



## تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز کبودرآهنگ، رزن و خونجین - تلخاب در استان همدان)

علیرضا سفینیان<sup>۱</sup>، الهه محمدی توفیق<sup>۲</sup>، لقمان خداکرمی<sup>۳\*</sup>، فاضل امیری<sup>۴</sup>

۱. استادیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. دانشجو سابق کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳. دانشجو سابق کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۴. استادیار دانشکده مهندسی، گروه منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر

### مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:

دریافت: ۲۵ آبان ۱۳۸۹

پذیرش: ۲ اردیبهشت ۱۳۹۰

دسترسی اینترنتی: ۲۵ تیر ۱۳۹۰

واژه‌های کلیدی:

پوشش اراضی

شبکه عصبی مصنوعی

سنجش از دور

شاخص گیاهی

همدان

### چکیده

تهیه نقشه پوشش اراضی، برای بسیاری از فعالیت‌های برنامه ریزی و مدیریت دارای اهمیت است. امروزه تصاویر ماهواره و تکنیک‌های سنجش از دور، به دلیل فراهم آوردن داده‌های به هنگام و قابلیت بالای آنالیز تصاویر، کاربرد گسترده‌ای در تمامی بخش‌ها از جمله کشاورزی و منابع طبیعی دارند. در پژوهش حاضر، به منظور تهیه نقشه پوشش اراضی بخشی از استان همدان از داده‌های رقومی ماهواره IRSP6 (سری زمانی سنجنده Awifs) استفاده شد. ابتدا تصاویر با میانگین خطای مربعات کمتر از ۰/۴۸ پیکسل تصحیح هندسی شدند. جهت طبقه‌بندی تصویر، از روش طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون سه لایه با به کارگیری نقشه شاخص گیاهی (NDVI) به عنوان داده کمکی استفاده شد. در نهایت، نقشه پوشش اراضی منطقه با ۱۳ طبقه، تهیه گردید. جهت ارزیابی صحت نتایج طبقه‌بندی، نقشه تولیدی با نقشه واقعیت زمینی ایجاد شده از طریق GPS مورد بررسی قرار گرفت. ضریب کاپا و صحت کلی طبقه بندی به روش شبکه عصبی به ترتیب ۸۶ و ۸۸ درصد برآورد گردید. مطالعه حاضر نشان داد که روش طبقه بندی شبکه عصبی، قابلیت تهیه نقشه پوشش اراضی و الگوی کشت با صحت بالا را دارا می‌باشد.

## مقدمه

سال‌های اخیر، استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در مطالعات کشاورزی و تهیه نقشه‌های موضوعی گسترش فراوانی پیدا کرده است. تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی از نیازهای اساسی برای مدیریت و نظارت زیست محیطی است. این نقشه‌ها در برنامه‌ریزی‌ها و تصمیم‌گیری‌ها در بخش‌های مختلف استفاده می‌شوند. مطالعه مکان‌های زیر کشت با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای موجود و تهیه نقشه اراضی زیر کشت در هر سال می‌تواند دولت را در مدیریت بهینه این اراضی و برنامه ریزی برای توزیع محصولات کمک کند (۱).

مطالعاتی در زمینه استفاده از سری زمانی تصاویر ماهواره‌ای برای تهیه نقشه کاربری اراضی انجام شده است. از جمله آن‌ها در تحقیقی واردلاو و همکاران (۱۷) به بررسی روند زمانی شاخص‌های گیاهی برای طبقه‌بندی مزارع بزرگ کشاورزی شامل یونجه، ذرت، سویا و گندم با استفاده از تصویر MODIS با قدرت تفکیک ۲۵۰ متر پرداخته و با توجه به روندهای زمانی متفاوت شاخص‌های EVI و NDVI کلاس‌های مختلف را از هم تفکیک نمودند و نتایج آن‌ها نشان داد که تفکیک پذیری غلات در دوره بلوغ محصولات نسبت به دوره رشد آن‌ها چشمگیرتر می‌باشد.

ساواساوا (۱۴) با تلفیق RS و GIS و پارامترهای مدیریت، سطح زیر کشت محصولات کشاورزی از جمله برنج را برآورد کرد. در این مطالعه با استفاده از تصاویر ماهواره IRS (India Remote Sensing satellite) با تفکیک مکانی ۲۳ متر و تصویر پانکروماتیک (PAN) ماهواره مذکور با تفکیک مکانی ۶ متر و همچنین تصاویر سری زمانی ماهواره اسپات اقدام به آنالیز و تفسیر داده‌های ماهواره‌ای گردید. با استفاده از برداشت‌های زمینی و نقشه‌های مختلف از منطقه و دخیل کردن پارامترهای مدیریتی، و با توجه به مراحل فنولوژیکی محصولات و استفاده از شاخص‌های گیاهی مانند NDVI سطح زیر کشت برنج‌زارها را در منطقه‌ای در نظام آباد ایالت آندراپرادش هند برآورد شد. توکر و آریکان (۱۶) در ترکیه با طبقه‌بندی مرحله به مرحله و با اعمال ماسک‌های متناوب در تصاویر ETM<sup>+</sup> اقدام به تهیه نقشه غلات نمودند.

هدف از این تحقیق، ارائه روش سریع و دقیق جهت شناسایی و طبقه‌بندی سطح زیر کشت اراضی کشاورزی با اعمال

سنجش از دور به کمک امواج الکترومغناطیس طبیعی و مصنوعی در بررسی‌ها و برنامه ریزی‌های کشاورزی و منابع طبیعی کاربرد فراوان دارد. تکنیک‌های سنجش از دور به دلیل تناوب در برداشت تصاویر از یک ناحیه، تصویر برداری همزمان در طول موج‌های مختلف و در نهایت امکان پردازش و تفسیر سریع داده‌های به دست آمده، به طور گسترده در تحلیل‌های مختلف مربوط به گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرند (۲). امروزه در بسیاری از بخش‌ها، کاربرد تصاویر ماهواره‌ای نه تنها هزینه چندانی ندارد، بلکه امتیازات آن به حدی است که هزینه خرید داده‌ها در مقابل سرعت انجام کار، دقت و حجم اطلاعات به دست آمده ناچیز می‌باشد. در حال حاضر داده‌های سنجش از دور به واسطه به هنگام بودن و امکان آشکارسازی تغییرات سریع محیطی به طور گسترده در مدیریت کشاورزی به کار می‌روند (۸، ۹). تخمین و تعیین سطح زیر کشت محصولات کشاورزی در برنامه‌ریزی‌ها و تصمیم‌گیری‌ها بسیار اهمیت دارد. جمع‌آوری اطلاعات و مشاهدات زمینی و تهیه گزارش‌ها در خصوص وضعیت و سطح زیر کشت محصولات کشاورزی با روش‌های سنتی، پرهزینه و زمان بر و در مناطق وسیع عملاً غیرقابل اجرا می‌باشد. داده‌های حاصل از سنجش از دور می‌توانند با تشخیص نوع محصول و تعیین سطح زیر کشت محصولات، اطلاعات مفیدی در این رابطه به متخصصان کشاورزی ارائه کنند (۸). اساس برنامه ریزی و مدیریت صحیح در کشاورزی داشتن آمار و اطلاعات دقیق و به هنگام از ظرفیت‌های کشاورزی می‌باشد. داده‌های سنجش از دور به دلیل داشتن ویژگی‌هایی مانند چند زمانه بودن، چند طیفی بودن، قابلیت تفکیک مکانی و راديو متریکی مناسب و متنوع، دید وسیع و یکپارچه، قادر به تفکیک عارضه‌ها و پدیده‌های مختلف کشاورزی از جمله سطح، نوع و الگوهای زمانی و مکانی کشت هستند (۶). آگاهی از توزیع انواع محصولات کشاورزی از نیازهای اساسی در برنامه ریزی و تصمیم‌گیری‌های اقتصادی می‌باشد و برای بررسی پاره‌ای از مطالعات کشاورزی مانند تنش آبی و برآورد بازدهی بسیار ضروری است (۵). در

