارست^{۵۹} پرداخت. بعد از همسان سازی مختصات داده های موجود، از روشهای متفاوت پردازش تصویر از جمله طبقه بندی تصاویر بر مبنای روش حداکثر مشابهت (MLC) برای شناسایی و تمیز زمین های گندمکاری استفاده شد. مقایسه نتایج به دست آمده با نقشه های کشت گندم موجود بیانگر آن است که روشهای دسترسی به آمار کشاورزی از طریق فناوریهای سنجش از دور، بسیار دقیق تر از روشهای سنتی کسب آمار و اطلاعات مکانی است. صاحبی (۱۳۸۸) ، در پژوهش خود دقت روش های بیشترین شباهت و SVM تصاویر TM و ETM+ را مورد بررسی قرار داد. نتایج حاصل، دقت روش SVM را در مجموع بهتر از روش بیشترین شباهت ارزیابی نموده است. اختلاف دقت طبقه بندی دو روش در مورد تصویر TM بسیار کم و در حدود یک درصد و در تصویر ETM+ (دقت کلی بالای ۹۲٪) پیشنهاد می گردد. با انتخاب روش SVM به عنوان طبقه بندی بهینه، تغییرات کاربری اراضی حوضه آبخیز طالقان در فاصله زمانی ۱۹۸۷-۲۰۰۰ استخراج گردید.

⁵⁹ RADARSAT

بردیده وهمکاران (۱۳۸۹)، در پژوهشی با هدف برآورد سطح زیر کشت گندم در شهرستان ارسنجان از فناوری سنجش از دور استفاده کرده اند. از تصاویر ماهواره ای SPOT4، SPOT5 در دو گذر زمانی و نرم افزارهای ARCGIS و PciGeomatics استفاده و عملیات برداشت نقاط تعلیمی بصورت میدانی و با استفاده از GPS انجام شده است. پس از اخذ تصاویر جهت اطمینان از زمین مرجع بودن آنها با استفاده از نقشه های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ صحت مکان مرجع کنترل گردید. به منظور آشنایی اولیه از نحوه پراکنش پوشش گیاهی در شهرستان، طبقه بندی نظارت نشده با الگوریتم ISO DATA بر اساس توان تفکیک طیف انجام گرفت و پس از آن بر اساس نمونه های زمینی برداشت شده طبقه بندی نظارت شده با الگوریتم Maximum Likelihood With Null Class انجام شده است. همچنین بمنظور افزایش توان تفکیک پذیری گندم از سایر محصولات از شاخص های مختلف از جمله شیب شاخص پوشش گیاهی NDVI و شاخص پوشش خاک NBSI استفاده شده است. پس از اینکه نتایج اولیه حاصل شد. کلیه پارامترهای تفکیک پذیری مربوطه بررسی و بهترین ترکیب طبقه بندی نظارت شده انتخاب گردید. سپس کلاسه های مورد نظر توسط دو فیلتر Sieve و Mode ویرایش شد. در مرحله نهایی ارزیابی دقت انجام و نتایج محاسبات و برآورد سطح در قالب جدول و نقشه شهرستان استخراج گردید آل شیخ (۱۳۸۹)، روشی جدید برای استخراج خودکار خطوط ساحلی از تصاویر ماهواره ای با قدرت تفکیک بالا ارائه می دهد. روش پیشنهادی بر مبنای قطعه بندی فازی بوده که در آن از آنالیز هیستوگرام رنگ جهت تعیین تعداد کلاسه ها و از الگوریتم ژنتیک برای بهینه سازی ماتریس قطعه بندی فازی استفاده شده است. ابتدا تصویر ماهواره ای با استفاده از روش طبقه بندی فازی پیشنهادی به چندین کلاس همگن طبقه بندی شده و سپس با استفاده از فیلتر مرفولوژی، نویز موجود در تصاویر کاهش می یابد. آنگاه با کمک الگوریتم آستانه گذاری، خطوط ساحلی استخراج می گردند. برای ارزیابی روش ارائه شده از تصاویر ماهواره ای آیکنوس در منطقه کنارک در چابهار ایران استفاده شد. نتایج نشان می دهد که ۹۵٪ از خطوط استخراجی با این الگوریتم در محدوده حریم سه پیکسلی خط مبنا قرار گرفته اند که این نتایج بیانگر دقت بالای الگوریتم پیشنهادی است. خداکرمی و سفیانیان (۱۳۹۰)، در پژوهشی از سنجش از دور چند زمانی در تعیین سطح زیرکشت گندم در استان همدان استفاده کرده اند. استان همدان بر اساس تفاوت اقلیمی و تفاوت در کاشت و برداشت، ۳ سری زمانی ۱۵ فروردین، ۸ اردیبهشت و ۲۸ مرداد بهترین سری های زمانی تشخیص داده شدند. نتایج ارزیابی صحت نقشه های الگوی کشت به دست آمده از اعمال آنالیز جبر بولین و طبقه بندی نظارت نشده بر روی ترکیب باندی شاخص های گیاهی حاصل از سه سری زمانی تصاویر نشان داد که دقت و صحت نقشه های کشت حاصل از اعمال آنالیز جبر بولین بیشتر از نتایج حاصل از طبقه بندی نظارت نشده حاصل از سه سری زمانی تصاویر ماهواره ای بود. اما روش دوم نسبت به روش اول به دلیل صرف زمان کمتر برای تعیین حد آستانه و تفکیک پوشش سبز و غیرسبز و هم چنین پیچیدگی کار با جبر بولین، ساده تر می باشد. رنگزن (۱۳۹۰) در پژوهشی به شناسایی و تخمین سطح زیر کشت گندم با استفاده از داده های بهنگام سنجنده هایپریون در منطقه جنوب شوشتر پرداخته اند. تصاویر هایپرون دریافتی دارای خطاهای هندسی و اتمسفری بود که با استفاده از تصویر سنجنده ALI و نقاط برداشتی با GPS خطای هندسی رفع گردید. همچنین برای کاهش نویز با استفاده از دستگاه فیلداسک اقدام به برداشت طیف گیاهان و خاک بایر منطقه شد. با تطبیق طیف گیاه و خاک، تصحیحات اتمسفری با استفاده از روش Empirical line انجام شد. برای کاهش تعداد باندها از روش PCA استفاده گردید. سپس الگوریتم نگاشت زاویه طیفی برای تفکیک

گیاهان زراعی ذرت های دو ماه، سه ماه و گندم استفاده گردید. میزان دقت حاصل از الگوریتم SAM ۹۳ درصد برآورد گردید. اکبری (۱۳۹۱) ، در پژوهشی با هدف برآورد سطح تراکم کشت با استفاده از اطلاعات ماهواره ای در منطقه از زاینده رود از سنجش از دور استفاده کرده است. وی در این پژوهش سطح و تراکم کشت در شبکه های آبیاری حوضه زاینده رود با استفاده از یک سری زمانی از اطلاعات ماهواره AVHRR/NOAA که به آسانی قابل دسترس است، تعیین شد. نتایج نشان داد تراکم کشت در شبکه های نکوآباد و آبشار به دلیل کشت دو محصول در سال از جمله گندم و جو در زمستان و گندم و سبزیجات در تابستان نسبتاً بالا و بین ۷۲ تا ۸۱ درصد است. این نتایج نشان داد که از اطلاعات ماهواره ای موجود می توان به عنوان یک ابزار مناسب و قابل اعتماد در بررسی سطح زیر کشت و مدیریت آبیاری حوضه و شبکه آبیاری استفاده نمود. علیپور (۱۳۹۱) ، در پژوهشی به تفکیک محدوده و برآورد سطح زیر کشت محصولات کشاورزی مزرعه نمونه آستان قدس رضوی با استفاده از تصاویر ماهواره ای ETM+ پرداخته است. جهت طبقه بندی تصویر از روش طبقه بندی نظارت شده شامل حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی استفاده شد. جهت ارزیابی صحت نتایج طبقه بندی، نقشه تولیدی با نقاط واقعیت زمینی مورد بررسی قرار گرفت. مساحت های سطح زیر کشت محاسبه شده از نقشه طبقه بندی به روش حداکثر احتمال و شبکه عصبی توانست به ترتیب با اختلاف متوسط ۸/۱۶ و ۲/۱۴ درصد با اطلاعات مساحت های موجود در مزرعه آستان قدس مساحت محصولات مختلف را تخمین بزند. نتایج این تحقیق نشان داد که تصاویر ماهواره ای از قابلیت بالایی برای تفکیک سریع اراضی زراعی و تهیه نقشه انواع محصولات در منطقه و تعیین سطح زیر کشت با دقت نسبتاً مناسب در مقیاس منطقه ای برخوردار است. علی آبادی (۱۳۹۳) ، در تحقیق خود از شاخص ndvi استخراج شده از سنجنده ALOS AVNIR-2 به منظور پیش بینی میزان بایومس منطقه آمل در شمال کشور استفاده کرده است. نتایج نشان داد که مقدار ضریب تعیین در مدل رگرسیون خطی ۶۱ درصد و در مدل cross validation ۵۱ درصد می باشد. بر اساس اطلاعات به دست آمده از این تحقیق میتوان بیان نمود که با استفاده از تصاویر ماهواره ALOS امکان تخمین بایومس با دقت خوبی وجود دارد.

بیگدلی و همکاران (۱۳۹۴) ، در پژوهشی آنالیز تفکیک پذیری طیف های حاصل از مشاهدات میدانی ارقام گندم و جوی ایرانی در مراحل مختلف رشد آن ها با استفاده از شاخص های گیاهی مورد بررسی قرار گرفت. به همین منظور منحنی رفتار طیفی مربوط به ۹ رقم گندم و ۵ رقم جو در چهار مرحله از مقاطع رشد اندازه گیری شد. نتایج نشان می دهد که در مرحله سوم مشاهداتی، شاخص های بیشتری می توانند تعداد ارقام بیشتری را از همدیگر تفکیک کنند. این مطلب نوید بخش امکان تهیه ی نقشه ارقام مختلف گندم و جو بر اساس داده ای سنجش از دوری است. صیادی و همکاران (۱۳۹۵) ، در پژوهشی از سنجش از دور جهت برآورد سطح زیر کشت و ضریب گیاهی گندم در منطقه ای در دشت میان دورود صورت استفاده کرده اند. به این منظور از تصاویر سنجنده OLI استفاده شد. نتایج نشان داد که با استفاده از سه نقشه در تاریخ های انتخابی، سطح زیر کشت گندم به ترتیب با دقت ۸۶، ۸۵ و ۹۲ درصد محاسبه شد. فرزاد مهر و تباهی بجستانی (۱۳۹۶) ، در پژوهشی با عنوان تعیین قابلیت تصاویر ماهواره ای لندست ۸ در تخمین سطح زیر کشت زعفران با استفاده از سنجش از دور در منطقه شهرستان تربت حیدریه انجام دادند. در این مطالعه به منظور تعیین قابلیت تصاویر ماهواره ای لندست ۸ در برآورد و ارزیابی سطح زیر کشت محصول زعفران در شهرستان تربت حیدریه، پس از اعمال پیش

پردازش های اولیه بر روی تصاویر ماهواره ای با استفاده از روش های معمول پردازش تصاویر ماهواره ای، از جمله ترکیب باندی رنگ کاذب، آنالیز مؤلفه های اصلی، شاخص های گیاهی طبقه بندی نظارت شده اراضی تحت کشت زعفران شناسایی شدند. مساحت سطح زیر کشت 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 منطقه ای برخوردار است. Bannari et al, 2005 در کانادا برای تفکیک مزارع کشاورزی شامل گندم و حبوبات از تصاویر hyperspectral و IKONOS استفاده کردند. آنها با تکیه بر شاخص سبزینگی به این نتیجه رسیدند که تصاویر hyperspectral به دلیل قدرت تفکیک بالاتر آن در محدوده طیفی SWIR نسبت به IKONOS ارجحیت دارد. 1982, Bartlett & Thompson در ایالات تگزاس با استفاده از مدل Lacie از رابطه خطی بین بازتاب طیفی محصولات کشاورزی در طول فصل رشد، بازدهی گندم را با داده های MSS برآورد نمودند. با ترکیب این رابطه با اطلاعات هواشناسی - کشاورزی دقیق میتوان به نتایج قابل قبولی رسیدند. Duseck & Jackson, 1985 به بررسی بازتاب طیفی گندم در طول دوره رشد پرداختند و تمام شرایط از قبیل آبیاری، شرایط رشد، شاخص NDVI و رطوبت خاک را مورد نظر قرار دادند و به شاخص گندم با استفاده از دستگاه رادیومتر رسیدند. داده های راداری با استفاده از روش های object والگوریتم polarimetric توسط Hoekman & Vissers, 2003 در کانادا استفاده گردید و با دقت ۹۶ درصد محصولات مختلف کشاورزی از جمله گندم تفکیک شدند. Carlson & Ripley, 1997 طی تحقیقی نشان دادند که میزان NDVI وابستگی شدیدی به تاج پوشش داشته، البته تا زمانی که به تراکم زیاد پوشش برسیم. کم شدن حساسیت NDVI در مقادیر بالای LAI مطمئناً به علت کم شدن میزان انعکاس اشعه خورشید از سطح خاک می باشد. willhauck, 2000 با مقایسه روش های پیکسل پایه و شیء گرا در شناسایی تغییرات، نتیجه گرفت که روش شیء پایه با دقت بالاتری پدیده ها را شناسایی می کند. اغلب طبقه های کاربری و پوشش اراضی از دقت نسبت بالایی برخوردار هستند. Shattri et al, 2002 روش شیء گرا را برای طبقه بندی پوشش های اراضی با استفاده از داده های TM بکار گرفتند، دقت طبقه بندی آنان نیز بالاتر از 90 درصد بود. این روش به لحاظ این که متغیرهای طیفی و شکلی را در فرآیند طبقه بندی دخالت می دهد، بخصوص در نواحی که پدیده ها دارای تغییرات شکلی بافتی و مکانی باشد قادر به قطعه بندی پدیده ها و عوارض می باشد و می توان آن را برای مطالعات کاربردی اراضی بکار گرفت. این یافته شتری با یافته های Gorte & Genetitti, 2003 مطابقت دارد. Sellers, 1985, Tucker, 1977. Todd, 1988, gao, 2000 و Thenkabail, 2000 در تحقیقات خود نشان داده اند شاخص NDVI در سطوح پوششی فراوان، اشباع می شود و نمی تواند به عنوان یک شاخص کارآمد در مناطقی که پوشش گیاهی متراکم است مورد استفاده قرار گیرد & Barnett Thompson, 1987 در ایالات تگزاس با استفاده از مدل Lacie از رابطه خطی بین بازتاب طیفی محصولات کشاورزی در طول فصل رشد، بازدهی گندم را با داده های MSS برآورد نمودند. با ترکیب این رابطه با اطلاعات هواشناسی - کشاورزی دقیق میتوان به نتایج قابل قبولی رسید. با توجه به عدم دسترسی به اطلاعات هواشناسی - کشاورزی دقیق در ایران این روش استفاده نشد. Juckson & Pusic, 1985 به بررسی بازتاب طیفی گندم در طول دوره رشد پرداختند و تمام شرایط از قبیل آبیاری، شرایط رشد، شاخص بندی

و رطوبت خاک را مورد نظر قرار دادند و به شاخص گندم با استفاده از دستگاه رادیومتر رسیدند، به دلیل پهنای طیفی متفاوت با داده‌های ماهواره‌های استفاده‌های از این شاخص نشد. Chen et al, 2009 با استفاده از تصاویر ماهواره Spot نسبت به مقایسه روش طبقه‌بندی پیکسل پایه و شیء‌گرا در استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره‌های اقدام نمودند و در پردازش شیء‌گرای تصاویر ماهواره‌های از مدل رقومی ارتفاع⁶⁰ اطلاعات مکانی شامل بافت و شکل به عنوان عاملی به منظور افزایش دقت طبقه‌بندی شیء‌گرا استفاده کردند و پس از انجام طبقه‌بندی با دو روش پیکسل پایه و شیء‌گرا، نتیجه می‌گیرند که الگوریتم طبقه‌بندی فازی در روش طبقه‌بندی شیء‌گرا با صحت کلی ۹۶/۴۲ درصد در مقایسه با الگوریتم طبقه‌بندی پیکسل بندی پایه با دقت کلی حداکثر احتمال در روش طبقه ۷۷/۷۹ درصد، در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره ای، از دقت بالاتری برخوردار است. Gao et al, 2009 شاخص‌های گیاهی را به عنوان عاملی به منظور افزایش صحت روش طبقه‌بندی شیء‌گرا مورد مطالعه قرار دادند. این محققین از تصاویر ماهواره MODIS استفاده نموده و با استخراج شاخص‌های گیاهی از این تصاویر و استفاده از آنها به عنوان یک لایه در طبقه‌بندی شیء‌گرا موفق شدند دقت طبقه‌بندی شیء‌گرا را به میزان ۲/۵ درصد افزایش دهند. Zhaocong et al, 2009 از تصاویر ماهواره‌های ASTER در مطالعات زمین شناسی استفاده نمودند. آنها برای اعمال اطلاعات مربوط به انعکاسات طیفی و ویژگی فیزیک دانه‌های شن، از روش پردازش شیء‌گرای تصاویر ماهواره‌های استفاده نمودند و در نهایت از توانایی بالای پردازش شیء‌گرا در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره ای تأکید می‌کنند.

⁶⁰ Digital elevation model or DEM

فصل سوم

روش پژوهش

۳-۱ منطقه مورد مطالعه

استان فارس یکی از استان‌های ایران است که در بخش جنوب این کشور واقع شده است. آب و هوای استان فارس در نقاط مختلف این استان به سه گونه کوهستانی، معتدل و گرم تقسیم می‌شود. این استان با مساحتی در حدود ۱۲۲،۶۰۸ کیلومتر مربع، چهارمین استان بزرگ و با جمعیتی معادل ۴،۸۵۱،۲۷۴ نفر، بر طبق برآورد جمعیتی سال ۱۳۹۵ خورشیدی مرکز آمار ایران، چهارمین استان پرجمعیت ایران به‌شمار می‌رود. بر اساس تقسیمات کشوری اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۹۰ خورشیدی، استان فارس به ۲۹ شهرستان، ۱۰۰ شهر، ۸۳ بخش و ۲۰۴ دهستان تقسیم شده است. منابع مهم اقتصاد این استان بر پایه کشاورزی و دامداری، شهرک‌های مختلف صنعتی، پالایشگاه‌ها، صنایع پتروشیمی و نیروگاه‌های مختلف بنا شده است.

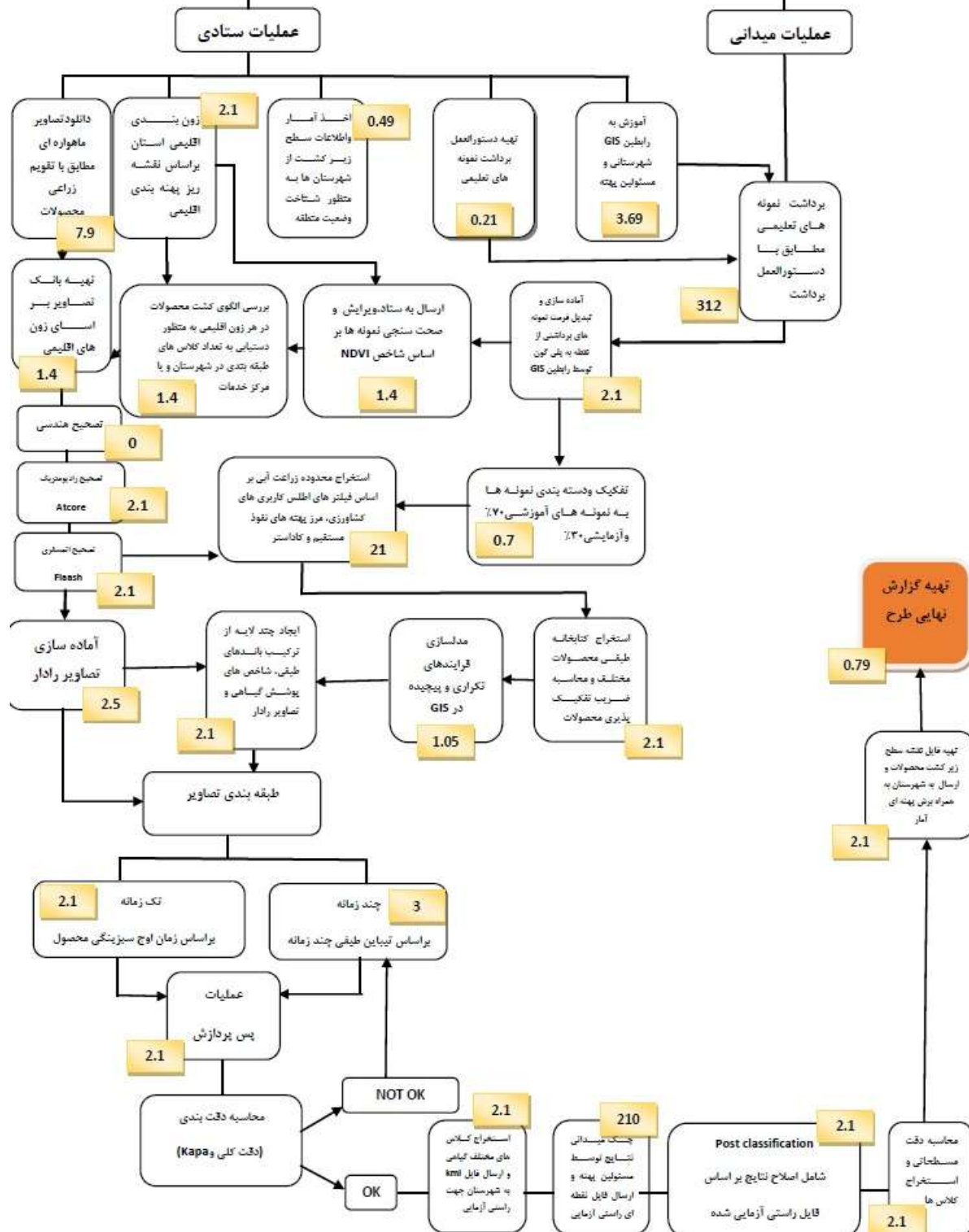
استان فارس سهم عمده ای در بخش‌های اقتصادی کشور به ویژه کشاورزی و صنعت دارد. طبق گزارش آمار نامه کشاورزی، این استان با داشتن حدود یک میلیون و دویست هکتار سطح زیر کشت کشاورزی پس از استان‌های آذربایجان شرقی و خراسان، رتبه سوم را در کل کشور دارد. استان پهناور فارس، به دلیل گستردگی، تنوع اقلیم و حاصلخیزی خاک، یکی از قطب‌های مهم کشاورزی کشور به شمار می‌آید و سهم قابل توجهی از تولید محصولات و فرآورده های کشاورزی کشور را به خود اختصاص داده است. به طوری که در بسیاری از محصولات کشاورزی جایگاه اول تا سوم را دارا است.



شکل ۴۳) موقعیت استان فارس در ایران

بر آورد سطح زیر کشت محصولات استراتژیک فارس به کمک سنجنش از دور

595



شکل ۴۴) نمودار روش تحقیق

۳-۲ عملیات میدانی

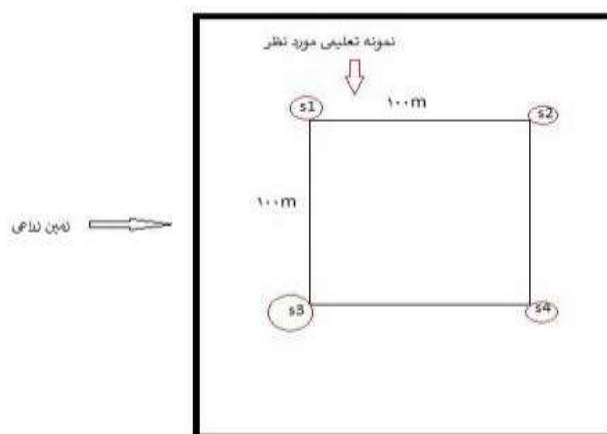
منظور از عملیات میدانی مجموعه فعالیت هایی است که منجر به بازدید و کنترل مزارع کشت هدف و سایر کشت های همزمان می گردد. این عملیات شامل برداشت نمونه های تعلیمی مطابق با دستورالعمل برداشت و همچنین صحت سنجی نتایج در پایان به منظور آگاهی از میزان دقت مدل می باشد. با عزیمت همکاران شهرستان به منطقه مورد مطالعه اقدام به نمونه برداری از مزارع مورد نظر (گندم، برنج، کلزا و سایر محصولات همزمان) به صورت پلیگون محور گردید.

۳-۳ عملیات ستادی

به مجموعه فعالیت هایی که در دفتر فن آوری های نوین به عنوان واحد ستادی و مدیریتی طرح انجام می پذیرد عملیات ستادی اطلاق می گردد. این فعالیت ها شامل؛ تهیه دستورالعمل برداشت نمونه های تعلیمی، اخذ آمار و اطلاعات سطح زیر کشت از شهرستان ها زون بندی اقلیمی استان بر اساس مرز بندی اقلیمی و دانلود تصاویر ماهواره ای مطابق با الگوی کشت همزمان می باشد.

۳-۴ تهیه دستورالعمل برداشت نمونه های تعلیمی

۱- نمونه های تعلیمی بایستی بصورت پلی گونی و چهار گوشه ای در داخل اراضی کشاورزی مورد نظرو با ابعاد تقریبی 100×100 باشد. همانگونه که در شکل ۱۹ مشاهده می شود S1، S2، S3 و S4 نقاط GPS برای داشتن یک نمونه تعلیمی چهار گوشه ای در یک قطعه زمین زراعی هدف می باشد.



شکل ۴۵) روش برداشت نمونه تعلیمی

۲- پراکنش فضایی و همگن بودن نمونه های تعلیمی در منطقه از اهمیت خاصی برخوردار است. به این معنا که نمونه ها در فاصله تقریبی همسانی نسبت به هم واقع شده باشد و کل منطقه را بصورت پراکنده پوشش دهد. عبارتی بایستی با تدابیر مسئولین و هماهنگی مدیر پارسلهای توزیع نمونه ها بین پارسلهای به گونه ای باشد که همگنی نمونه ها در کل شهرستان برقرار گردد. علاوه بر آن همگنی دو یا چند جامعه (در اینجا تعداد محصولات) نیز بایستی بررسی گردد. داده های همگن به داده هایی گفته می شود که بر اساس شانس و تصادف انتخاب شده باشند و میانگین و واریانس آنها تقریباً یکسان باشند (کیانی، ۱۳۹۳). روش های جرم مضاعف، run test و آزمون F روش های رایج به منظور کنترل همگنی و تصادفی بودن داده ها می باشند. به منظور بررسی همگنی نمونه ها از آزمون run test استفاده گردیده است. در این آزمون مقادیر به دست آمده با یک مقدار معلوم (که در پیش فرض spss این مقدار، میانه در نظر گرفته می شود) مقایسه شده و مقادیر کوچکتر و بزرگتر از آن تشکیل دهنده تعداد دورها خواهند بود. منظور از دور،

تغییر از یک حالت به حالت دیگر است. اگر تعداد دورها خیلی بزرگ یا خیلی کوچک باشند، نشانه عدم تصادفی بودن داده ها است. در این آزمون فرض بر تصادفی بودن داده ها استوار است و اگر فرض رد شود، تصادفی بودن داده ها به مخاطره می افتد و مفهوم آن این است که داده ها گزینشی بوده اند. در شکل ۴۵ نمونه ای از توصیف همگنی نمونه های تعلیمی نشان داده شده است. همچنین در شکل ۴۳ توزیع نمونه های تعلیمی در شهرستان فیروزآباد به طور نمونه ارائه شده است.



شکل ۴۶ وضعیت بررسی همگنی نمونه های تعلیمی.

همچنین به منظور مستندسازی فرایند برداشت نمونه های تعلیمی فرمی با همین نام تهیه گردید که در آن اطلاعات مربوط به نوع نمونه، تاریخ نمونه برداری، مختصات چهارگوش محل نمونه برداری و کروکی حدود اربعه محل مشخص گردیده است (شکل ۴۶).

شکل ۴۷ فرم برداشت نمونه های تعلیمی برنج و کشت های همزمان



شکل ۴۸) وضعیت توزیع نمونه های تعلیمی در شهرستان فیروزآباد

۵-۳ اخذ آمار و اطلاعات سطح زیر کشت از شهرستان ها

به منظور شناخت وضعیت کشت منطقه و همچنین تعیین نقشه راه استخراج تعداد نمونه در هر منطقه آمار سطح زیر کشت محصولات از شهرستان ها اخذ گردید. به طور مثال آمار سطح زیر کشت برنج به تفکیک شهرستان ها در جدول ۵ ارائه شده است. بر اساس آمار سامانه پهنه بندی در مجموع ۲۹۵۵۰ هکتار به کشت برنج اختصاص یافته است.

جدول ۵) سطح زیر کشت برنج اختصاص یافته به هر شهرستان

ردیف	شهرستان	مساحت برآوردی (هکتار)
۱	پاسارگاد	۲۰۰
۲	چهرم	۲۲۰
۳	رستم	۵۰۰۰
۴	سپیدان	۲۵۳۰
۵	فیروزآباد	۳۰۰۰
۶	مرودشت	۱۷۰۰۰
۷	نورآباد ممسنی	۱۶۰۰
۸	مجموع	۲۹۵۵۰

۳-۶ بررسی تقویم زراعی

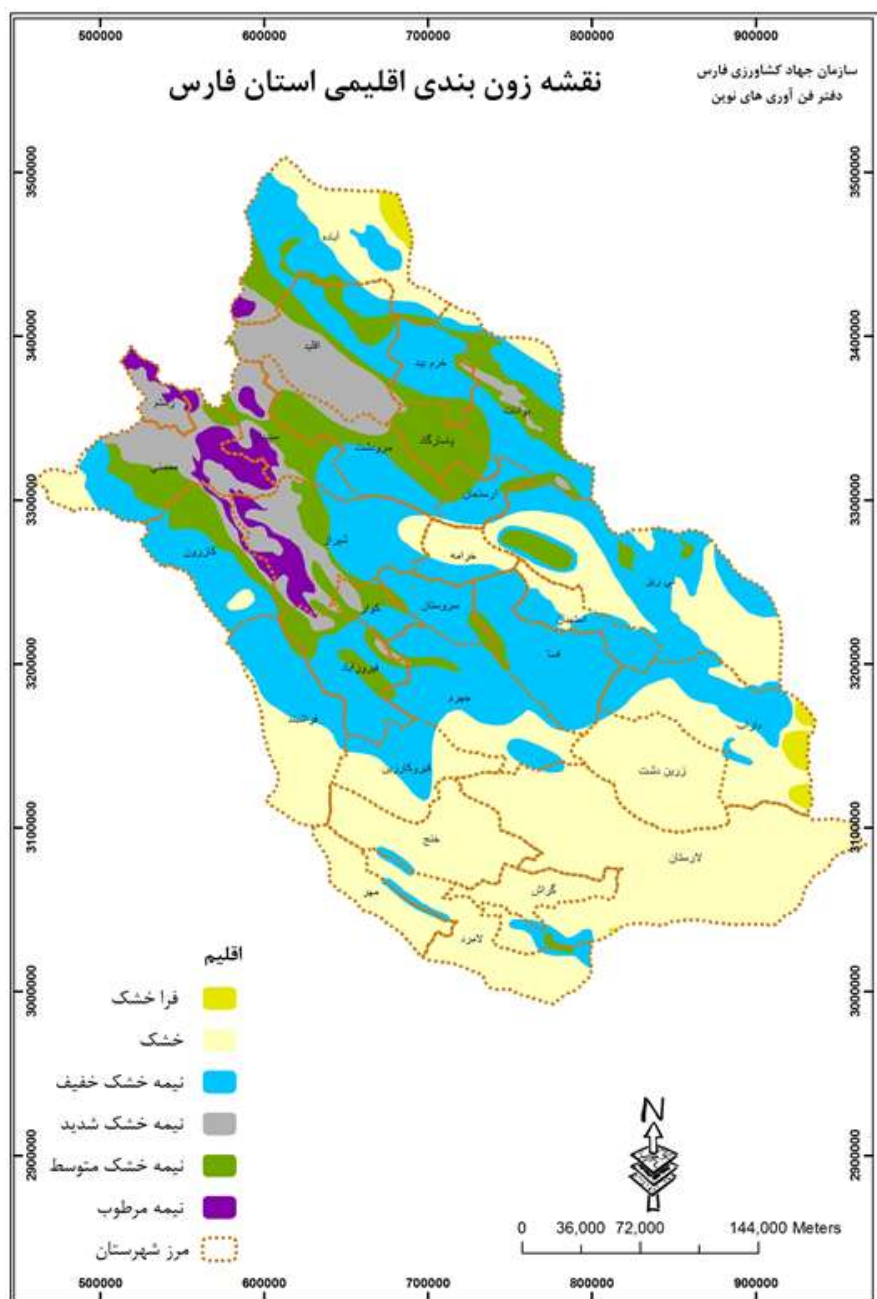
به منظور تعیین بهینه ترین زمان اوج سبزی‌نگی و برداشت محصولات در راستای تصمیم‌گیری صحیح در دانه‌دو تصاویر، تقویم زراعی مناطق مختلف بررسی گردید. به طور مثال در جدول ۶ تقویم کشت برنج در شهرستان‌های استان فارس ارائه شده است.

جدول ۶) تقویم کشت برنج در استان فارس

نام شهرستان	نوع تاریخ	بازه کاشت		بازه سبزی‌نگی		بازه برداشت		کشت‌های همزمان
پاسارگاد و مرودشت	خورشیدی	1398/2/1	1398/2/20	1398/5/20	1398/6/10	1398/7/1	1398/9/20	آفتاب گردان و ذرت علوفه ای
	میلادی	04/21/2019	05/20/2019	08/11/2019	09/01/2019	09/23/2019	12/21/2019	
جهرم	خورشیدی	1398/2/10	1398/2/20	1398/6/5	1398/6/20	1398/7/20	1398/8/2	ذرت
	میلادی	08/11/2019	05/20/2107	08/27/2019	09/21/2019	10/12/2019	10/25/2019	
سپیدان	خورشیدی	1398/2/20	1398/3/15	1398/5/20	1398/6/15	1398/8/1	1398/9/10	ذرت علوفه ای
	میلادی	05/10/2019	06/05/2019	08/11/2019	09/06/2019	10/23/2019	12/01/2019	
فیروزآباد	خورشیدی	1398/10/2	1398/2/20	1398/5/20	1398/6/5	1398/7/1	1398/8/20	ذرت دانه ای و کنجد
	میلادی	04/30/2019	05/20/2107	08/11/2019	08/27/2019	08/23/2019	11/11/2019	
نورآباد، رستم	خورشیدی	1398/1/20	1398/3/15	1398/6/15	1398/6/20	1398/8/1	1398/9/10	ماش، کنجد، خیارسبز،
	میلادی	04/09/2019	06/05/2019	09/06/2019	09/21/2019	10/23/2019	12/01/2019	

۳-۷ بررسی زون‌های اقلیمی

به منظور آگاهی از تغییرات شرایط اقلیمی و اثر آن بر زمان کاشت محصولات نقشه زون بندی اقلیمی استان تهیه گردید. همچنین درصد پراکنش مساحت هر شهرستان در هر زون اقلیمی مشخص گردید.



نقشه زون بندی اقلیمی استان فارس (شکل ۴۹)

جدول ۷) بررسی درصد فراوانی شهرستان ها در زون های اقلیمی

شهرستان	اقلیم / درصد مساحت				
	نیمه مرطوب	نیمه خشک متوسط	نیمه خشک شدید	نیمه خشک خفیف	خشک / فرا خشک
آبادیه	2	11	4	39	5
ارسنجان		29		67	4
استهبان				67	33
اقلید		20	52	25	3
بوانات		36	7	50	6
پاسارگاد		93	2	5	
چهرم		6	1	66	27
خرامه				34	66
خرم بید		24	2	68	6
خنج				2	98
داراب				38	53
رستم	30		70		
زربن دشت				1	99
سپیدان	20	33	31	15	
سروستان		13		87	
شیراز	15	16	27	37	5
فراشبند			2	48	50
فسا			4	95	1
فیروزآباد		31	7	62	
قبر				39	61
کازرون	5	27	7	57	4
کوار		40	17	43	
گراش				2	98
لارستان				3	96
لامرد			1	10	89
مرودشت		45	17	38	
ممسنی	17	20	33	19	11
مهر				4	96
نیریز			7	46	47

شهرستان

۳-۷ بررسی الگوی کشت محصولات

به منظور بررسی الگوی کشت غالب شهرستان هایی که در آنها برنج کاشت می شود، آمار سطح زیر کشت محصولاتی که همزمان با برنج کاشت می شوند نیز جمع آوری گردید. در جدول ذیل نمایش کشت محصولات مختلف در شهرستان های استان ارایه شده است.

جدول ۸) الگوی کشت محصولات مختلف در شهرستان ها

شهرستان/کشت	گندم آبی	گندم دیم	جو آبی	جو دیم	کلزا آبی	کلزا دیم	گلرنگ آبی	یونجه	صیفی
آباده									
اقلید									
خرمید									
بوانات									
پاسارگاد									
مرودشت									
سیدان									
رستم									
ممسنی									
ارسنجان									
شیراز									
نی ریز									
فراشید									
کوار									
خرامه									
استهبان									
فسا									
داراب									
زرین دشت									
لارستان									
گراش									
لامرد									
مهر									
خنج									
قبرگازین									
جهرم									
فیروزآباد									
کازرون									
سروستان									

۸-۳ داندود تصاویر ماهواره ای مطابق با الگوی کشت همزمان

به منظور طبقه بندی تصاویر و پردازش آنها از تصاویر ماهواره SENTINEL2 به عنوان تصاویر مبنا استفاده گردیده است. بر این اساس به منظور بررسی چند زمانه^{۶۱}، تصاویر ماهواره Sentinel2 در زمان های مختلف (مطابق با کاشت، داشت و برداشت محصول) مورد استفاده قرار گرفت. همچنین به منظور بررسی اثر دما و رطوبت در تشخیص پدیده ها به ترتیب از تصاویر ماهواره های landsat8 و sentinel1 استفاده گردید. در ادامه در شکل ۴۸ وضعیت سین های سفارش داده شده تصاویر Sentinel2 جهت پردازش ارائه شده است. همانگونه که شکل مذکور نشان می دهد ۲۱ سین تصویر از ماهواره sentinel2 کل استان فارس را پوشش می دهد. در شکل، کد هر یک از سین های تصویر که حدود مکانی هر منطقه را در بر گرفته است، بیان شده است.

