



## برآورد تغییرات سطح پوشش جنگل‌های رودسر با استفاده از روش‌های طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی و حداکثر احتمال

سید رضا فاطمی طلب<sup>۱\*</sup>، مرتضی معدنی پور کرمانشاهی<sup>۲</sup>، سید آرمین هاشمی<sup>۳</sup>

۱. استادیار گروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آباده
۲. استادیار گروه جنگلداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شبستر
۳. استادیار گروه جنگلداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

### مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:  
 دریافت: ۲۵ خرداد ۱۳۹۳  
 پذیرش: ۲ اسفند ۱۳۹۳  
 دسترسی اینترنتی: ۲۳ شهریور ۱۳۹۴

### واژه‌های کلیدی:

کشف تغییرات  
 روش حداکثر احتمال  
 روش شبکه عصبی  
 جنگل‌های رودسر

### چکیده

امروزه کسب آگاهی و دانش در رابطه با پوشش گیاهی نقش مهمی را در مدیریت خاک‌ها ایفا می‌کند. با این وجود برآورد پوشش گیاهی به روش معمولی که شامل برآورد کلی از پوشش گیاهی است هم زمان‌بر است و هم اطلاعات چندان دقیقی را به دست نمی‌دهد. از این رو سنجش از دور فناوری بسیار مفیدی است که به دلیل کاهش زمان و هزینه، بر سایر روش‌ها ارجحیت داده می‌شود. در این تحقیق سعی بر آن شد با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و تصاویر سنجنده ETM<sup>+</sup> سال ۲۰۰۰ و لندست ۸ مربوط به سال ۲۰۱۳ نقشه پوشش جنگل‌های رودسر تهیه شود. طبقه‌بندی رقومی تصویر منطقه جهت تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از طبقه‌بندی کننده حداکثر احتمال و شبکه عصبی با شرکت دادن مجموعه باندهای مختلف انجام شد. نتایج نشان داد که در بهترین حالت، صحت کلی طبقه‌بندی تصویر در روش شبکه عصبی ETM<sup>+</sup> سال ۲۰۰۰ و لندست ۸ سال ۲۰۱۳ به ترتیب معادل ۰/۹۵ و ۰/۹۵ و ضریب کاپای ۰/۹۱ و ۰/۹۱ برآورد شد. دقت کلی در روش حداکثر احتمال در تصویر سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۳ معادل ۰/۹۵ و ۰/۸۵ و آماره کاپا معادل ۰/۸۶ و ۰/۸۴ محاسبه گردید. نتایج تحقیق همچنین نشان داد میزان کاهش پوشش جنگلی در روش طبقه‌بندی شبکه عصبی ۱۰۵۴/۵۰۷ هکتار و میزان کاهش پوشش جنگلی در روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال ۶۳۵/۳۱۹ هکتار بوده است. با توجه به دقت طبقه‌بندی و آماره کاپا مشاهده می‌شود دقت و ضریب کاپای روش طبقه‌بندی شبکه عصبی بالاتر از دقت و ضریب کاپا در روش حداکثر احتمال است.

\*rezasavan45@yahoo.com: پست الکترونیکی مسئول مکاتبات

**مقدمه**

با توجه به اهمیت موضوع منابع طبیعی و جنگل‌ها، لازم است که منابع موجود در کشور شناسایی و اطلاعات جامع و کافی در مورد آن‌ها گردآوری شود تا برنامه‌ریزی در سطح کلان با توجه به پتانسیل و منابع موجود در هر منطقه صورت گیرد، چرا که لازمه برنامه‌ریزی اصولی و مدیریت پایدار منابع طبیعی در اختیار داشتن اطلاعات دقیق و به‌هنگام می‌باشد. عمده‌ترین راه تحلیل اطلاعات هر منطقه به تصویر کشیدن اطلاعات به دست آمده به صورت نقشه می‌باشد. یکی از عمده‌ترین راه‌های استخراج اطلاعات برای نقشه استفاده از تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد که از گذشته نه چندان دور در اختیار بشر قرار گرفته و با پیشرفت شگفت‌انگیز علم اکنون به صورت گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در این زمینه امینی (۱) در مطالعه‌ای در جنگل‌های «آرمده» شهرستان بانه با مساحت ۱۹۹۶۴ هکتار، به منظور بررسی تغییرات گستره جنگل و تهیه نقشه تغییرات سطح جنگل در بازه زمانی ۱۳۳۴ تا ۱۳۸۱ از تصاویر ماهواره‌ای سنجنده EMT<sup>+</sup> و IRSp6 استفاده کرد و ارتباط پنج فاکتور شیب، جهت، ارتفاع از سطح دریا، فاصله از مراکز روستایی و جاده‌ها با تغییرات گستره جنگل را مورد بررسی قرار داد. نتایج این بررسی نشان داد، در مورد مطالعه ۴۸۵۳ هکتار از سطح جنگل کاسته شده است. ضمناً ارتباط عوامل فیزیوگرافی و انسانی با تغییرات با کمک روش‌های همبستگی اسپیرمن و مدل رگرسیون لجستیک بررسی گردید. نتایج این بررسی مشخص کرد، فاصله از جاده با پدیده تخریب دارای رابطه معکوس و جهت‌های شرقی و شمالی به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان تخریب می‌باشند.