۳۹۵۶۶۵۶ شمالی در استان همدان واقع شده و شامل سه زیر حوزه کبودرآهنگ، رزن و خونجین تلخاب می‌باشد. بیشترین وسعت منطقه مورد مطالعه در دو زیرحوزه کبودرآهنگ و رزن قرار گرفته و شامل شهرستان‌های رزن، کبودرآهنگ و بخشی از شهرستان‌های بهار و همدان است (شکل ۱).

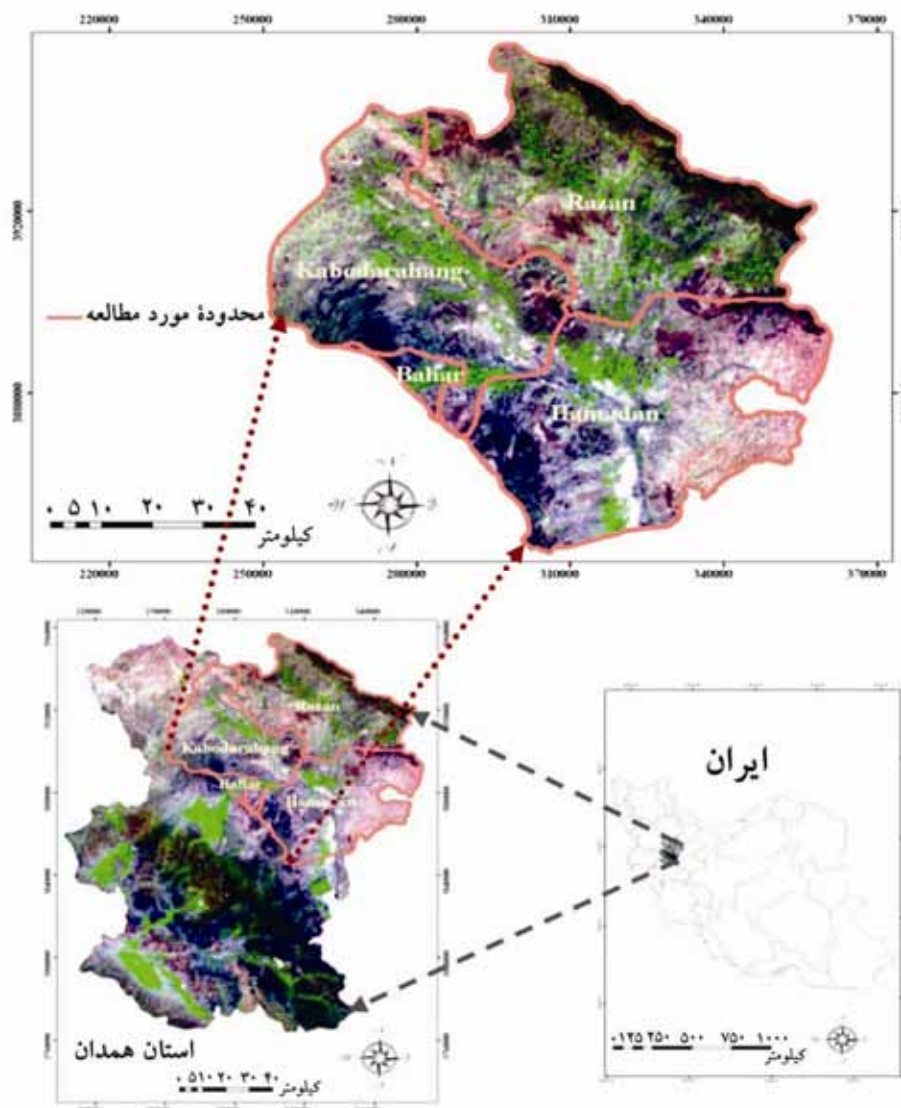
کاربری عمده این منطقه (۳۳/۴ درصد از وسعت منطقه) کشاورزی می‌باشد به گونه‌ای که بخش عمده زمین‌های کشاورزی استان همدان در این منطقه واقع شده است. محصولات غالب منطقه شامل گندم، جو یونجه و سیب زمینی می‌باشند. حداقل و حداکثر ارتفاع منطقه از سطح دریا به ترتیب ۱۶۷۹ متر و ۲۹۳۳ متر است.

آنالیز شبکه عصبی مصنوعی بر روی سه سری زمانی از تصاویر سنجنده AWIFS از ماهواره IRSP6 است. از آنجا که آگاهی از وضعیت سطح زیر کشت محصولات در تعریف واحدهای مدیریت دقیق ارزشمند است، روش ارائه شده در این تحقیق می‌تواند در تعیین میزان تولید خالص و نیز میزان کمبود یا مازاد محصولات کشاورزی، به منظور ثبات بازار بسیار مؤثر باشد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

مساحت منطقه مورد مطالعه در حدود ۷۲۶۲ کیلومتر مربع است که بین طول‌های جغرافیایی ۳۵۱۰۷۴/۶۸ تا ۳۶۰۷۷۸/۶۸ شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۳۸۴۵۰۴۸ تا



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

داده‌های مورد استفاده

در این تحقیق داده‌های سنجنده AWiFS از ماهواره IRS-P6 مورد استفاده قرار گرفته که دارای ۴ باند سبز، قرمز، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز موج کوتاه با قدرت تفکیک مکانی ۵۶ متر است. در جدول ۱، تاریخ داده‌های برداشت شده از منطقه مورد مطالعه آمده است. از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و نقاط کنترل زمینی برداشت شده با GPS، برای شناسایی بهتر منطقه و زمین مرجع کردن تصاویر ماهواره‌ای استفاده شد.