⁶¹ MULTI TEMPORAL

Input File: MOS_BERENJ_PASARRYXP.dat
ROI Name: (Jeffries-Matusita, Transformed Divergence)

Tomato:

Rice: (1.91082648 2.00000000)
Alfalfa: (1.22974147 1.78751046)
Maize: (1.13524359 1.53418839)

Rice:

Tomato: (1.91082648 2.00000000)
Alfalfa: (1.91818692 2.00000000)
Maize: (1.89789224 2.00000000)

Alfalfa:

Tomato: (1.22974147 1.78751046) [
Rice: (1.91818692 2.00000000)
Maize: (0.89731971 1.14611608)

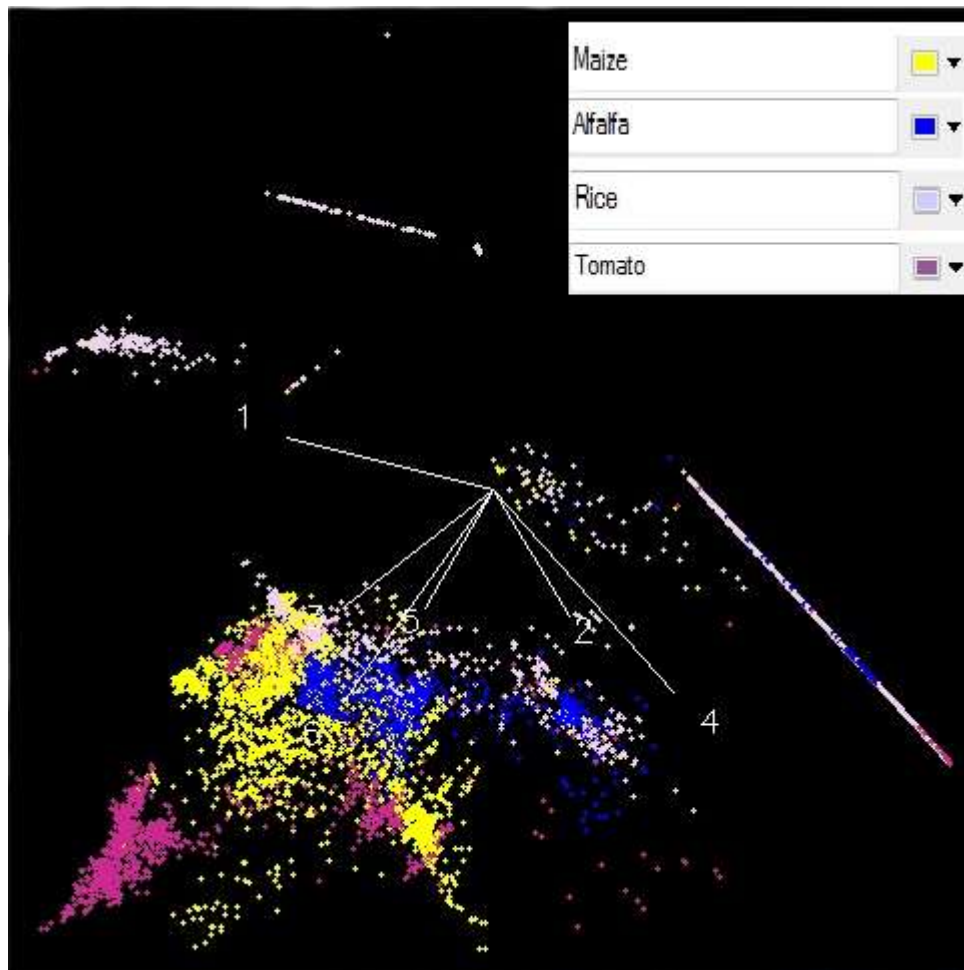
Maize:

Tomato: (1.13524359 1.53418839)
Rice: (1.89789224 2.00000000)
Alfalfa: (0.89731971 1.14611608)

Pair Separation (least to most);

Alfalfa and Maize - 0.89731971
Tomato and Maize - 1.13524359
Tomato and Alfalfa - 1.22974147
Rice and Maize - 1.89789224
Tomato and Rice - 1.91082648
Rice and Alfalfa - 1.91818692

شکل ۵۲) جدول ضریب تفکیک پذیری



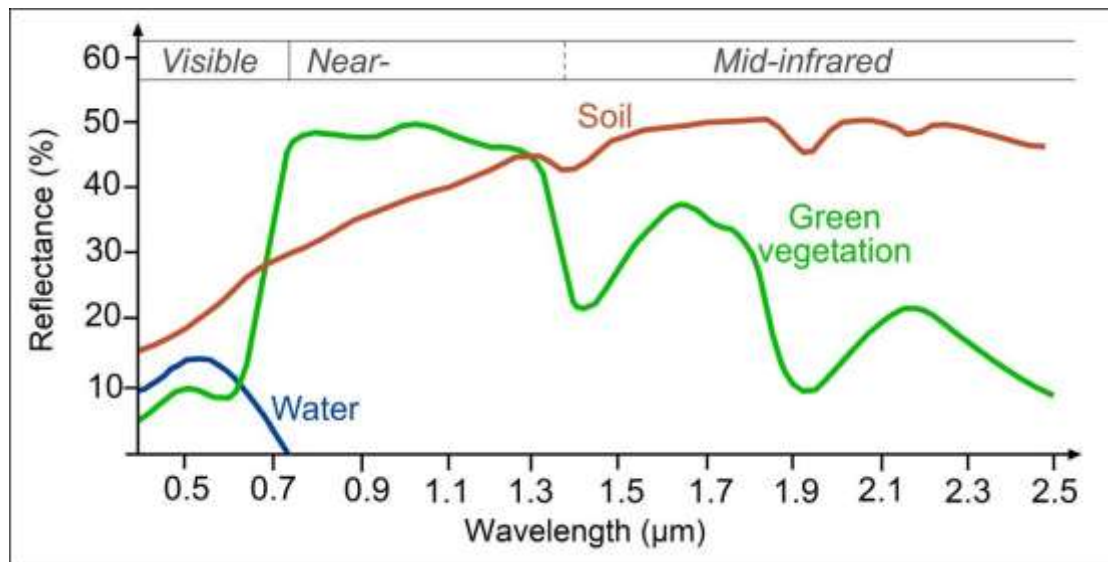
شکل ۵۳ نمایش سه بعدی میزان تفکیک پذیری محصولات در شهرستان پاسارگاد

۱۰-۳ تفکیک و دسته بندی نمونه های تعلیمی

با توجه به فرایند کار طبقه بندی نظارت شده، بایستی از کل نمونه ها درصدی به عنوان نمونه تعلیمی و درصدی به عنوان نمونه آزمون جداسازی گردد. برای این منظور از کل نمونه های در دسترس ۷۰ درصد جهت مشارکت در طبقه بندی و ۳۰ درصد جهت آزمون نتایج جداسازی گردید. این موضوع به صورت کاملاً تصادفی در نرم افزار arc gis به انجام رسید.

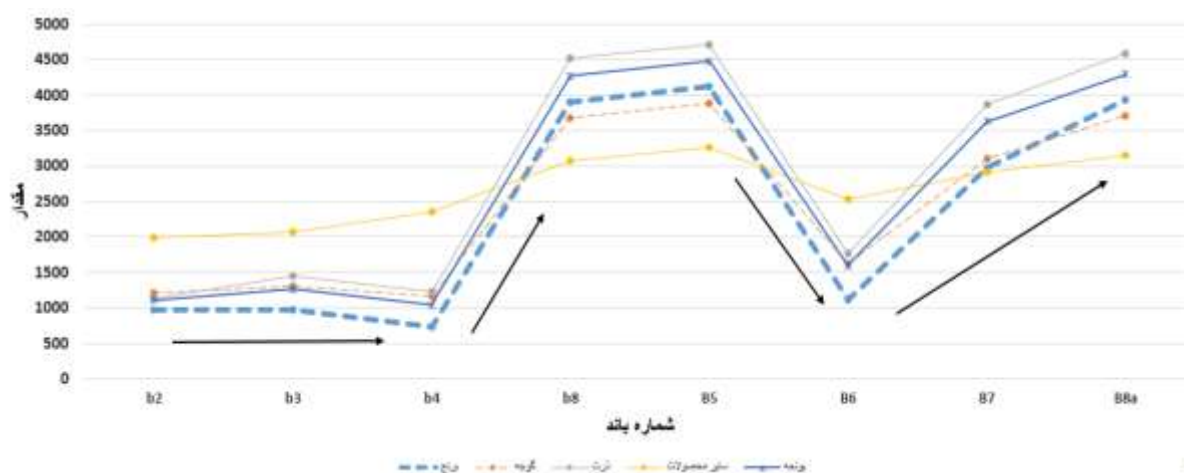
۱۱-۳ بررسی امضای طیفی محصولات مختلف در زمان های مختلف

منظور از امضای طیفی (اثر انگشت طیفی) میزان بازتابش متفاوتی است که هر پدیده از دریافت طیف اولیه از منبع خورشید خواهد داشت. به عبارتی همانگونه که اثر انگشت هر فرد با سایر افراد متفاوت بوده و تنها مخصوص خود اوست، میزان بازتابش طیف از سطح خاک با سطح برگ برنج و سطح آب متفاوت است (شکل ۵۱).



شکل ۵۴) مفهوم امضای طیفی (مقایسه امضای طیفی در آب، خاک و پوشش گیاهی).

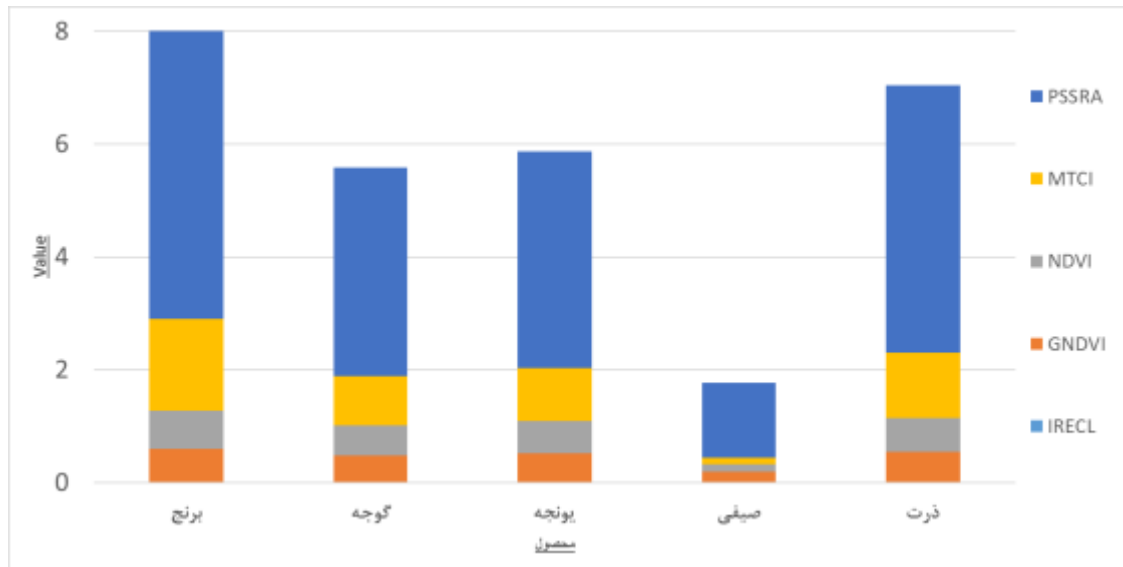
ثبت این تغییرات به امضای طیفی شهرت دارد. بررسی امضاء طیفی محصولات برای کلاسهای مختلف از نقطه نظر جداسازی حائز اهمیت می باشد. به منظور بررسی تغییرات طیفی محصولات مختلف در زمان های مختلف امضای طیفی این محصولات ترسیم گردید. از طریق بررسی امضای طیفی می توان به میزان تفاوت بازتاب طیفی محصولات مختلف در طول موج های مختلف پی برد و به نوعی نقاط عطف طیفی محصولات مختلف را کشف نمود. بررسی طول موج های مختلف در محصولات مختلف نشان می دهد محصولات برنج و ذرت از نظر طیفی شبیه ترین محصولات می باشند. در شکل ۵۲ تغییرات مقدار مقادیر طیفی محصولات مختلف ارائه شده است. همانگونه که شکل مذکور نشان می دهد به طور مثال در محصول برنج در بازه باندهای ۲ تا ۴ مقادیر بازتابش نسبتاً ثابت می باشد. سپس مقادیر بازتابش بین دو باند ۴ و ۸ به صورت یک شیب صعودی به بالاترین مقدار خود می رسد. سپس در محدوده دو باند ۸ و ۵ مجدداً حالت ثابت به خود گرفته و سپس در محدوده دو باند ۵ و ۶ یک شیب تند نزولی به خود می گیرد و در نهایت با شیب طیفی کندتری در محدوده بین باندهای ۶ تا ۸a ادامه می یابد.



شکل ۵۵) امضای طیفی محصولات مختلف در زمان اوج سبزیگی برنج

۱۲-۳ تعیین شیب تغییرات مقادیر شاخص های پوشش گیاهی

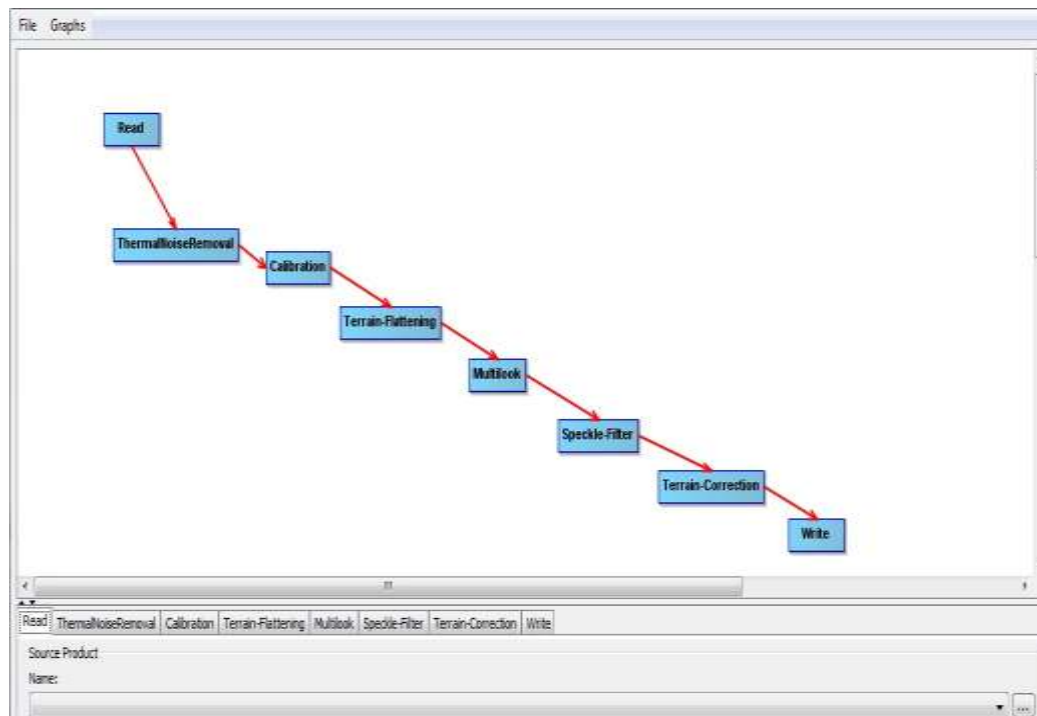
بررسی روند تغییرات شاخص پوشش گیاهی NDVI محصولات مختلف در زمان های مختلف نشان می دهد در زمان اوج سبزیگی محصول هدف، به ترتیب چه محصولاتی دارای سبزیگی نزدیکی به آن می باشند. به طور مثال شکل زیر تفاوت مقادیر شاخص های پوشش گیاهی را در مورد محصول برنج و کشت های همزمان در شهرستان مرودشت نشان می دهد.



شکل ۵۶ مقایسه شاخص های مختلف پوشش گیاهی زمان اوج سبزیگی برنج

۱۳-۳ انجام پیش پردازش بر روی تصاویر در صورت نیاز

بررسی تصاویر SENTINEL2 و LANDSAT8 نشان داد این دو تصویر ژئورفرنس بوده و نیازی به تصحیح هندسی ندارند. همچنین تصاویر LANDSAT8 پس از انجام تصحیحات رادیومتریکی وارد چرخه پردازش گردید. به منظور انجام تصحیحات اتمسفری در تصاویر لندست و سنتینل ۲ به ترتیب از ماژول های FLAASH و Sen2cor استفاده گردید. در مورد تصاویر سنتینل ۱ (تصاویر رادار) پس از انجام تصحیح هندسی بر اساس dem منطقه اقدام به حذف نویز های مربوطه (به طور مثال نویز اسپکل) گردید. در شکل ۵۴ روند انجام تصحیحات تصاویر راداری سنتینل ۱ در نرم افزار SNAP به نمایش در آمده است.



شکل ۵۷) روند انجام تصحیحات در تصاویر راداری سنتینل ۱.

۱۴-۳ استخراج شاخص ها و بررسی آن ها

ماهواره SENTINEL2 دارای ۴ باند ۱۰ متر و چهار باند ۲۰ متر و چهار باند ۶۰ متر می باشد. باندهای ۴ و ۸ این ماهواره به ترتیب به عنوان باندهای مادون قرمز نزدیک و قرمز و باند ۳ به عنوان باند سبز در کلیه شاخص های پوشش گیاهی به کار می روند. از جمله مهمترین شاخص های پوشش گیاهی استخراج شده در این طرح عبارتند از PSSRa و NDVI, GNDVI, IRECL, MTCI می باشند که در (شکل ۵۵) فرمول این روابط ارائه شده است. بر این اساس شاخص های MTCI و PSSRa تغییرات بین محصولات را بهتر نمایش می دهند.

vegetation index	Formulation	S-2 bands used
NDVI	$(NIR - R)/(NIR + R)$	$(B7 - B4)/(B7 + B4)$
NDI45	$(NIR - R)/(NIR + R)$	$(B5 - B4)/(B5 + B4)$
MTCI	$(NIR - RE)/(RE - R)$	$(B6 - B5)/(B5 - B4)$
MCARI	$[(RE - R) - 0.2(RE - G)] * (RE - R)$	$[(B5 - B4) - 0.2(B5 - B3)] * (B5 - B4)$
GNDVI	$(NIR - G)/(NIR + G)$	$(B7 - B3)/(B7 + B3)$
PSSR_a	NIR/R	$B7/B4$
IRECI	$(NIR - R)/(RE1/RE2)$	$(B7 - B4)/(B5/B6)$

شکل ۵۸) شاخص های پوشش گیاهی در ماهواره SENTINEL2

۱۵-۳ بررسی روش های متداول طبقه بندی نظارت شده ضریب کاپا

روش کاپا از ابزارهای تصمیم‌گیری و تحلیل آماری است که به بررسی اندازه توافق و هماهنگی دو فرد، پدیده و یا منبع تصمیم‌گیری که به صورت جداگانه مورد اندازه‌گیری قرار گرفته‌اند، می‌پردازد. روش کاپا در کاربرد به نام ضریب کاپای کوهن (Cohen's kappa coefficient) نشان داده می‌شود. ضریب کاپا اندازه‌ای عددی بین -۱ تا +۱ است، که هر چه به +۱ نزدیکتر باشد بیانگر وجود توافق متناسب و مستقیم، نزدیک به -۱ نشان‌دهنده وجود توافق وارون و عکس و اندازه‌های نزدیک به صفر عدم توافق را نشان می‌دهد. فرمول محاسبه کاپا به شکل ذیل است.

$$\kappa \equiv \frac{p_o - p_e}{1 - p_e} = 1 - \frac{1 - p_o}{1 - p_e} \quad \text{رابطه ۳}$$

در این رابطه

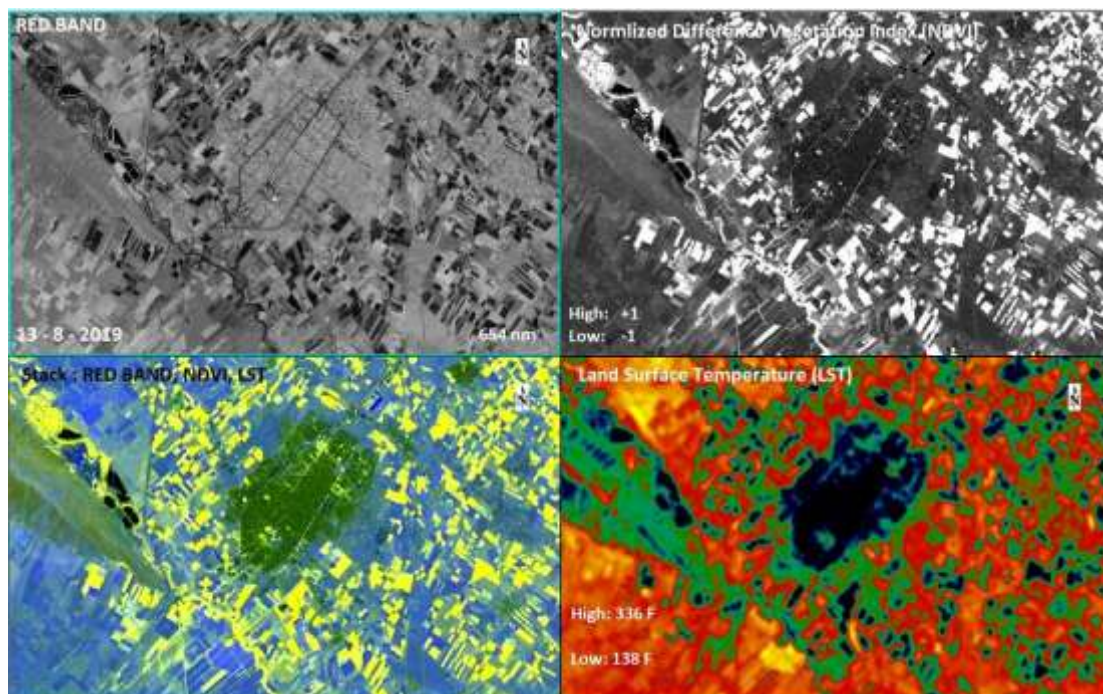
K: مقدار ضریب کاپا

P_o : مقادیر نسبی مشاهده‌ای.

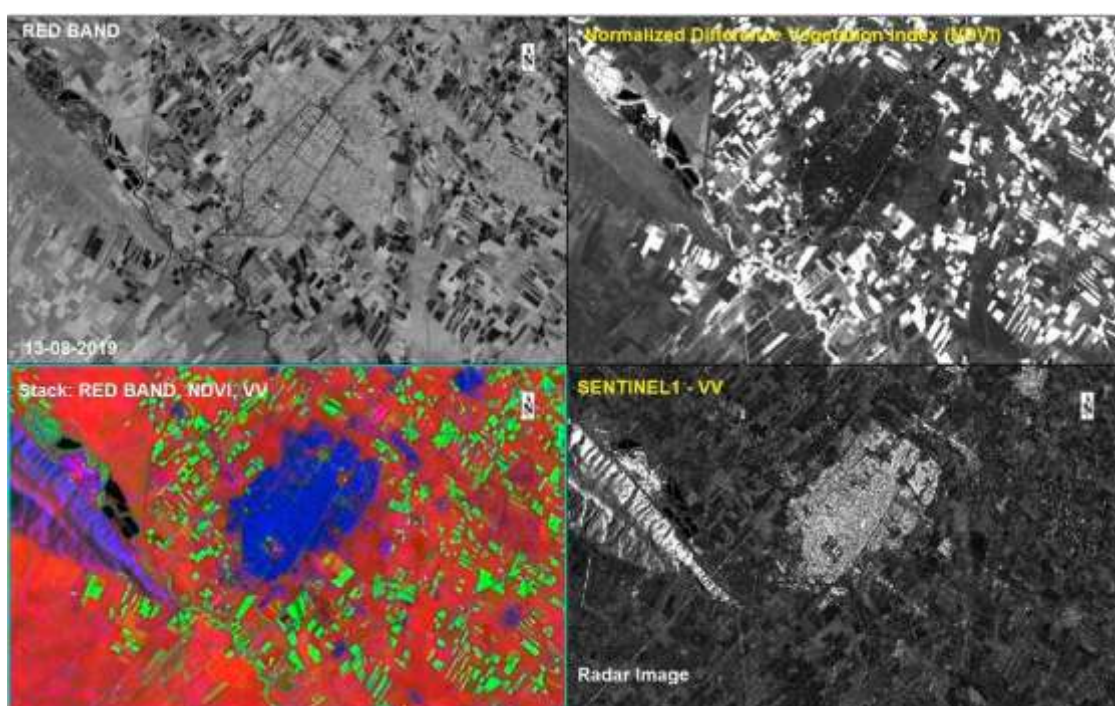
P_e : مقادیر واقعی اندازه‌گیری.

۵-۴ ایجاد تصویر ترکیبی

به منظور توصیف پدیده‌های مختلف لازم است دید جامعی از آنها حاصل آید. بدیهی است هر چه بتوان اطلاعات مرتبط تری در حوزه شیمی، فیزیک و اقلیم پدیده‌ها در دست داشت، تصمیم‌گیری در خصوص تفکیک پدیده‌ها بسیار دقیق‌تر و راحت‌تر خواهد بود. بر این اساس در این پژوهش از تلفیق تصاویر اپتیک، حرارتی و راداری به منظور شناخت ماهیت شیمیایی، حرارتی و فیزیکی پدیده‌ها بهره گرفته شد. به منظور بررسی دمای سطح زمین (LAND SURFACE TEMPERATURE) از باندهای حرارتی سنجنده TIRS ماهواره لندست ۸ و به منظور بررسی تصاویر اپتیک از تصاویر ماهواره سنتینل یک بهره‌برده شد. در ادامه شکل‌های مربوط به تلفیق تصاویر مختلف به نمایش درآمده است.



شکل ۵۹) کاربرد تصاویر حرارتی در بارزسازی پدیده های مختلف در شهرستان مرودشت



شکل ۶۰) کاربرد تصاویر راداری در بارزسازی پدیده های مختلف در شهرستان مرودشت

گام اول: طبقه بندی تک زمانه

پس از استخراج شاخص های مختلف گیاهی، تصاویر حرارتی و تصاویر راداری، از مجموعه این شاخص ها و باندهای طیفی به عنوان ورودی های اولیه طبقه بندی نظارت شده استفاده گردید و مدل های مختلف طبقه بندی نظارت شده بر روی هر یک زمان های مختلف اعمال گردید. در جدول ۸ مقایسه نتایج طبقه بندی کننده های نظارت شده تصاویر ارائه شده است.

جدول ۹) مقایسه روش های مختلف طبقه بندی نظارت شده در حالت تک زمانه

ردیف	روش طبقه بندی	Kappa Coefficient	Overall Accuracy
۱	DECISION TREE	۰.۷۱	۷۵
۲	MAXIMUM LIKELIHOOD	۰.۶۱	۷۲
۳	MAHALONOBIS DISTANCE	۰.۷۳	۷۹
۴	SUPPORT VECTORE MACHINE	۰.۸۳	۸۲
۵	PARALLER	۰.۷۳	۷۰
۶	MINIMUM DISTANCE	۰.۶۲	۷۱

همانگونه که جدول فوق نشان می دهد در بین روش های مختلف طبقه بندی نظارت شده در حالت تک زمانه مقادیر کاپا برای تمامی روش ها مقدار پایینی را نشان می دهد اما با این وجود روش حداکثر شباهت (SVM (SUPPORT VECTORE MACHINE نسبت به سایر روش ها طبقه بندی بهینه تری را ارائه خواهد نمود.

گام دوم : طبقه بندی چند زمانه ترکیب تصاویر چند سنجنده

پایین بودن مقادیر کاپا و صحت کلی مدل تک زمانه، لزوم استفاده از یک طبقه بندی چند زمانه به منظور آشکارسازی شیب تغییرات طیفی کلاس های طبقه بندی را ضروری می سازد. برای این منظور بر اساس نمودار تغییرات NDVI محصولات مختلف در زمان های مختلف، شیب تغییرات شاخص پوشش گیاهی محصول برنج نسبت به سایر محصولات آشکار گردید. منظور از شیب تغییرات همان میزان سبزینگی است که هر گیاه در زمان مشخص از خود نمی دهد. بر اساس تفاوت سبزینگی محصولات در زمان های مختلف می توان بهترین ترکیب تصویر جهت ورود به طبقه بندی را مشخص نمود. سپس بر اساس مقدار و شدت شیب تغییرات زمان های مورد نظر انتخاب و پس از همگون سازی داده ها و یکپارچگی آنها (LAYER STACKING) مدل های مختلف طبقه بندی نظارت شده بر روی آنها اعمال گردید. در ادامه در جدول ۹ ورودی های مختلف طبقه بندی نظارت شده چند زمانه ارائه شده است.

جدول ۱۰) ورودی های مختلف طبقه بندی نظارت شده چند زمانه

سناریو	تاریخ
۱	زمان اوج برنج- زمان قبل از کاشت برنج
۲	زمان اوج برنج- زمان برداشت برنج
۳	زمان برداشت برنج- زمان اوج یونجه
۴	زمان برداشت برنج- زمان اوج گوجه
۵	زمان برداشت برنج- زمان اوج ذرت

۱۶-۳ ارزیابی دقت

با استفاده از نمونه های زمینی^{۶۲} (ROI) که در مرحله طبقه بندی بکار نرفته است (۳۰ درصد تعداد کل نمونه ها) ، تست دقت بر روی تصاویر طبقه بندی شده هر پنج مرحله زمانی صورت گرفت که نتایج آن در جدول ۱۰ ارائه شده است.

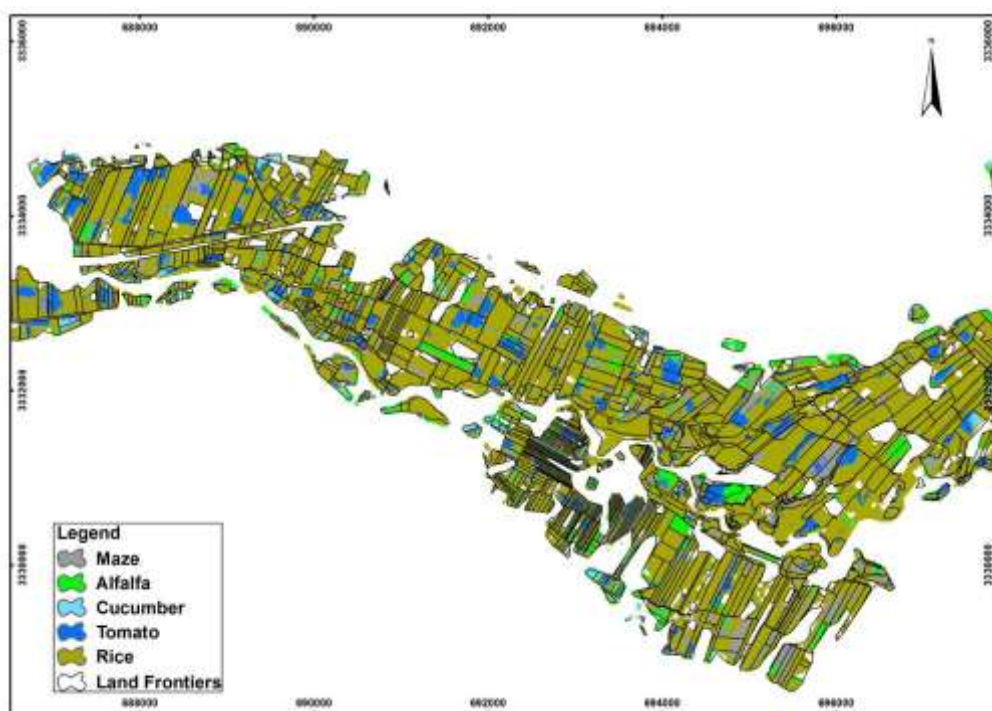
⁶² Regoin of interest

جدول (۱۱) مقایسه روش های مختلف طبقه بندی نظارت شده چند زمانه

تاریخ	نوع طبقه بندی	نوع سنجنده	روش	Kappa Coefficient	Overall Accuracy
زمان اوج - زمان قبل از کاشت	چند زمانه	Sentinel2	SUPPORT VECTORE MACHINE	۰.۸۹	۹۲.۴
زمان اوج - زمان برداشت	چند زمانه	Sentinel2	SUPPORT VECTORE MACHINE	۰.۹۹	۹۸.۱
زمان برداشت - زمان اوج	چند زمانه	Sentinel2	SUPPORT VECTORE MACHINE	۰.۸۳	۹۵.۲
زمان برداشت - زمان اوج	چند زمانه	Sentinel2	SUPPORT VECTORE MACHINE	۰.۸۷	۹۴.۷۲
زمان برداشت - زمان اوج	چند زمانه	Sentinel2	SUPPORT VECTORE MACHINE	۰.۸۲	۸۴

۱۷-۳ پردازش تصاویر

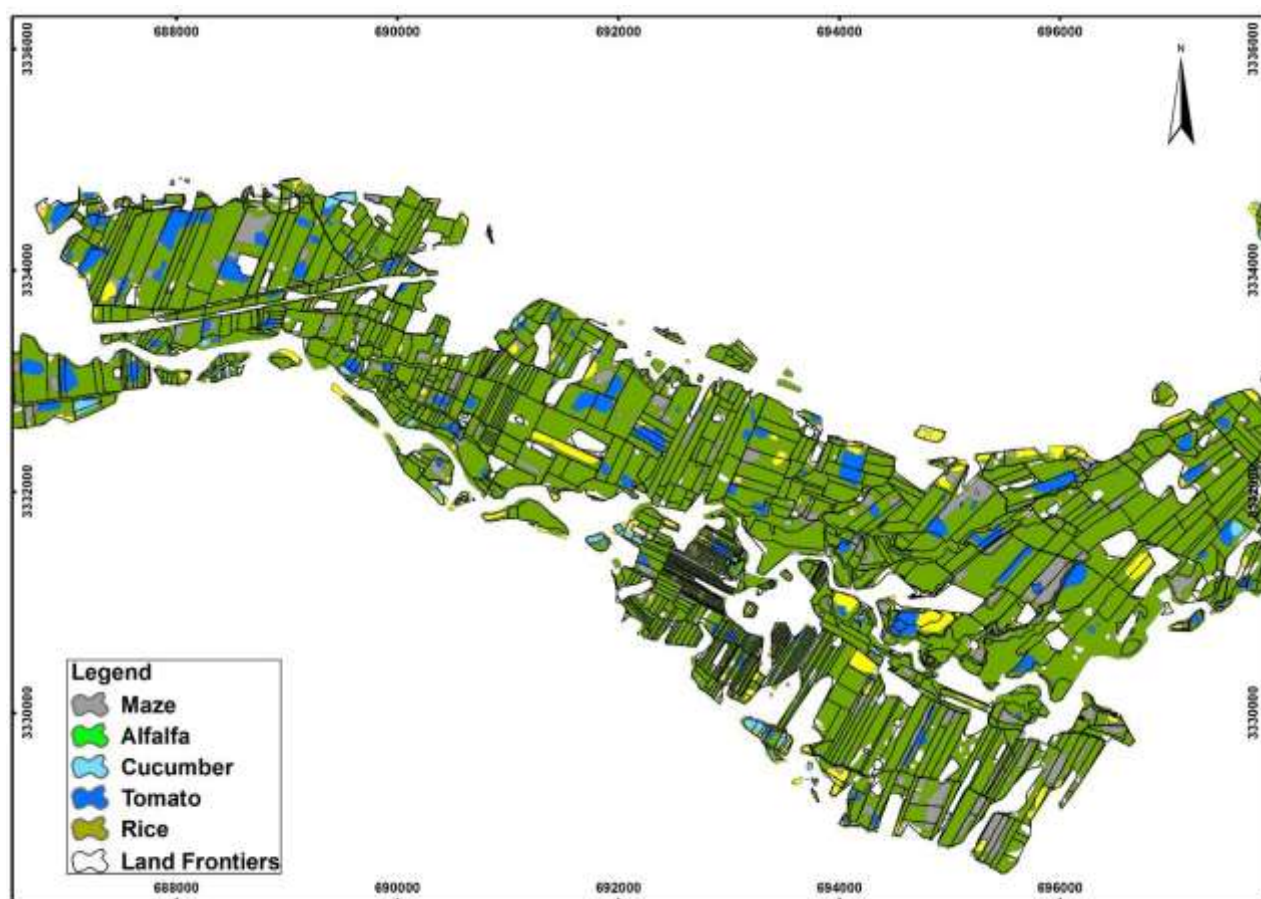
بر اساس مدل نهایی انتخاب شده طبقه بندی (SUPPORT VECTORE MACHINE) و بر اساس بهینه ترین روش (طبقه بندی چند زمانه تصویر اوج - برداشت) طبقه بندی صورت گرفت. مرز اولیه کشت هدف و محصولات همزمان خروجی این مرحله می باشد. در شکل ۵۸ نمونه ای از نتایج طبقه بندی نظارت شده تصویر مروداشت ارائه شده است.



شکل (۶۱) نمونه ای از نتایج طبقه بندی نظارت شده تصویر مروداشت

۱۸-۳ عملیات بعد از طبقه بندی

معمولاً در هر طبقه بندی هر چند در کلیه مراحل دقت کافی صورت بگیرد تعدادی از پیکسلها ناشناخته باقی مانده و یا ممکن است به اشتباه در کلاس دیگر قرار گرفته باشند. در برخی موارد تعدادی پیکسل متصل و یا جدا از هم به صورت جزیره ای در کلاسی دیگر قرار بگیرند که بر اساس هدف کار بایستی با امکانات نرم افزاری تغییرات لازم را ایجاد نمود. از جمله در این پروژه پیکسلهای کوچک از یک کلاس با یکدیگر تلفیق شد و در ادامه استفاده از فیلتر SIEVE کلاس های مختلف همگن شدند. فیلتر کردن یک تصویر در واقع نوعی تغییر ارزش طیفی محسوب می شود که اعمال فیلتر بر روی تصویر طبقه بندی شده به معنی تغییر کلاس پیکسل ها است. با اعمال فیلتر ارزش هر پیکسل و یا کد کلاس هر پیکسل با توجه به پیکسل های مجاور تغییر می کند. بنابراین اگر پیکسلی در طبقه ای به غیر از کلاس پیکسل های مجاور خود قرار گرفته باشد با تغییر در کد کلاس به کلاس پیکس های مجاور می پیوندد. لذا بر اساس مجموعه ای از فیلتر های پس طبقه بندی (Sieve, Clump, Majority, Minority) عملیات گویا سازی تصویر طبقه بندی انجام شد (شکل ۵۹).



شکل ۶۲ نمونه ای از یک تصویر طبقه بندی گویا شده به وسیله فیلتر های پس طبقه بندی

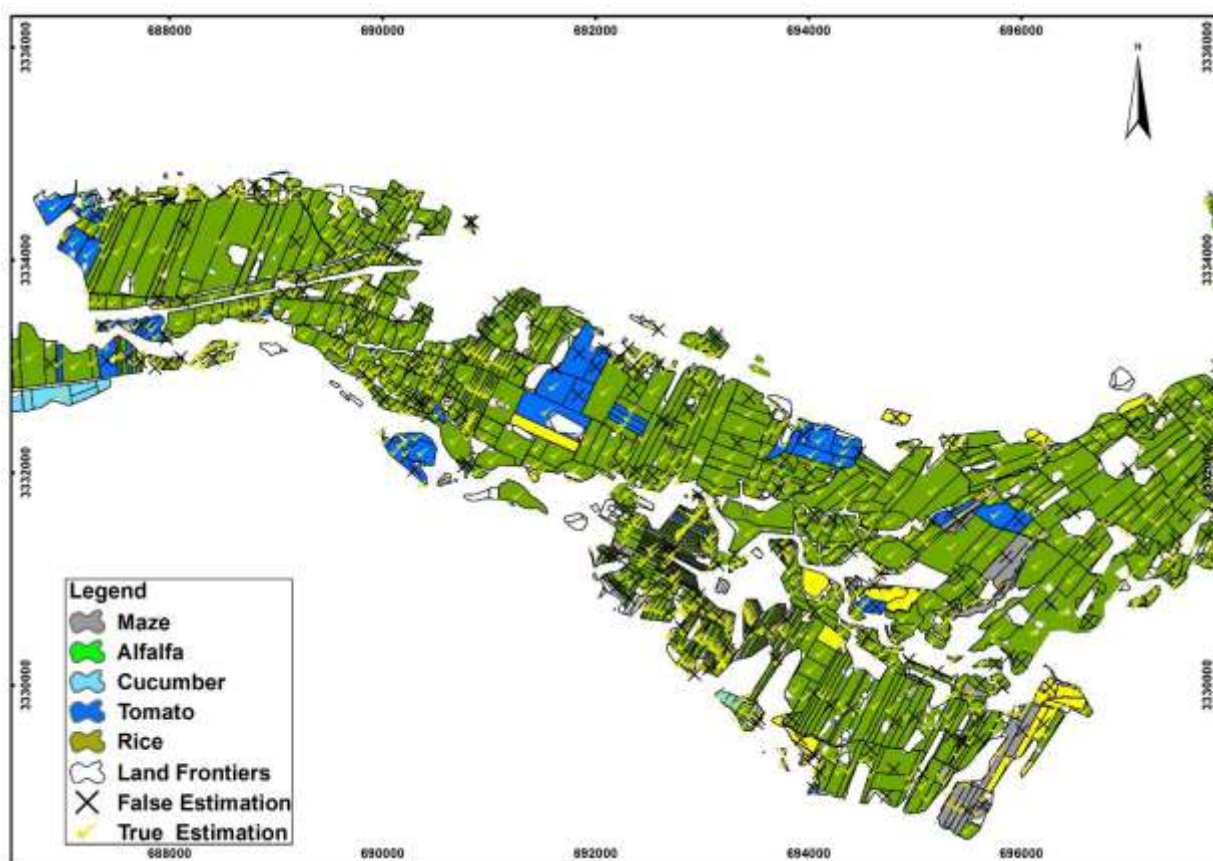
۱۹-۳ فرایند راستی آزمایی میدانی

به منظور افزایش دقت مسطحاتی نتایج طبقه بندی، خروجی این نتایج به صورت یک فایل kml جهت راستی آزمایی میدانی در اختیار کارشناسان مسئول پهنه قرار گرفت. این کارشناسان موظف شدند کلیه پلی گون ها را چک کرده و در صورت وجود تناقض، نوع

محصول واقعی کشت سال زراعی مورد نظر را در داخل پلی گون به صورت یک فایل نقطه ای مشخص و ارسال نمایند. در شکل ۶۰ نمونه ای از نتایج راستی آزمایی شهرستانی نتایج طبقه بندی ارائه شده است.