بررسی با مدل رگرسیونی لجستیک نیز نشان از موقر بودن عامل فاصله از جاده بر تخریب داشت. بنیاد (۱۰)، در تحقیقی تحت عنوان طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای چند بانده برای آماربرداری و نقشه‌برداری پوشش زمینی به منظور کاهش عدم همبستگی تصاویر ماهواره‌ای از متد آنالیز اجزای اصلی

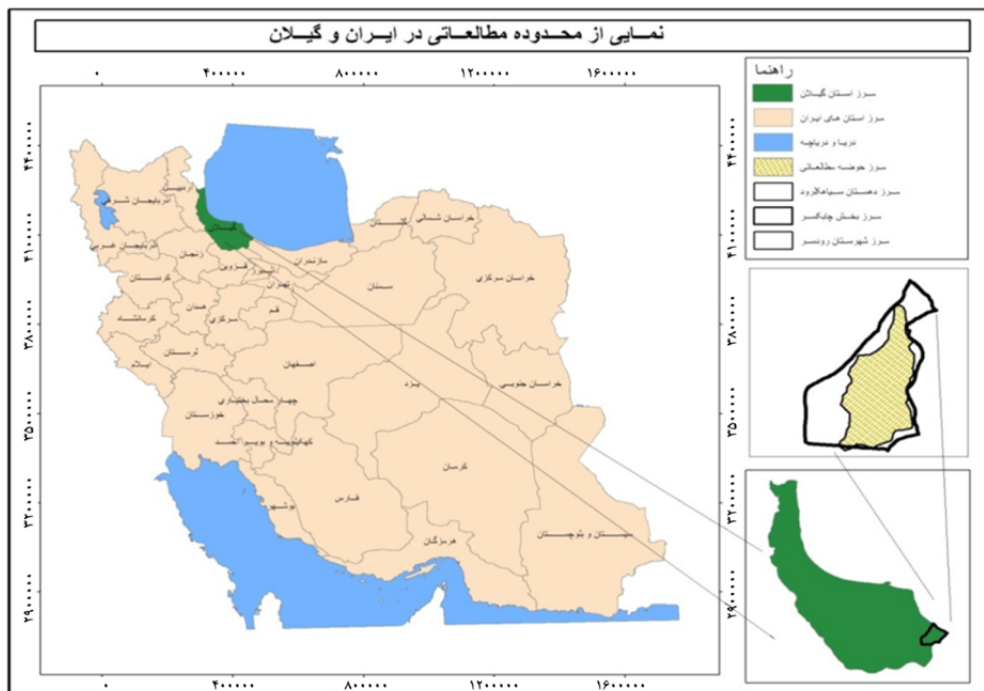
استفاده کرد. صحت کلی در این طبقه‌بندی ۸۰/۶۳٪ برآورد شد، که این نتیجه‌گیری برای طبقه‌بندی پوشش زمینی منطقه مورد مطالعه با استفاده از آنالیز اجزای اصلی مناسب تشخیص داده شد.

علائمی روزبهرانی (۴)، از الگوریتم طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی و حداکثر احتمال جهت تهیه نقشه اراضی دیم منطقه‌ای در جنوب شرقی شهر خرم‌آباد استفاده کردند. نتایج نشان داد که روش طبقه‌بندی شبکه عصبی با انضمام ویژگی‌های بافت نسبت به الگوریتم حداکثر از دقت بالاتری برخوردار است.