انتخاب زمان تصاویر ماهواره‌ای

به دلیل تشابه طیفی بین محصولات عمده منطقه نمی‌توان از یک تصویر برای تفکیک و استخراج الگوی کشت منطقه مورد مطالعه استفاده کرد. سلیمی و کاظمی (۴) و نیز خواجه‌الدین و پورمنافی (۳) در تفکیک شالیزارها از کشت‌های دیگر به دلیل بازتاب مشابه کشت‌های مختلف در یک تصویر با این مشکل روبرو بودند. کارن و همکاران (۱۰) در تحقیقی که در منطقه شمال ویسکانسین انجام دادند به این نتیجه رسیدند که تشابه طیفی بین گونه‌های خزان کننده صحت تفکیک‌پذیری را کاهش می‌دهد. در صورتی که تفاوت محسوس فنولوژیک بین گونه‌ها وجود داشته باشد، تفکیک گونه‌ها مطلوب‌تر خواهد بود. بنابراین در این تحقیق برای استفاده از سری زمانی تصاویر ماهواره‌ای و تعیین دامنه زمانی مناسب به منظور سفارش تصاویر، ابتدا با مراجعه به منطقه و با

کمک کشاورزان و مالکان اراضی به جمع‌آوری تقویم زراعی محصولات مختلف منطقه اقدام شد. سپس بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده و مشخص شدن زمان کاشت، اوج سبزی‌نگی، برداشت و شخم محصولات مختلف، این اطلاعات در پایگاه داده ذخیره گردید (جدول ۲). تجزیه و تحلیل‌های لازم برای تعیین زمان تصاویر بر اساس محصولات عمده منطقه مورد مطالعه (گندم و جو، یونجه و سیب زمینی) انجام گرفت. با توجه به هدف این مطالعه، یعنی تهیه نقشه کاربری اراضی و تعیین الگوی کشت منطقه مورد نظر، و نیز با توجه به تقویم زراعی منطقه و مراحل فنولوژی رشد محصولات عمده، به طور برنامه ریزی شده از اسفند ۱۳۸۶ تا شهریور ۱۳۸۷ برای هر ماه یک تصویر سفارش داده شد. در نهایت در تاریخ‌های ۱۸ اسفند، ۱۵ فروردین، ۸ اردیبهشت، ۲۰ خرداد، ۲۶ تیر و ۲۸ مرداد تصاویر برداشت شد، اما در شهریورماه تصویری برداشت نشد (جدول ۲).

جدول ۱. مشخصات داده‌های مورد استفاده از

سنجنده IRS-AWiFS

سنجنده	تاریخ	سال
Awifs	۶ مارس	۲۰۰۸
Awifs	۳ آوریل	۲۰۰۸
Awifs	۲۷ آوریل	۲۰۰۸
Awifs	۱۸ ژوئیه	۲۰۰۸

جدول ۲. بهترین زمان تصویربرداری برای کشت‌های گندم و جو، سیب زمینی، یونجه، باغ و قلمستان در منطقه مورد مطالعه

نوع محصول	پاییز			زمستان			بهار			تابستان			پاییز		
	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
گندم و جو	کاشت			جوانه زنی و پنجه زنی (گندم آبی)			دوران خواب			رشد خوشه‌ها و شروع زرد شدن جو			رشد خوشه‌ها		
سیب زمینی و ذرت	برخیزی از شهرستان‌ها برداشت			دادن کود آبی			رشد در حال استراحت			شروع به کاشت باغ			برخیزی از شهرستان‌ها برداشت		
یونجه	برداشت یونجه			جاری زمین توسط دام			زمین فاقد پوشش سبز			شروع رشد و ظهور اولیه بوته‌ها			اوج رشد یونجه و اولین برداشت		
باغ و قلمستان	برگ‌ها درختان سبز است			برگ‌ها شروع به زرد شدن			خواب زمستانی درختان			جوانه زدن و رشد برگ‌ها			برگ‌ها به صورت کامل پال شده		

برای یافتن دقت هندسی باشد، تصاویر زمین مرجع شده با نقشه‌های توپوگرافی مقایسه شدند. برای انجام این کار از مطابقت عوارض مشخصی مانند رودخانه‌ها و جاده‌ها استفاده شد. خطای کم ثبت و انطباق مکانی عارضه‌های توپوگرافی با تصاویر، نشان دهنده دقت بالای تطابق هندسی انجام شده بود.

### شبکه‌های عصبی مصنوعی (Artificial Neural Networks)

انواعی از روش‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی برای طبقه‌بندی کاربری و پوشش اراضی وجود دارد (۱۸)، که از میان آن‌ها شبکه عصبی پرسپترون چندلایه‌ای معمول‌ترین مدل مورد استفاده برای طبقه‌بندی تصویر در سنجش از دور است. یک پرسپترون چند لایه معمولاً از یک لایه ورودی، یک یا چند لایه نهفته و یک لایه خروجی تشکیل شده است که به ترتیب اطلاعات را دریافت و پردازش می‌کنند و نمایش می‌دهند (۱۱). شبکه‌های عصبی پرسپترون چند لایه (MLP)، اولین بار توسط روزن بلات (Rosenblatt) در سال ۱۹۸۵ طراحی شدند (۲۱).

در این مطالعه به منظور تهیه نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه از شبکه عصبی مصنوعی، روش پرسپترون چند لایه‌ای و الگوریتم پس انتشار خطا (Back Propagation- BP) (۱۳) برای طبقه‌بندی تصاویر ۱۶ آگوست و ۲۷ آوریل استفاده شد. گره‌های ورودی برای طبقه‌بندی هر دو تصویر در بر گیرنده ۴ باند طیفی سنجنده Awifs، نقشه NDVI منطقه و نمونه‌های تعلیمی تهیه شده بر اساس عملیات میدانی بود. بر اساس مطالعات انجام شده تعداد گره‌های لایه نهفته باید دو یا سه برابر، و یا برابر با میانگین تعداد گره‌های ورودی باشد. در این تحقیق، تعداد متفاوتی گره نهفته مورد استفاده قرار گرفت تا مناسب‌ترین شبکه برای انجام طبقه‌بندی انتخاب شود. تعداد لایه‌های خروجی نیز ۹ عدد شامل طبقات مورد نظر کاربری اراضی در نظر گرفته شد. به منظور انتخاب شبکه بهینه جهت اجرای صحیح طبقه بندی، مقادیر متفاوتی برای پارامترهای شبکه مانند نرخ آموزش، گشتاور و میزان تکرار در نظر گرفته شد و صحت آن‌ها مورد آزمون قرار گرفت. در نهایت مقادیری برای این پارامترها انتخاب شد که موجب افزایش صحت و کاهش خطای طبقه‌بندی گردید.