شکل ۶۳ نمونه ای از فرمت راستی آزمایی شهرستانی نتایج طبقه بندی



شکل ۶۴ اعمال نتایج راستی آزمایی بر روی تصویر طبقه بندی

۱۹-۳ طبقه بندی نهایی

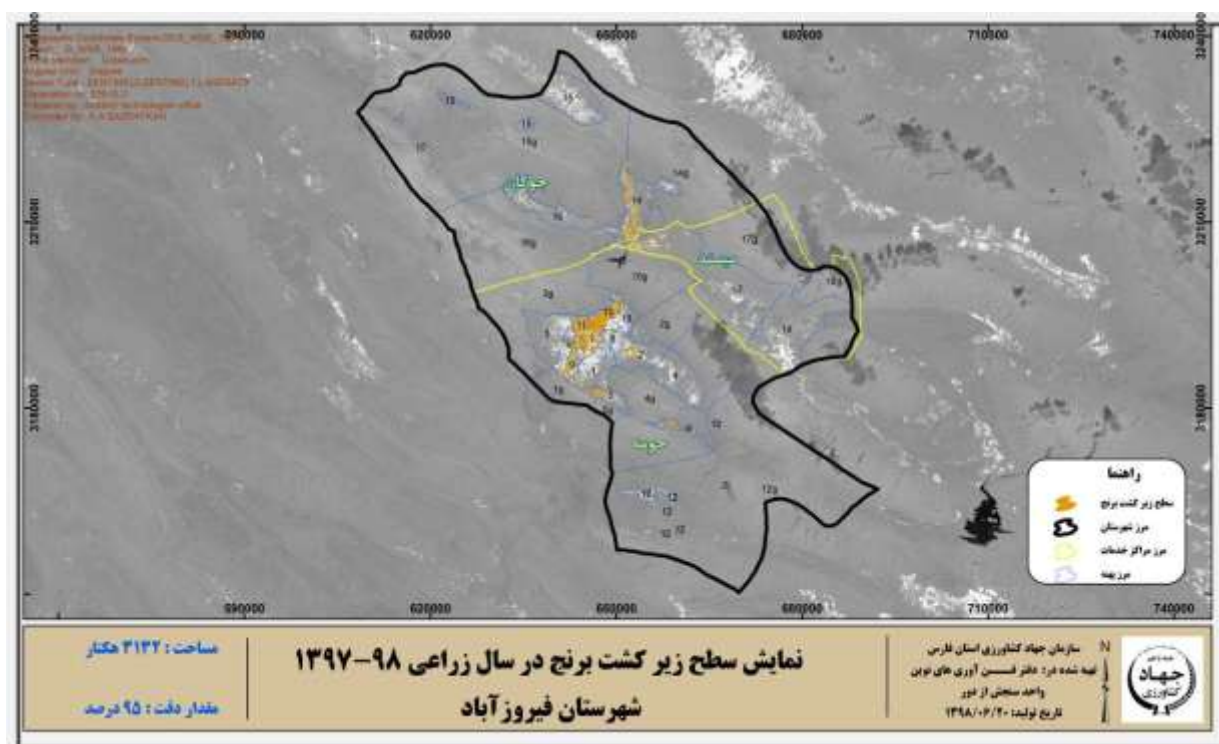
پس از اعمال نتایج راستی آزمایی شهرستانی بر روی نقشه طبقه بندی در نهایت نقشه سطح زیر کشت محصول برنج هر یک از شهرستان ها ارائه شده و سطح زیر کشت محصولات استراتژیک آنها استخراج گردید.

فصل چهارم

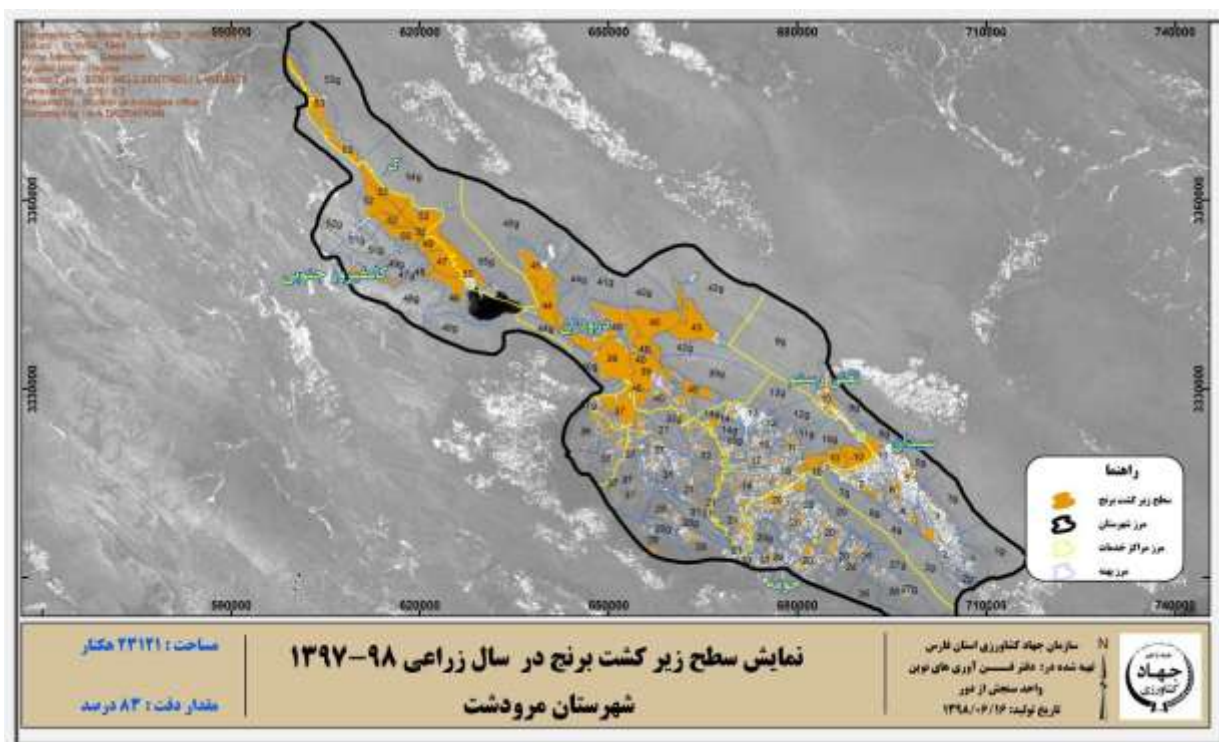
جمع بندی و نتیجه گیری

الف (برنج

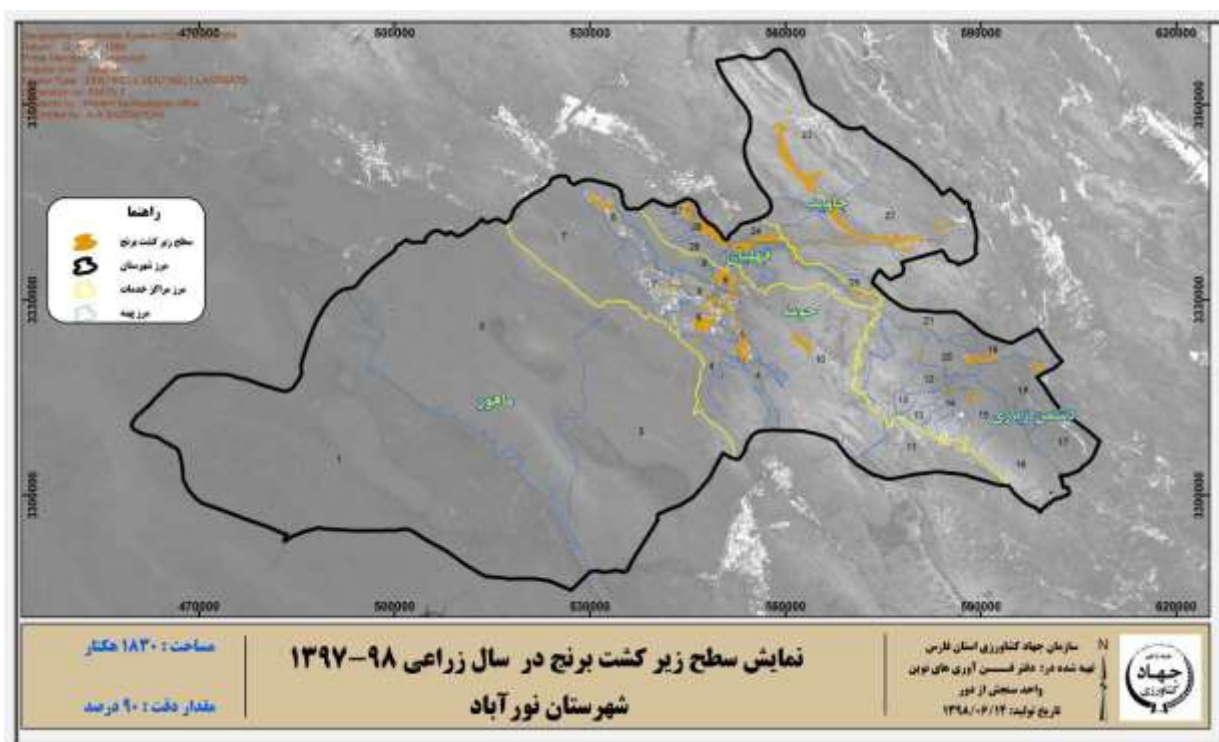
در شکل های ۶۲ تا ۶۹ نقشه نهایی سطح زیر کشت برنج شهرستان های استان فارس به همراه مساحت کشت برنج و درصد دقت مسطحاتی-محاسباتی این محصول ارائه شده است.



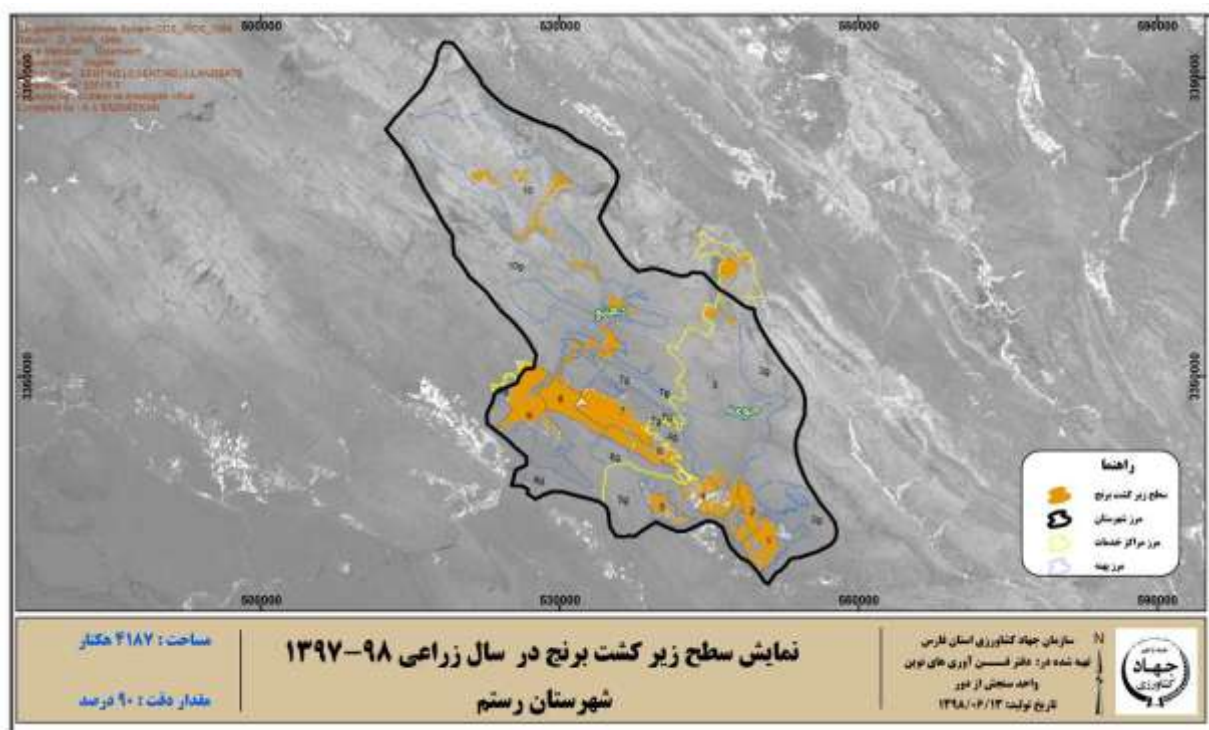
شکل ۶۵) محدوده کشت برنج فیروزآباد در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷



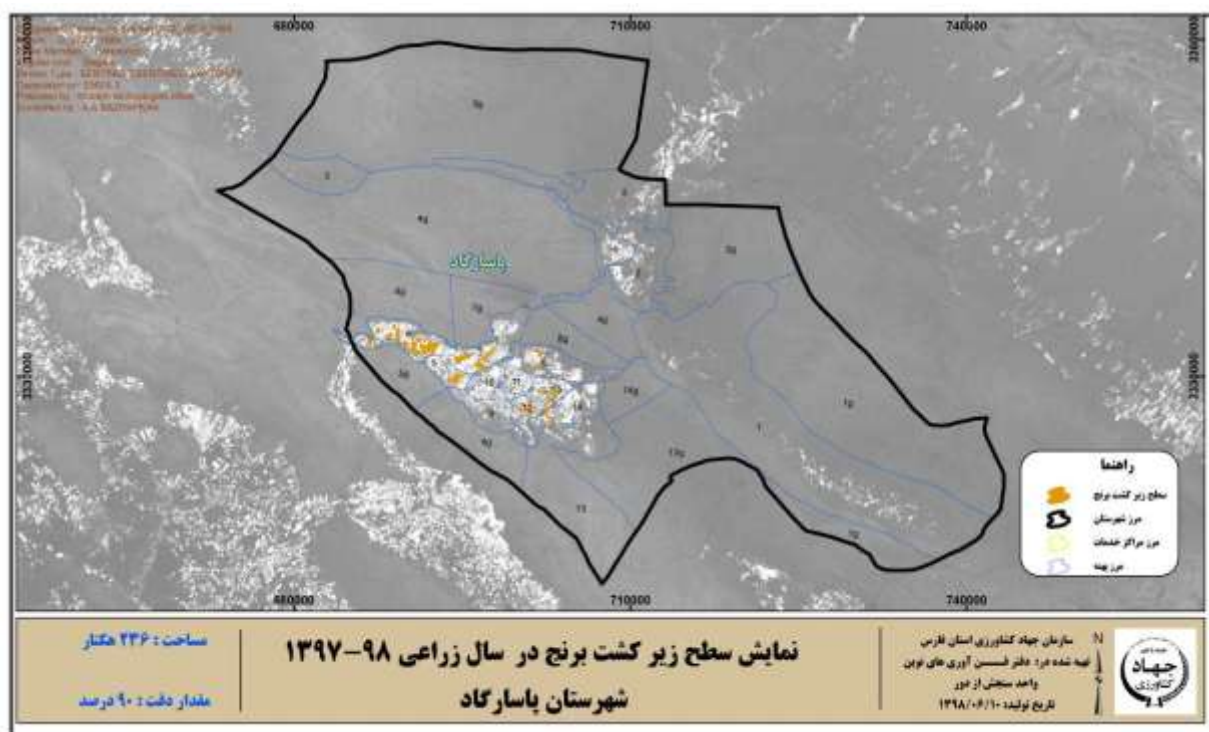
شکل ۶۶) محدوده کشت برنج مرودشت در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷



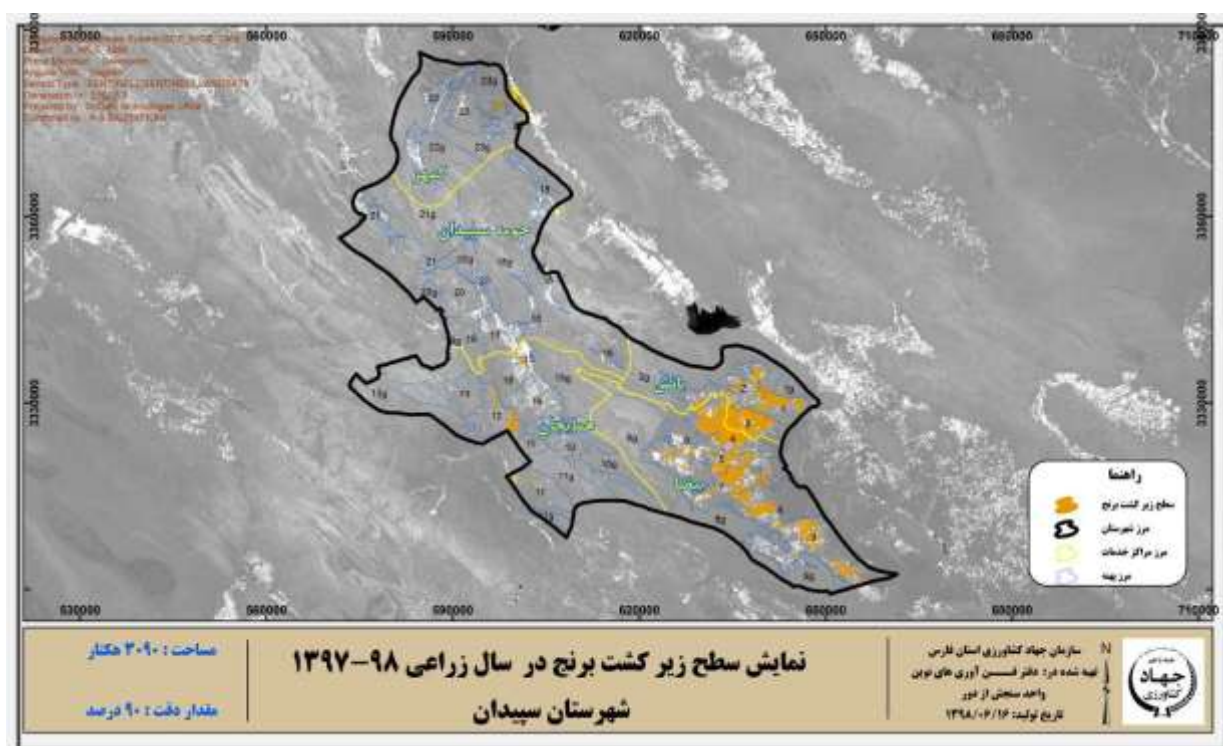
شکل ۶۷) محدوده کشت برنج نورآباد در سال زراعی ۱۳۹۷-۹۸



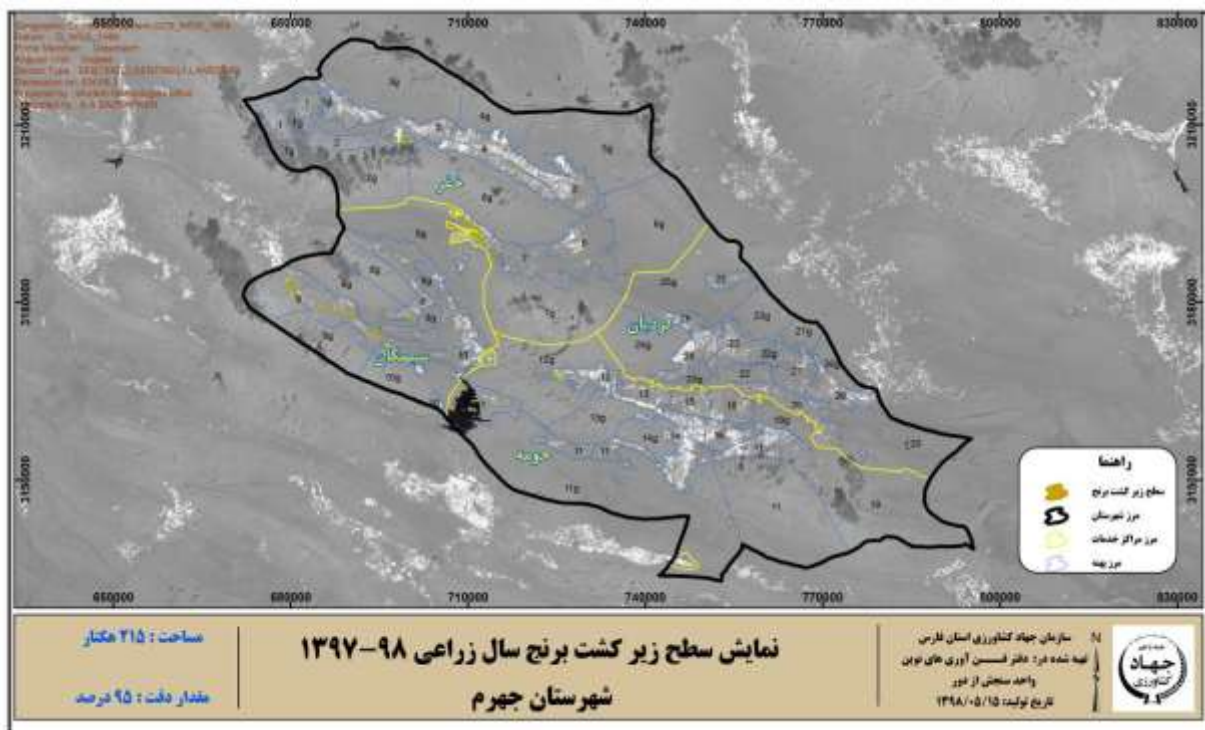
شکل ۶۸) محدوده کشت برنج رستم در سال زراعی ۱۳۹۷-۹۸



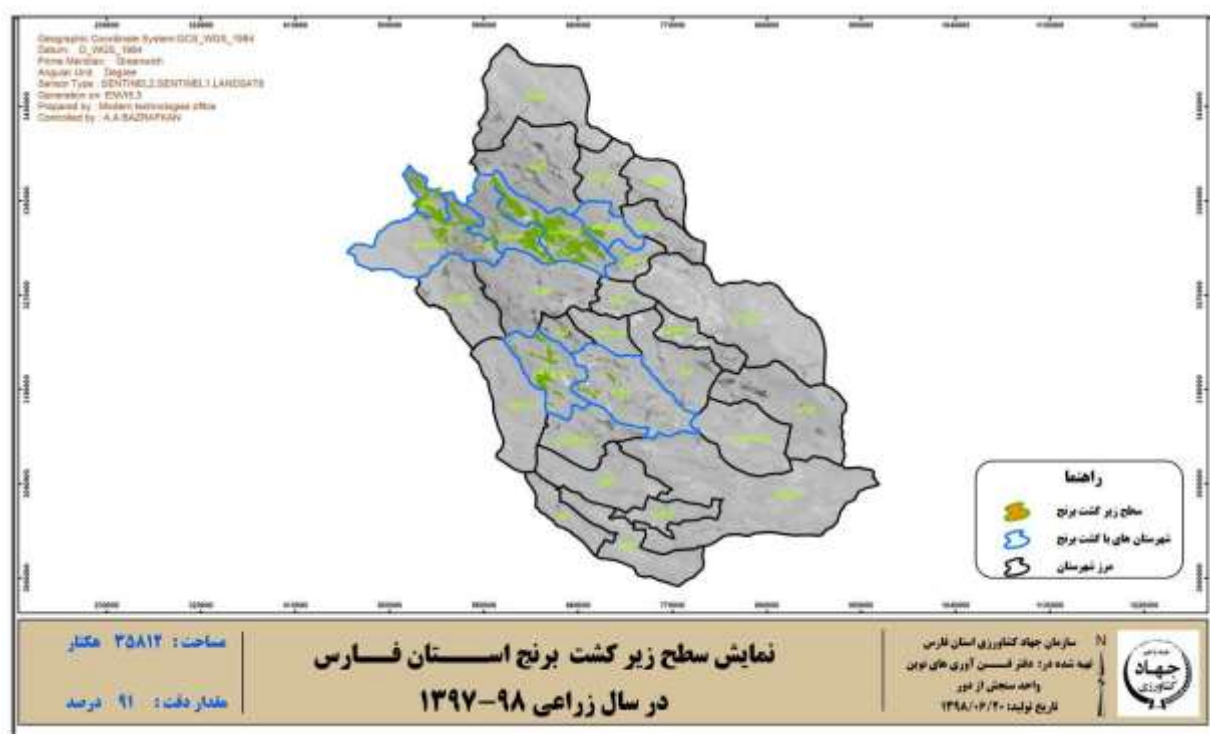
شکل ۶۹) محدوده کشت برنج پاسارگاد در سال زراعی ۱۳۹۷-۹۸



شکل ۷۰) محدوده کشت برنج سپیدان در سال زراعی ۱۳۹۷-۹۸



شکل ۷۱) محدوده کشت برنج جهرم در سال زراعی ۱۳۹۷-۹۸



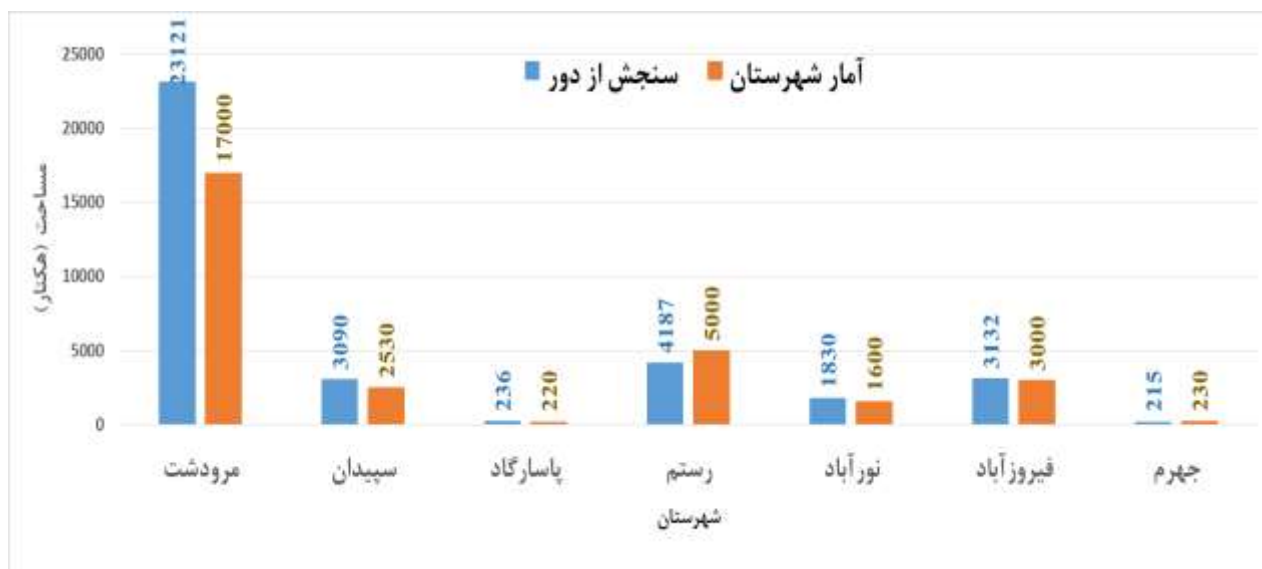
شکل ۷۲) نقشه سطح زیر کشت برنج استان فارس در سال زراعی ۱۳۹۷-۹۸

نقشه سطوح زیر کشت برنج در منطقه در موارد زیادی از جمله: آمار برداری از منطقه و محاسبه سطح زیر کشت محصول در منطقه، برآورد تعداد ماشین آلات مورد نیاز، ایجاد مراکز مکانیزاسیون برای تأمین ماشین آلات مورد نیاز، برآورد نیاز برای ساخت و توسعه زیرساخت هایی مانند سیلوها و انبارها و ایجاد خدمات مکانیزه مورد نیاز منطقه، تعیین میزان تولید خالص و نیز میزان کمبود و یا مازاد محصولات کشاورزی، به منظور ثبات بازار قابل استفاده هستند. نتایج تحقیق نشان می دهد سطح زیر کشت برنج استان فارس

در سال زراعی ۱۳۹۷-۹۸ استخراج شده از یک طبقه بندی چندزمانه با مقدار کاپا ۰/۹۹ و دقت کلی ۹۸/۱ درصد، عددی معادل ۳۵۸۱۲ (سی و پنج هزار و هشتصد و دوازده) هکتار برآورد می گردد. در جدول ۱۱ سطح زیر کشت برنج استان فارس به تفکیک هر یک از شهرستان های برنج خیز استان ارائه شده است. همچنین در شکل ۷۰ نمودار مقایسه آمار برآورد شده سنجش از دور و آمار برآورد شده شفاهی برنج شهرستان های استان ارائه شده است.

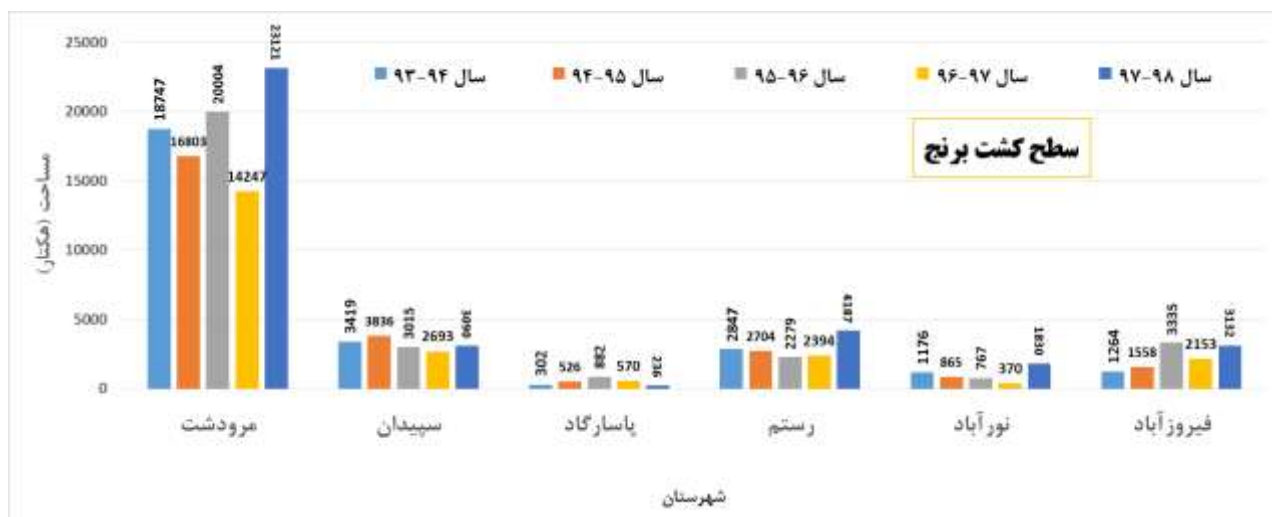
جدول ۱۲) سطح زیر کشت برنج استان فارس در سال زراعی ۱۳۹۷-۹۸.

ردیف	شهرستان	مساحت برآوردی (هکتار)
۱	پاسارگاد	۲۳۶
۲	چهرم	۲۱۵
۳	رستم	۴۱۸۷
۴	سپیدان	۳۰۹۰
۵	فیروزآباد	۳۱۳۲
۶	مرودشت	۲۳۱۲۱
۷	نورآباد ممسنی	۱۸۳۰
۸	مجموع	۳۵۸۱۲

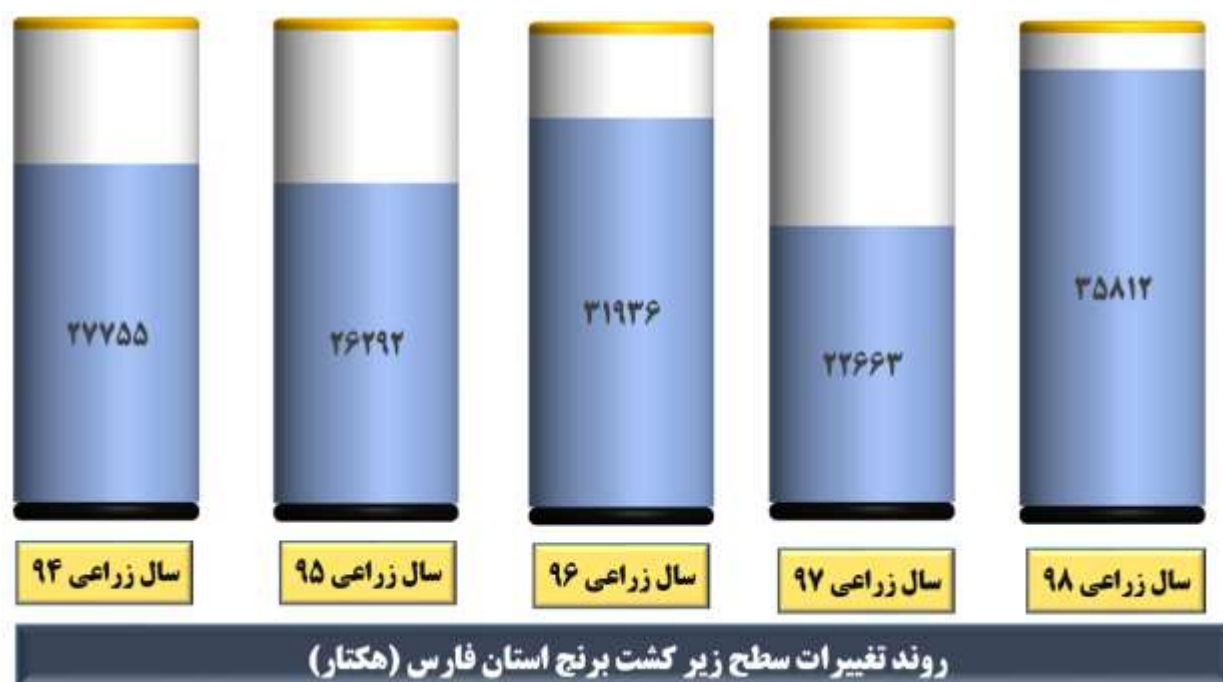


شکل ۷۳) نمودار مقایسه آمار برآورد شده سنجش از دور و آمار برآورد شده برنج شهرستان های استان

در شکل ۷۱ و ۷۲ به ترتیب، مقایسه روند تغییرات پنج ساله سطح زیر کشت برنج استان فارس به تفکیک شهرستان و در مجموع استانی به نمایش در آمده است.



شکل ۷۴) مقایسه روند تغییرات پنج ساله سطح زیر کشت برنج استان فارس به تفکیک شهرستان

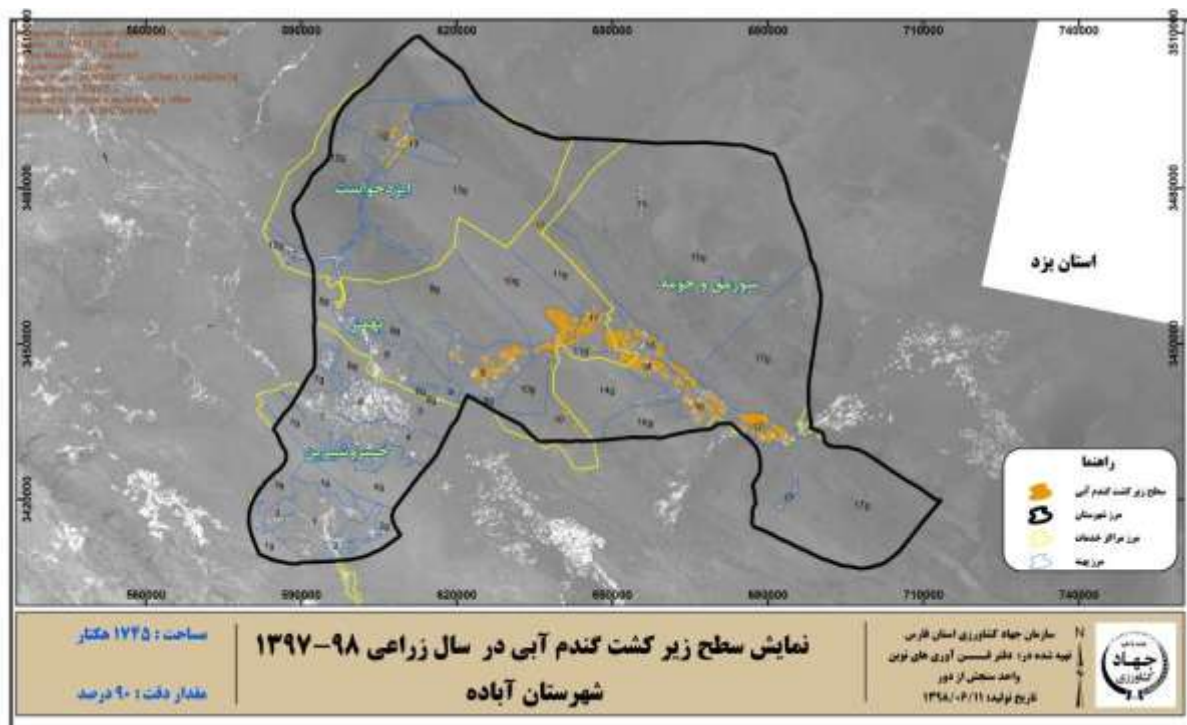


شکل ۷۵) مقایسه روند تغییرات پنج ساله مجموع سطح زیر کشت برنج استان فارس

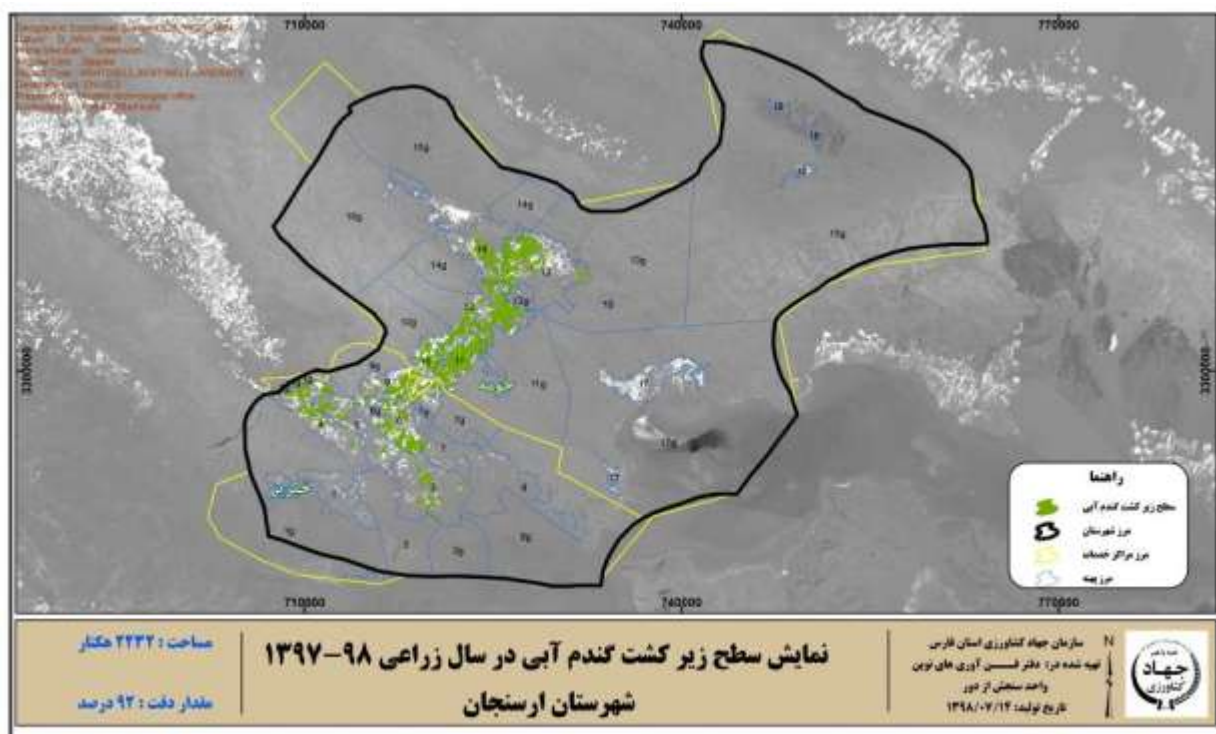
ب) گندم

در شکل های ۷۶ تا ۱۰۶ نقشه سطح زیر کشت گندم در شهرستان های استان و همچنین در شکل ... نقشه سطح زیر کشت گندم

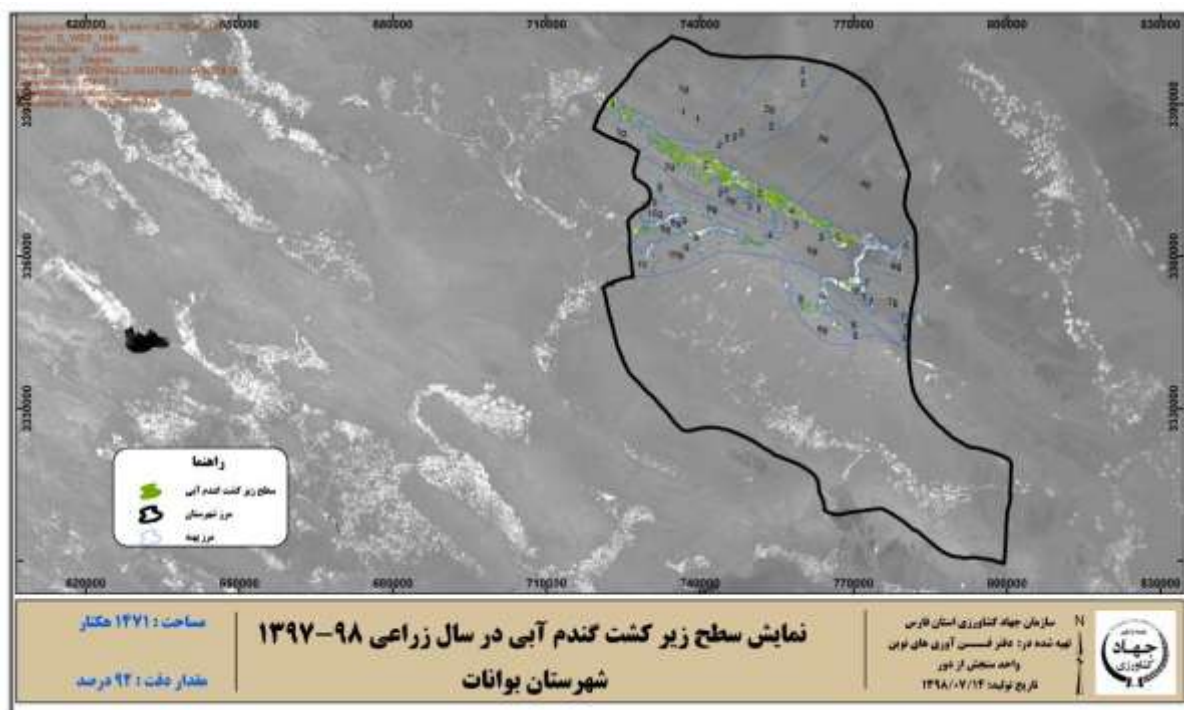
استان فارس در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ به نمایش درآمده است.