مدرس گرجی و پیرباوقار (۸)، مقایسه طبقه‌بندی به روش شبکه عصبی مصنوعی و فازی در تفکیک کلاسه جنگل از غیر جنگل را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای اسپات در جنگل‌های حوزه آرمده بانه انجام دادند. نتایج ارزیابی صحت طبقه‌بندی نشان داد که روش شبکه عصبی مصنوعی با صحت ۶۴٪ و ضریب کاپا ۰/۴ نسبت به روش فازی با صحت ۳۶٪ و ضریب کاپا ۰/۲۰ از دقت و صحت بیشتری برخوردار است.

**مواد و روش‌ها****منطقه مورد مطالعه**

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش حوزه آبخیز خشکه رود شهرستان رودسر است. شهرستان رودسر، از شهرستان‌های استان گیلان در شمال ایران است. شهرستان رودسر با وسعتی حدود ۱۳۴۰ کیلومتر مربع در شرق استان گیلان و سومین شهر وسیع آن می‌باشد. رودسر از شمال و شمال شرقی به دریای خزر، از جنوب به سلسله جبال البرز و از شرق به شهسوار از استان مازندران و از غرب به لنگرود و دیلمان منتهی می‌شود. حوزه مورد مطالعه در محدوده بین طول‌های جغرافیایی ۵۰/۳۸ تا ۵۰/۴۶ شرقی و عرض‌های ۳۷/۰۲ شمالی تا ۳۶/۸۵ جنوبی قرار گرفته و دارای مساحت ۱۰۴۱۹ هکتار است (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

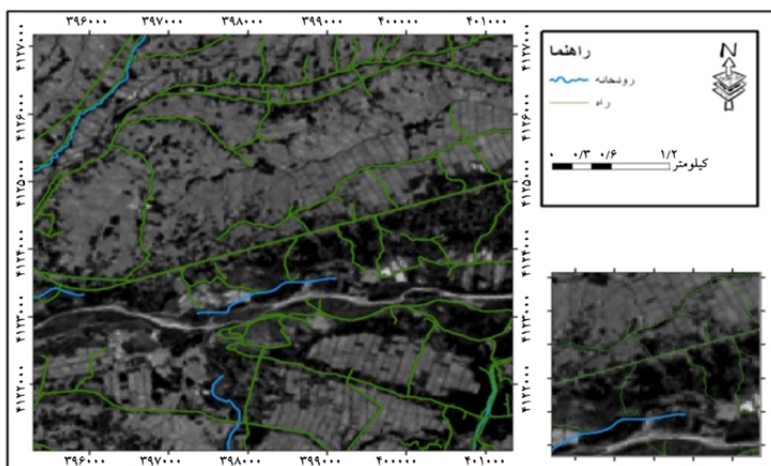
#### داده‌های مورد استفاده

تصاویر مورد استفاده در این پژوهش، تصاویر ماهواره لندست ۸ تاریخ ۹ خرداد سال ۲۰۱۳ و تصویر دوم لندست ۷ مربوط به تاریخ ۳۰ خرداد ۱۳۷۹ (۲۰۰۰) می‌باشد.