## آماده‌سازی و پردازش تصاویر ماهواره‌ای

### تصحیح رادیومتریکی

تصحیحات رادیومتریکی برای کاهش و یا حذف دو نوع خطای عمده، خطای اتمسفری و خطای دستگاهی به کار می‌روند. در تصاویر تهیه شده برای این مطالعه به علت جوان بودن ماهواره IRS P6 خطای دستگاهی مشاهده نشد. برای تصحیح اتمسفری از تکنیک کاهش پیکسل‌های تاریک استفاده شد. با این فرضیه که پیکسل تاریک با حداکثر احتمال، کمترین میزان انعکاس طیفی را دارد و متعلق به آب عمیق و سایه میان تصویر است که انعکاس آن صفر می‌باشد. زیرا در صورت وجود ذرات پراکنده در جو، پراکنش جوی باعث می‌شود که عملاً انعکاس طیفی پیکسل‌های تاریک صفر نباشد (۱۲). در این مطالعه از مناطقی واقع در دریاچه سد شیرین سو که آب عمیق دارند، برای تصحیح تصاویر بر اساس رگرسیون باند مادون قرمز با سایر باندهای سنجنده در تاریخ‌های مختلف استفاده شد. به منظور افزایش وضوح تصاویر و نمایان‌تر شدن پدیده‌ها و عوارض موجود از روش کشش خطی (Linear stretch) استفاده شد.

### تصحیح هندسی

برای ثبت تصاویر ماهواره‌ای و انطباق آن‌ها با یکدیگر از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ (با استفاده از خطوط مربوط به شبکه آبراهه‌ها و لایه راه‌ها) به عنوان نقشه مبنا استفاده شد. ابتدا تصویر ۲۷ آوریل با انتخاب ۳۰ نقطه مشترک با پراکنش مناسب در سیستم تصویر UTM به روش نزدیکترین همسایه با (Root Mean Square Error) RMSE برابر ۰/۴۸ مطابقت داده شد. در مرحله بعد تصاویر ۳ آوریل، ۹ ژوئن، ۱۸ ژولای و ۱۶ آگوست با استفاده از تصویر ۲۷ آوریل و با انتخاب ۳۵ نقطه کنترلی و با روش نزدیکترین همسایه هم مختصات شدند. RMSE آن‌ها به ترتیب ۰/۴۳، ۰/۴۵، ۰/۳۸ و ۰/۴ پیکسل به دست آمد. با توجه به نتایج به دست آمده در این مطالعه، میزان خطای تصاویر ثبت شده، کمتر از ۰/۵ پیکسل می‌باشد. این میزان خطا مقدار قابل قبولی می‌باشد اما با توجه به اینکه کم بودن خطای میانگین مربعات به تنهایی نمی‌تواند معیار مناسبی

## ارزیابی دقت طبقه‌بندی

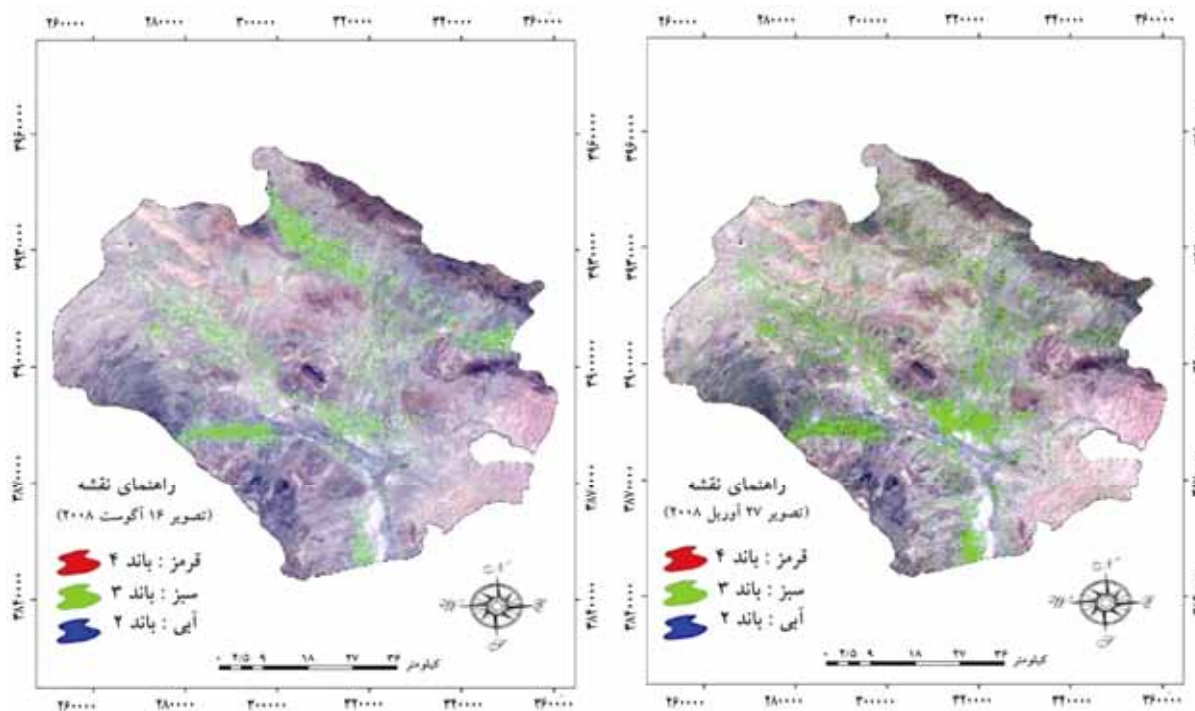
لازمه استفاده از هر نوع اطلاعات موضوعی، آگاهی از میزان صحت و درستی آن است. صحت اطلاعات در واقع میزان احتمال درستی اطلاعات است (۱۹). برای ارزیابی دقت و صحت نقشه‌های طبقه‌بندی شده، با انطباق نقشه‌های طبقه‌بندی شده با نقشه واقعییت زمینی حاصل از مطالعات میدانی، ماتریس خطا (Confuse Matrix) تشکیل شد و بر اساس آن دقت کلی (Overall Accuracy) و ضریب کاپا (Kappa Coefficient) محاسبه گردید.