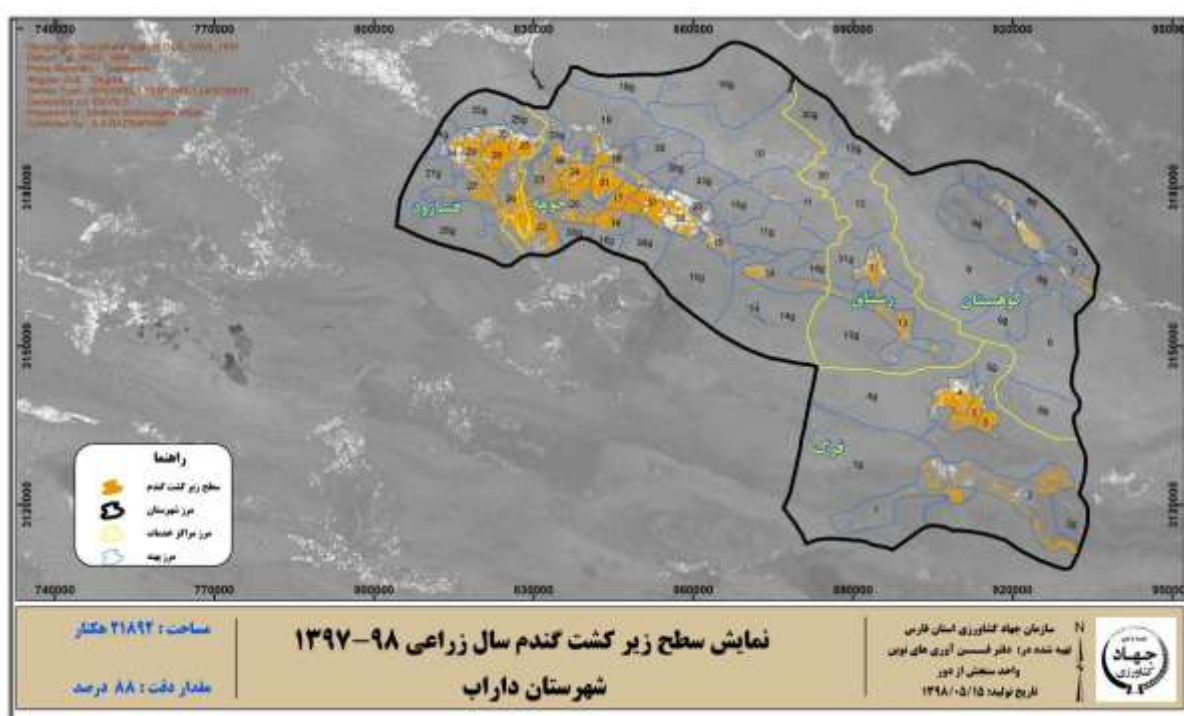
شکل ۷۶ نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان آباده



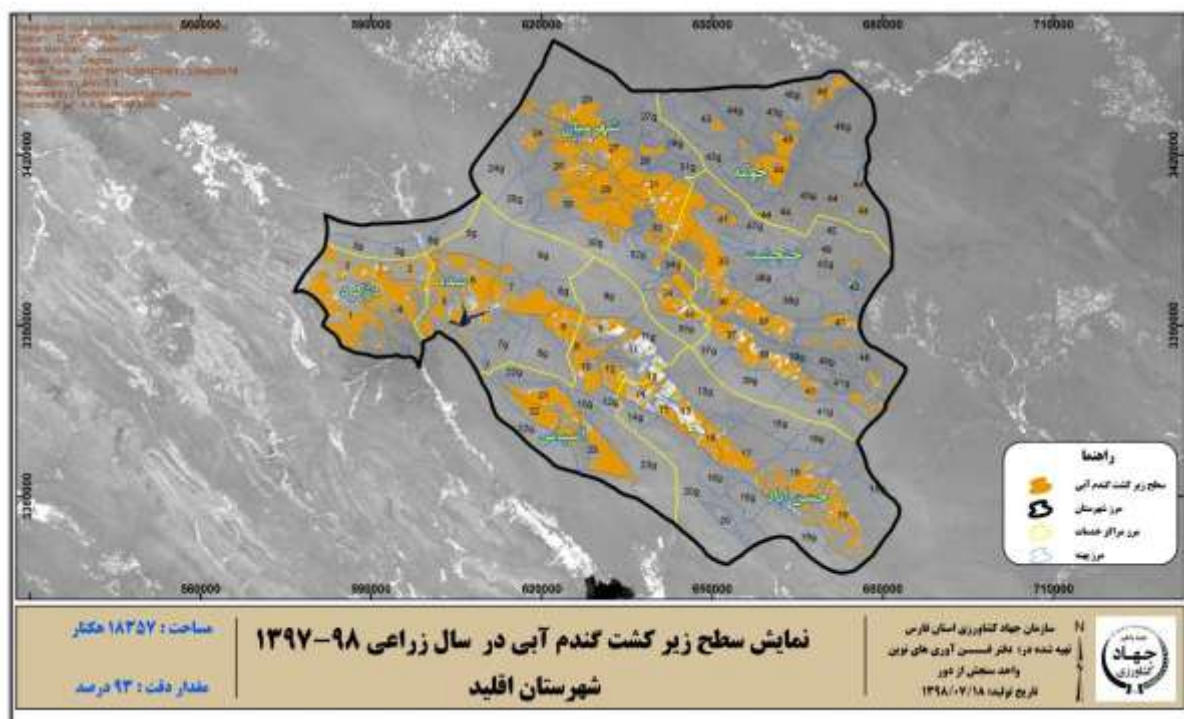
شکل ۷۷ نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان ارسنجان



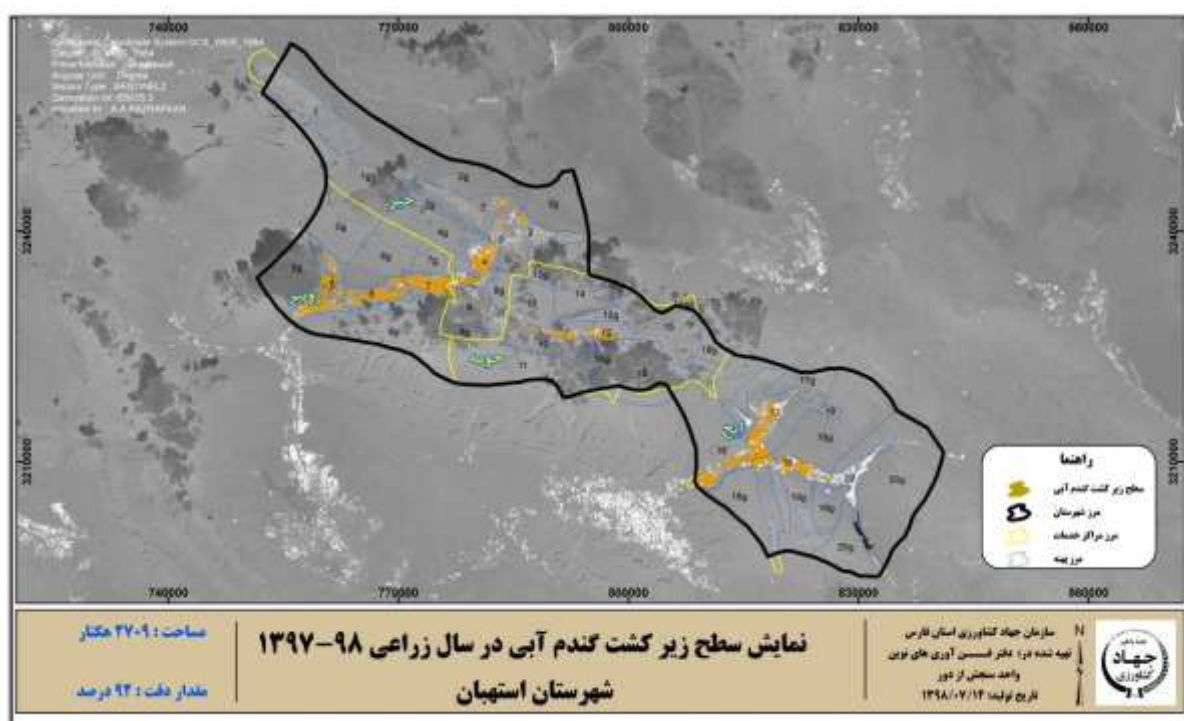
شکل ۷۸ نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان بوانات



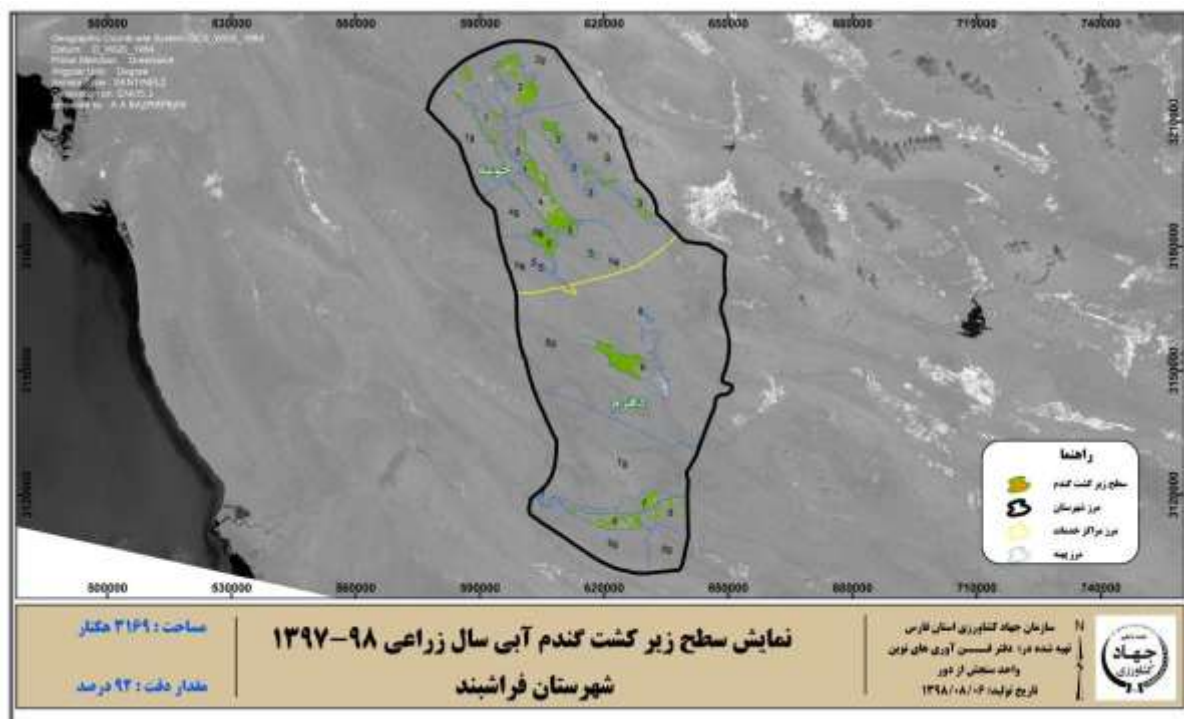
شکل ۷۹ نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان داراب



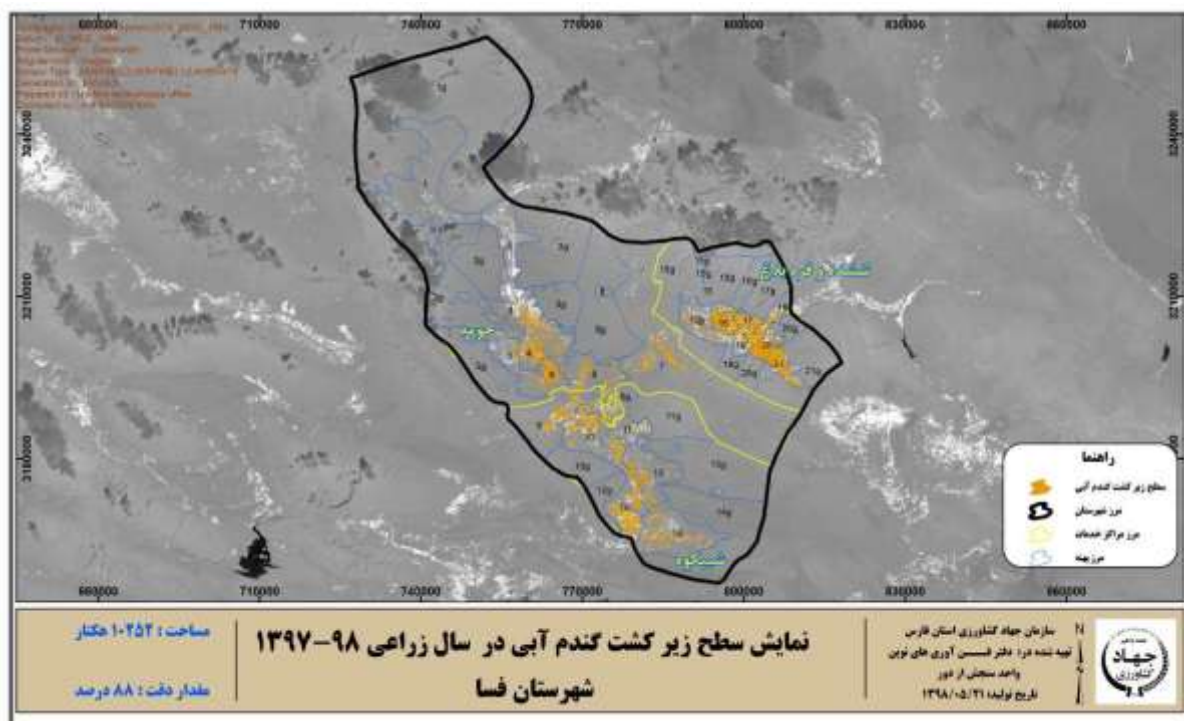
شکل ۸۰ نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان اقلید



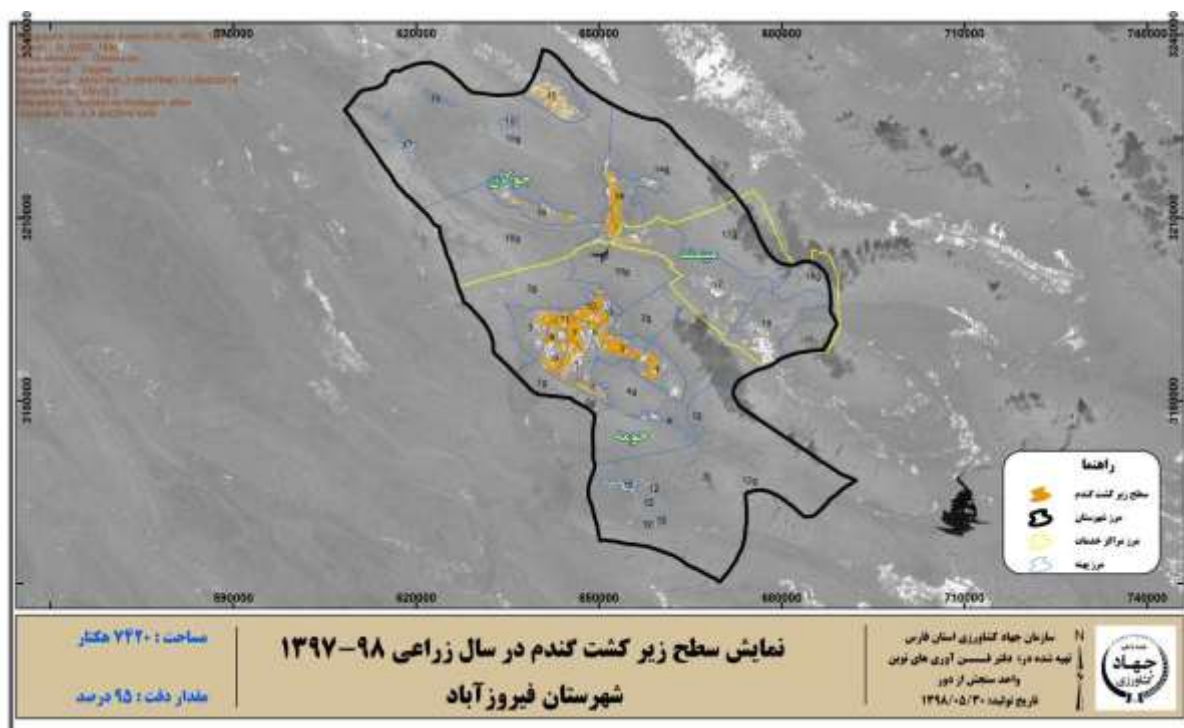
شکل ۸۱ نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان استهبان



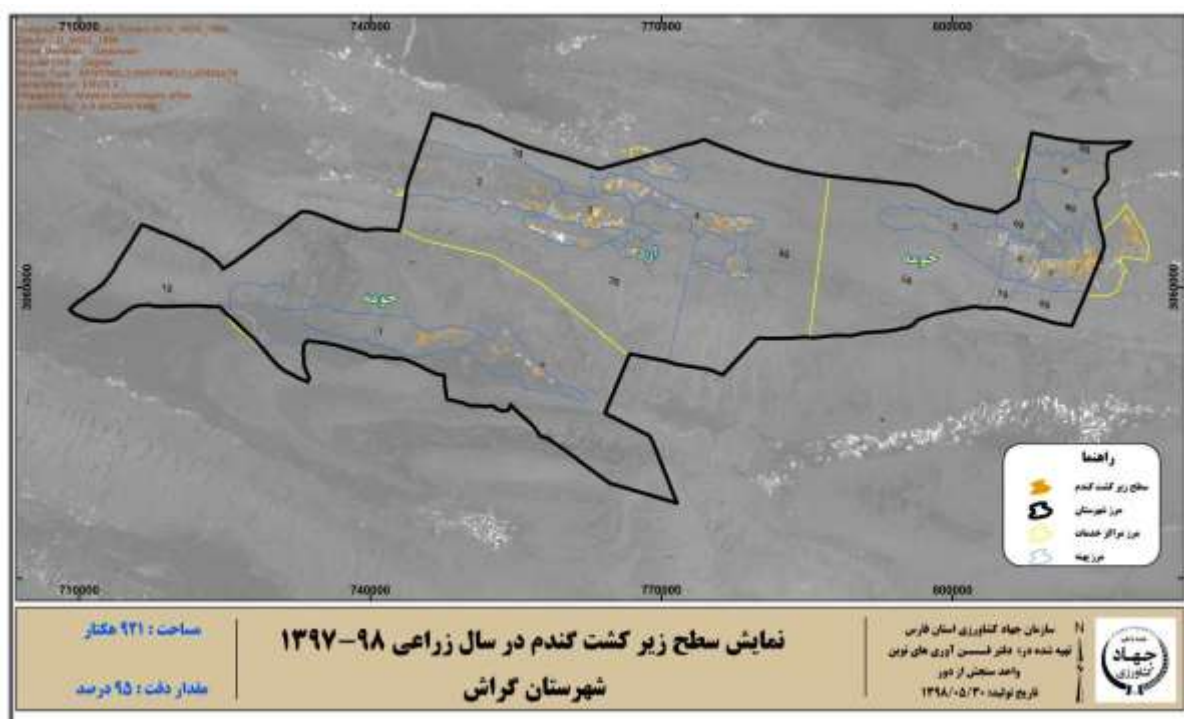
شکل ۸۲) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان فراشبند



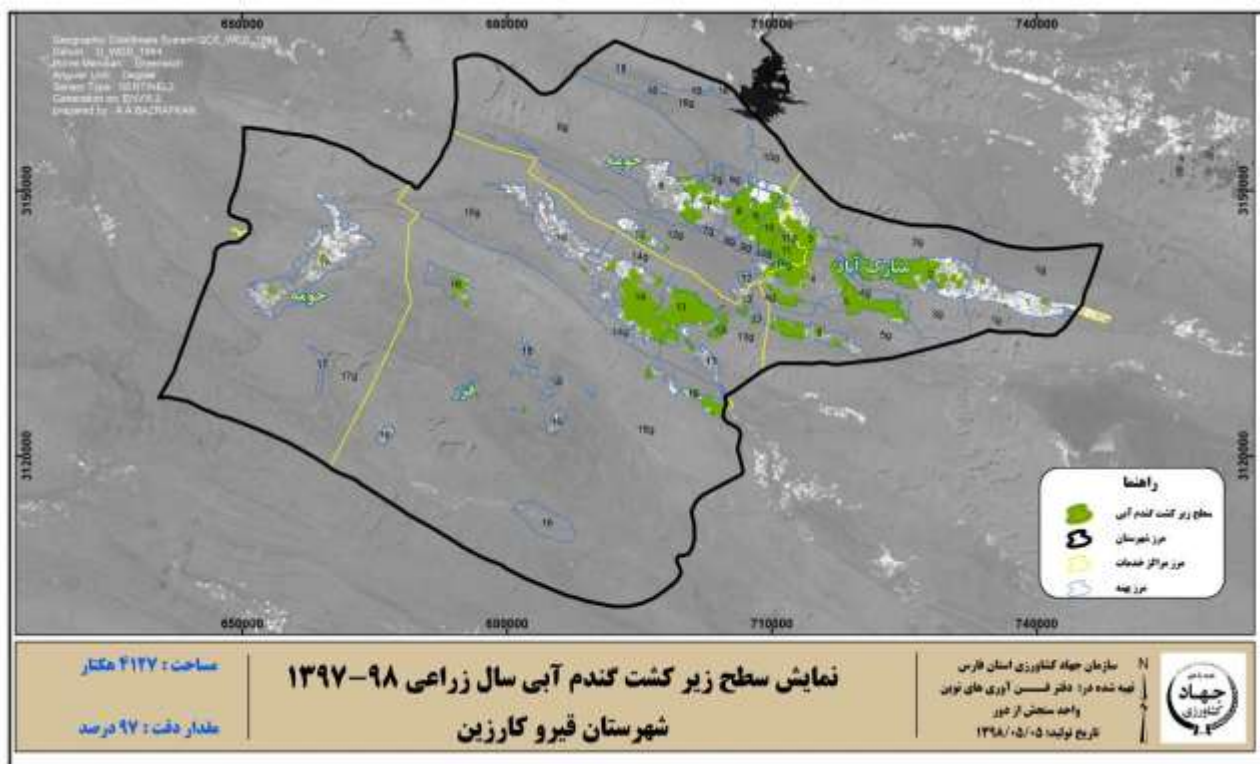
شکل ۸۳) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان فسا



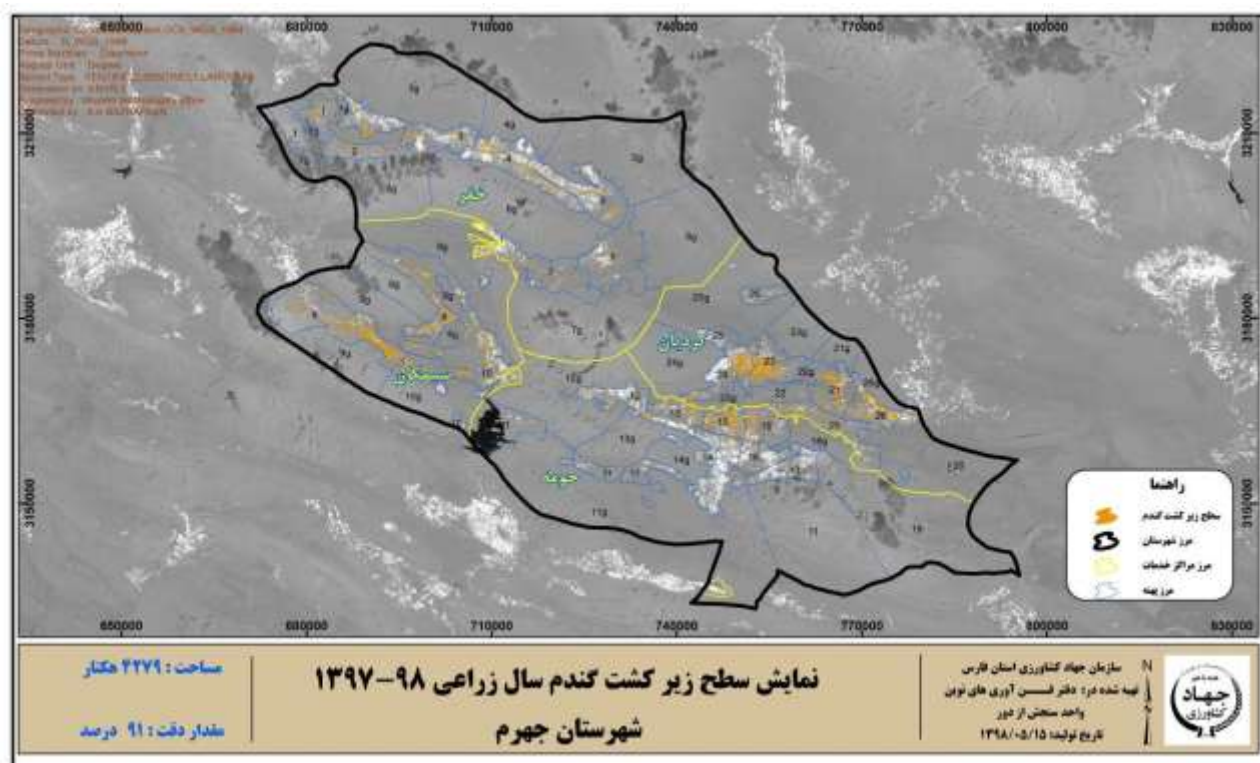
شکل ۸۴ نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان فیروزآباد



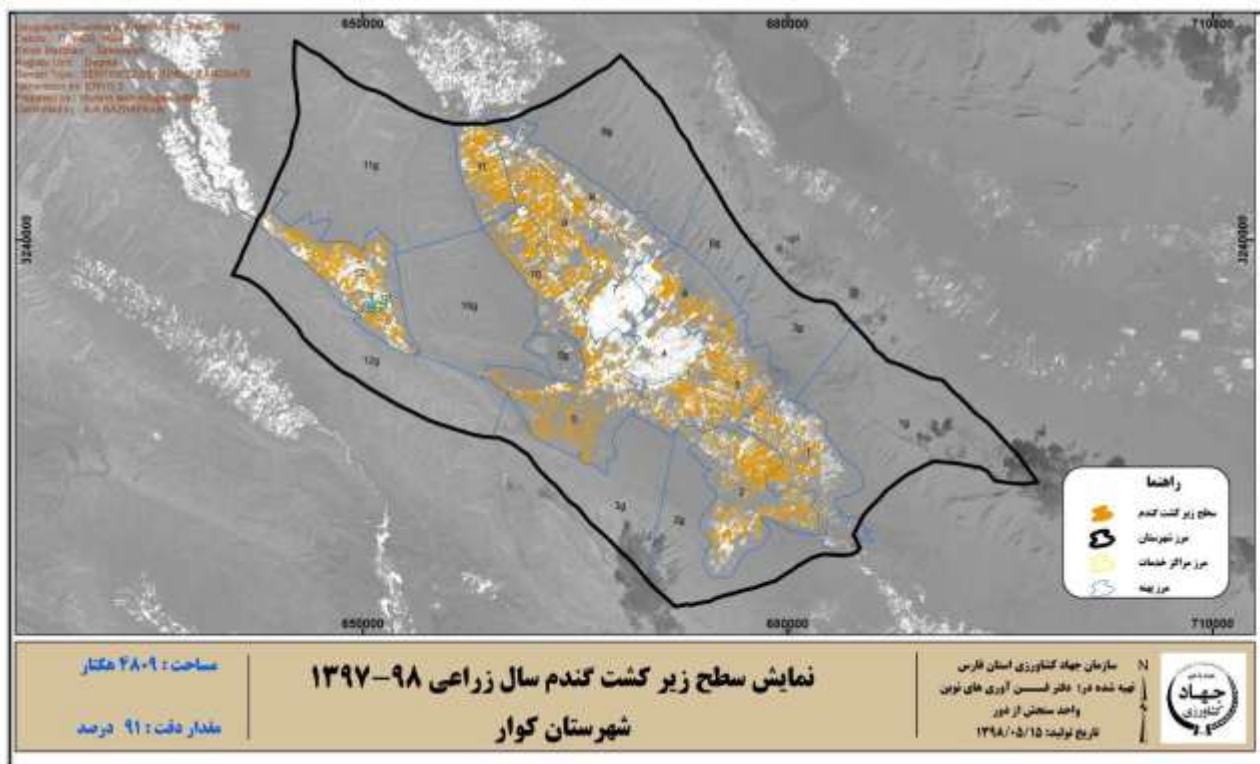
شکل ۸۵ نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان گراش



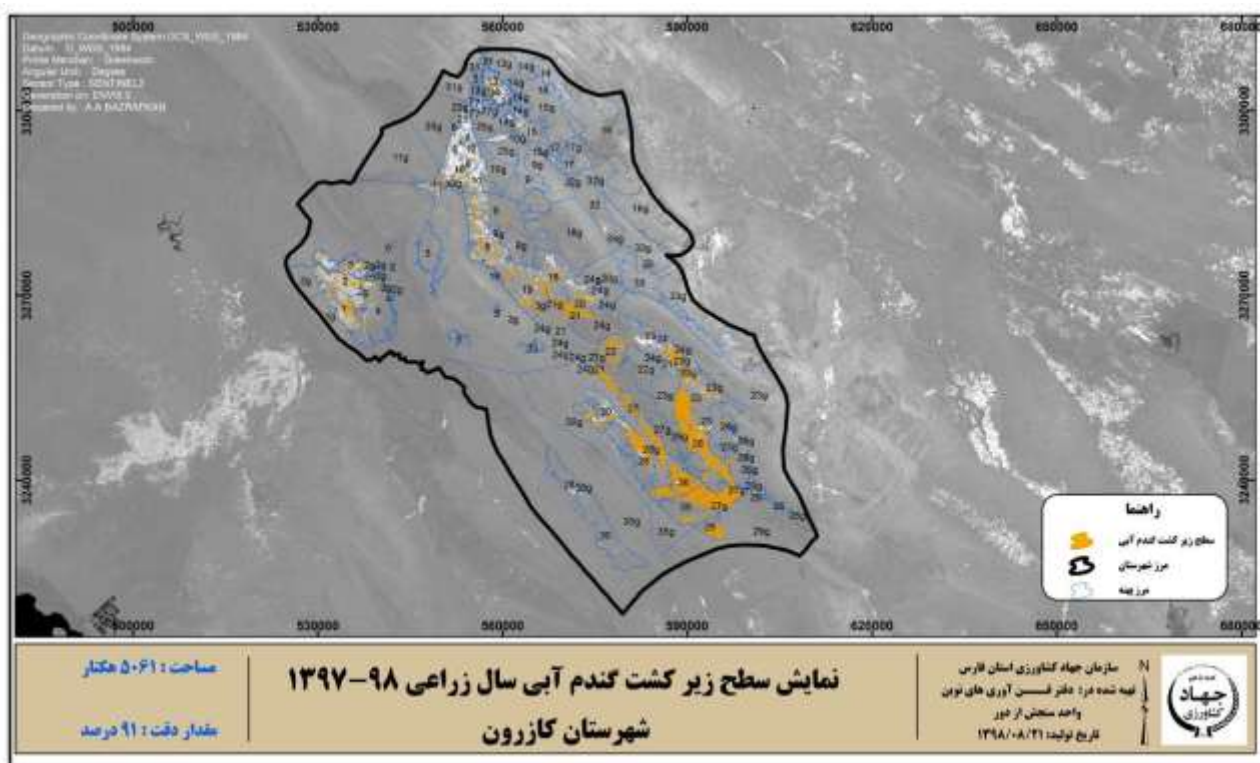
شکل ۸۶ نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان قیروکارزین



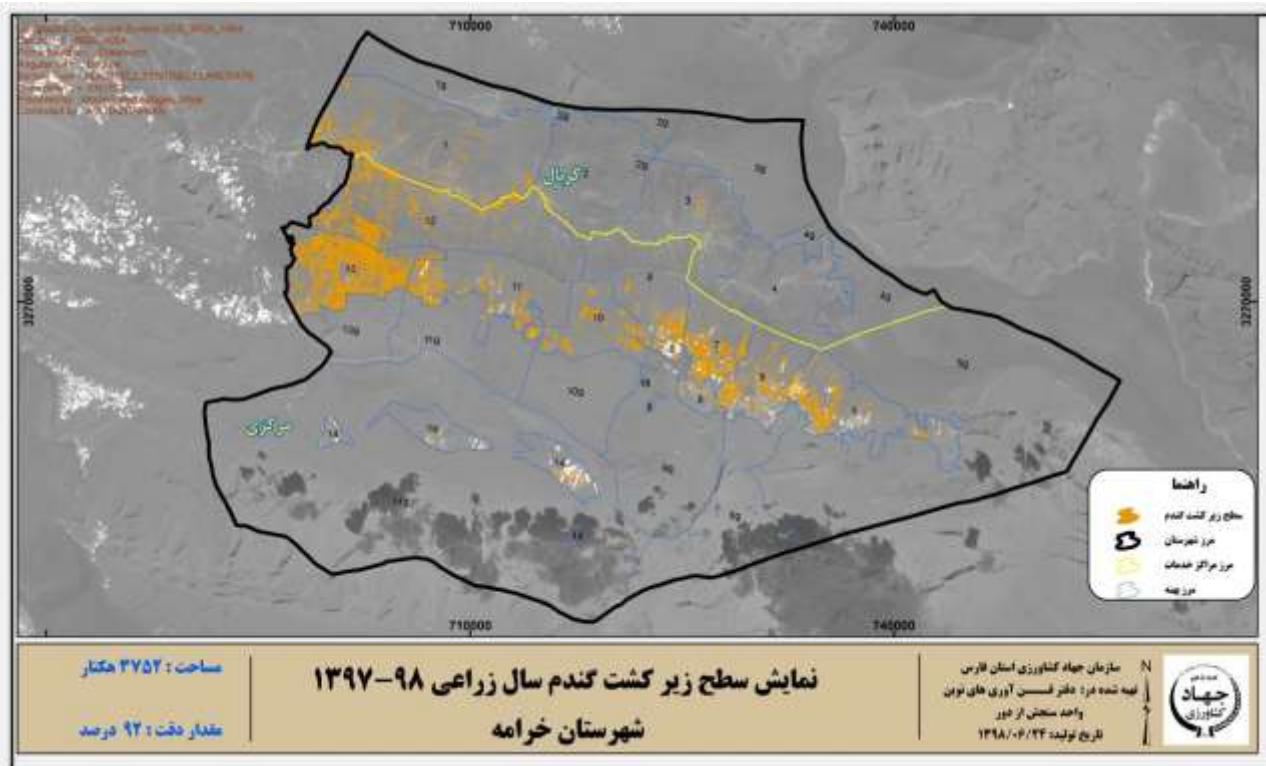
شکل ۸۷ نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان جهرم



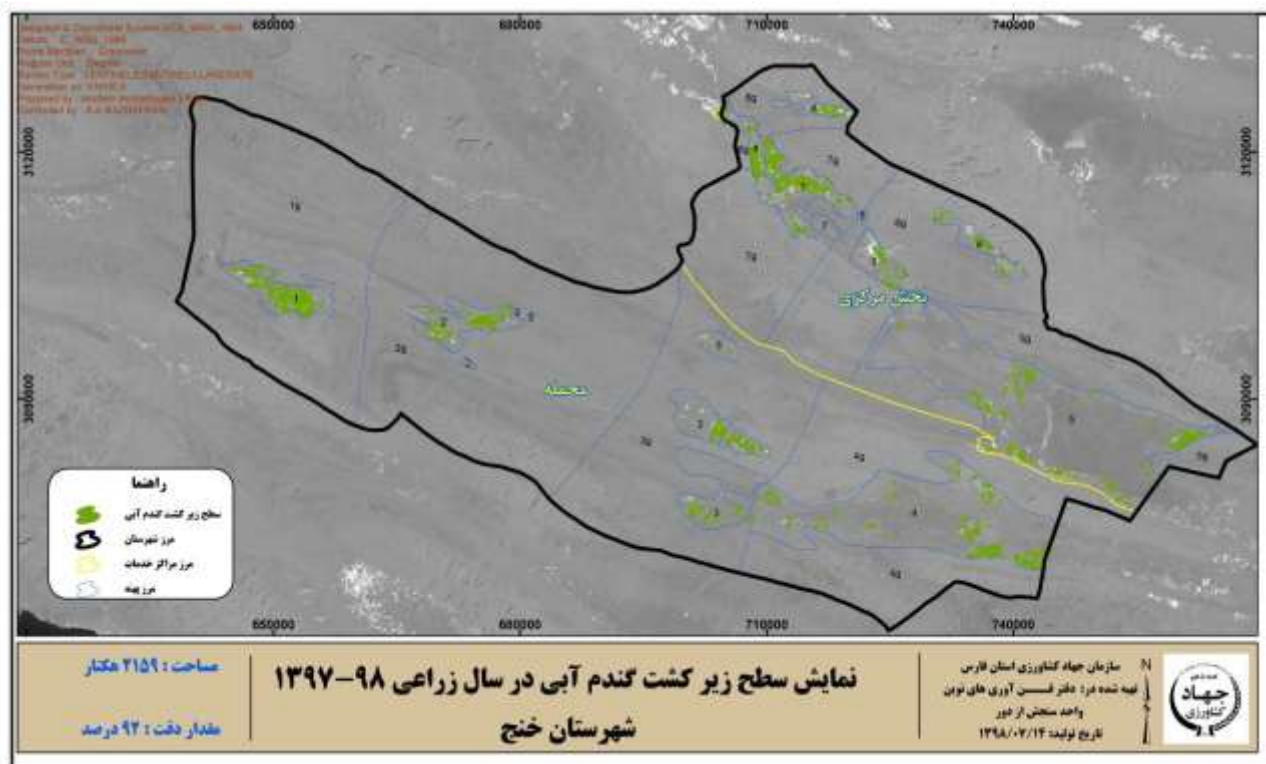
شکل ۸۸) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان کوار