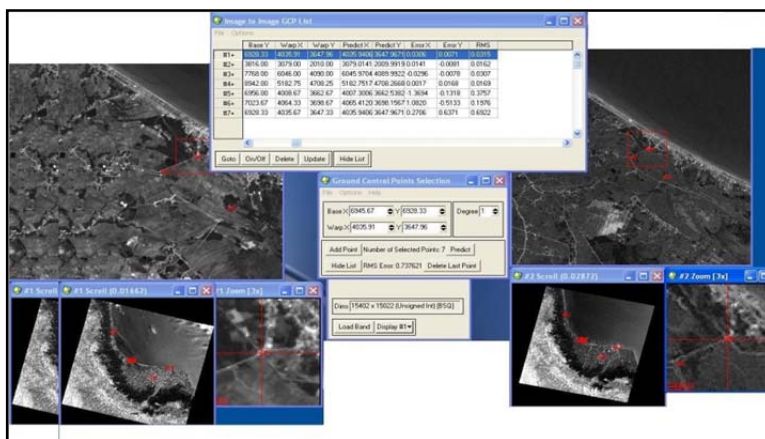
#### تصحیح هندسی تصاویر

در این تحقیق، جهت عملیات تصحیح هندسی تصاویر، اقدام به استخراج شبکه آبراهه‌ها و راه‌ها از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری و تطابق آن‌ها با تصاویر دریافتی از موسسه تحقیقات برنج استان گیلان شد (شکل ۲). سپس نقاط کنترل به صورت تصادفی از سرتاسر حوزه برداشت گردید. به دلیل ژئورفرنس بودن تصویر توسط موسسه برنج، خطای هندسی بسیار کمی در پیکسل‌ها مشاهده شد. نظر به قدرت تفکیک مناسب باند PAN ماهواره لندست (۱۵ متر)، ابتدا تصویر این باند نسبت به نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ تصحیح و سپس سایر باندهای تصویر سال ۲۰۱۳ و باندهای تصویر سال ۲۰۰۰ با روش تصویر به تصویر تصحیح هندسی شد. برای تصحیح

هندسی باند پانکروماتیک تعداد ۲۰ نقطه کنترل زمینی از آبراهه‌ها و راه‌ها انتخاب شد. خطای RMSE در این باند معادل ۰/۱۹ به دست آمد. در هر دو مرحله از روش تبدیل چند جمله‌ای و روش نزدیک‌ترین همسایه برای نمونه‌برداری مجدد استفاده گردید. این روش از متداول‌ترین روش‌ها برای انجام نمونه‌برداری مجدد می‌باشد. از مهم‌ترین امتیازات این روش سرعت انجام آن و انتقال اعداد راقومی اصلی و عدم ایجاد اعداد راقومی جدید می‌باشد. در روش نزدیک‌ترین همسایه عملاً هیچ گونه محاسبه انجام نمی‌پذیرد، فقط مقدار درجه خاکستری پیکسلی انتخاب می‌شود که به موقعیت نقطه در تصویر نزدیک‌ترین باشد. این روش از آنجایی که محاسبات خاصی انجام نمی‌دهد، سریع‌ترین روش نمونه‌برداری مجدد محسوب می‌شود و از مقادیر حقیقی موجود در تصویر استفاده کرده و ارقام غیر واقعی تولید نمی‌کند (۶). لازم به توضیح است خطای RMSE کل برای تصاویر سال ۲۰۰۰ برابر ۰/۲۵ و برای تصاویر سال ۲۰۱۳ برابر ۰/۴ بدست آمد (شکل ۳ و ۴).

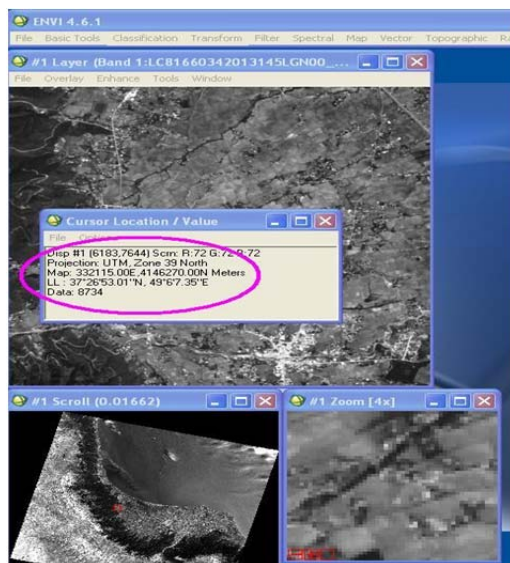


شکل ۲. انطباق دادن راهها و آبریزهای ۱:۲۵۰۰۰ با تصویر



شکل ۳. انتخاب نقاط GCP روی تصویر ژئورفرنس شده PAN و ژئورفرنس نشده و پردازش آن توسط نرم افزار