## نتایج و بحث

## نتایج مراحل مختلف آماده‌سازی و اعمال آنالیز شبکه عصبی مصنوعی

به منظور پردازش اولیه تصاویر و شناخت کلی کاربری اراضی منطقه و نیز بررسی مراحل فنولوژیک محصولات عمده و انتخاب بهترین تاریخ برای تصاویر ماهواره‌ای جهت شناسایی محصولات عمده زراعی منطقه، در مرحله اول طبقه‌بندی نظارت نشده به روش Iso Data بر روی تصاویر انجام شد. با بررسی نتایج طبقه‌بندی تصاویر (چشمی) و داده‌های میدانی جمع‌آوری شده و نیز بازتاب طیفی محصولات عمده بر روی سری زمانی

تصاویر (گندم، جو، یونجه و سیب زمینی) مشخص شد که به دلیل تشابه طیفی محصولات زراعی نمی‌توان با استفاده از یک تصویر، الگوی کشت را استخراج کرد. لذا به منظور مشخص کردن مناسب‌ترین تصاویر برای تهیه نقشه الگوی کشت، تقویم زراعی مراحل فنولوژیک محصولات عمده با توجه به تاریخ تصاویر مشخص گردید. کارن و همکاران (۱۰) نیز در تحقیقی که در منطقه شمال ویسکانسین انجام دادند به این نتیجه رسیدند که تشابه طیفی بین گونه‌های خزان کننده صحت تفکیک پذیری را کاهش می‌دهد. در صورتی که تفاوت محسوس فنولوژیک بین گونه‌ها وجود داشته باشد تفکیک گونه‌ها مطلوب تر خواهد بود. بنابراین با توجه به پردازش‌های انجام شده بر روی سری زمانی تصاویر و بررسی تقویم زراعی کشت‌های عمده از میان تصاویر برداشت شده از منطقه دو تاریخ ۲۷ آوریل و ۱۶ آگوست به عنوان تصاویر اصلی برای پردازش نهایی انتخاب شدند و از سایر تصاویر به منظور بررسی دقت نقشه‌های طبقه‌بندی شده استفاده شد. تصاویر به گونه‌ای انتخاب شدند که تصویر اول در زمانی باشد که سیب زمینی کشت نشده باشد (تصویر ۲۷ آوریل)، و در تصویر دوم گندم و جو برداشت شده باشند (تصویر ۱۶ آگوست). شکل ۲ تصاویر ۲۷ آوریل و ۱۶ آگوست از منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۲. تصاویر ۲۷ آوریل و ۱۶ آگوست منطقه مورد مطالعه

داده‌های آموزشی و داده‌های آزمایشی کاهش یافت بنابراین تعداد نرون‌های مخفی ۲ برابر تعداد نرون‌های ورودی انتخاب شد.

### تعداد نرون‌های خروجی

تعداد نرون‌های خروجی برابر است با تعداد طبقات نقاط تعلیمی، که در این مطالعه ۱۱ طبقه بود.

### سرعت یادگیری

برای آموزش یک شبکه عصبی، باید ارزش‌های هر پارامتر را به گونه‌ای تنظیم کرد که خطای بین خروجی دلخواه و خروجی واقعی کاهش یابد. شبکه با تغییر پارامترها می‌تواند این خطا را محاسبه کند. یکی از پارامترهای مؤثر بر شبکه عصبی سرعت یادگیری (Learning rate) می‌باشد. هنگامی که ارزش سرعت آموزش بسیار کوچک انتخاب شود باعث افزایش زمان اجرای شبکه می‌گردد و انتخاب ارزش‌های بسیار بالا برای آن نتایج ضعیفی به دست می‌دهد. بنابراین پیشنهاد شده است که ارزش سرعت یادگیری بین ۰/۱ تا ۰/۲ انتخاب شود (۱۵). در این مطالعه با معرفی مقادیر متفاوت سرعت یادگیری به شبکه، در نهایت میزان ۰/۲ به دلیل اجرای طبقه‌بندی با صحت بالاتر انتخاب گردید.

### گشتاور (Momentum rate)

این پارامتر منجر به کاهش نوسانات می‌شود، همچنین به فرآیند همپوشانی داده‌های آموزشی و آزمایشی سرعت می‌بخشد. بر اساس مطالعات قبلی انجام شده توسط محققان، شبکه‌هایی با مقادیر ۰/۵، ۰/۶ و ۰/۹ برای گشتاور مورد آزمون قرار گرفت و مقدار ۰/۵ برای شبکه انتخاب شد.

### میزان خطای قابل قبول

میزان خطای قابل قبول برای اجرای شبکه، ۰/۰۰۱ در نظر گرفته شد. انتخاب خطای بسیار کوچک امکان همپوشانی نتایج را کاهش می‌دهد بنابراین باید میزان خطا را در سطح قابل قبولی برای شبکه تعریف نمود. بعد از انتخاب پارامترهای مختلف و اجرای شبکه، نتایجی که از آموزش شبکه ایجاد می‌شود با نتایج دلخواه مقایسه می‌شوند. اگر نتایج دارای صحت مناسب و خطای قابل قبولی نباشد، دوباره شبکه به

برای تهیه نقشه کاربری اراضی منطقه از شبکه عصبی پرسپترون سه لایه‌ای استفاده شد. به طور کلی برای رسیدن به یک مدل شبکه عصبی مطلوب برای طبقه‌بندی، انتخاب ساختار و پارامترهای مورد استفاده شبکه دارای اهمیت است (۲۰). پارامترهای مورد استفاده برای شبکه در این مطالعه به شرح زیر می‌باشد.

### تعداد نرون‌های ورودی

تعداد ۵ نرون ورودی شامل ۴ باند طیفی و نقشه شاخص گیاهی NDVI در نظر گرفته شد. استفاده از داده‌های کمکی مانند شاخص‌های گیاهی می‌تواند باعث افزایش صحت طبقه‌بندی و تفکیک بهتر طبقات پوشش از یکدیگر شود. یوان و همکاران (۲۰) نیز در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که در طبقه‌بندی به روش شبکه عصبی استفاده از داده‌ها و اطلاعات کمکی، مانند نقشه شیب، کمک زیادی به تفکیک طبقات پوشش اراضی می‌کند درحالی که تفکیک آن‌ها بدون استفاده از داده‌های کمکی دشوار است (۲۲). در این تحقیق نیز استفاده از نقشه NDVI به عنوان یک نرون ورودی برای شبکه عصبی، موجب تفکیک بهتر نقشه کاربری اراضی شد.