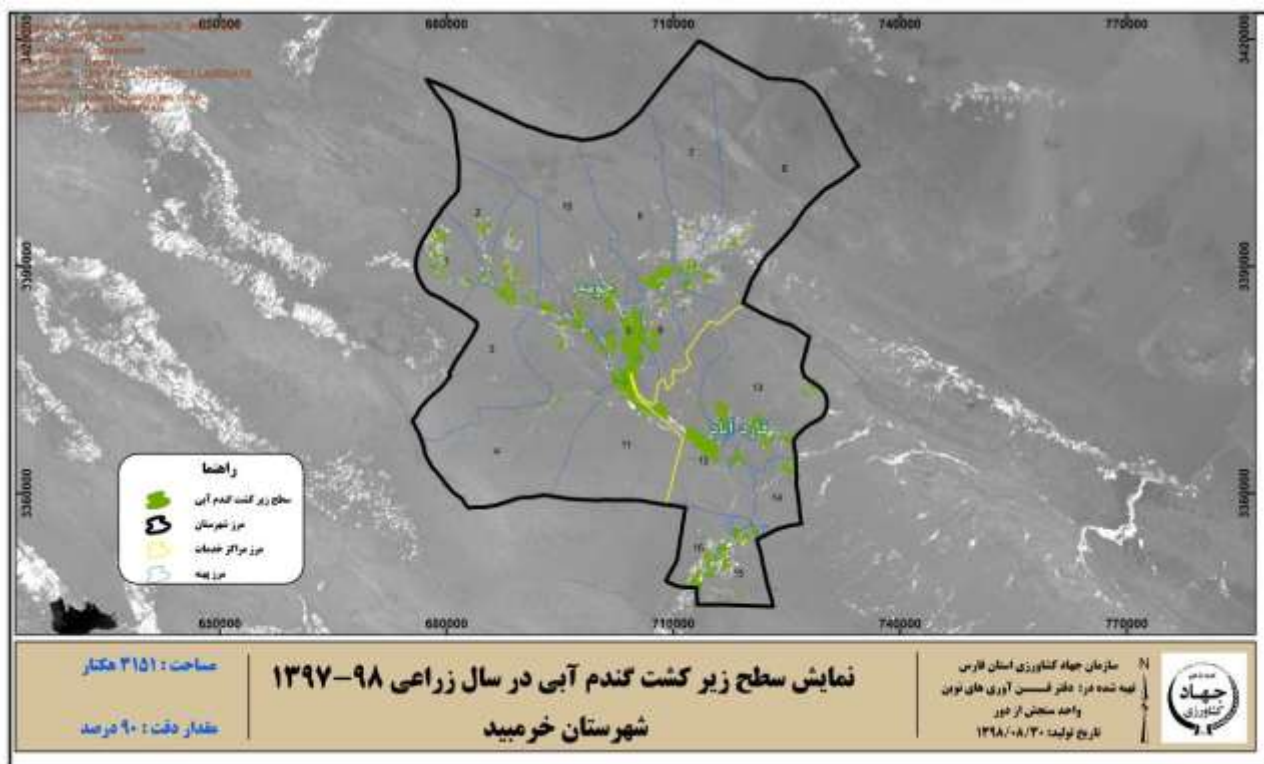
شکل ۸۹) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان فیروزآباد



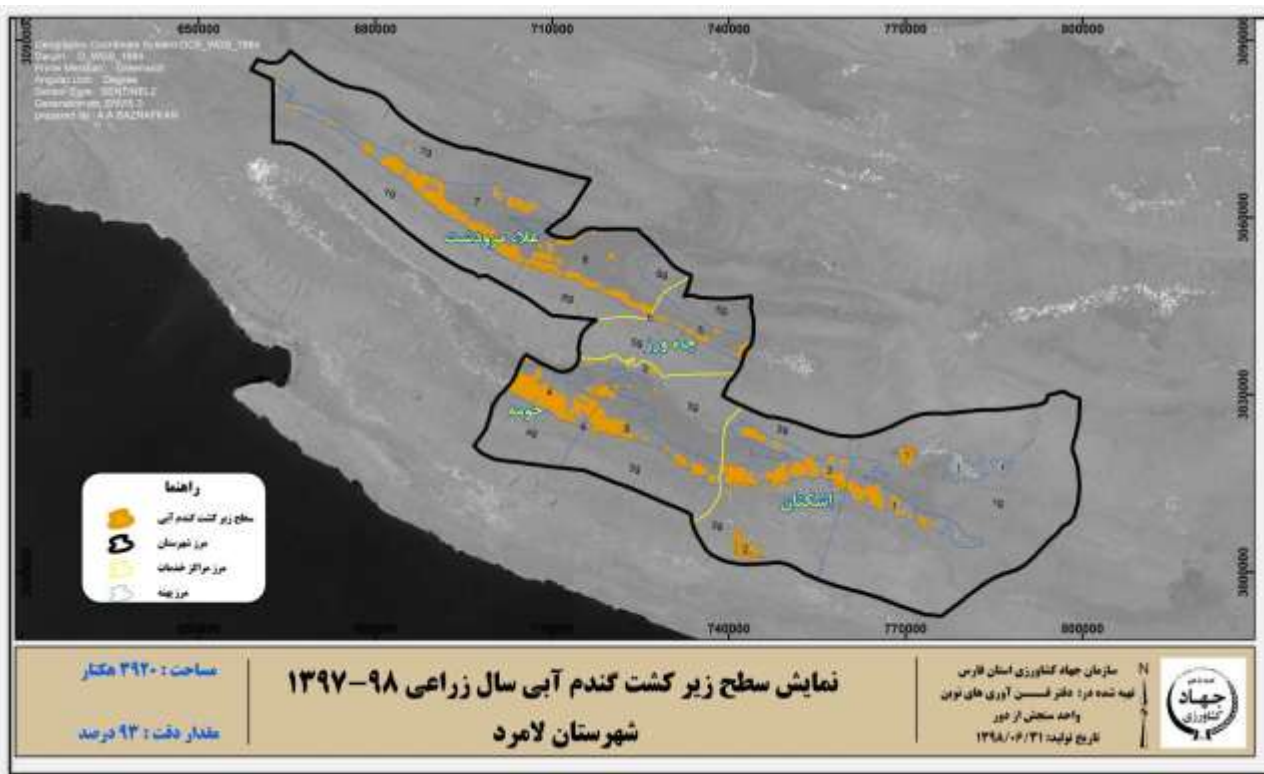
شکل ۹۰ نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان خورامه



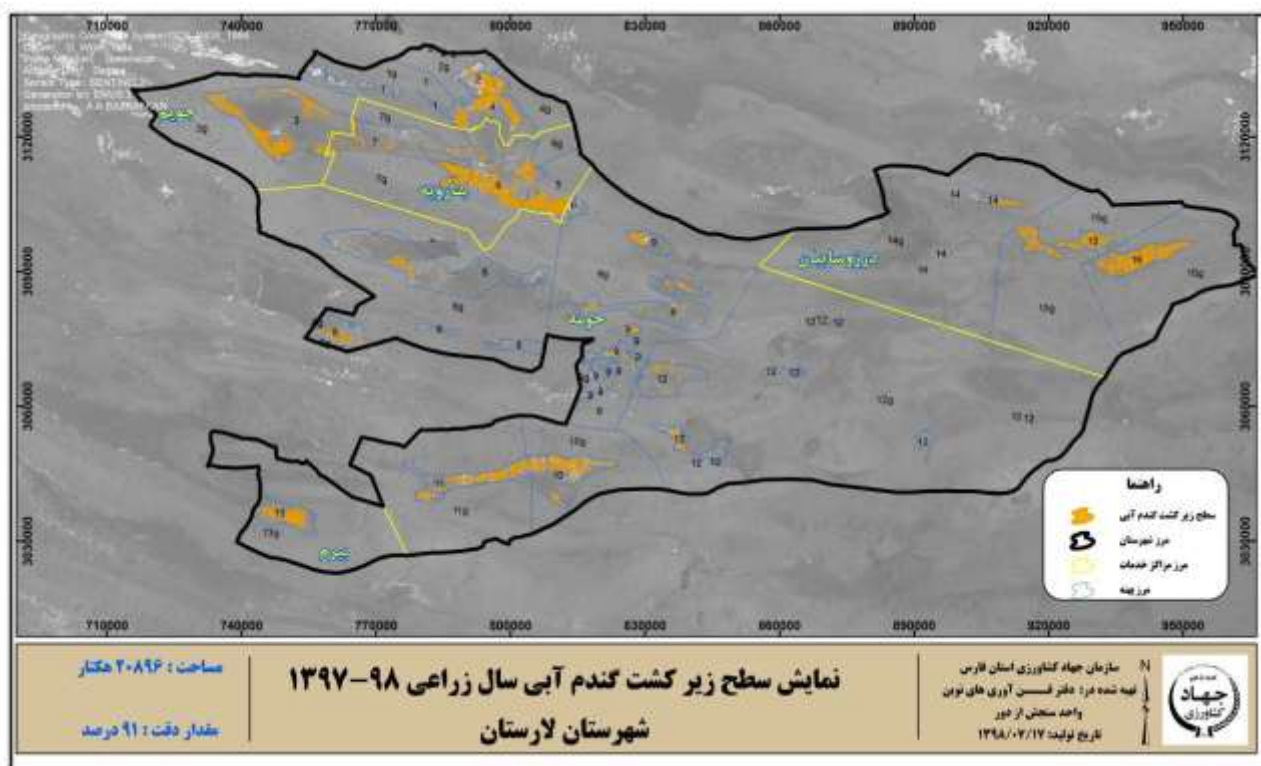
شکل ۹۱ نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان خنج



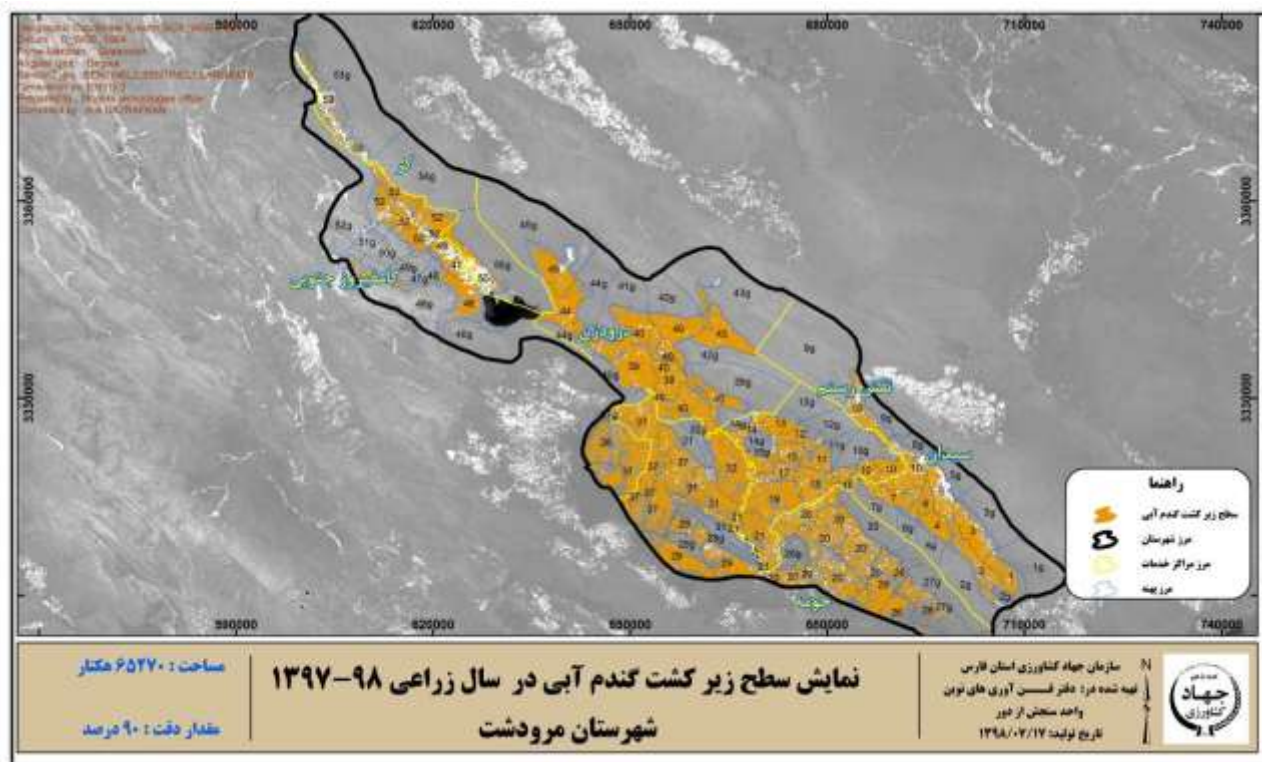
شکل ۹۲) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان خرمشهر



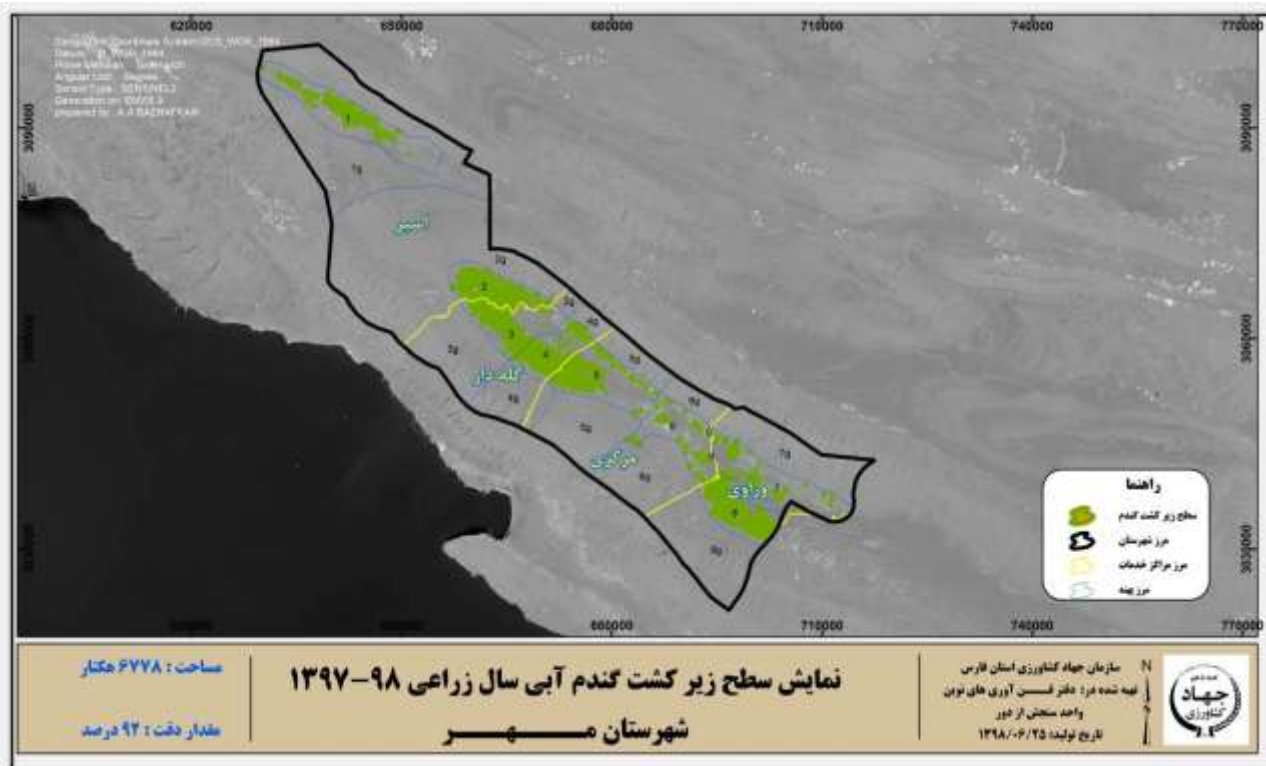
شکل ۹۳) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان لامرد



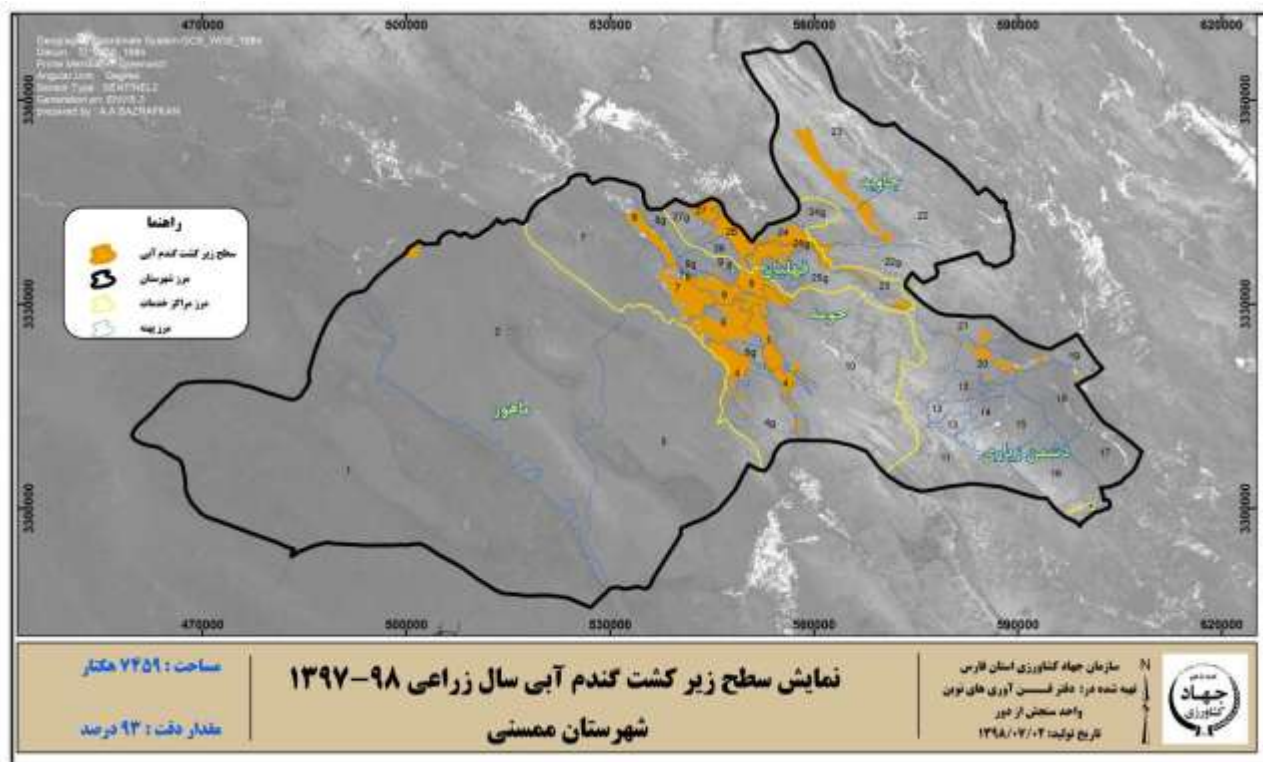
شکل ۹۴ نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان لارستان



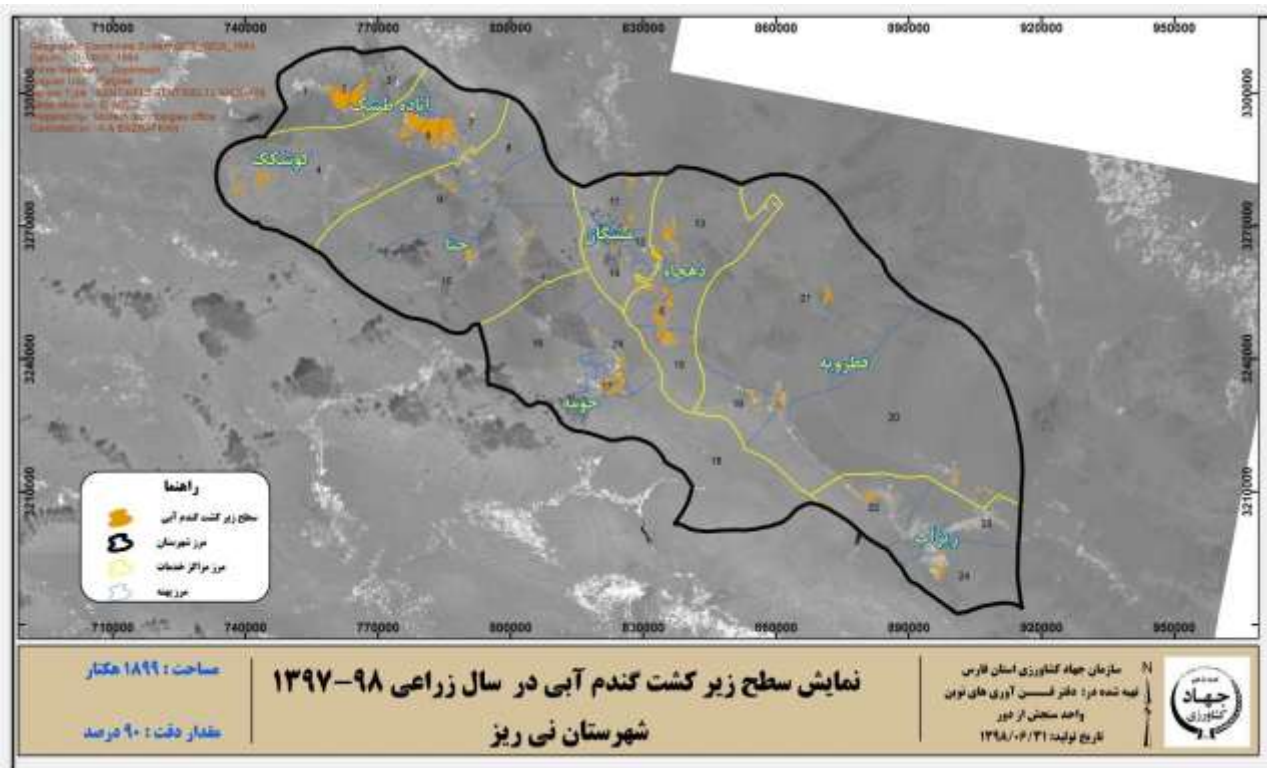
شکل ۹۵ نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان مرودشت



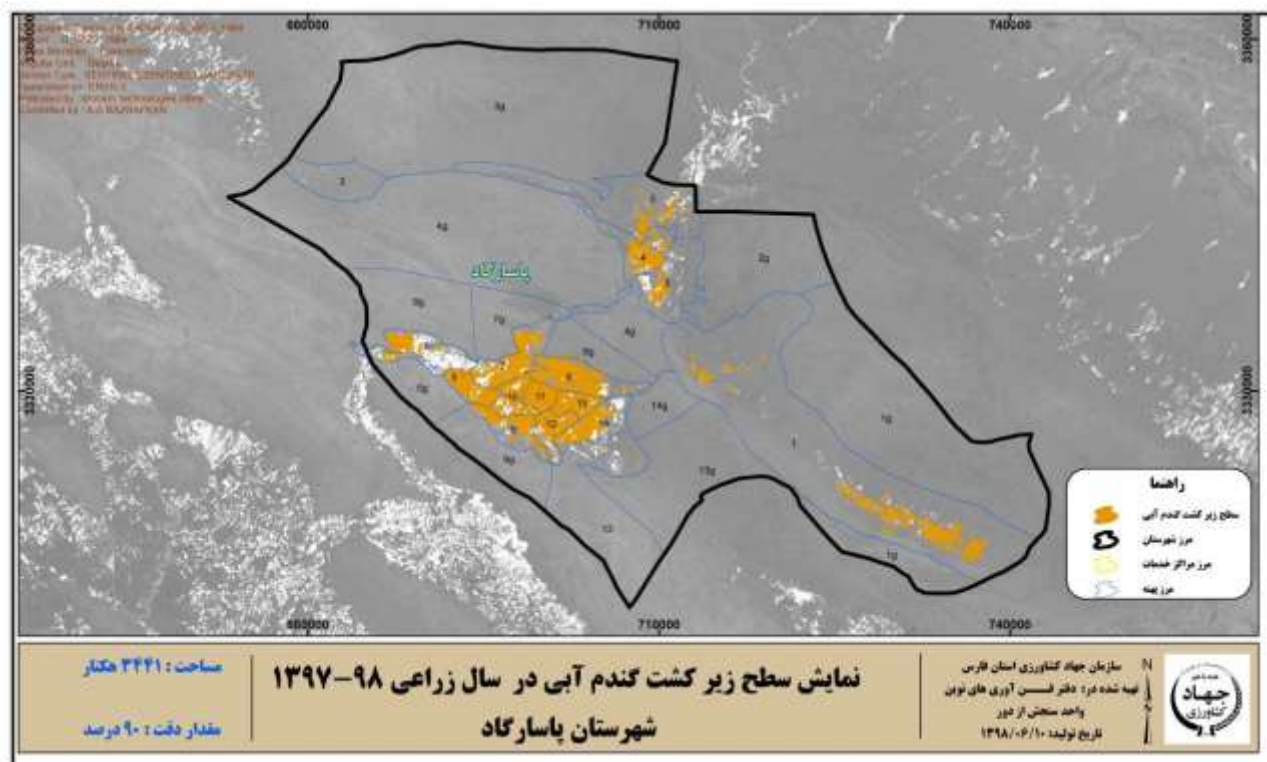
شکل ۹۶ نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان مهر



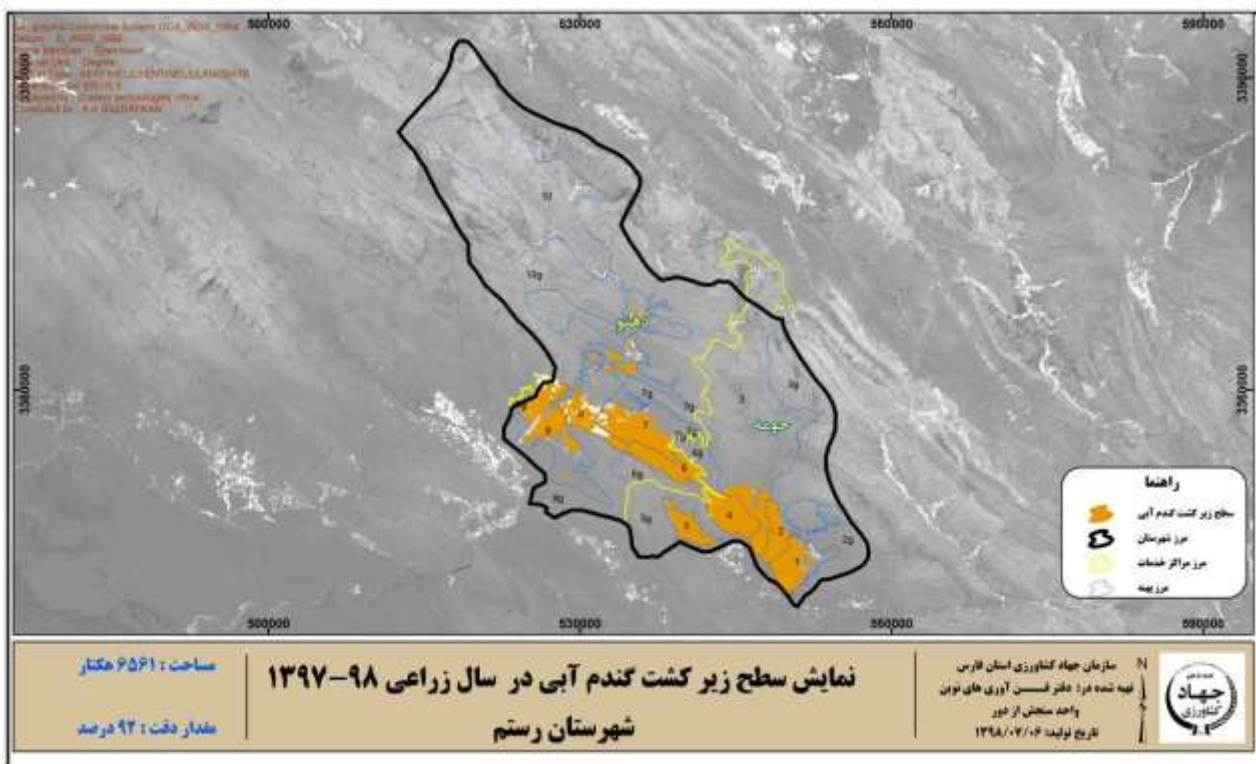
شکل ۹۷ نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان ممسنی



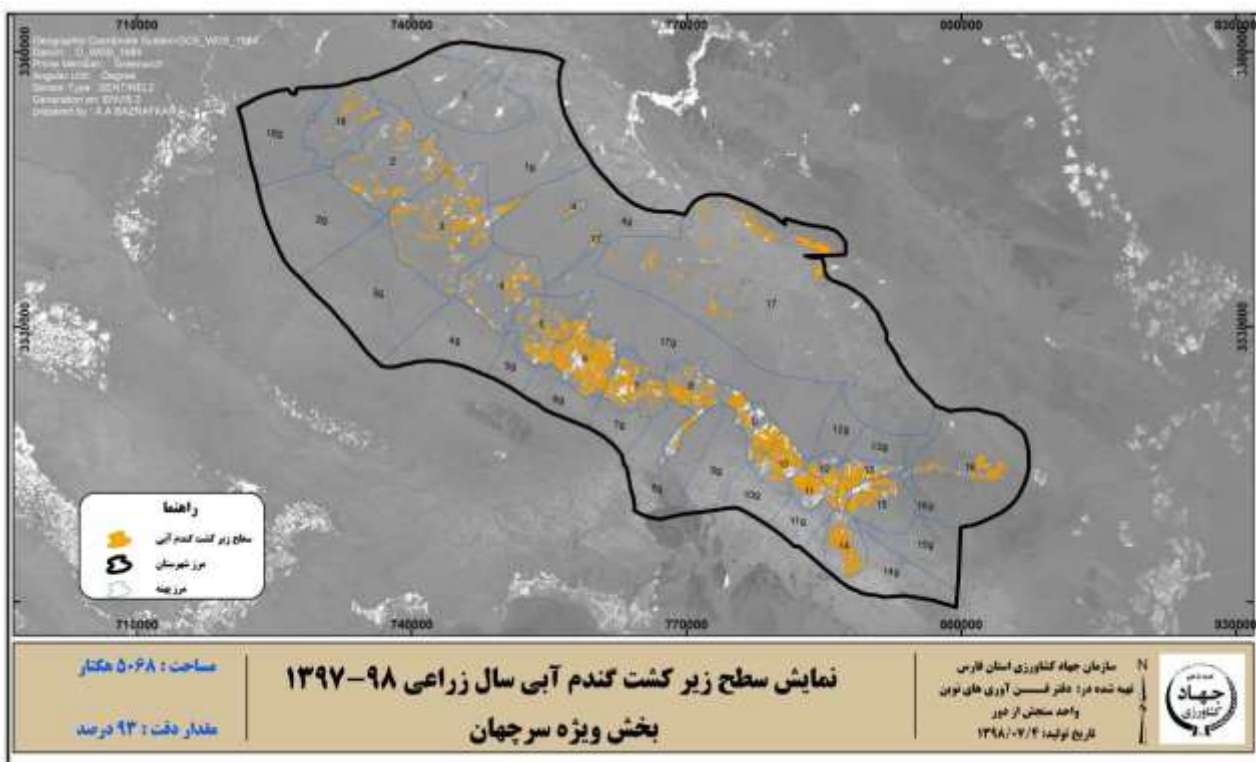
شکل ۹۸ نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان فی ریز



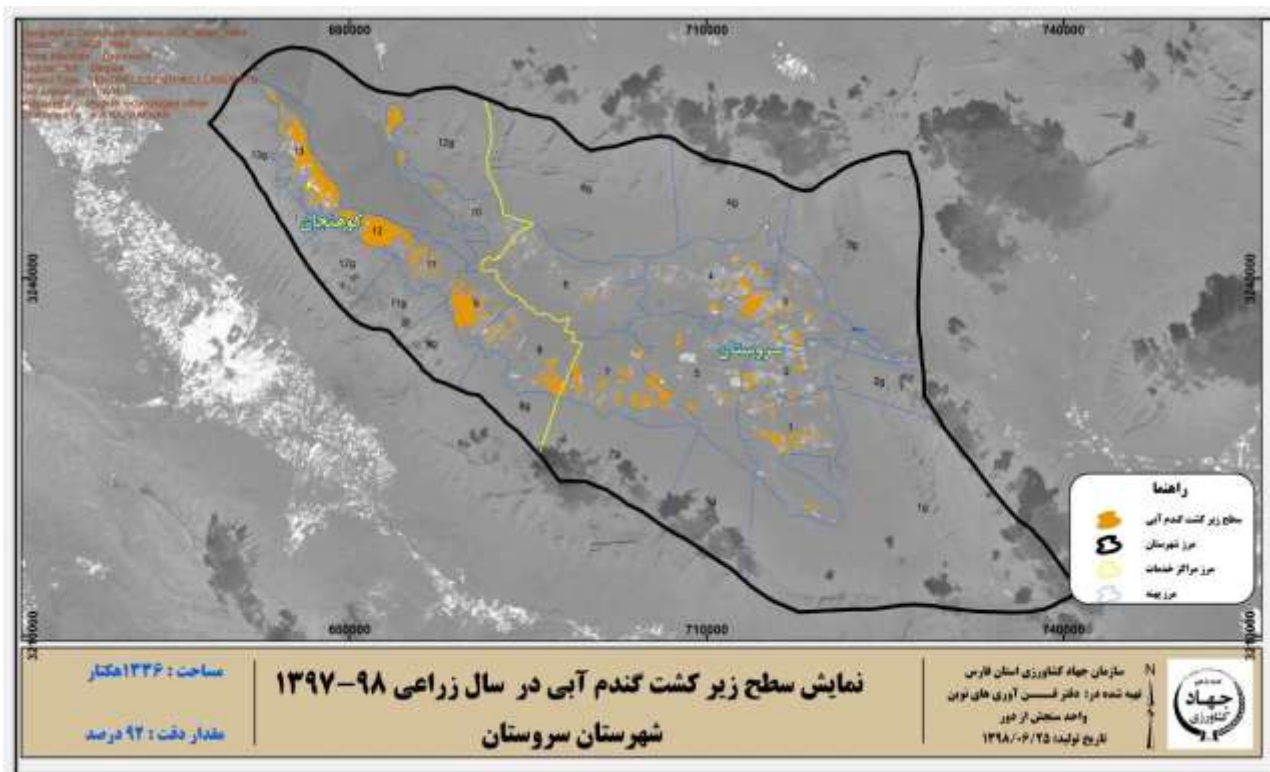
شکل ۹۹ نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان پاسارگاد



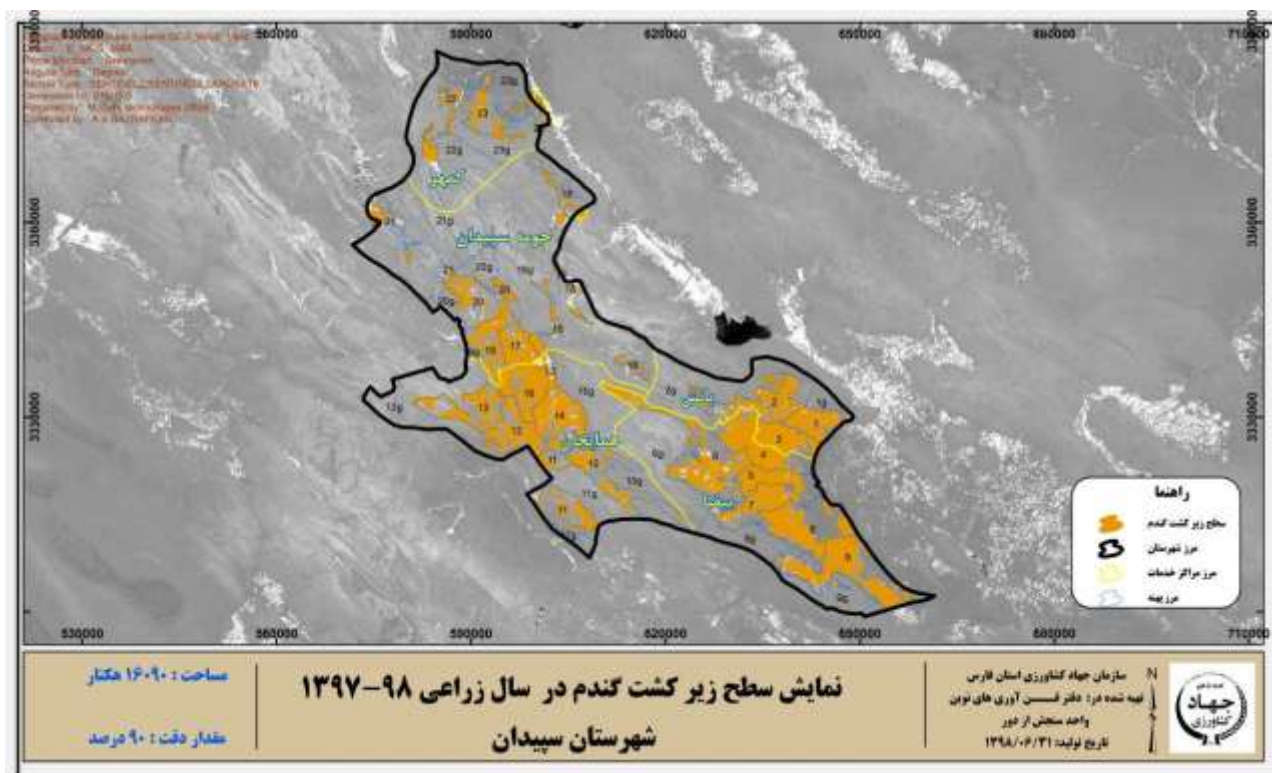
شکل ۱۰۰ نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان رستم



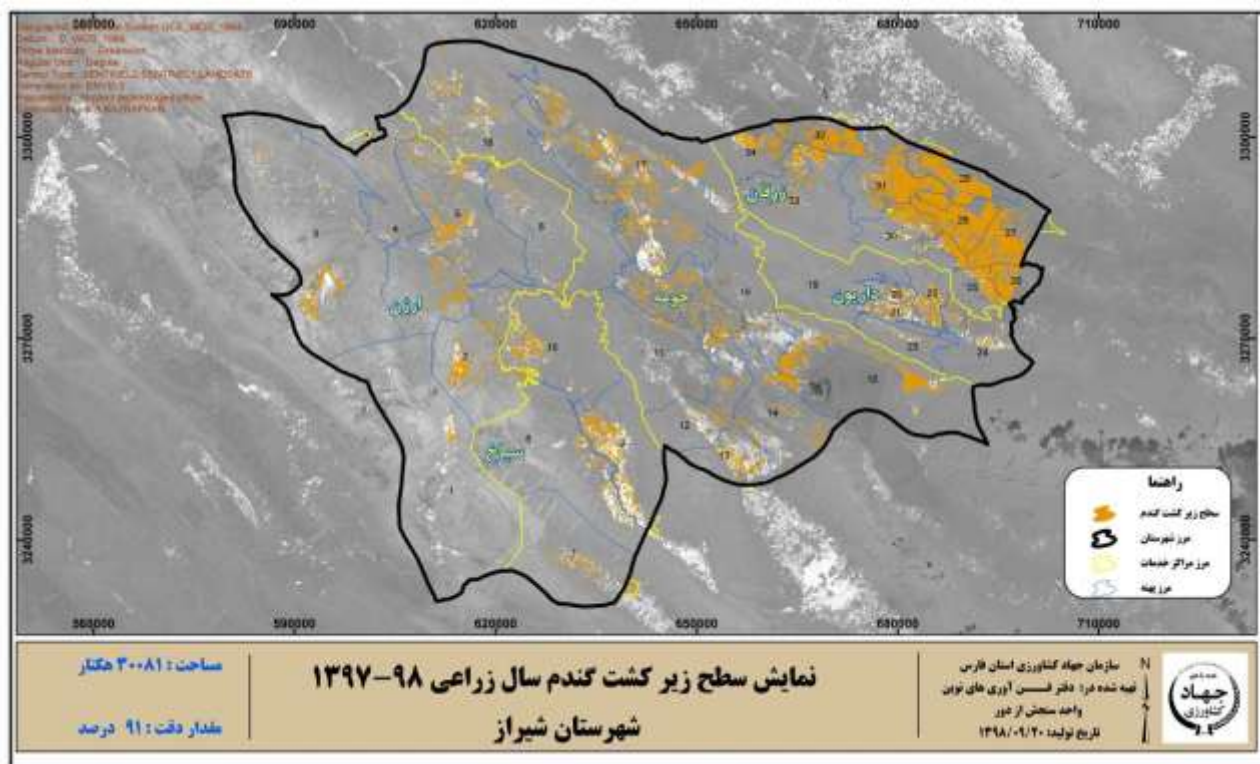
شکل ۱۰۱ نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان سرجهان