از روش تصویر به تصویر



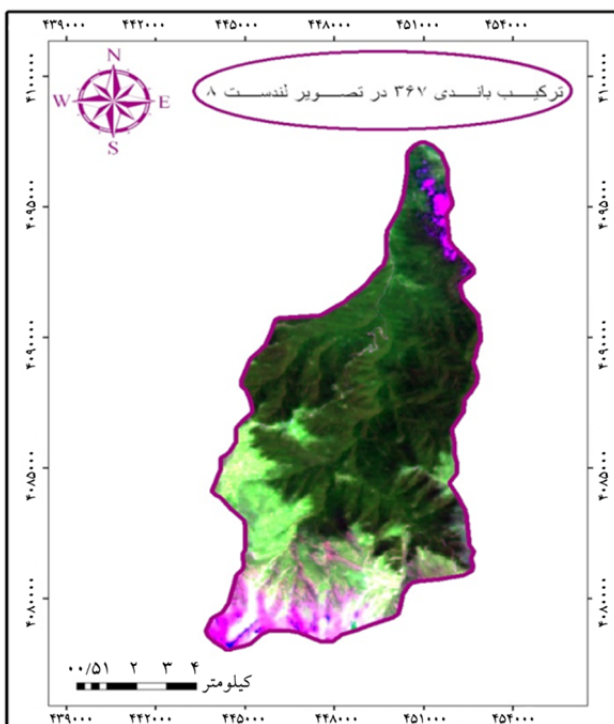
شکل ۴. تصویر ژئورفرنس شده

### انتخاب بهترین ترکیب باندی

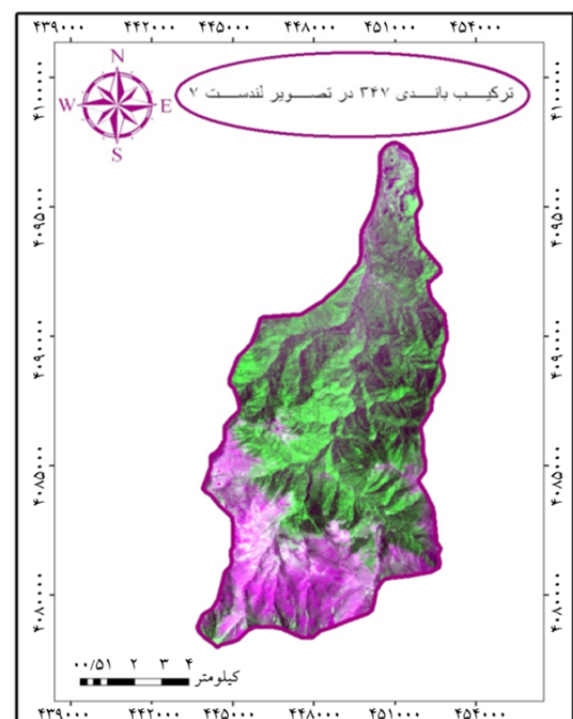
برای تعیین بهترین ترکیب باندی از فاکتور شاخص مطلوب (۱۱) OIF استفاده می‌شود. مقدار OIF بر اساس واریانس و همبستگی بین باندهای مختلف به شرح زیر به دست می‌آید:

$$OIF = \frac{\sum_{j=1}^3 SD_j}{\sum_{j=1}^3 |CC_{jj}|} \quad [1]$$

که در آن OIF: فاکتور شاخص مطلوب و  $\sum_{j=1}^3 SD_j$  مجموع انحراف معیارهای سه باند و  $\sum_{j=1}^3 |CC_{jj}|$  مجموع قدر مطلق ضرایب همبستگی بین دو باند از سه باند می‌باشد. تفاوت در بازتاب طیفی بین باندها هرچه بیشتر باشد امکان تفکیک عوارض و پدیده‌ها با دقت بالایی امکانپذیر خواهد بود. بهترین ترکیب باندی در این پژوهش برای تصاویر ETM<sup>+</sup> سال ۲۰۰۰، ترکیب ۳۴۷ و برای تصاویر لندست ۸، ترکیب ۳۶۷ انتخاب گردید (شکل ۵ و ۶).