### تعداد لایه‌ها و نرون‌های نهفته

در مورد تعداد لایه‌های نهفته سبستین (۱۵) بیان داشت که شبکه‌هایی با یک لایه نهفته برای طبقه‌بندی مناسب‌تر هستند. تعداد نرون‌های نهفته غالباً با آزمون و خطا تعیین می‌شود، به این صورت که شبکه‌هایی با تعداد متغیر نرون‌های نهفته مثلاً ۱، ۲ یا ۳ برابر تعداد نرون‌های ورودی مورد آزمون قرار می‌گیرند، سپس ساختار شبکه با بهترین مورد اجرا می‌شود. سبستین (۱۵) عقیده داشت که ایجاد تعداد نرون‌های نهفته با ۲ یا ۳ برابر تعداد کل طبقات ورودی مناسب است. در این مطالعه برای تعیین نرون‌های نهفته، با بررسی تعداد متفاوتی از نرون‌های نهفته (۵، ۱۰ و ۱۵ نرون) شبکه عصبی مورد آزمون قرار گرفت تا شبکه بهینه برای انجام طبقه‌بندی انتخاب شود. هنگامی که تعداد نرون‌های نهفته به تعداد ۱۵ یا ۲۰ نرون رسید، یعنی ۳ یا ۴ برابر تعداد نرون‌های ورودی، میزان صحت اجرای شبکه کاهش یافت ولی با انتخاب ۱۰ نرون نهفته برای هر دو تصویر صحت شبکه افزایش یافت و میزان خطای بین

طبقه‌بندی دو سری زمانی تصویر در این مطالعه در جدول ۳ آورده شده است. سپس با استفاده از این پارامترها که توانستند شبکه بهینه را ایجاد کنند، طبقه‌بندی بر روی تصاویر (۱۶ آگوست و ۲۷ آوریل) اعمال و نقشه کاربری اراضی با ۱۱ طبقه برای دو سری زمانی تصویر با ضریب کاپای به ترتیب برابر با ۸۵ و ۸۴ درصد تهیه شد.

عقب بر می‌گردد و مجدداً نتایج جدیدی را محاسبه می‌کند که با نتایج دلخواه مقایسه می‌گردند. این کار آن قدر ادامه می‌یابد تا صحت اجرای شبکه بالا رود. در این مطالعه در ابتدا ۱۰۰۰۰ تکرار برای شبکه در نظر گرفته شد. با اجرای شبکه، بعد از ۳۵۱۷ تکرار صحت آن به ۹۵ درصد رسید که صحت قابل قبولی می‌باشد. بنابراین شبکه در این مرحله متوقف گردید. پارامترهای استفاده شده به منظور ایجاد شبکه بهینه برای

جدول ۳. بهترین مقادیر پارامترها برای ایجاد شبکه بهینه در تصویر ۱۶ آگوست و ۲۷ آوریل

مقادیر بهینه (۲۷ آوریل)	مقادیر بهینه (۱۶ آگوست)	پارامترهای مورد استفاده در شبکه عصبی مصنوعی
۵	۵	تعداد نرون‌های ورودی
۱۰	۱۰	تعداد نرون‌های مخفی
۱۱	۱۱	تعداد گره‌های خروجی
۰/۲	۰/۲	Learning rate
۰/۵	۰/۵	Momentum rate
۱۵۶۱	۳۵۱۷	تعداد تکرار
%۹۵	%۹۵	میزان صحت قابل قبول
۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	میزان خطای قابل قبول

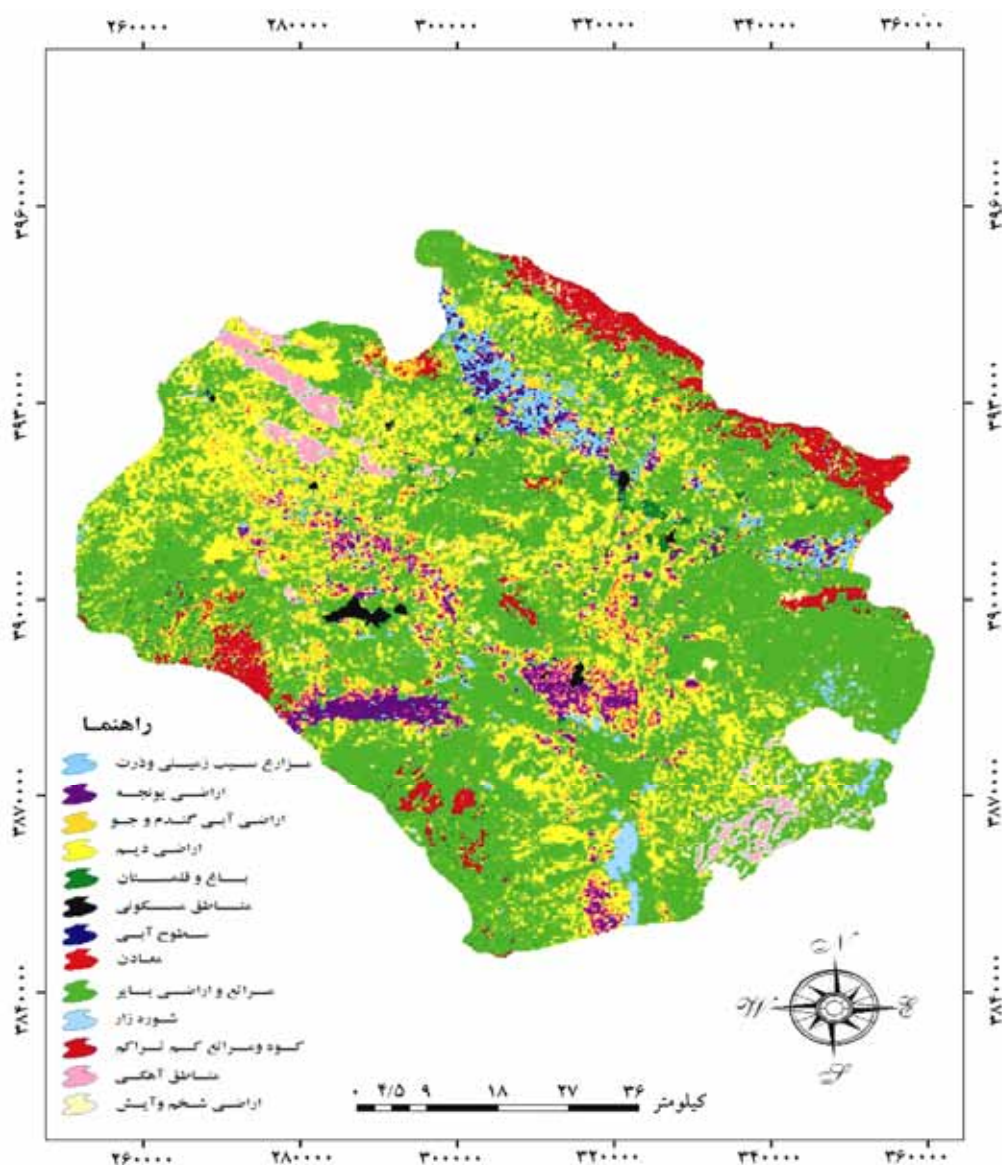
برای استخراج الگوی کشت، طبقه پوشش سبز نقشه‌های کاربری اراضی حاصل از هر دو تصویر (۲۷ آوریل و ۱۶ آگوست) از نقشه‌های اصلی استخراج شد. کاربری عمده طبقه پوشش سبز نقشه کاربری اراضی ۲۷ آوریل شامل کاربری گندم، جو و یونجه و کاربری عمده طبقه پوشش سبز نقشه کاربری اراضی ۱۶ آگوست شامل کاربری سیب زمینی و یونجه می‌باشد. به منظور تهیه نقشه الگوی کشت از جبر بولین (عملگر and و xor) استفاده شد. نقشه الگوی کشت یونجه از تلفیق نقشه پوشش سبز تصویر اول و تصویر دوم با کمک عملگر and، نقشه الگوی کشت سیب زمینی از تلفیق نقشه کشت یونجه و نقشه پوشش سبز تصویر دوم با کمک عملگر xor، و نقشه کشت گندم و جو از تلفیق نقشه پوشش سبز تصویر اول و نقشه کشت یونجه با کمک عملگر xor تهیه شد. در نهایت نقشه کاربری اراضی با ۱۳ طبقه تهیه شد. در شکل ۳ نقشه کاربری اراضی نهایی با استفاده از روش طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی نشان داده شده است. پس از انجام طبقه بندی،