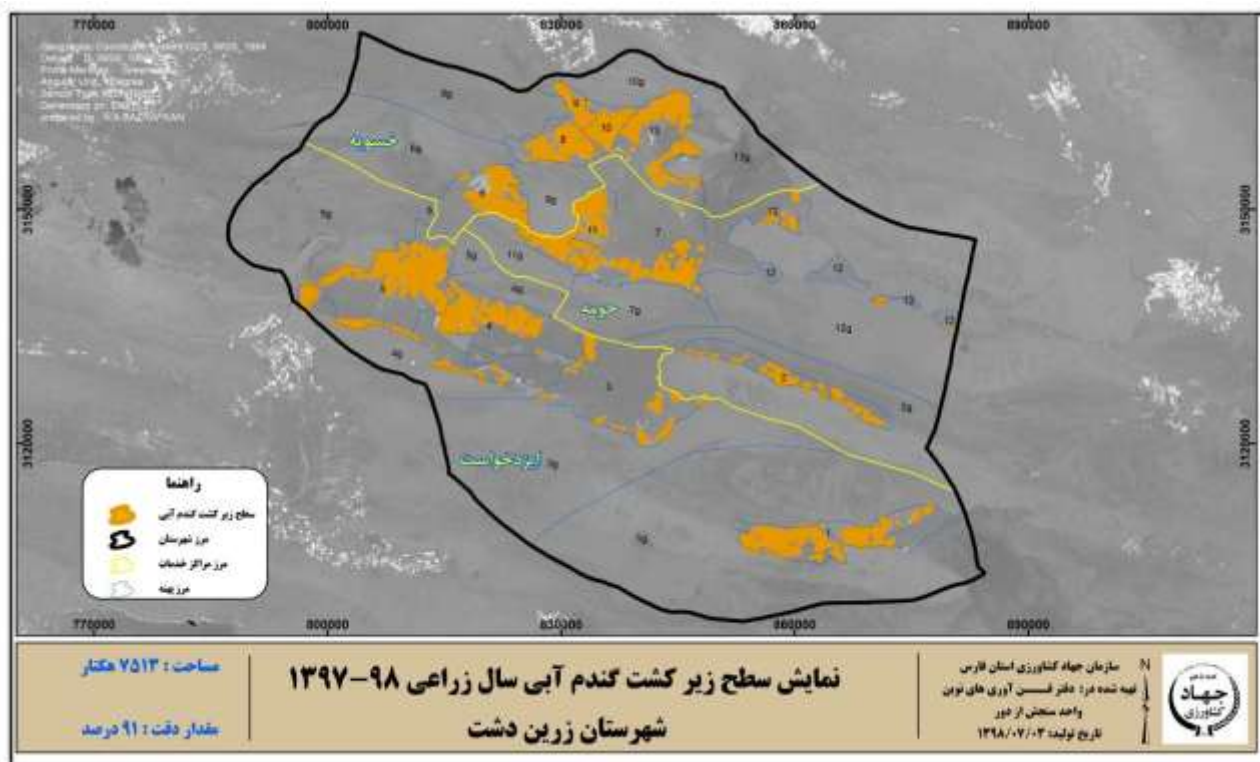
شکل ۱۰۲) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان سروستان



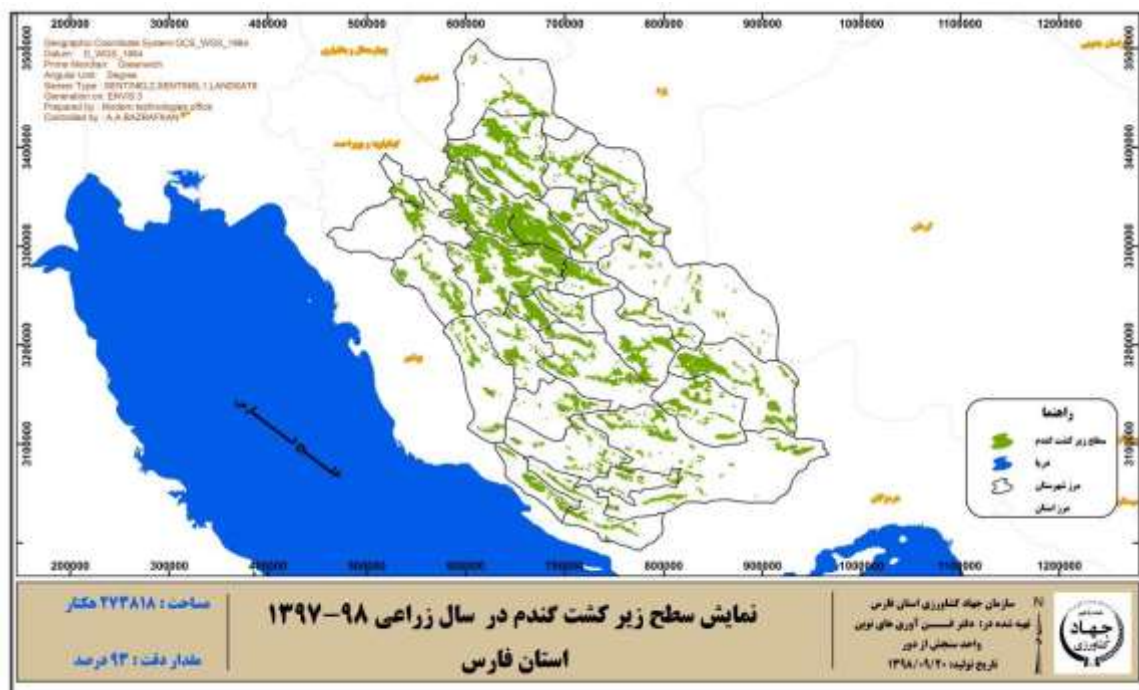
شکل ۱۰۳) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان سیدان



شکل ۱۰۴) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان شیراز



شکل ۱۰۵) نقشه سطح زیر کشت گندم شهرستان زرین دشت

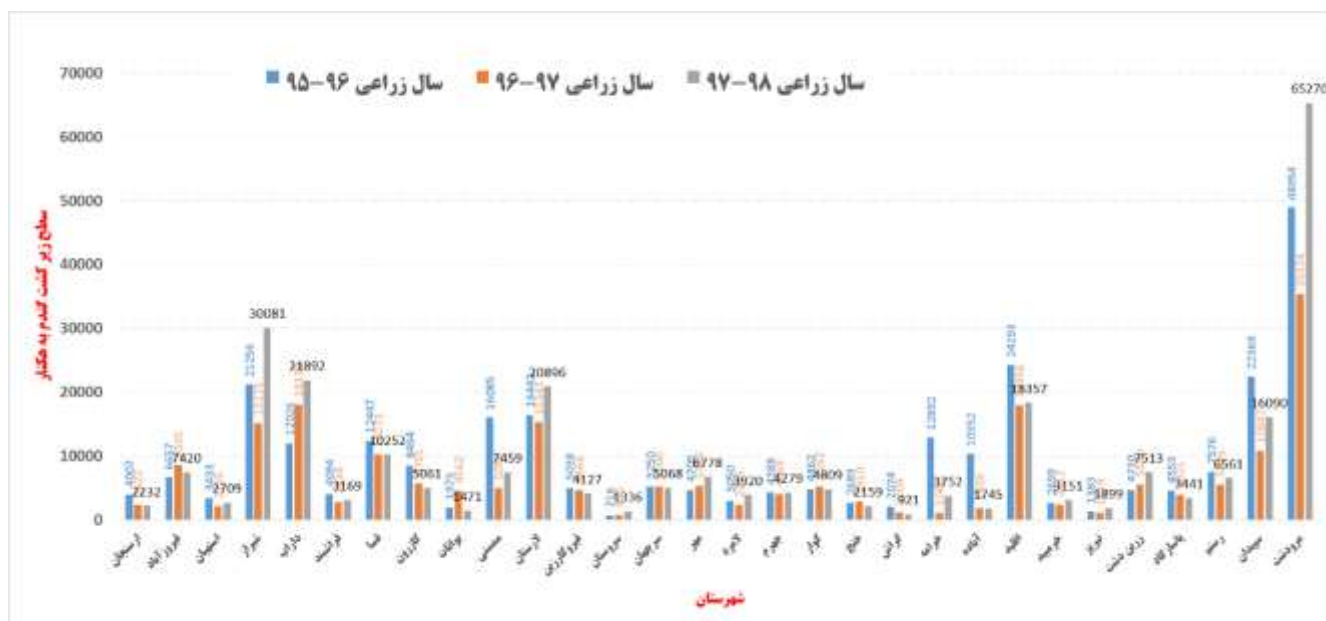


شکل ۱۰۶ نقشه سطح زیر کشت گندم استان فارس در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷

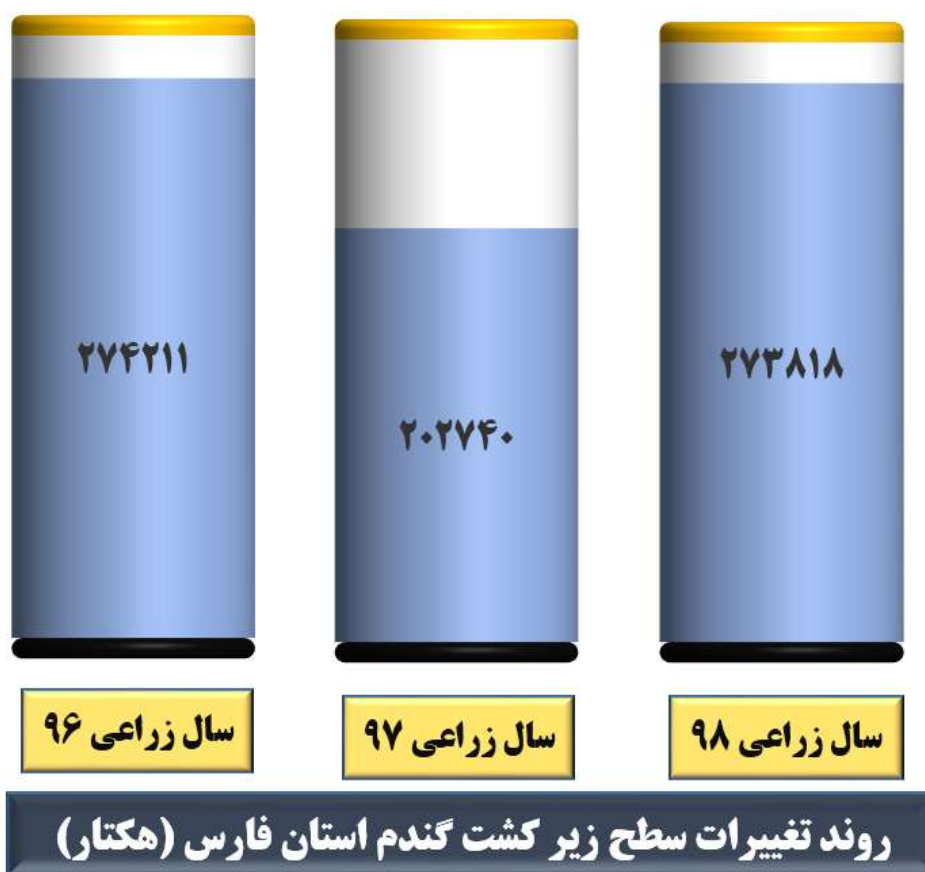
جدول ۱۳ سطح زیر کشت گندم استان فارس در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷

ردیف	نام شهرستان	برآورد گندم (RS)	برآورد گندم شهرستان	ردیف	نام شهرستان	برآورد گندم (RS)	برآورد گندم شهرستان
۱	ارسنجان	۲۲۳۲	۲۱۶۷	۱۷	جهرم	۴۲۷۹	۳۸۲۵
۲	فیروزآباد	۷۴۲۰	۸۰۰۰	۱۸	کوار	۴۸۰۹	۴۵۰۰
۳	استهبان	۲۷۰۹	۳۱۰۰	۱۹	خنج	۲۱۵۹	۲۷۱۶
۴	شیراز	۳۰۰۸۱	۲۴۹۰۸	۲۰	گراش	۹۲۱	۱۰۶۸
۵	داراب	۲۱۸۹۲	۱۶۰۰۰	۲۱	خرامه	۳۷۵۲	۵۲۲۸
۶	فراشبند	۳۱۶۹	۳۸۷۵	۲۲	آباده	۱۷۴۵	۱۸۳۹
۷	فسا	۱۰۲۵۲	۹۵۹۰	۲۳	اقلید	۱۸۳۵۷	۱۹۱۶۴
۸	کازرون	۵۰۶۱	۵۹۵۷	۲۴	خرمبید	۳۱۵۱	۳۲۰۰
۹	بوانات	۱۴۷۱	۱۱۰۰	۲۵	نیریز	۱۸۹۹	۱۲۵۵
۱۰	ممسنی	۷۴۵۹	۶۲۸۰	۲۶	زرین دشت	۷۵۱۳	۶۴۶۷
۱۱	لارستان	۲۰۸۹۶	۲۱۶۴۰	۲۷	پاسارگاد	۳۴۴۱	۳۴۰۸
۱۲	قیروکارزین	۴۱۲۷	۳۵۰۰	۲۸	رستم	۶۵۶۱	۴۹۷۰
۱۳	سروستان	۱۳۳۶	۹۲۷	۲۹	سپیدان	۱۶۰۹۰	۱۱۶۵۰
۱۴	سرچهان	۵۰۶۸	۴۵۰۰	۳۰	مرودشت	۶۵۲۷۰	۶۱۳۴۰
۱۵	مهر	۶۷۷۸	۶۵۰۰	۳۱	مجموع	۲۷۳۸۱۸	۲۵۲۰۷۴
۱۶	لامرد	۳۹۲۰	۳۴۰۰				

در شکل ۷۱ و ۷۲ به ترتیب، مقایسه روند تغییرات سه ساله سطح زیر کشت گندم استان فارس به تفکیک شهرستان و در مجموع استانی به نمایش در آمده است.



شکل ۱۰۷) مقایسه روند تغییرات سه ساله سطح زیر کشت گندم استان فارس به تفکیک شهرستان

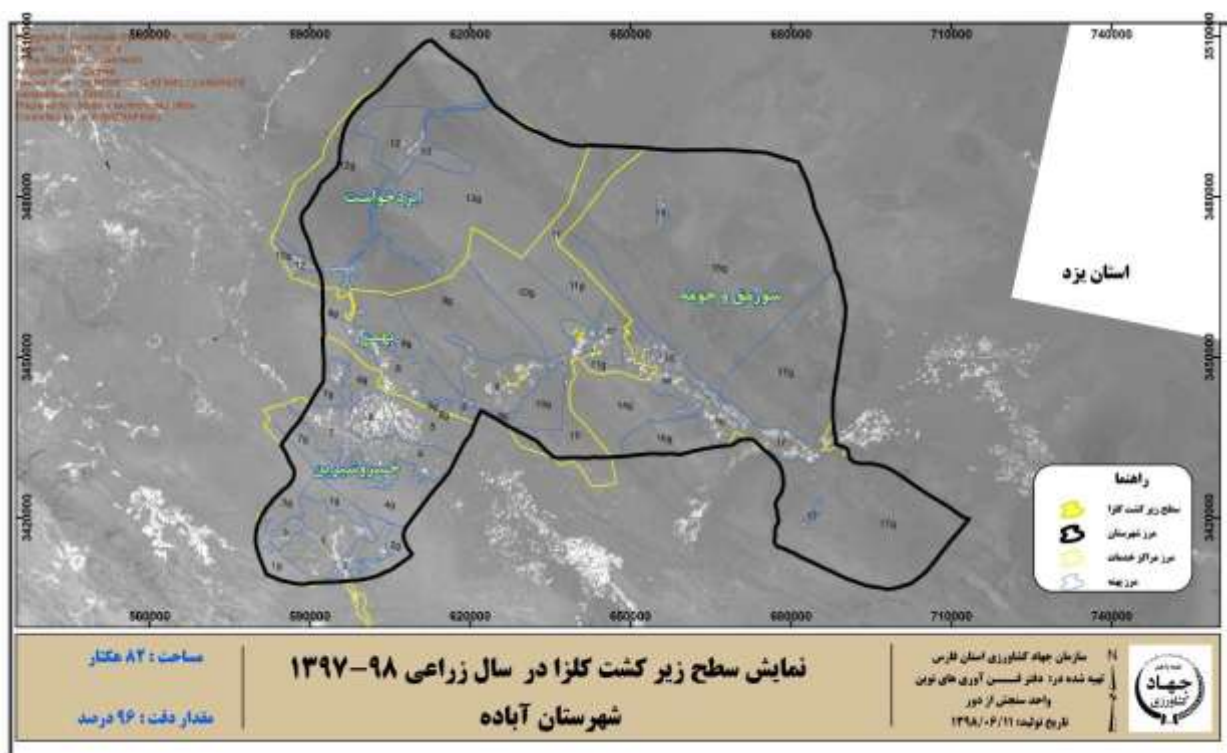


شکل ۱۰۸) مقایسه روند تغییرات سه ساله مجموع سطح زیر کشت گندم استان فارس

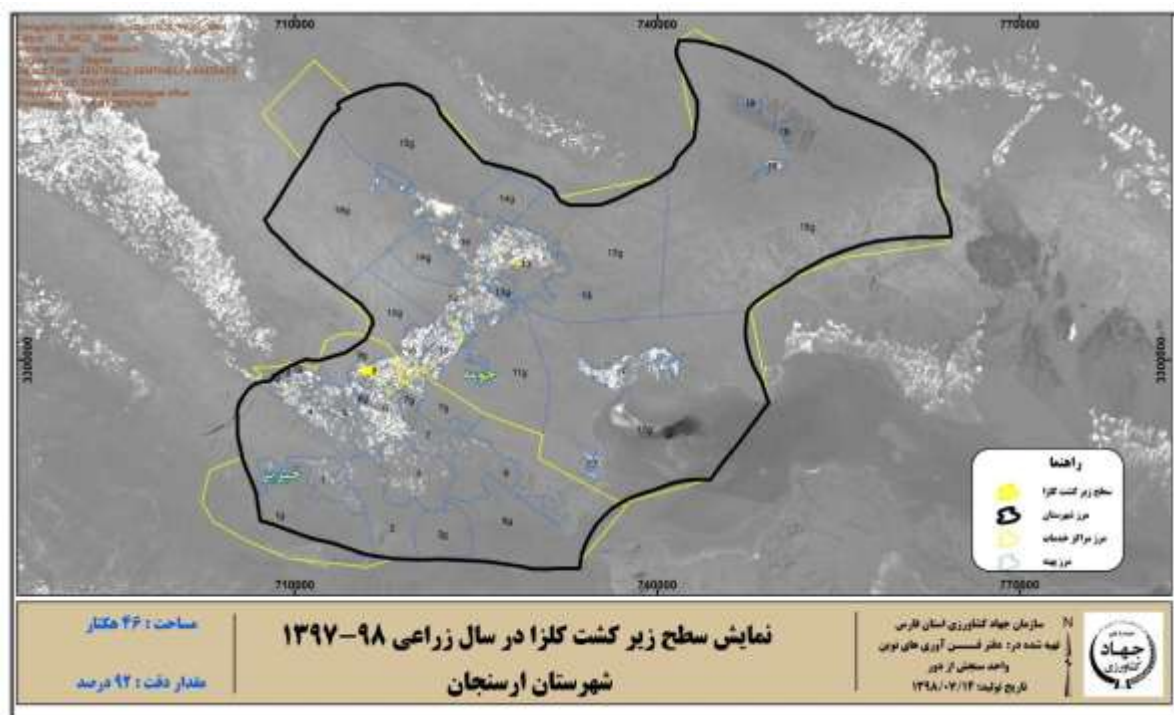
ج) کلزا

در شکل های ۱۰۹ تا ۱۳۸ نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان های استان و همچنین در شکل ... نقشه سطح زیر کشت کلزای

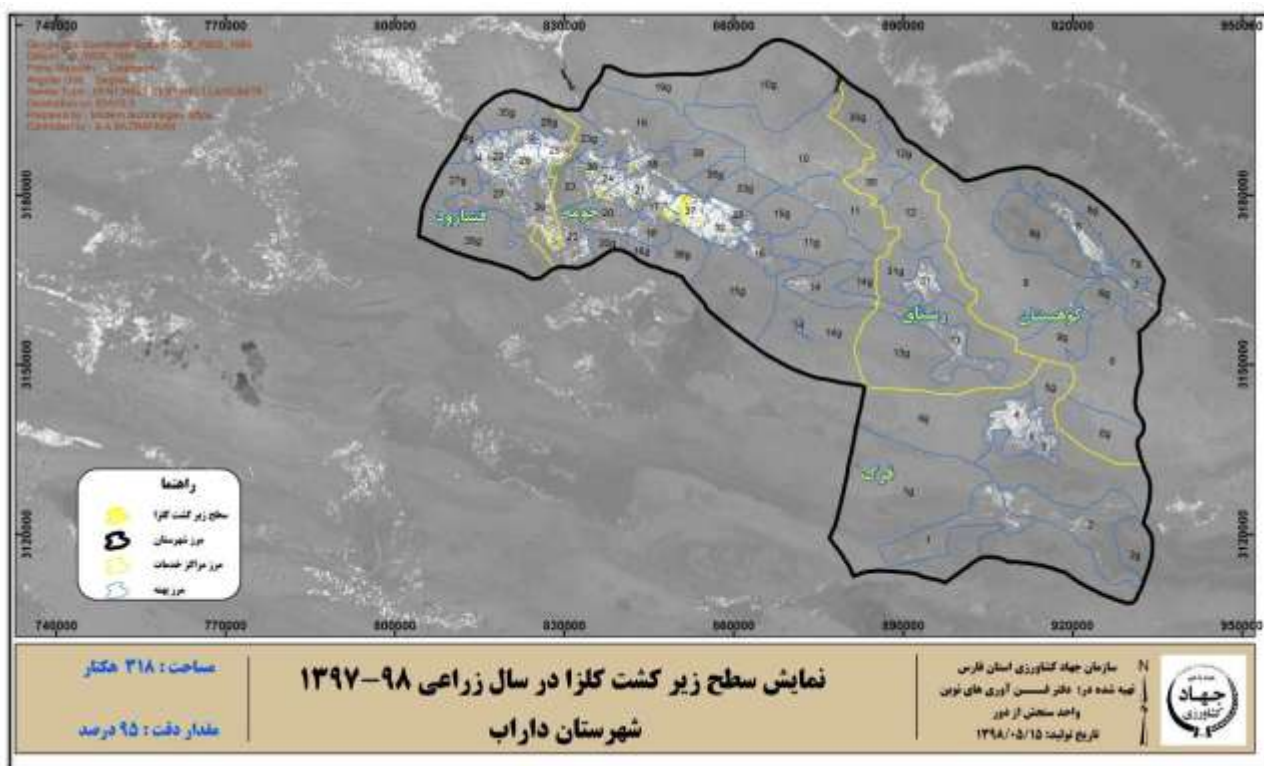
استان فارس در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ به نمایش درآمده است.



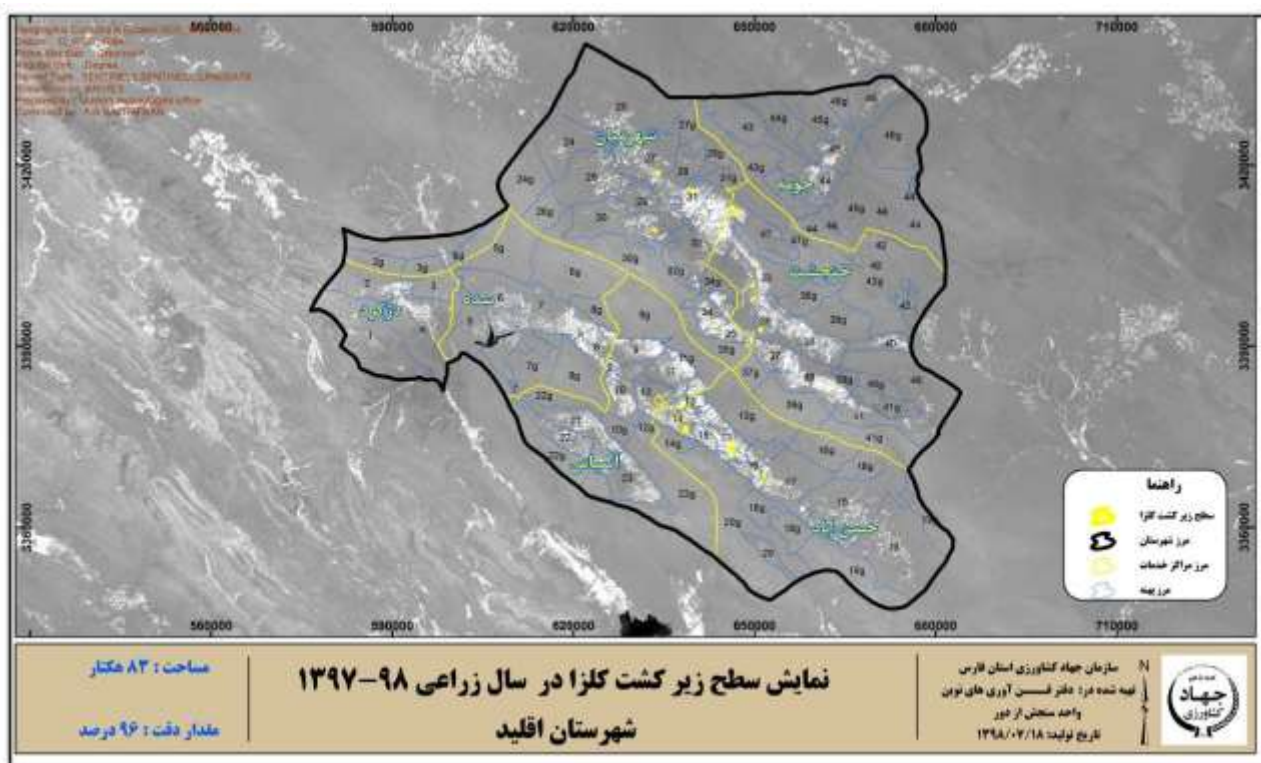
شکل ۱۰۹) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان آباده



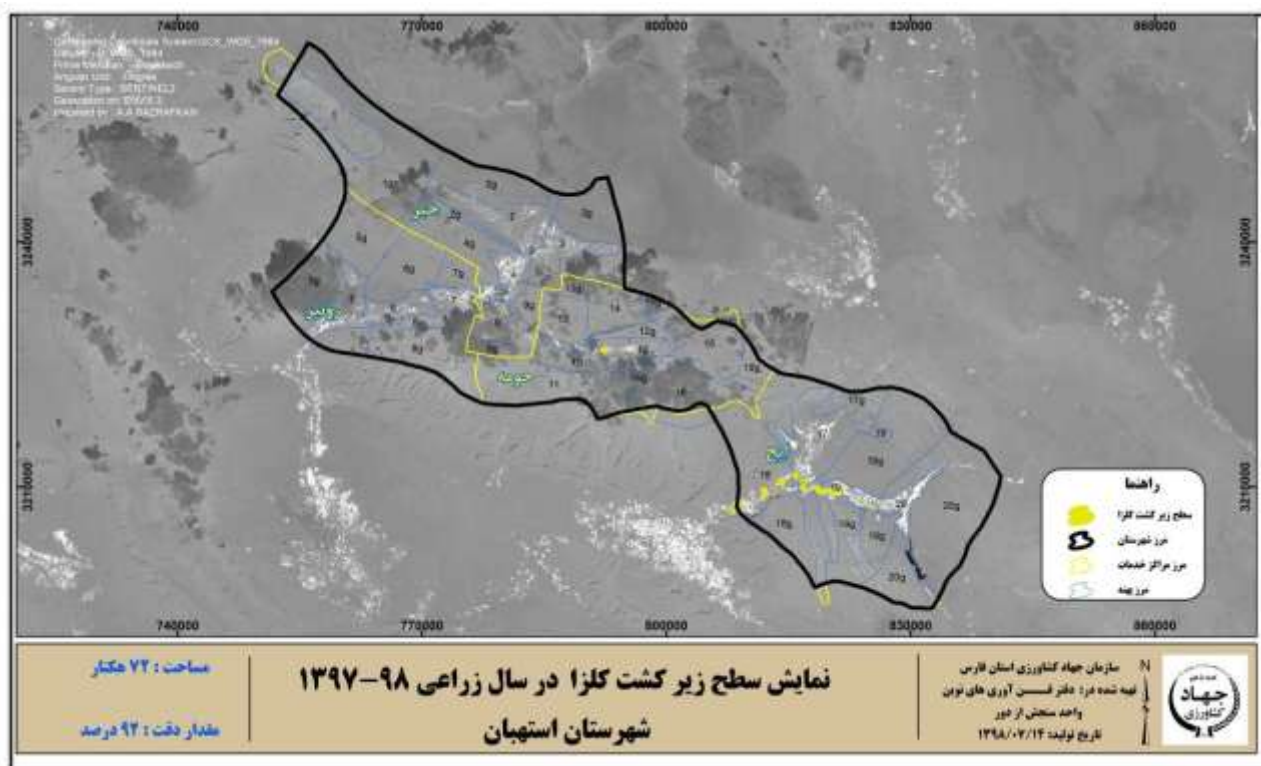
شکل ۱۱۰) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان ارسنجان



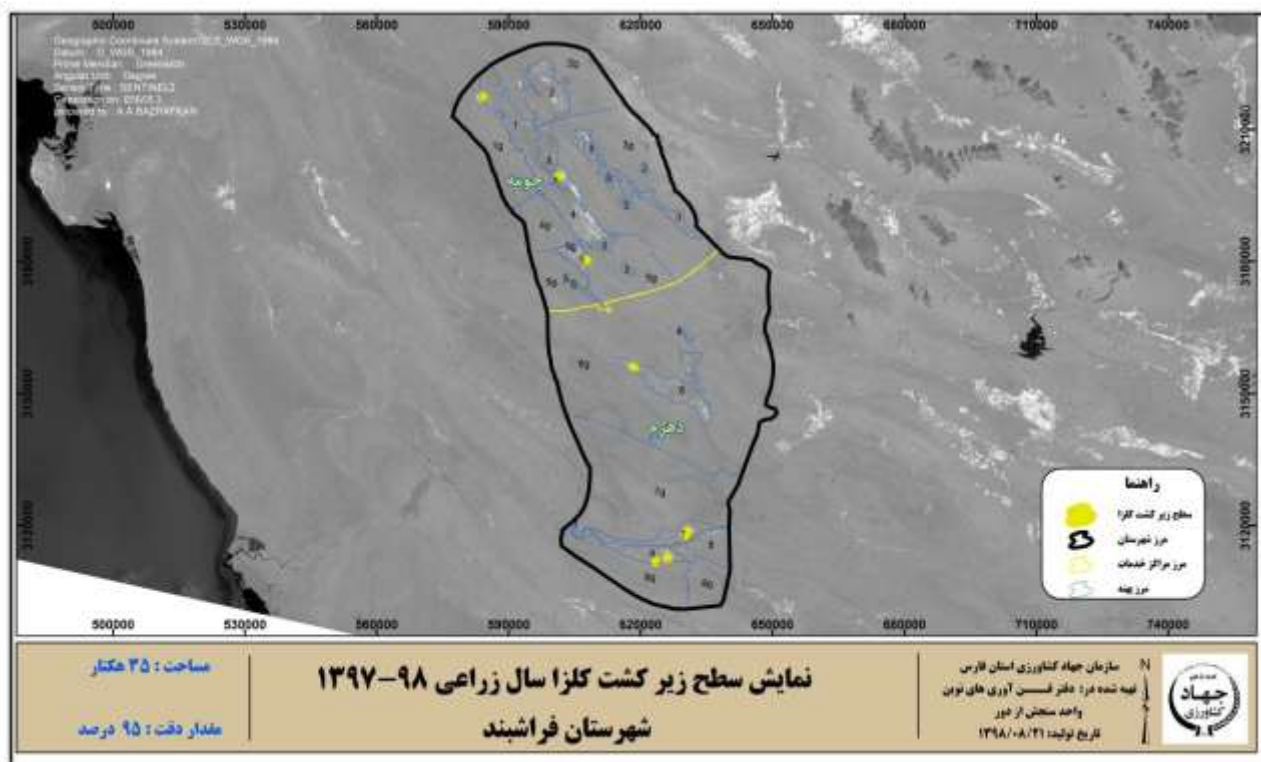
شکل (۱۱۱) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان داراب



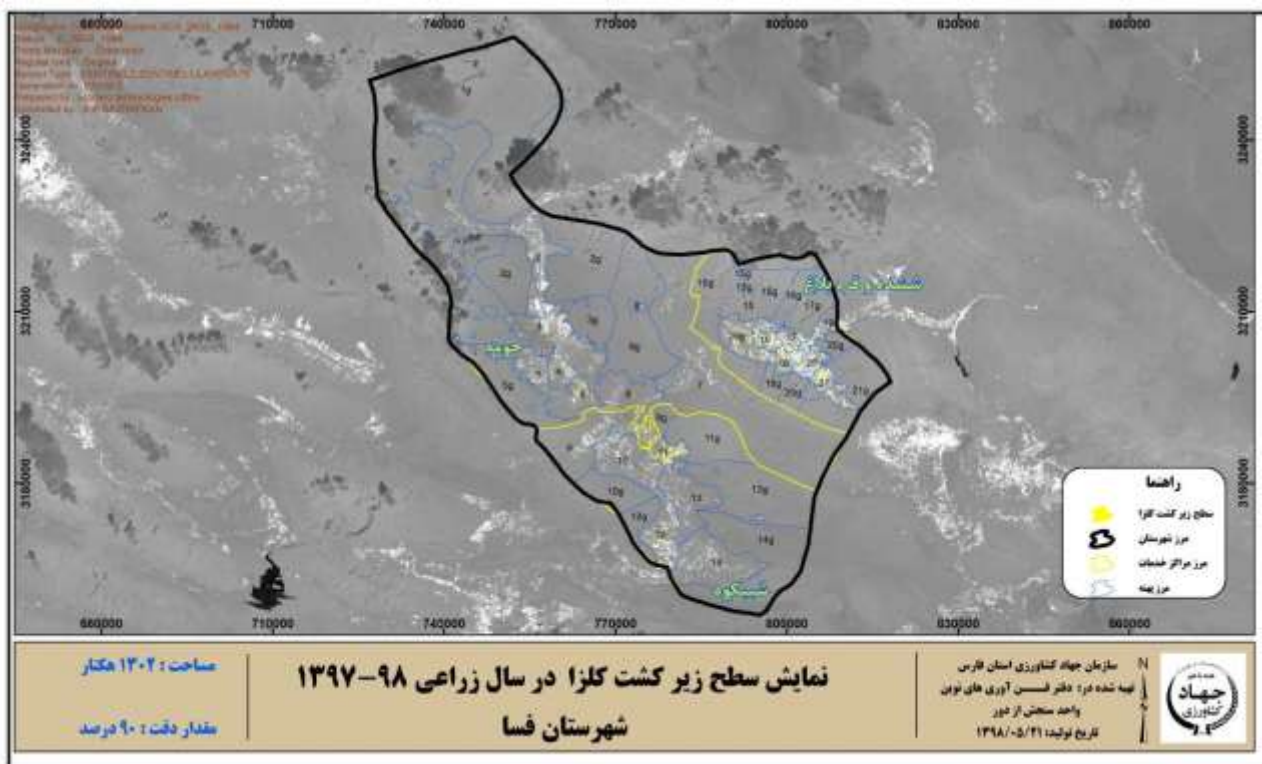
شکل (۱۱۲) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان اقلید



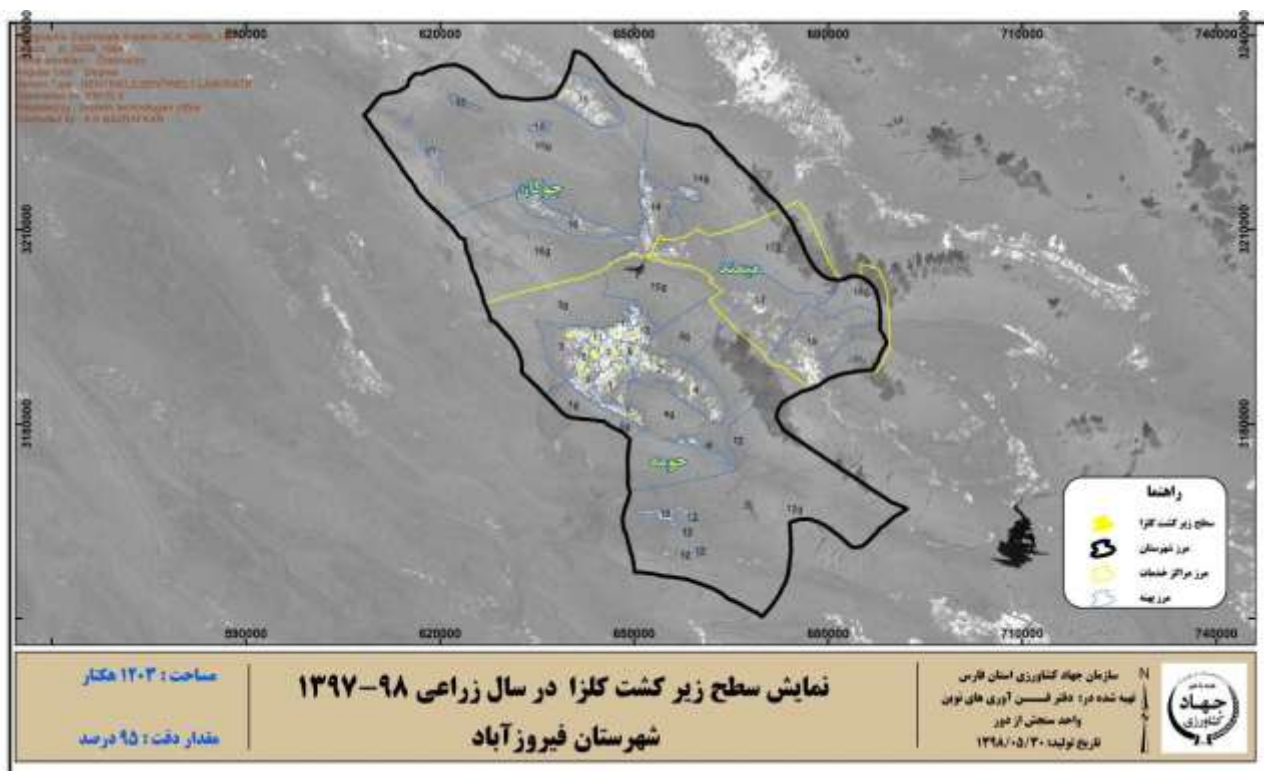
شکل ۱۱۳ نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان استهبان



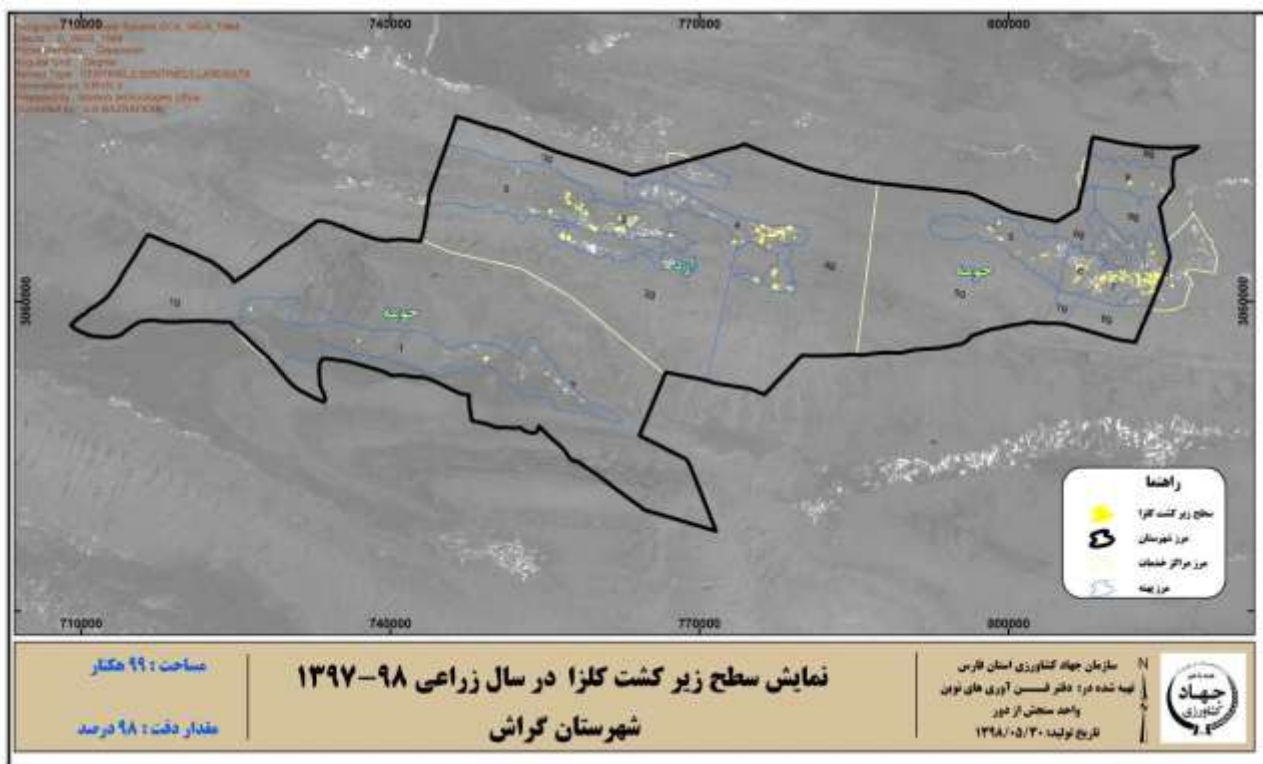
شکل ۱۱۴ نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان فرشبند