شکل ۶. ترکیب باندی ۳۶۷ در تصویر سال ۲۰۱۳

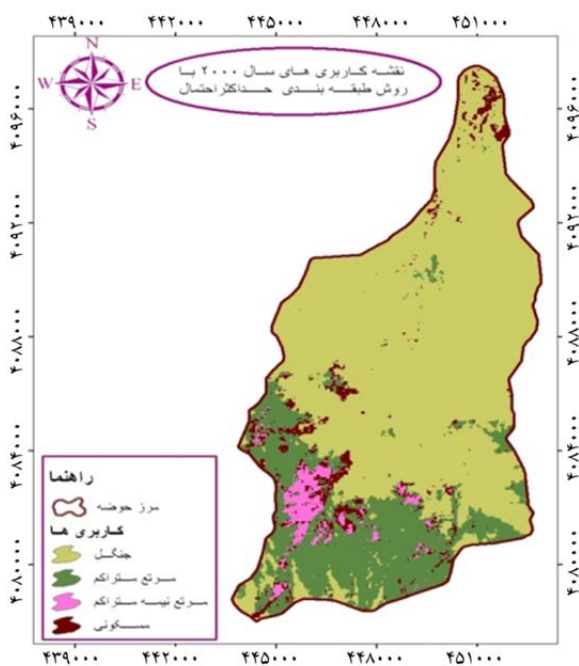


شکل ۵. ترکیب باندی ۳۴۷ در تصویر سال ۲۰۰۰

### طبقه‌بندی تصویر

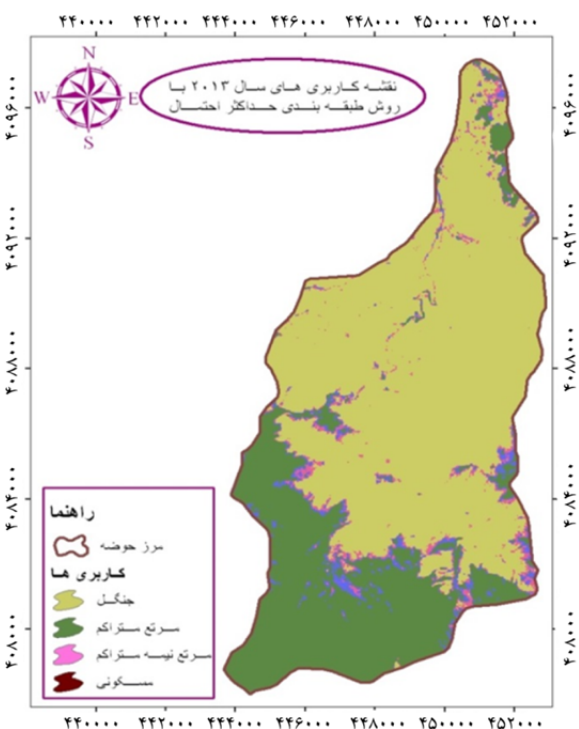
برای طبقه‌بندی از روش طبقه‌بندی نظارت شده استفاده شد. در این روش از مناطق آموزشی و تعلیمی به عنوان مبنای طبقه‌بندی استفاده می‌شود (۵). با استفاده از نقشه‌های موجود از حوزه مورد مطالعه و مشاوره با کارشناسان مربوطه، کلاس‌های طبقه‌بندی انتخاب شدند. انتخاب کلاس‌های مورد نظر باید با دقت صورت گیرد و همواره به این مهم توجه داشت بین کلاس‌هایی که مفسر انتخاب می‌کند و کلاس‌های

ناشی از داده‌های سنجش از دور (کلاس‌های طیفی) تفاوت اساسی وجود دارد. این مرحله بسیار مهمی است که مفسر باید با سعی و خطا، آزمون‌ها و تعریف‌های مناسب از کلاس‌ها، مشکل ناشی از کلاس‌های طیفی و کلاس‌های اطلاعاتی را حل کند (۵). سپس با استفاده از روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال نقشه و روش شبکه عصبی نقشه کاربری اراضی سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۳ تهیه شد. استوکر و اسچاوم (۱۷) بیان نمودند: در روش حداکثر احتمال، میزان کمی واریانس و همبستگی ارزش‌های