با بررسی نقشه‌های کاربری اراضی مشاهده شد که در نقشه کاربری اراضی حاصل از اعمال روش شبکه عصبی مصنوعی، کاربری زراعت آبی با کاربری باغ و قلمستان، مناطق بایر و مناطق مسکونی و همچنین کاربری معادن با شوره‌زار در بعضی از مناطق با یکدیگر آمیخته شده‌اند که دلیل آن بازتاب مشابه برخی از آن‌ها در باندهای مختلف سنجنده می‌باشد. بنابراین برای تفکیک لایه باغ و قلمستان از طبقه زراعت آبی زیر پنجره‌هایی از تصاویر مورد نظر با استفاده از نتایج طبقه‌بندی شبکه عصبی و نیز بازدیدهای میدانی تهیه گردید. با توجه به اینکه در این زیر پنجره‌ها، پوشش گیاهی آبی و دیم وجود نداشت، با حذف اثر بازتاب مشابه پوشش گیاهی و اعمال طبقه‌بندی مجدد بر روی تصاویر مربوطه، لایه باغ و قلمستان با دقت بیشتر تهیه شد. سپس با استفاده از تکنیک‌های GIS لایه باغ و قلمستان به نقشه کاربری اراضی اضافه شد. برای تفکیک لایه معادن از شوره‌زار و همچنین برای تفکیک مناطق شهری از مناطق بایر نیز از همین روش استفاده شد.



کاربری اراضی سنجنده WiFS با ۸ طبقه کاربری و با صحت و کاپای کلی ۷۷/۹ و ۹۰/۲ نسبت به نقشه کاربری اراضی سنجنده MODIS با ۹ طبقه کاربری و با صحت و کاپای کلی ۷۹/۶۱ و ۷۲/۶ از صحت و کاپای کلی بالاتری برخوردار و نقشه‌های تولید شده با استفاده از داده‌های سنجنده WiFS هم در مطالعات مربوط به کاربری اراضی مناسب‌تر نسبت به نقشه‌های تولید شده با سنجنده MODIS می‌باشد.

موقعیت بیش از ۳ درصد طبقات با پراکندگی مناسب در منطقه مشخص و با استفاده از این نمونه‌های زمینی که در مرحله طبقه‌بندی بکار نرفته بودند ارزیابی صحت بر روی تصویر طبقه‌بندی شده صورت گرفت که ضریب کاپا و صحت کلی به ترتیب برابر است با ۸۶ و ۸۸ درصد به دست آمد. کاظمی و همکاران (۷) جهت تهیه نقشه کاربری اراضی در منطقه سمیرم- بروجن از داده‌های دو سنجنده MODIS و IRS- WiFS استفاده کردند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که نقشه



شکل ۳. نقشه کاربری اراضی با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی

محصولات عمده زراعی (گندم، جو، یونجه و سیب زمینی) در منطقه مورد مطالعه، استفاده از سری زمانی داده‌های ماهواره‌ای است، به گونه‌ای که در زمان اول هنوز سیب زمینی کشت

### نتیجه‌گیری

این تحقیق نشان داد بهترین روش برای تهیه نقشه کاربری اراضی و تعیین نقشه الگوی کشت و تفکیک

- اصفهان.
۳. خواجه الدین، س.ج. و س. پورمنافی. ۱۳۸۶. تعیین سطح شالیزارهای حاشیه زاینده رود در منطقه اصفهان با داده‌های رقومی سنجنده‌های ماهواره IRS. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۱ (۱): ۶۲-۶۴.
۴. سلیمی، س. و ف. کاظمی. ۱۳۸۷. کاربرد تصاویر ماهواره IRS به منظور تهیه نقشه پراکنش برنج در شهرستان مرودشت. همایش ژئوماتیک ۸۷. سازمان نقشه برداری کشور، تهران.
۵. عاشورلو، م. ع. محمدی، ع. پ. رضائیان، و د. عاشورلو. ۱۳۸۵. کاربرد تحلیل تشخیص خطی در تفکیک گندم از سایر محصولات بر روی تصاویر ماهواره‌ای. مجله علوم محیطی، ۴ (۲): ۱۰۱-۱۱۶.
۶. عبدالله زاده، م. و م. ب. نصیری. ۱۳۸۷. تعیین سطح زیر کشت سیب زمینی در شهرستان بروجن با استفاده از سری زمانی تصاویر IRSP6. همایش ژئوماتیک ۸۷. سازمان نقشه برداری کشور، تهران.
۷. کوران، پ. (ترجمه ر. حائز). ۱۳۸۷. اصول سنجنش ازدور. مرکز سنجنش از دور ایران، انتشارات امید، تهران.
۸. کاظمی، ر. ا. ح. یگانه و س. ج. خواجه الدین. ۱۳۸۹. مقایسه نقشه‌های کاربری اراضی تولیدی با داده‌های دو سنجنده MODIS و IRS-WiFS در منطقه سمیرم-بروجن. مجله کاربرد سنجنش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، ۱ (۱): ۱-۱۵.
- نشده باشد و در زمان دوم این محصول در اوج سبزیگی باشد و گندم و جو برداشت شده باشند. لذا مشخص کردن زمان برداشت تصویر با تهیه جدول زمانبندی مراحل فنولوژیک کشت‌های عمده در منطقه امکان پذیر می‌گردد. برای منطقه مورد مطالعه براساس تفاوت اقلیمی و تفاوت در کاشت و برداشت، ۲ سری زمانی ۲۷ آوریل و ۱۶ آگوست بهترین سری‌های زمانی بودند. به طور کلی نتایج ارزیابی صحت نقشه کاربری اراضی و الگوی کشت به دست آمده از روش شبکه عصبی مصنوعی حاصل از دو سری زمانی تصویر ماهواره‌ای نشان داد که این روش دارای دقت قابل قبولی می‌باشد. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد تصاویر ماهواره‌ای از قابلیت بالایی برای تفکیک محصولات زراعی و تهیه نقشه‌های کاربری اراضی و تعیین سطح زیر کشت با دقت مناسب در مقیاس منطقه‌ای برخوردار است. سهل الوصول بودن، دسترسی به نقاط دور افتاده و کوهستانی و دقت نسبتاً بالا، هزینه پایین، استخراج اطلاعات در زمان کم، سطح وسیع پوشش و قابل تکرار بودن، از مزایای داده‌های ماهواره‌ای نسبت به سایر روش‌های نقشه برداری می‌باشد. از سوی دیگر داده‌های ماهواره‌ای می‌تواند کاربردهای دیگری در بخش کشاورزی از جمله پیش بینی و برآورد خسارت، استرس‌های گیاهی، وضعیت زهکشی و غیره نیز داشته باشند. با توجه به نتایج حاصله، پیشنهاد می‌گردد با به کارگیری این روش نسبت به تهیه نقشه اراضی زیر کشت محصولات مختلف در سطح استان اقدام گردد.