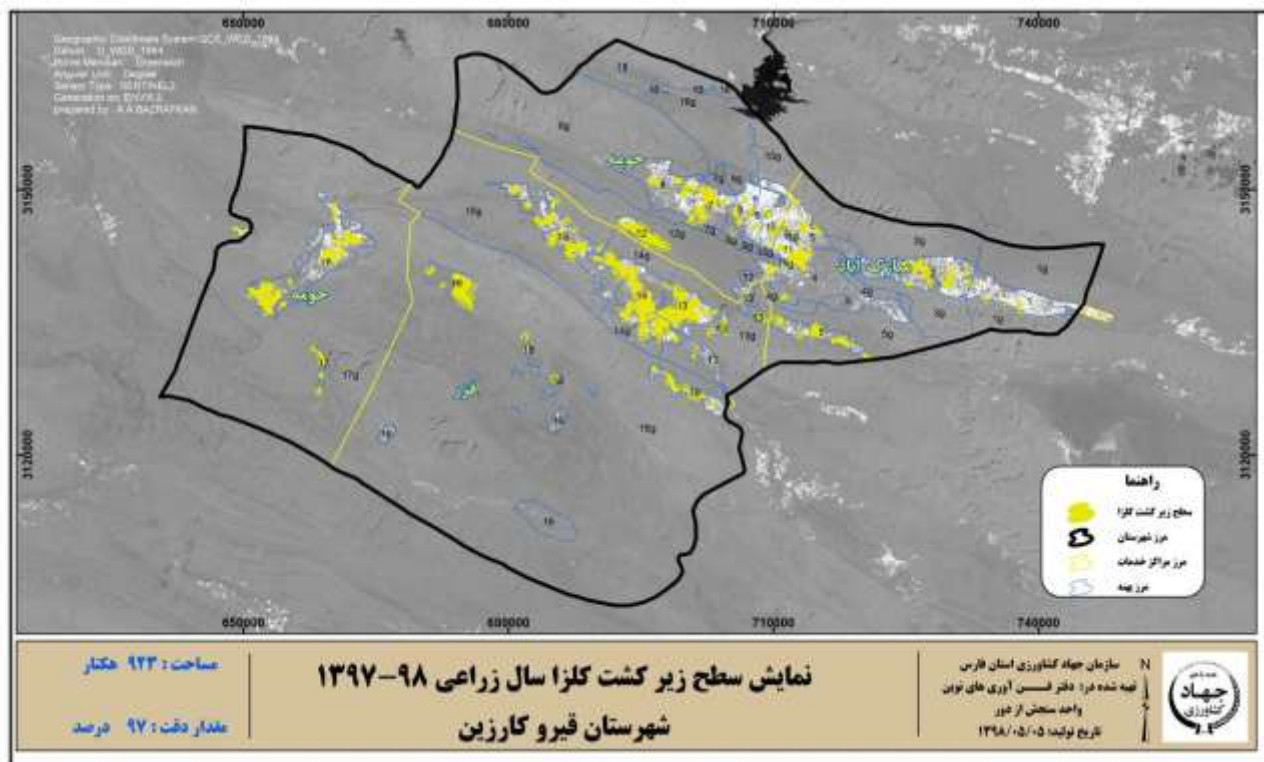
شکل ۱۱۵ نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان فسا



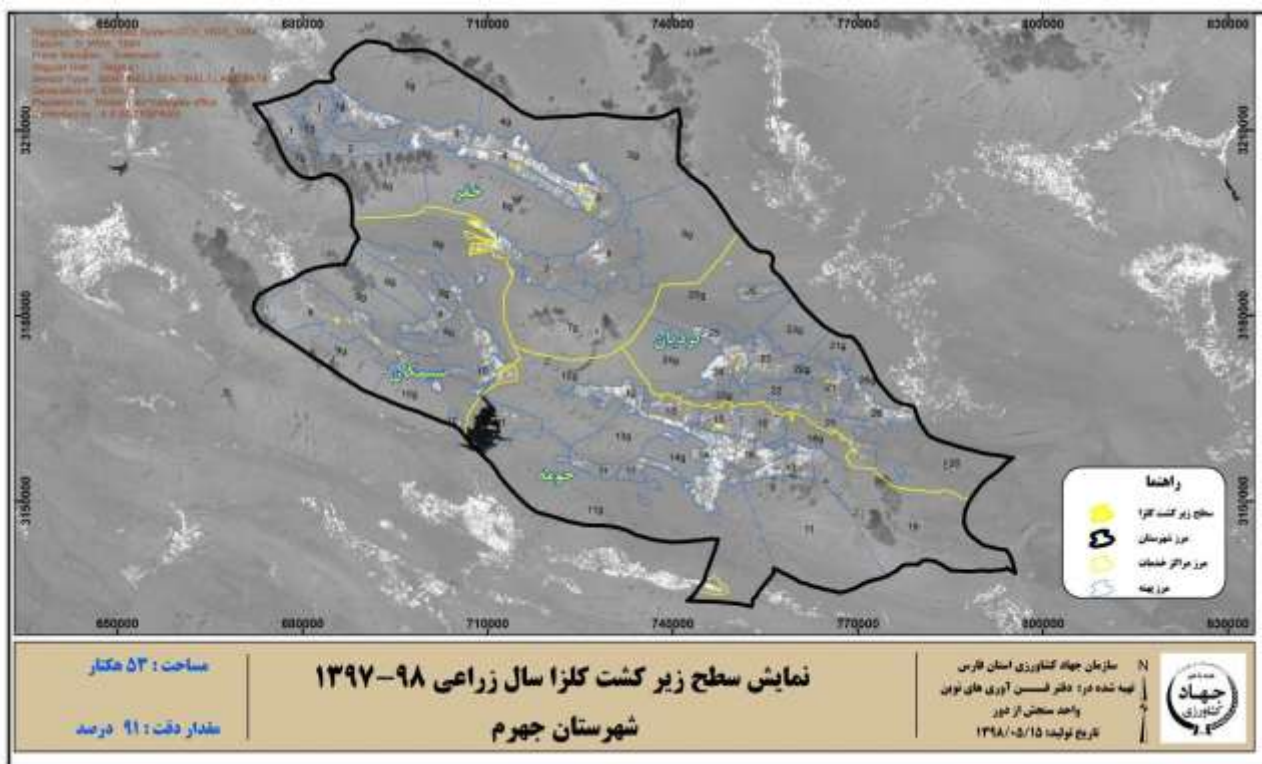
شکل ۱۱۶ نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان فیروزآباد



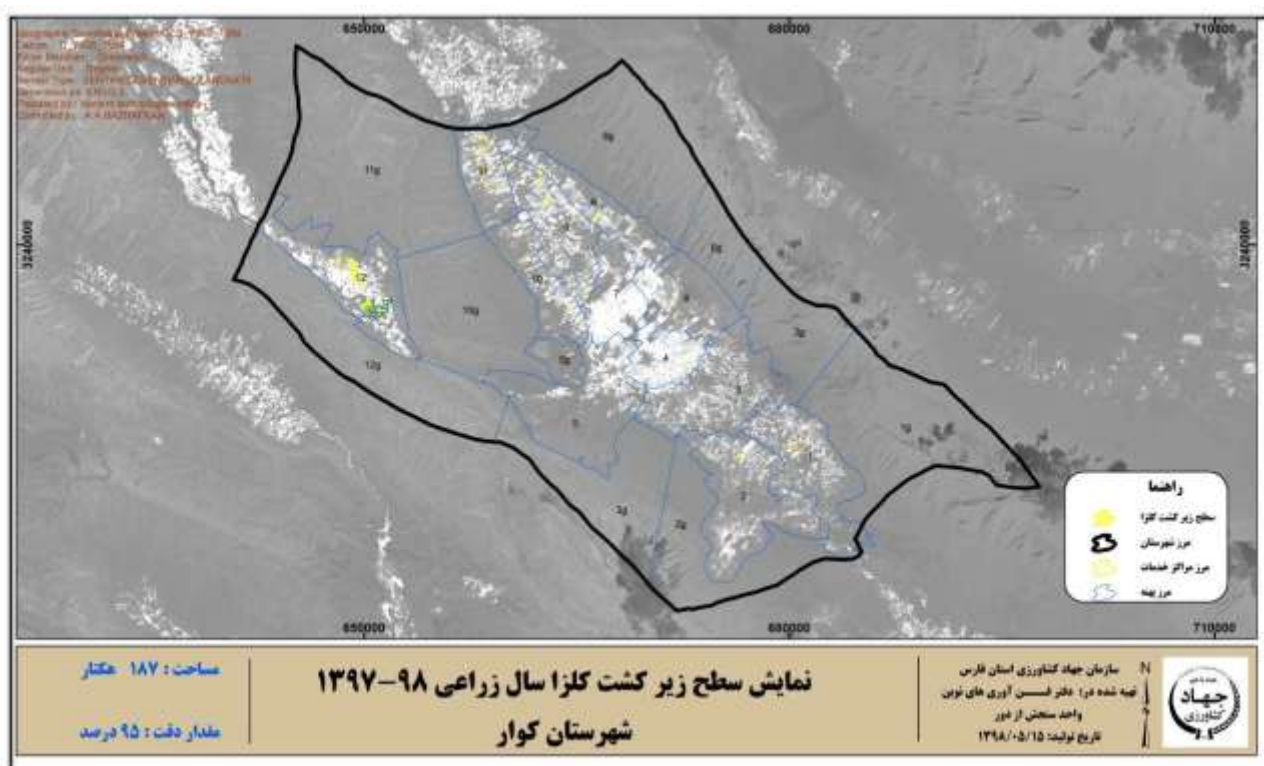
شکل ۱۱۷) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان گراش



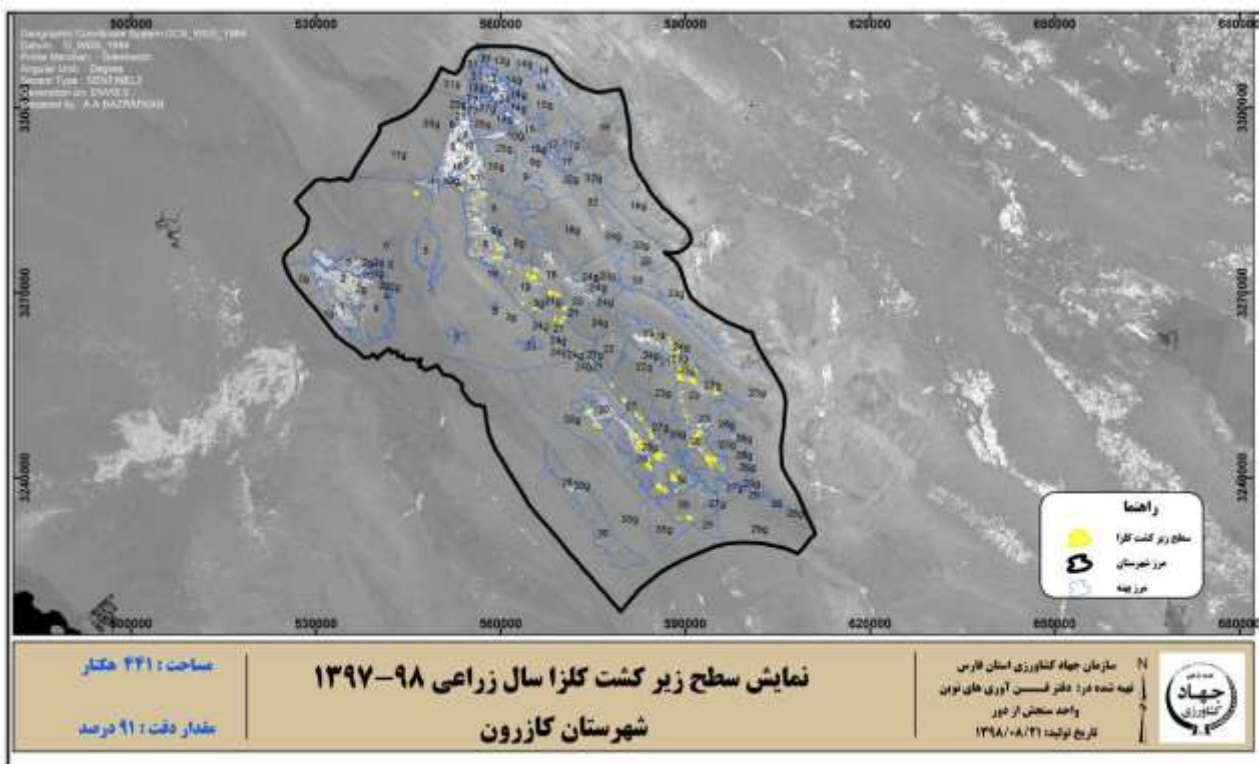
شکل ۱۱۸) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان قیروکارزین



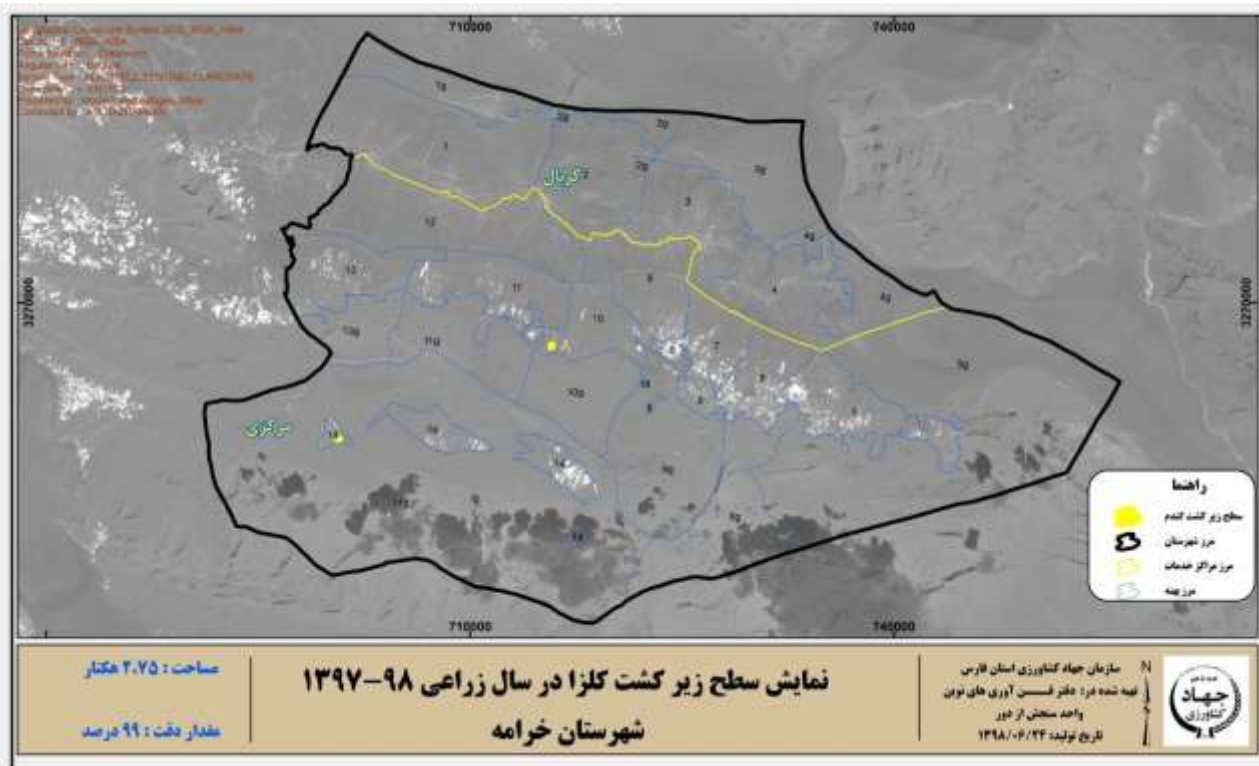
شکل ۱۱۹) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان جهرم



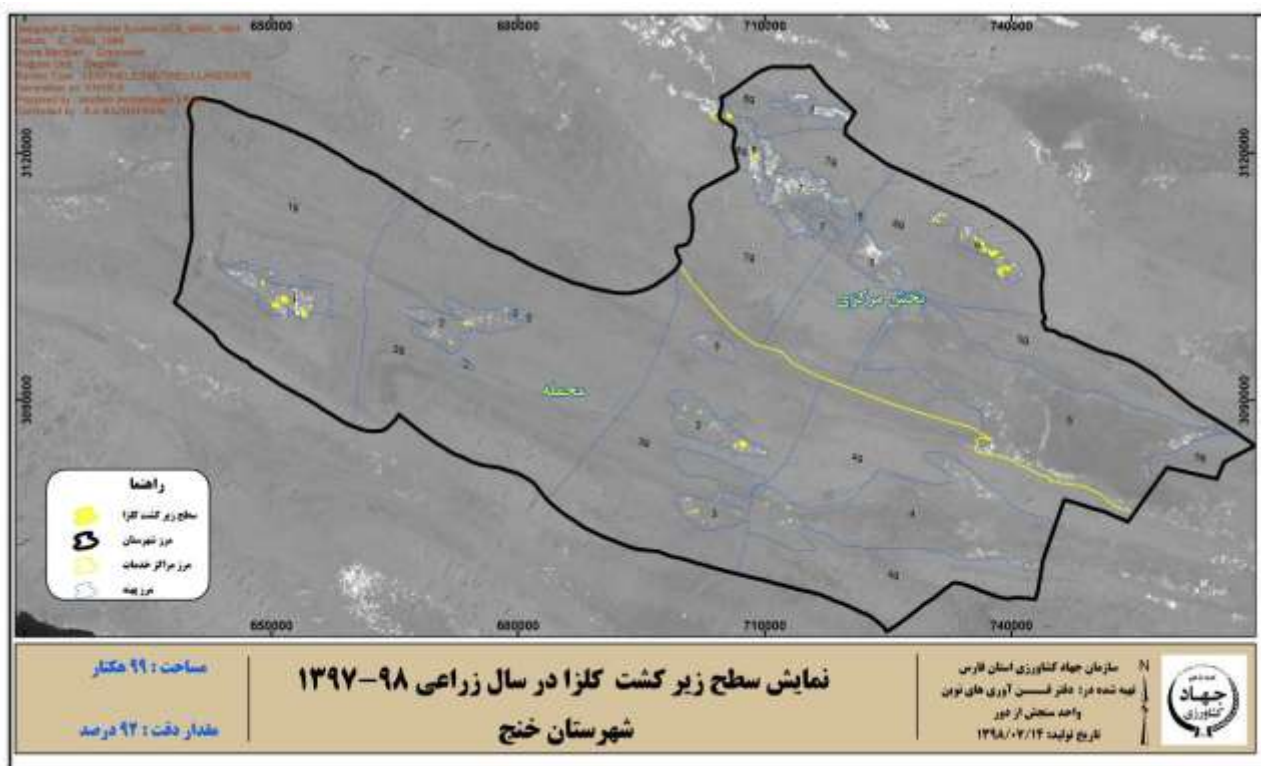
شکل ۱۲۰) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان کوار



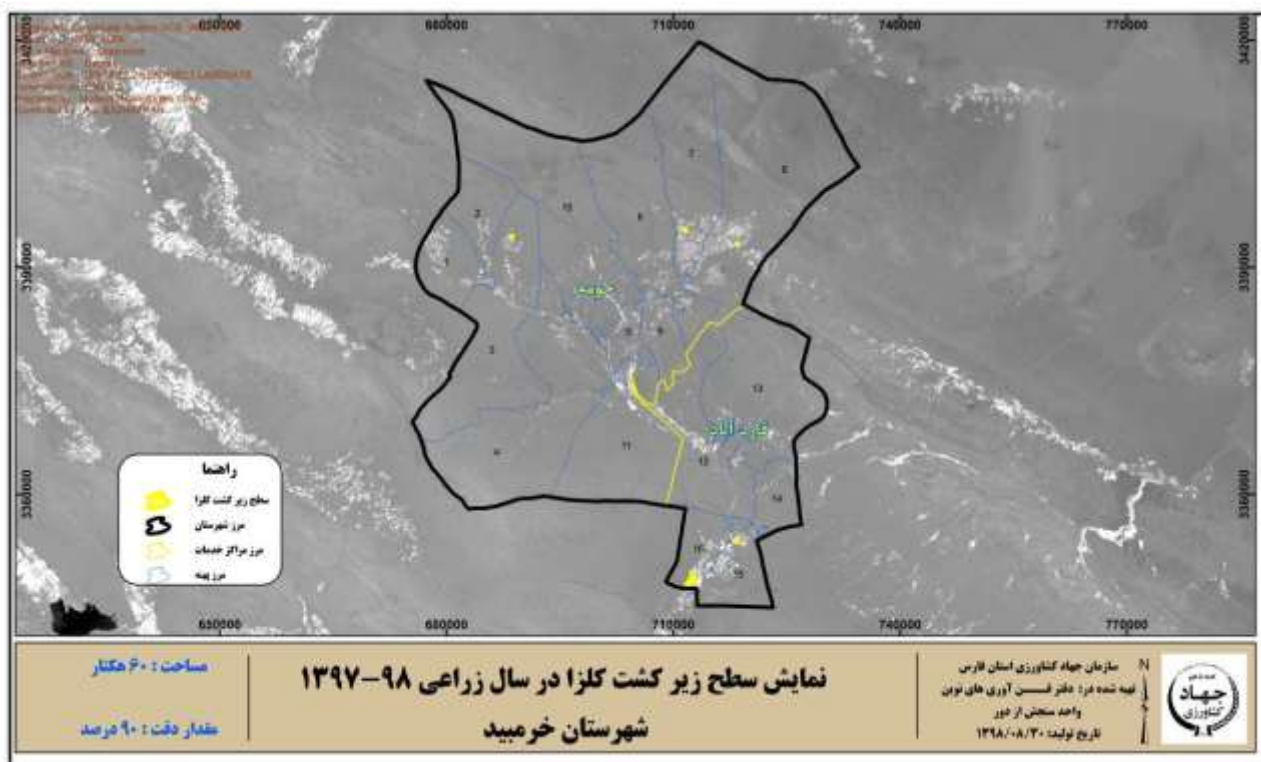
شکل ۱۲۱) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان کازرون



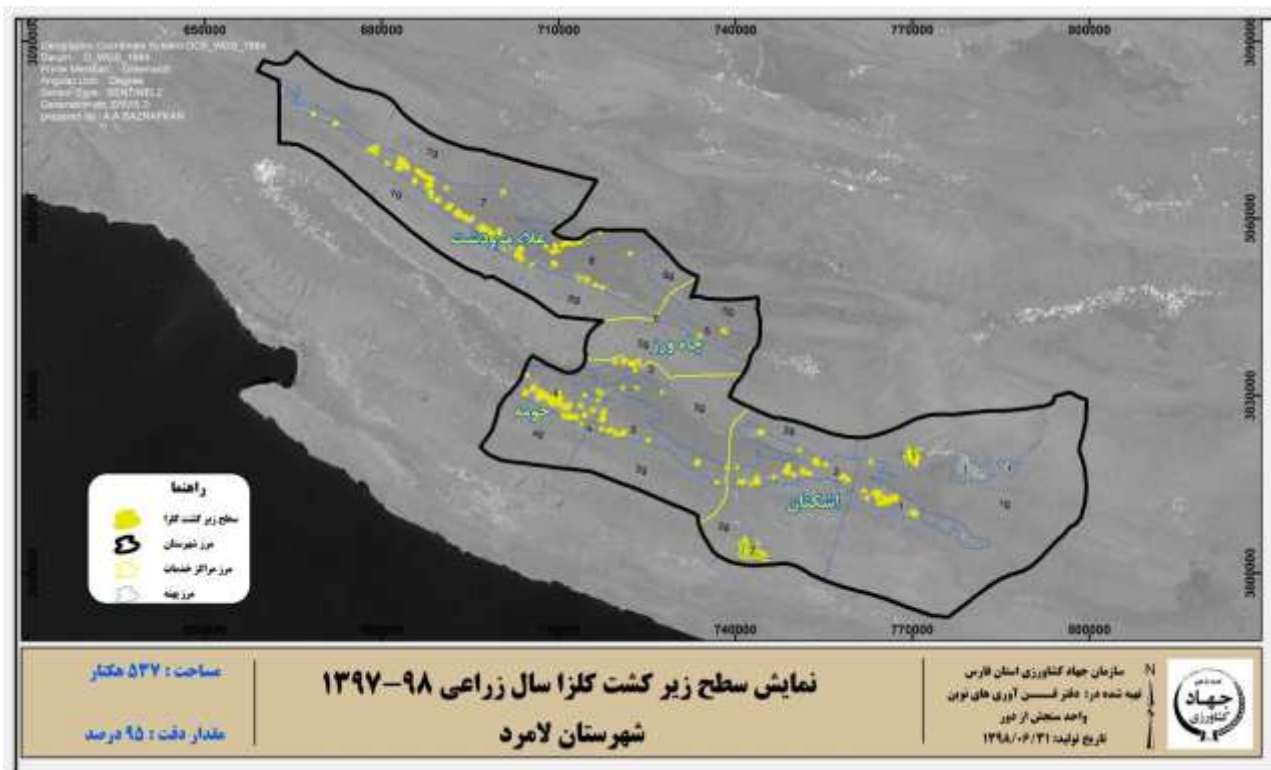
شکل ۱۲۲) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان خرامه



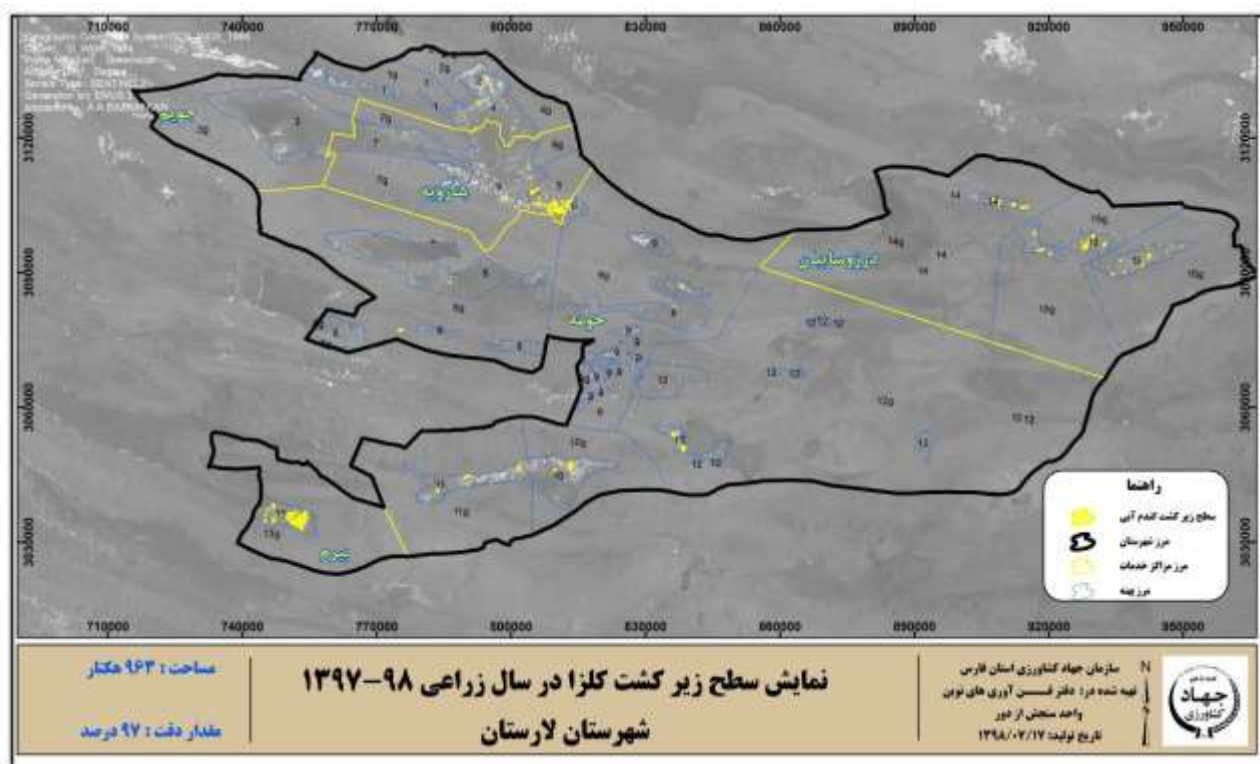
شکل ۱۲۳ نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان خنج



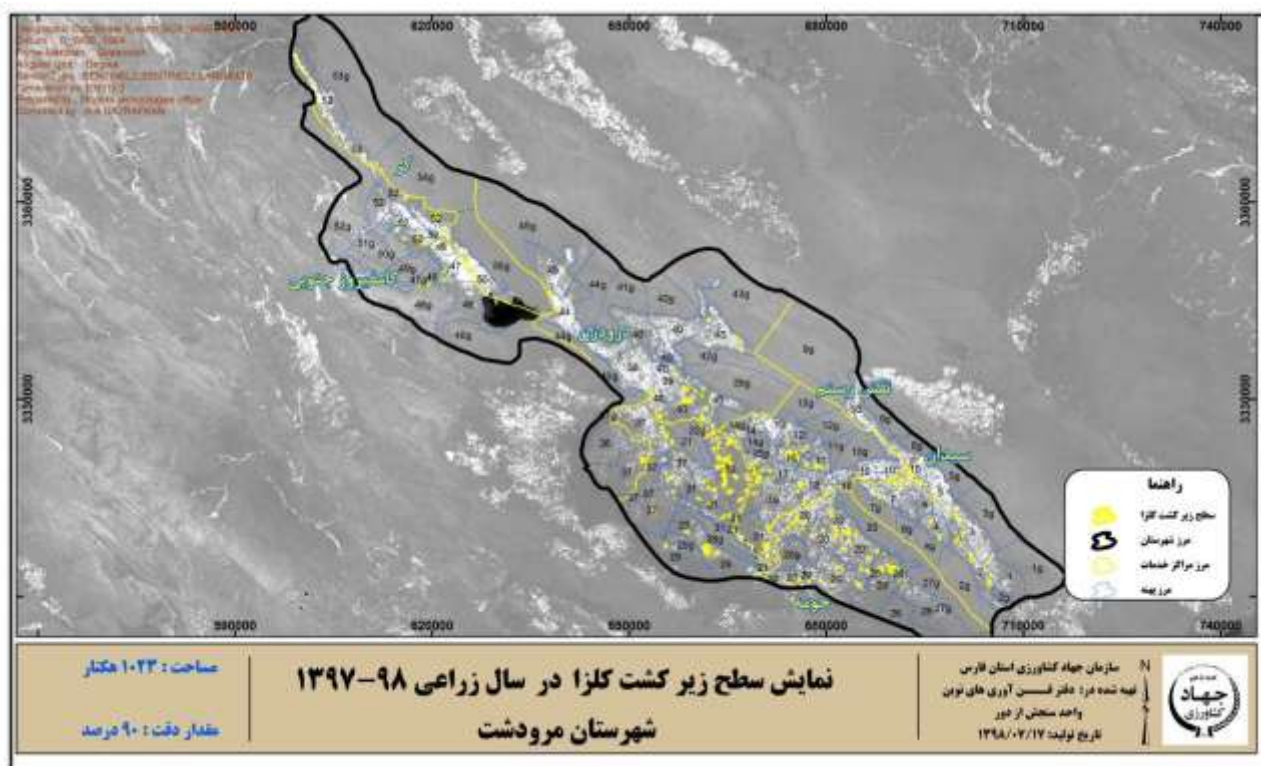
شکل ۱۲۴ نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان خرمبید



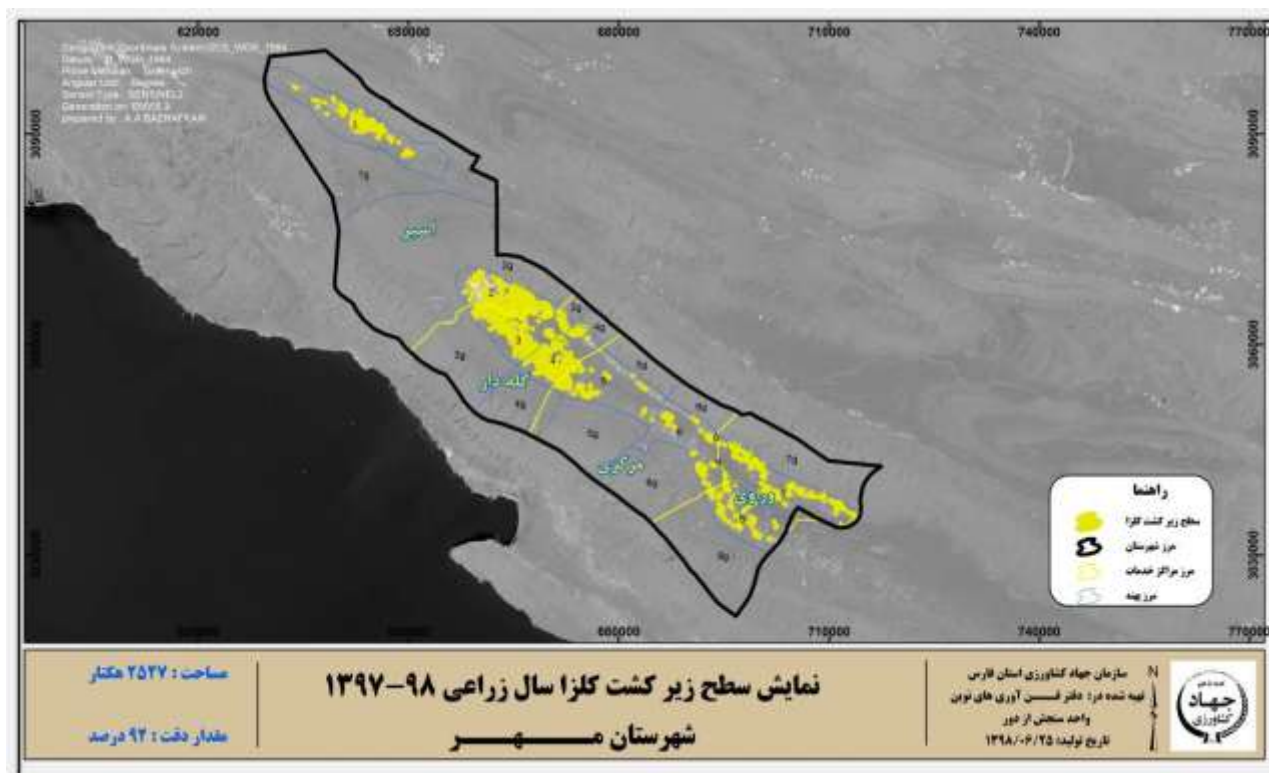
شکل ۱۲۵) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان لامرد



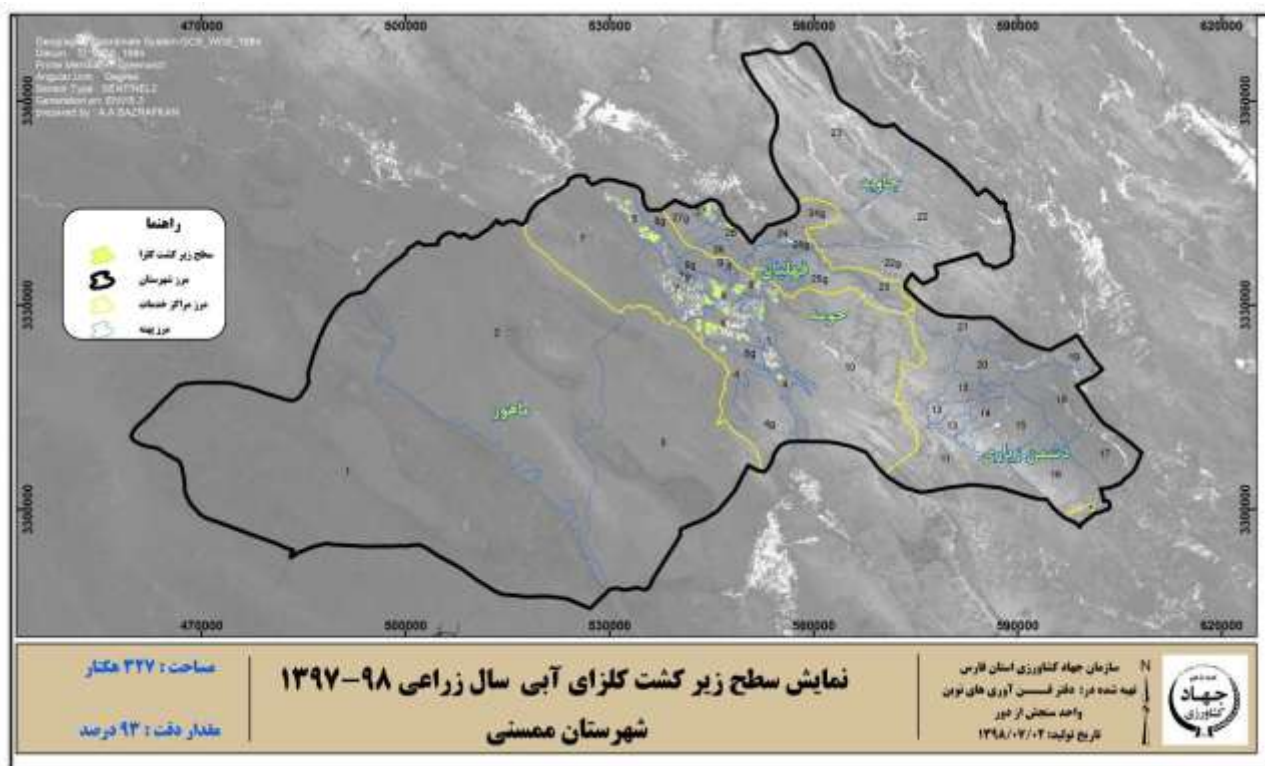
شکل ۱۲۶) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان لارستان



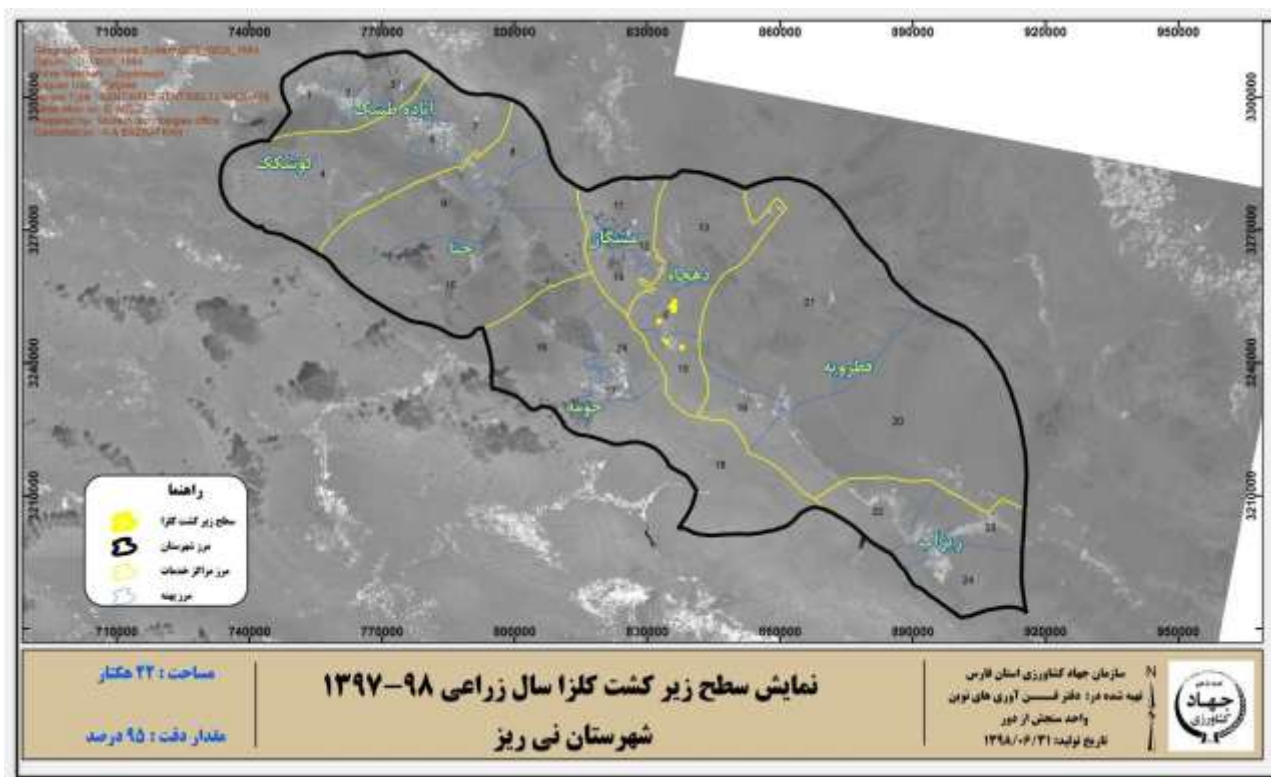
شکل ۱۲۷) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان مرودشت