شکل ۷. نقشه کاربری های سال ۲۰۰۰ با روش طبقه بندی حداکثر احتمال

طیفی باندهای مختلف، برای مناطق نمونه محاسبه می شود و از همین خاصیت برای ارتباط یک پیکسل طبقه بندی نشده به یکی از گروه ها یا نمونه های طیفی نیز استفاده می شود. به بیان دیگر، برای بررسی نحوه توزیع ارزش های طیفی و احتمال آماری ارتباط یک پیکسل با یکی از گروه های نمونه، از ماتریکس واریانس و بردار میانگین، که خود، واریانس و همبستگی ارزش های طیفی را تعریف می کنند، استفاده می شود. از ویژگی های شبکه عصبی مصنوعی نیز، می توان قابلیت یادگیری (Learning ability)، قابلیت تعمیم (Generalization) و پردازش اطلاعات به صورت موازی (Parallel Processing) را نام برد. روش شبکه عصبی مصنوعی به دو صورت نظارت شده و نظارت نشده می باشد. در شبکه نظارت شده، ورودی به سیستم اعمال و اختلاف بین خروجی شبکه و خروجی مطلوب برای تغییر و تطبیق وزن ها به کار می رود. در صورتی که در شبکه نظارت نشده، شبکه خود را متناسب با داده های ورودی تطبیق می کند. پاسخ شبکه ناشی از الگوریتم یادگیری و اطلاعات ورودی می باشد.



شکل ۸. نقشه کاربری های سال ۲۰۱۳ با روش طبقه بندی حداکثر احتمال

در سال های اخیر استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی برای کاربردهای مختلف توسعه یافته است. یکی از بهترین کاربردها، استفاده از آنها برای طبقه بندی تصاویر چند طیفی سنجش از دور است (۳). از مهم ترین ویژگی های شبکه های عصبی مصنوعی وابسته نبودن آنها به فرضیه های اولیه درباره داده های ورودی است؛ به این معنا که داده های ورودی می توانند هرگونه توزیع آماری دلخواهی داشته باشند (۱۲). این ویژگی مهم شبکه های عصبی امتیاز ویژه آنها در مقابل روش های آماری است و به آنها این توانایی را می دهد که به طور یکسان از انواع مختلف داده های ورودی با هر توزیع دلخواه استفاده کنند (۹).

نقاط ارزیابی استفاده گردید. صحت نقشه‌های طبقه‌بندی در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۳ با استفاده از ماتریس درهمی واریانس- کواریانس (۲ و ۱۹)، پس از طبقه‌بندی و استخراج لایه‌های کاربری جنگلی از تصاویر ETM<sup>+</sup> برآورد گردید. در این تحقیق از دو روش صحت کلی و ضریب کاپا برای ارزیابی لایه‌های تهیه شده استفاده شد. در حقیقت از نیمی از داده‌های حقایق زمینی که به وسیله GPS از مناطق مختلف در عملیات میدانی و یا از تفصیر بصری و با استفاده از تصاویر با قدرت تفکیک بالا و نقشه‌های موجود، تهیه شده بودند، در فاز آموزشی طبقه‌بندی استفاده شد و از نیمه دیگر این داده‌ها در فاز نظارت و ارزیابی دقت طبقه‌بندی استفاده گردید. ضریب کاپا و دقت کلی در دو روش طبقه‌بندی به شرح زیر است (جدول ۱ تا ۴).

همچنین با داشتن قابلیت‌های بسیار دیگری مانند سرعت پردازش بالا (به سبب پردازش‌های موازی)، داشتن توان بالقوه در حل مسائلی که شبیه‌سازی آن‌ها از طریق منطقی یا سایر روش‌ها مشکل یا غیر ممکن است، کارآمد بودن شبکه برای یادگیری و انطباق با محیط در صورت تغییر در موقعیت محیطی، عدم از کار افتادگی شبکه در صورت آسیب دیدگی قسمتی از نوره‌ها و داشتن جواب منطقی برای داده‌های در شرایط اطمینان (اعم از آنکه فازی باشند یا به طور ناقص و توأم با دریافت نویز دریافت شده باشند)، علاقه‌مندی به استفاده از این روش را بیشتر می‌کند.