### منابع مورد استفاده

۱. خلیفی، ج. و غ. ر. داورپناه. ۱۳۸۷. تخمین سطح و تهیه نقشه اراضی زیر کشت گندم دیم با استفاده از GIS و سنجنش از دور در حوزه آبخیز زنجانرود. همایش ژئوماتیک ۸۷. سازمان نقشه برداری کشور، تهران.
۲. خواجه الدین، س. ج. ۱۳۷۶. نقش سنجنش از دور در توسعه کشاورزی و منابع طبیعی پایدار و استفاده از این داده در برنامه‌ریزی کشاورزی صنعتی. مجموعه مقالات سمینار نقش صنعت در توسعه کشاورزی، انتشارات شهرک علمی و تحقیقاتی با همکاری انتشارات مانی،
9. Barrett, E. C. and L. F. Curtis. 1992. Introduction to Environmental Remote Sensing. Chapman and Hall, New York.
10. Caren, C. D., J. M. David and C. R. Volker. 2001. Phonological difference in Tasseled Cap indices improves deciduous forest classification. Remote sensing of Environment. 80: 460-472.
11. Foody, G. M. 2000. Mapping Land cover from Remotely Sensed Data with a Softed Feed forward Neural Network Classification. Journal of Intelligent and Robotic Systems, 29 (4): 443-449.
12. Sarnam, S., A. Shefali, P. K. Joshi and P. S. Roy. 1999. Biome level classification of vegetation in western India-an application of wide field. Viewsensor Wifs. <http://www.ipi.ihannover.dehtml/publication>.
13. Rojas, R. 1996. Neural Networks, Springer-Verlag, Berlin.
14. Sawasawa, H. L. A. 2003. Crop yield estimation: integration RS, GIS and management factors. ITC,

- Netherlands.
19. Wrighat, G. G. and J. G. Morrice. 1997. Landsat TM spectral information to enhance the land cover of Scotland, 1988. Dataset, International Journal of Remote Sensing, 18 (18): 3811-3834.
  20. Yuan, F., Bauer, M. E., Heinert, N. J. and G. R. Holden. 2005. Multi-level land cover mapping of the twin cities (Minnesota) Metropolitan area with multi-seasonal land sat TM/ETM+ Data. Geocarto International, 20 (2): 5-13.
  21. Yuan, H. 2002. Development and evaluation of advanced classification systems using remotely sensed data for accurate land-use/land-cover mapping, PhD Thesis, Department of Forestry, North Carolina State University.
  22. [http:// wikipedia](http://wikipedia).
  - International Institute for Geo-information science and earth observation enschede, The Netherlands.
  15. Sebastian, S. 2002. Multilayer perceptrons and back propagation learning, 9.641 Lecture 4, September 17.
  16. Tucker, M. and M. Arian. 2000. Field Based crop Mapping Through Sequential Masking Classification of Multitemporal Landsat 7 ETM+ Imagery In Karah Bey, Turkey. Middle East Technical University.
  17. Wardlow, D. B., L. E. Eghbert and J. H. Castens, 2007. Analysis of time-series MODIS 250m vegetation index data for crop classification in the U.S. Central Great plains. Journal of Remote Sensing of Environment. 108:290-310.
  18. Wijaya, A. 2005. Application of multi-stage classification to detect illegal logging with the use of multi-source data. Master Thesis, ITC, The





## Land use mapping using artificial neural network (Case study: Kaboudarahang, Razan and Khonjin- Talkhab catchment in Hamedan province)

A. R. Soffianian<sup>1</sup>, E. Mohamadi Towfigh<sup>2</sup>, L. Khodakarami<sup>3\*</sup>, F. Amiri<sup>4</sup>

1. Assis. Prof. College of Natural Resource, Isfahan University of Technology

2. Former MSc. Student of Environmental, College of Natural Resource, Isfahan University of Technology

3. Former MSc. Student of Environmental, College of Natural Resource, Isfahan University of Technology

4. Assis. Prof. College of Engineering, Group of Natural Resource, Islamic Azad University Bushehr Branch

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 3 January 2011

Accepted 25 April 2011

Available online 16 July 2011

#### Keywords:

Land cover

Artificial neural network

Remote sensing

Vegetation index

Hamadan

### ABSTRACT

Land cover mapping is important for much planning and management activities. Today, satellite images and remote sensing techniques are extensively used in all sectors, including agriculture and natural resources because they provide updated data and high analyzing abilities. In this study, in order to produce the land cover maps for part of Hamedan province, digital satellite data IRSP6 (Awifs time series data) was used. First, satellite images with geometric correction of a mean square error of less than 0.48 pixels were applied. For image classification, Perceptron's classification method of artificial neural network with three layers was used, employing vegetation index maps (NDVI) as auxiliary data. Finally, the land cover map of the study region was classified into thirteen classes. To assess the classified land cover map precision, it was controlled for ground truths with a GPS. Kappa coefficient and overall classification accuracy of neural network methods were estimated 86 and 88 percent, respectively. The results confirmed that the neural network classifier was capable of generated land cover maps and cultivation pattern with high accuracy.

\* Corresponding author e-mail address: Loghman.kh@gmail.com