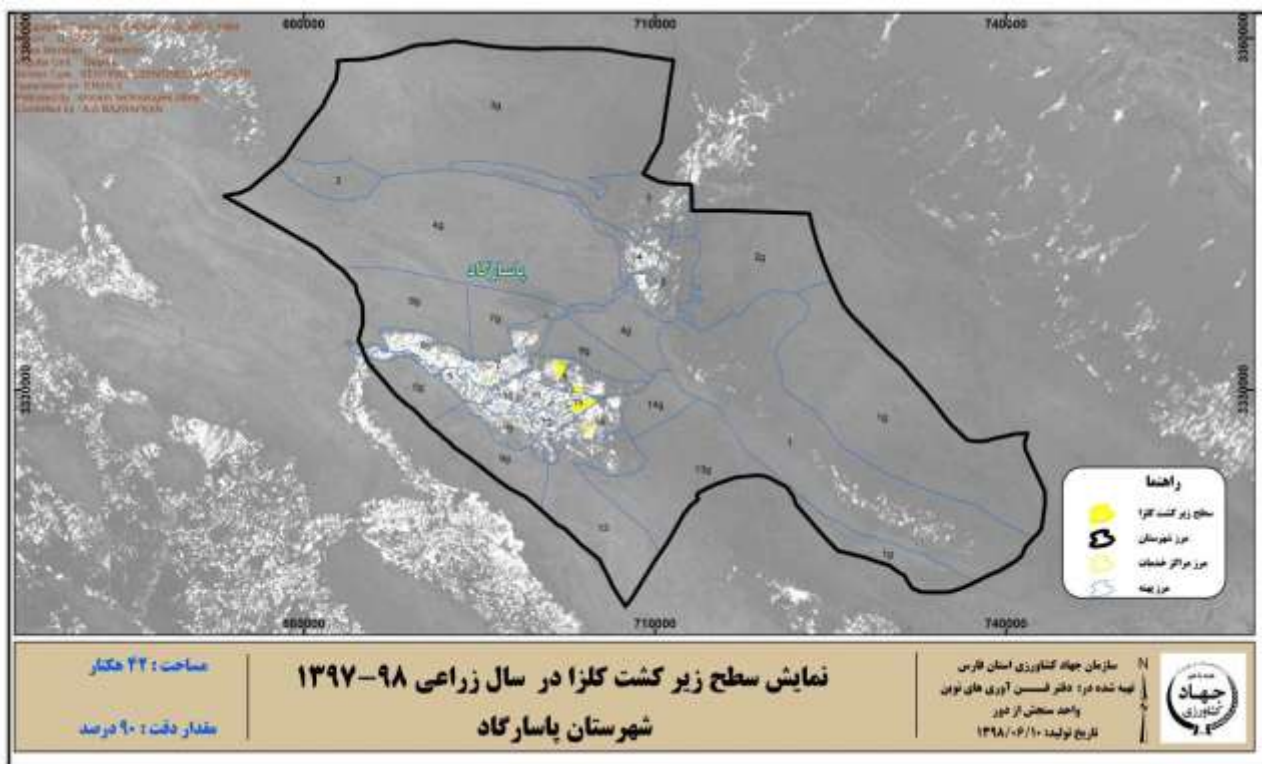
شکل ۱۲۸) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان مهر



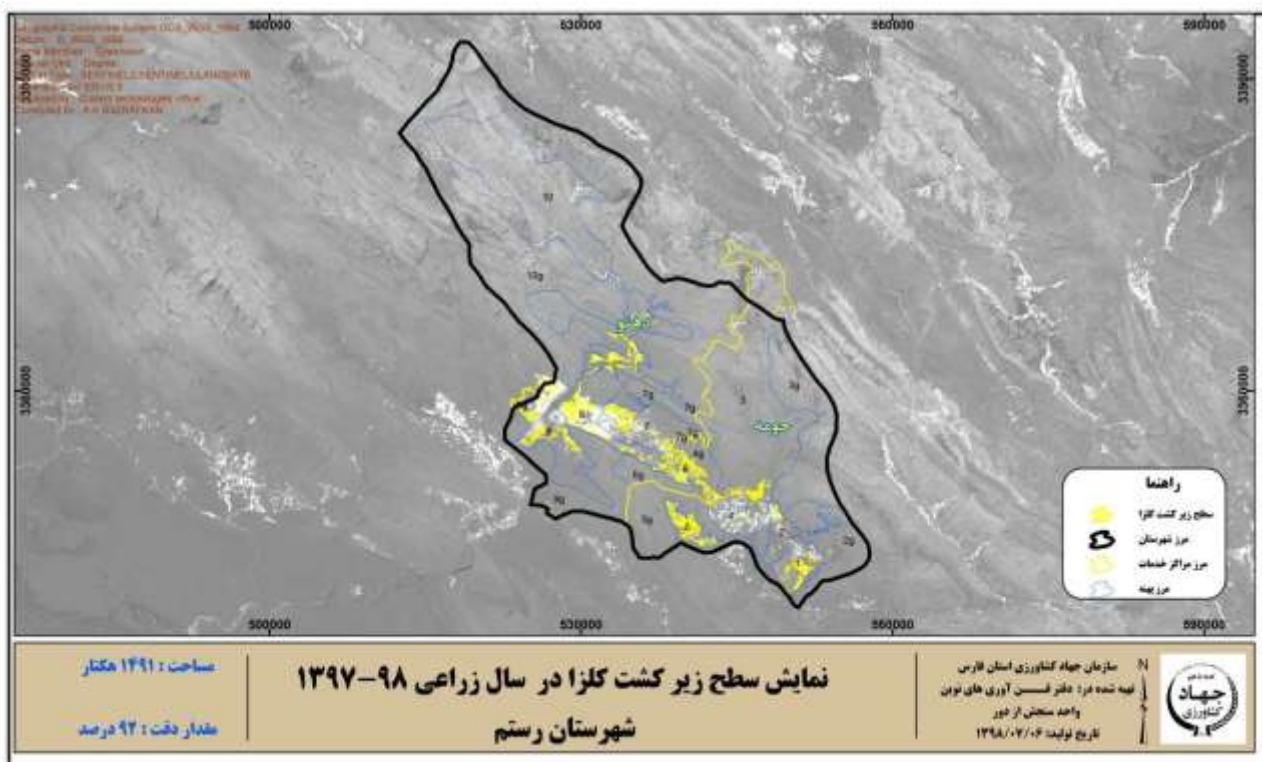
شکل ۱۲۹) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان ممسنی



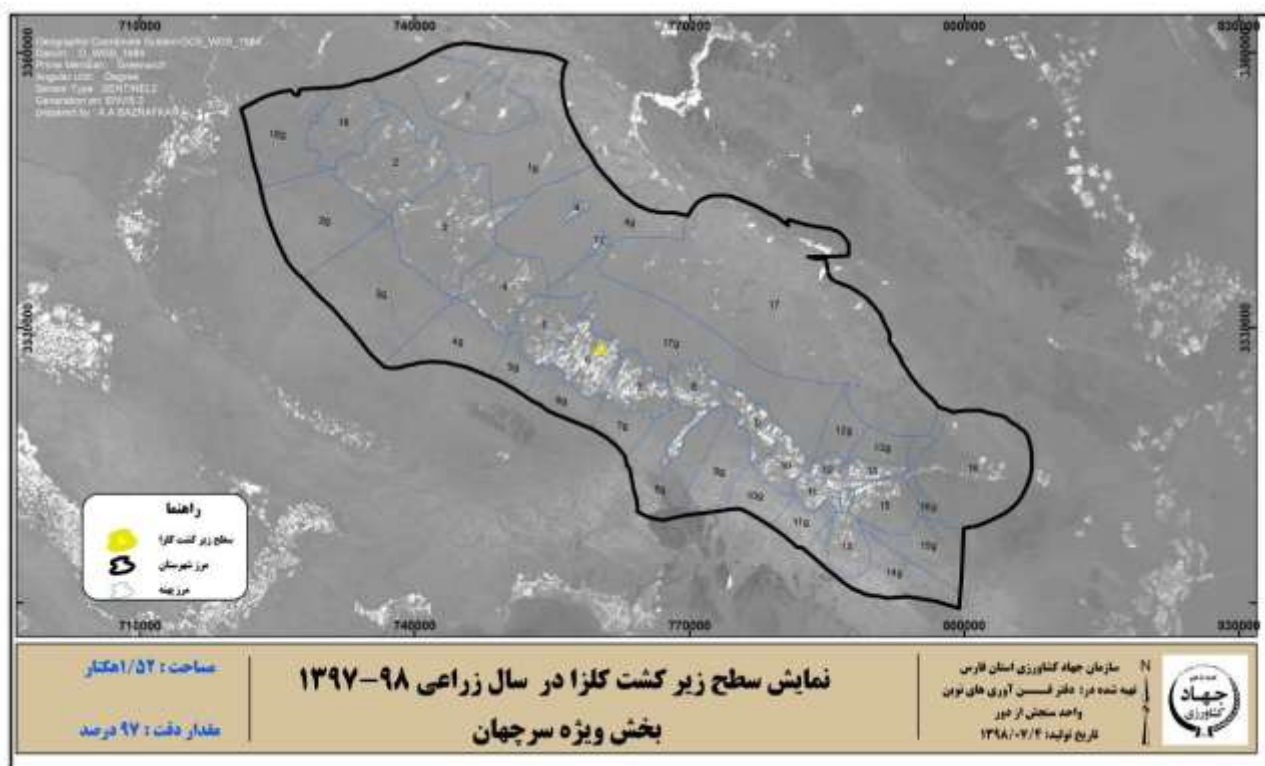
شکل ۱۳۰) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان فیروز



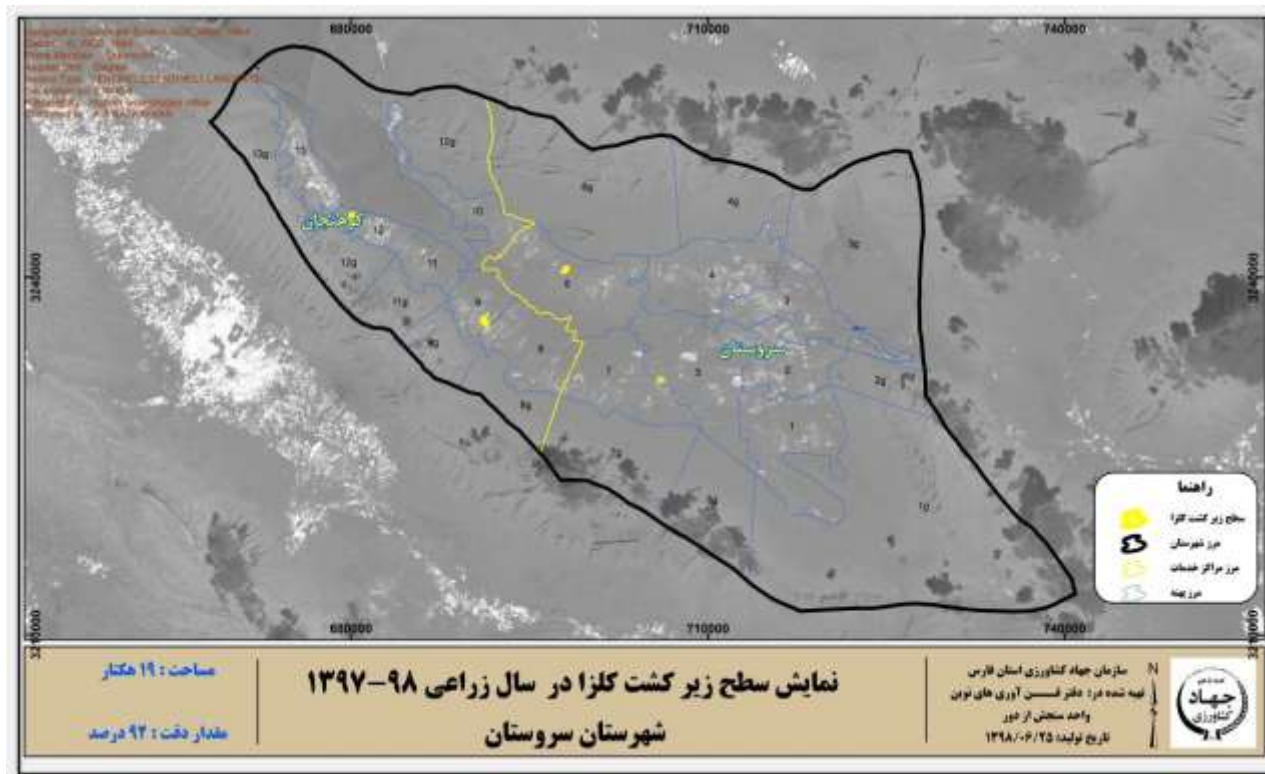
شکل (۱۳۱) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان پاسارگاد



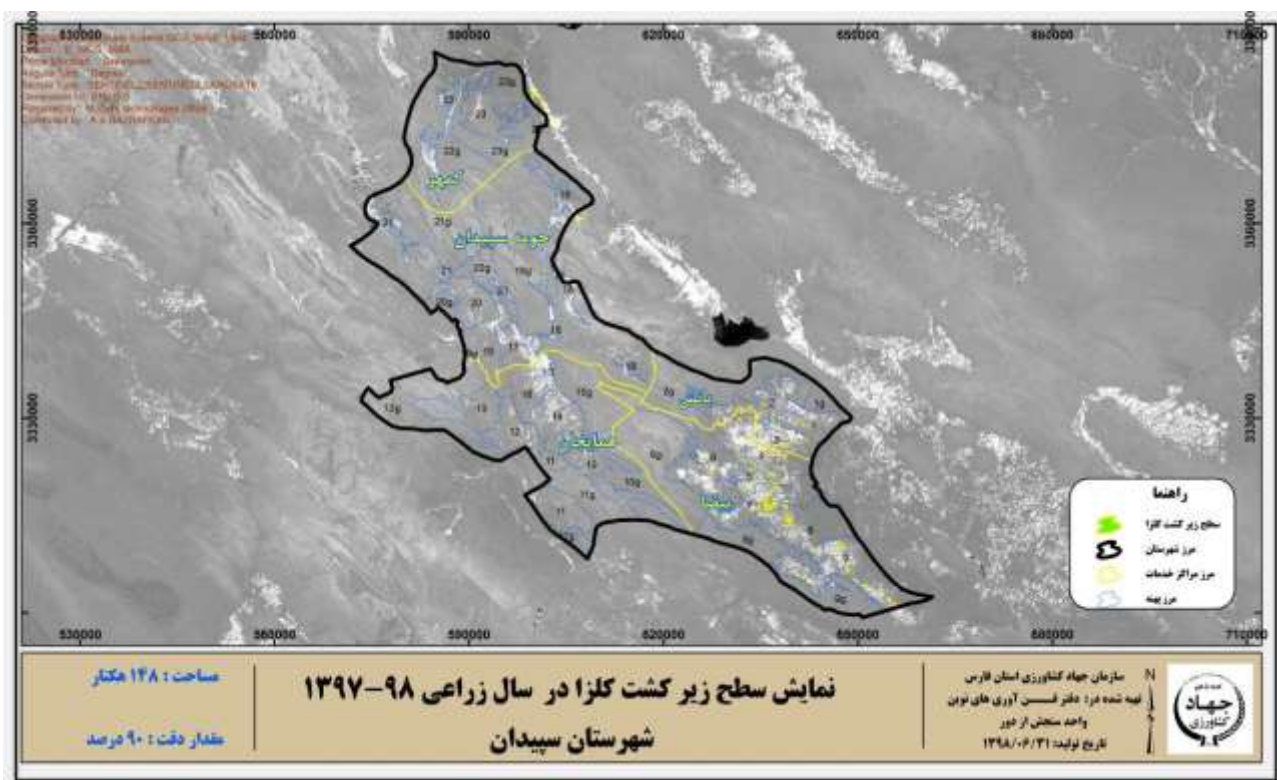
شکل (۱۳۲) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان رستم



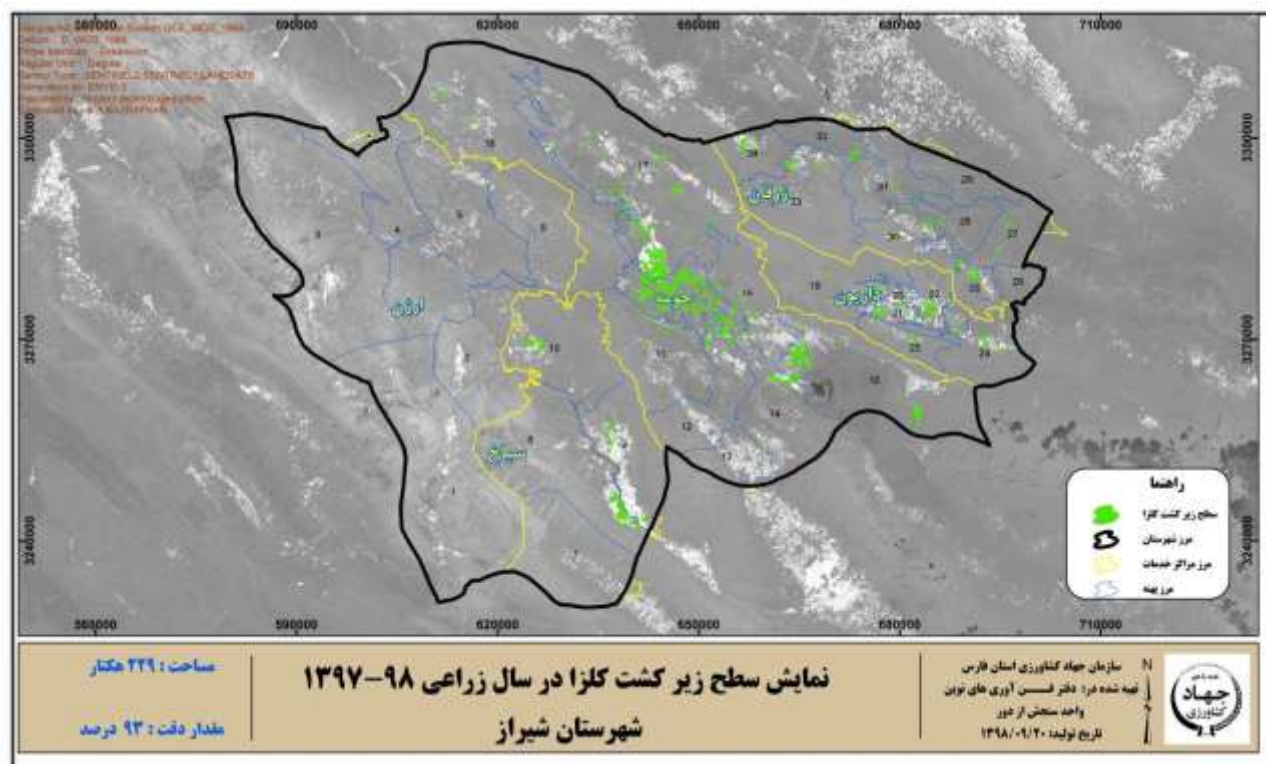
شکل ۱۳۳) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان رستم



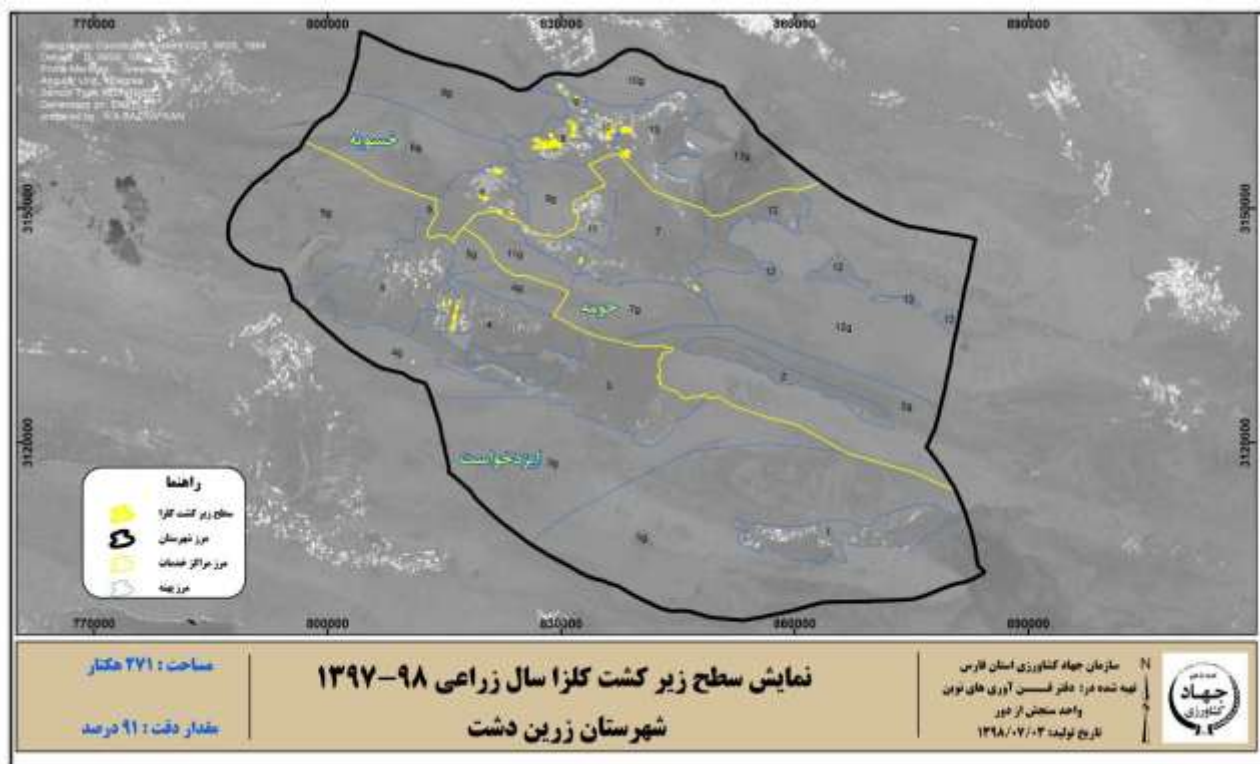
شکل ۱۳۴) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان سروستان



شکل ۱۳۵) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان سپیدان



شکل ۱۳۶) نقشه سطح زیر کشت کلزا در شهرستان شیراز



شکل ۱۳۷) نقشه سطح زیر کشت کزلا در شهرستان زرین دشت



شکل ۱۳۸) نقشه سطح زیر کشت کزلا در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در استان فارس.

جدول ۱۴) آمار مقایسه ای سطح زیر کشت کلزا در استان فارس در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷

ردیف	نام شهرستان	برآورد کلزا (RS)	برآورد کلزا شهرستان	ردیف	نام شهرستان	برآورد کلزا (RS)	برآورد کلزا شهرستان
۱	ارسنجان	۴۶	۵۳	۱۷	جهرم	۵۳	۶۰
۲	فیروزآباد	۱۲۰۳	۱۲۵۹	۱۸	کوار	۱۸۷	۲۰۰
۳	استهبان	۷۲	۹۵	۱۹	خنج	۹۹	۹۵
۴	شیراز	۲۲۹	۳۷۳.۵	۲۰	گراش	۹۹	۱۱۰
۵	داراب	۳۱۸	۱۴۰۰	۲۱	خرامه	۲۰۷۵	۱۰۵
۶	فراشبند	۳۵	۴۰	۲۲	آباده	۸۲	۸۶
۷	فسا	۱۳۰۲	۱۸۸۰	۲۳	اقلید	۸۳	۷۵
۸	کازرون	۴۴۱	۴۸۵	۲۴	خرمبید	۶۰	۹۴
۹	بوانات	۰	۰	۲۵	نیریز	۲۲	۲۵
۱۰	ممسنی	۳۲۷	۳۴۶.۵	۲۶	زرین دشت	۲۷۱	۲۸۵
۱۱	لارستان	۹۶۳	۱۰۰۰	۲۷	پاسارگاد	۴۲	۲۵
۱۲	فیروزکازین	۹۲۳	۴۳۶	۲۸	رستم	۱۴۹۱	۱۵۵۰
۱۳	سروستان	۱۹	۳۱	۲۹	سپیدان	۱۴۸	۱۸۸
۱۴	سرجهان	۱۰۵	۲۰۵	۳۰	مرودشت	۱۰۲۳	۸۹۰
۱۵	مهر	۲۵۲۷	۲۴۵۰	۳۰	مجموع	۱۲۶۰۶.۲۵	۱۴۱۳۶
۱۶	لامرد	۵۳۷	۶۰۰				

۴-۱ نتیجه گیری

بهترین محدوده زمانی برای تفکیک محصول هدف از سایر محصولات همزمان در هر منطقه از استان، استفاده از سری زمانی داده های ماهواره ای است. سری زمانی باید به گونه ای تعیین شود که در زمان اول هنوز محصول هدف کشت نشده باشد و در زمان دوم این محصول در اوج سبزیگی باشد. لذا مشخص کردن زمان برداشت تصویر با تهیه جدول زمان بندی مراحل فنولوژیک رشد کشت های عمده در منطقه امکان پذیر می گردد.

با توجه به یافته های تحقیق موارد زیر به عنوان مهمترین نکات و توجهات تحقیق نتیجه می گردد:

به منظور انتخاب تصویر در رابطه پردازش ابتدا بایستی تقویم زراعی هر منطقه مشخص گردد و تفکیک پذیری محصولات را بر اساس این تقویم زراعی مطرح نمود.

نتایج نشان می دهد؛ به منظور دستیابی به یک نتیجه قابل اطمینان لازم است نمونه های تعلیمی یا میدانی که برداشت می شود به صورت پلی گونی برداشت گردد. مهمترین مزیت برداشت پلی گونی بالا بردن حجم و تعداد نمونه های تعلیمی به مدل است. همچنین امکان حذف نویزها و خطاها در این روش امکان پذیر خواهد بود.

نتایج نشان داد یکی از مواردی که باعث ایجاد خطای زیاد در طبقه بندی تصویر می شود؛ کم بودن و همچنین غیر یکنواخت بودن توزیع نمونه هاست. به گونه ای که به طور مثال اگر برای محصول برنج تعداد n نمونه برداشت می گردد برای سایر محصولات نیز ترجیحاً همین تعداد نمونه برداشت شود. همچنین توزیع نمونه ها در زمان برداشت بایستی به گونه ای باشد که بیشتر نمونه های خالص برداشت شود تا نمونه های نزدیک به هم از نظر محصولات. بر این اساس بایستی توجه نمود در هنگام برداشت نمونه های تعلیمی سطح برداشت و تعداد برداشت در مورد تمام نمونه ها و کشت برابر یا تقریباً برابر باشد.

لازم است نمونه های انتخابی بر حسب میزان صحت مدل فیلتر گردد. برای این کار ابتدا یکبار مدل بر اساس کل نمونه ها اجرا شده و سپس خطاهای مدل روی لایه پلی گونی برداشت شده اورلپ شده و پس از بازدید بصری حذف می گردد. نتایج نشان داد بیشتر این خطاها در محلهای مرز تفکیکی قطعات به وقوع می پیوندد. اینکار باعث از بین رفتن این گونه خطاها خواهد شد. انجام پروسه راستی آزمایی میدانی از اهمیت بالایی برخوردار است.

تایج این تحقیق نشان داد تصاویر ماهواره ای از قابلیت بالایی برای تفکیک محصولات زراعی و تهیه نقشه های الگو و سطح زیر کشت با دقت مناسب در مقیاس منطقه ای برخوردار است. سهیل الوصول بودن، دسترسی به نقاط دور افتاده و کوهستانی و دقت نسبتاً بالا، هزینه پایین، استخراج اطلاعات در زمان کم، سطح وسیع پوشش و تکراری بودن، از مزایای داده های ماهواره ای، نسبت به سایر روش های نقشه برداری می باشد. از سوی دیگر داده های ماهواره ای می توانند کاربردهای دیگری در بخش کشاورزی از جمله پیش بینی و برآورد خسارت، استرس های گیاهی، وضعیت زهکشی و نظیر آن نیز داشته باشند

۲-۴ مسائل، مشکلات و پیشنهادات

مهمترین مشکلاتی که در فرایند برآورد سطح زیر کشت برنج به کمک سنجش از دور مشاهده گردید عبارت اند از:

کمبود تجهیزاتی همچون GPS و خودرو در شهرستان ها به منظور برداشت نمونه تعلیمی.

یکی از شرایط مهم توفیق در دستیابی به ارقام دقیق سطح زیر کشت محصول از طریق سنجش از دور میزان دقتی است که در برداشت های میدانی به کار گرفته می شود که در صورت رعایت نکات مطرح شده در دستورالعمل هایی که مخصوص هر شهرستان تدوین شده، دقت برداشت ها تضمین خواهد بود. علیرغم تلاش درخور تقدیری که همکاران شهرستان ها داشته اند، داده هایی که توسط شهرستان ها برداشت و به ستاد ارسال شد از دقت یکسانی برخوردار نبود.

حجم بالای تصاویر sentinel2 و Sentinel1 و کاهش سرعت پردازش و ذخیره اطلاعات.

متفاوت بودن تقویم کشت و الگوی کشت در شهرستان های استان که سبب بالا رفتن زمان مطالعه و همچنین افزایش تعداد تصاویر دانلودی می گردد.

پایین بودن متوسط اندازه قطعات در برخی از شهرستان ها و در نتیجه آن زیاد شدن تعداد پیکسل های حاشیه ای.

۳-۴ پیشنهادات

- در مطالعات بعدی در صورت امکان از تصاویر با رزولوشن مکانی بالاتر استفاده گردد.
- با تشکیل تیم کاری در مدیریت شهرستان ها نسبت به آموزش و واگذاری پاره ای از امور به کارشناسان اقدام گردد. این امر می تواند ضمن آموزش مباحث فنی به کارشناسان سبب انتقال یافته ها گردد.
- پیشنهاد می گردد در یک شهرستان به طور نمونه ابتدا به کمک روش شی مبنا، قطعه بندی صورت گرفته سپس جهت استخراج نمونه های تعلیمی از نتایج روش شی مبنا استفاده گردد.
- علاوه بر استفاده از زمان های اوج سبزینگی و کاشت و برداشت محصول هدف، می توان از تصاویر اوج سبزینگی سایر محصولات نیز استفاده نمود.

منابع

- (۱) اکبری، الهه؛ میلاد نیرومندجدیدی؛ محمودرضا صاحبی و هانا قادری زاده، ۱۳۹۰، ارزیابی دقت طبقه بندی کننده های بیشترین شباهت و ماشین بردار پشتیبان (مطالعه موردی: استخراج تغییرات کاربری اراضی حوضه آبخیز طالقان، همایش ژئوماتیک ۹۰، تهران، سازمان نقشه برداری کشور،
- (۲) خیرخواه زرکش، میر مسعود، درویشی، مهدی، آبرار، علی اکبر، احمدی، غلام رضا. (۱۳۹۲). برآورد شاخص های پوشش گیاهی برنج با تصاویر چندزمانه راداری و اپتیک. پژوهشهای جغرافیای طبیعی، ۴۵(۴)، ۸۵-۹۶.
- (۳) درویش زاده، روشنگر، متکان، علی اکبر و ناصر اسکندری (۱۳۹۰). ارزیابی شاخص های طیفی استخراج شده از تصاویر ALOS-AVNIR2 به منظور تخمین میزان بایومس محصول برنج. مجله مطالعات برنامه ریزی سکونتگاه های انسانی، ۶(۱۴)، ۶۱-۷۳.
- (۴) ربیعی، حسین. ۱۳۷۲. سنجش از دور: اصول و کاربرد. انتشارات سمت، تهران.
- (۵) ساروئی، سعید و علی نصیری، ۱۳۸۱، بهره گیری از فن آوری های سنجش از دور و GIS در تهیه آمار و نقشه اراضی زیر کشت برنج در شمال کشور (شهرستان های آمل و بابل)، همایش ژئوماتیک ۸۱، تهران، سازمان نقشه برداری کشور
- (۶) ضیاییان فیروزآبادی پرویز، صیاد بیدهندی لیلا. ۱۳۸۸. تهیه نقشه و تخمین سطح زیرکشت گندم در شهرستان ساری با استفاده از تصاویر ماهواره ای رادارست، پژوهش های جغرافیایی طبیعی. شماره ۶۸، صص ۴۵-۵۸.
- (۷) عاشورلو، مرتضی. ۱۳۸۵. کاربرد تحلیل تشخیص خطی در تفکیک گندم از سایر محصولات بر روی تصاویر ماهواره های علوم محیط، سال چهارم، نشریه دوم، صص ۱۱۶-۱۰۱
- (۸) علی آبادی، کاظم انتظار، علیرضا، اسکندری، ناصر. ۱۳۹۳. تخمین پارامتر فیزیکی (زی توده) پوشش گیاهی با استفاده از داده های سنجش از دوری، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال چهارم، شماره پانزدهم، ۲۳-۳۳ ص.
- (۹) فرید حسینی، علیرضا، آستارایی، علیرضا، ثنایی نژاد، سید حسین، و میرحسینی موسوی، پریسا (۲۰۱۲). تخمین شاخص سطح برگ با استفاده از داده های ماهواره ای IRS در منطقه نیشابور. پژوهشهای زراعی ایران، ۱۰(۳)، ۵۷۷-۵۸۲.
- (۱۰) فیضی زاده، بختیار و محمود، حاج میررحیمی، ۱۳۸۷، آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی شهرک اندیشه با استفاده از روش طبقه بندی شی گرا. همایش ژئوماتیک ۸۷، سازمان نقشه برداری کشور.
- (۱۱) قدیری، مریم. ۱۳۸۳. ارزیابی تاثیر پارامترهای چند مقیاسه بر طبقه بندی شی گرا. پایان نامه کارشناسی ارشد سنجش از دور و GIS دانشگاه تربیت مدرس.
- (۱۲) متکان، علی اکبر. ۱۳۸۷. ارائه شاخص برای استخراج اراضی زیر کشت گندم با داده های سنجش از دور. نشریه زراعت، پاییز ۱۳۸۸، شماره ۸۴، صص ۶۵-۷۱
- (۱۳) کمالی، غ، مومن زاده، ح، وظیفه دوست، م. ۱۳۹۰. بررسی تغییرات ماده خشک و عملکرد گندم در دوره های خشکسالی و ترسالی با کمک داده های ماهواره ای modis. نشریه بوم شناسی کشاورزی، جلد ۳، شماره ۲، صص ۱۹۰-۱۸۱.
- (۱۴) ضیائیان، پ. ۱۳۷۹. مطالعه بازتاب طیفی غلات بر روی تصاویر IRS در استان همدان. تهران: وزارت جهاد کشاورزی.
- (۱۵) خلاقی، س. ۱۳۸۵. پایش تغییرات خط ساحل دریای خزر، پایان نامه کارشناسی ارشد، مرکز سنجش از دور و GIS دانشگاه تبریز،
- (۱۶) ساروئی، غ، اردشیری، ر، نوروزی، م. ۱۳۸۶. تهیه نقشه اراضی زیر کشت برنج در شمال کشور، انسان و محیط زیست. ۱۳، ۱۱

- 17) Bannari, A., Pacheco, A., Staenz, K., McNairn, H., & Omari, K. (2006) . Estimating and mapping crop residues cover on agricultural lands using hyperspectral and IKONOS data. *Remote sensing of environment*, 104(4) , 447-459.
- 18) Baret, F., & Guyot, G. (1991) . Potentials and limits of vegetation indices for LAI and APAR assessment. *Remote sensing of environment*, 35(2-3) , 161-173.
- 19) Barnett, T., & Thompson, D. R. (1982) . The use of large-area spectral data in wheat yield estimation. *Remote sensing of Environment*, 12(6) , 509-518.
- 20) Barnett, T., & Thompson, D. R. (1982) . The use of large-area spectral data in wheat yield estimation. *Remote sensing of Environment*, 12(6) , 509-518.
- 21) Blaschke, T., Lang, S., Lorup, E., Strobl, J., & Zeil, P. (2000) . Object-oriented image processing in an integrated GIS/remote sensing environment and perspectives for environmental applications. *Environmental information for planning, politics and the public*, 2, 555-570.
- 22) Campbell, J. B., & Wynne, R. H. (2011) . *Introduction to remote sensing*. Guilford Press.
- 23) Carlson, T. N., & Ripley, D. A. (1997) . On the relation between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index. *Remote sensing of Environment*, 62(3) , 241-252.
- 24) Chen, M., Su, W., Li, L., Zhang, C., Yue, A., & Li, H. (2009) . Comparison of pixel-based and object-oriented knowledge-based classification methods using SPOT5 imagery. *WSEAS Transactions on Information Science and Applications*, 3(6) , 477-489.
- 25) Colwell, R. N(1966) ., *Uses and Limitations of Multispectral Remote Sensing*. In *Proceedings of the Fourth Symposium on Remote Sensing of Environment*. Ann Arbor: Institute of Science and Technology, University of Michigan, pp. 71–100.
- 26) Dusek, D. A., Jackson, R. D., & Musick, J. T. (1985) . Winter wheat vegetation indices calculated from combinations of seven spectral bands. *Remote Sensing of Environment*, 18(3) , 255-267.
- 27) Foody, G. M., & Mathur, A. (2006) . The use of small training sets containing mixed pixels for accurate hard image classification: Training on mixed spectral responses for classification by a SVM. *Remote Sensing of Environment*, 103(2) , 179-189.
- 28) Gao, Y., Mas, J. F., & Navarrete, A. (2009) . The improvement of an object-oriented classification using multi-temporal MODIS EVI satellite data. *International Journal of Digital Earth*, 2(3) , 219-236.
- 29) Hoekman, D. H., & Vissers, M. A. (2003) . A new polarimetric classification approach evaluated for agricultural crops. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 41(12) , 2881-2889.
- 30) Ingle, J. D., & Crouch, S. R. (1988) . *Flame and plasma atomic emission spectrometry. Spectrochemical Analysis*. Englewood Cliffs, New Jersey, USA: Prentice-Hall, 8, 225-256.
- 31) Ivits, E., Koch, B., Blaschke, T., Jochum, M., & Adler, P. (2005) . Landscape structure assessment with image grey-values and object-based classification at three spatial resolutions. *International Journal of Remote Sensing*, 26(14) , 2975-2993.
- 32) Jackson, R. D. (1983) . Spectral indices in n-space. *Remote sensing of environment*, 13(5) , 409-421.
- 33) Kauth, R. J., & Thomas, G. S. (1976, January) . The tasselled cap--a graphic description of the spectral-temporal development of agricultural crops as seen by Landsat. In *LARS Symposia* (p. 159) .
- 34) Knipling, E. B. (1970) . Physical and physiological basis for the reflectance of visible and near-infrared radiation from vegetation. *Remote sensing of environment*, 1(3) , 155-159.
- 35) Quinlan, J. R. (1986) . Induction of decision trees. *Machine learning*, 1(1) , 81-106.
- 36) Safavian, S. R., & Landgrebe, D. (1991) . A survey of decision tree classifier methodology. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics*, 21(3) , 660-674.
- 37) Vieira, M. A., Formaggio, A. R., Rennó, C. D., Atzberger, C., Aguiar, D. A., & Mello, M. P. (2012) . Object based image analysis and data mining applied to a remotely sensed Landsat time-series to map sugarcane over large areas. *Remote Sensing of Environment*, 123, 553-562.
- 38) Whiteside, T., & Ahmad, W. (2005, September) . A comparison of object-oriented and pixel-based classification methods for mapping land cover in northern Australia. In *Proceedings*

- of SSC2005 Spatial intelligence, innovation and praxis: The national biennial Conference of the Spatial Sciences Institute (pp. 1225-1231) .
- 39) Zhaocong, W., Lina, Y., & Maoyun, Q. (2009, July) . Granular approach to object-oriented remote sensing image classification. In International Conference on Rough Sets and Knowledge Technology (pp. 563-570) . Springer, Berlin, Heidelberg.
- 40) Anderson, R. S., & Carpenter, S. L. (1991) . Vegetation change in Yosemite Valley, Yosemite National Park, California, during the protohistoric period. *Madrono*, 1-13.
- 41) Meng, X., Currit, N., Wang, L., & Yang, X. (2012) . Detect residential buildings from lidar and aerial photographs through object-oriented land-use classification. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 78(1) , 35-44.
- 42) Navulur, K. (2006) . Multispectral image analysis using the object-oriented paradigm. CRC press.
- 43) Arikan, M. (2004, July) . Parcel based crop mapping through multi-temporal masking classification of Landsat 7 images in Karacabey, Turkey. In Proceedings of the ISPRS Symposium, Istanbul International Archives of Photogrammetry. Remote Sensing and Spatial Information Science (Vol. 34) .
- 44) Wardlow, B. D., Egbert, S. L., & Kastens, J. H. (2007) . Analysis of time-series MODIS 250 m vegetation index data for crop classification in the US Central Great Plains. *Remote Sensing of Environment*, 108(3) , 290-310.
- 45) Foody, G. M., & Mathur, A. (2006) . The use of small training sets containing mixed pixels for accurate hard image classification: Training on mixed spectral responses for classification by a SVM. *Remote Sensing of Environment*, 103(2) , 179-189.