## نتایج

برای ارزیابی صحت نتایج طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای از

جدول ۱. ضریب کاپا و دقت کلی تصویر ETM<sup>+</sup> سال ۲۰۰۰ روش شبکه عصبی

ضریب کاپا (درصد)	دقت کلی
۰/۹۱	۰/۹۵

جدول ۲. ضریب کاپا و دقت کلی تصویر ETM<sup>+</sup> سال ۲۰۰۰ روش حداکثر احتمال

ضریب کاپا (درصد)	دقت کلی
۰/۸۶	۰/۹۵

جدول ۳. ضریب کاپا و دقت کلی تصویر لندست ۸ سال ۲۰۱۳ روش شبکه عصبی

ضریب کاپا (درصد)	دقت کلی
۰/۹۱	۰/۹۵

جدول ۴. ضریب کاپا و دقت کلی تصویر لندست ۸ سال ۲۰۱۳ روش حداکثر احتمال

ضریب کاپا (درصد)	دقت کلی
۰/۸۴	۰/۸۵

مساحت مراتع متراکم و نیمه‌متراکم افزوده شده است. شایان ذکر است که با توجه به مطالعات انجام شده در حوزه قسمت‌هایی از مرتع گرایش منفی داشته بنابراین می‌توان بیان کرد که جنگل‌های منطقه تخریب شده است (جدول ۵ و ۶).

## نتایج تغییرات کاربری‌ها

توزیع سطوح کاربری‌های سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۳ در طبقه‌بندی شبکه عصبی نشان می‌دهد که مساحت جنگل‌های منطقه به میزان ۱۰۵۴/۵۰۷ هکتار کاهش یافته است و بر

جدول ۵. توزیع سطوح کاربری اراضی به تفکیک سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۰۰ (در طبقه‌بندی شبکه عصبی)

میزان تغییرات کاربری	تصویر سال ۲۰۱۳		تصویر سال ۲۰۰۰		کلاس اراضی	
	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)		
مساحت (درصد)						
-۱۰/۱۲	-۱۰۵۴/۵۰۷	۶۵/۱۶	۶۷۸۸/۲۹۴	۷۵/۲۸	۷۸۴۲/۸۰۱	جنگل
۷/۳۴	۵۵۷/۴۰۱	۲۷/۱۷	۲۶۲۲/۳۴۳	۱۹/۸۳	۲۰۶۴/۹۴۲	مرتع متراکم
۷/۶۰۲	۷۹۲/۲۴۲۱	۹/۴۲	۹۸۱/۳۹۹۴	۱/۸۲	۱۸۹/۱۵۷۳	مرتع نیمه‌متراکم
-۲/۸۲	-۲۹۳/۷۰۷۶	۰/۲۵	۲۷/۰۱۹۲	۳/۰۷	۳۲۰/۷۲۶۸	مسکونی
-	-	۱۰۰	۱۰۴۱۷/۶۲۷۱	۱۰۰	۱۰۴۱۷/۶۲۷۱	

ذکر است که با توجه به مطالعات انجام شده در حوزه قسمت‌هایی از مرتع گرایش منفی داشته بنابراین می‌توان بیان کرد که جنگل‌های منطقه در این روش طبقه‌بندی نیز تخریب شده است (شکل ۷ و ۸).

توزیع سطوح کاربری‌های سال ۲۰۱۳ و ۲۰۰۰ در طبقه‌بندی حداکثر احتمال نشان می‌دهد که مساحت جنگل‌های منطقه به میزان ۶۳۵/۳۱۹ هکتار کاهش یافته است و بر مساحت مراتع متراکم و نیمه‌متراکم افزوده شده است. شایان

جدول ۶. توزیع سطوح کاربری اراضی به تفکیک سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۰۰ (در طبقه‌بندی حداکثر احتمال)

میزان تغییرات کاربری	تصویر سال ۲۰۱۳		تصویر سال ۲۰۰۰		کلاس اراضی	
	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)		
مساحت (درصد)						
-۶/۲۱	-۶۳۵/۳۱۹	۶۴/۶۶	۶۷۳۷/۰۲۲	۷۰/۸۷	۷۳۷۲/۳۴۱	جنگل
۶/۵	۶۷۹/۳۷۶	۲۸/۴۵	۲۹۶۴/۵۷۱	۲۱/۹۵	۲۲۸۵/۱۹۵	مرتع متراکم
۰/۴۵	۴۷/۸۱۶۱	۳/۴۴	۳۵۸/۵۷۷۵	۲/۹۹	۳۱۰/۷۶۱۴	مرتع نیمه‌متراکم
-۰/۷۴	-۷۴/۸۳۸۱	۳/۴۵	۳۵۸/۷۷۸۹	۴/۱۹	۴۳۳/۶۱۷	مسکونی
-	-	۱۰۰	۱۰۴۱۷/۶۲۷۱	۱۰۰	۱۰۴۱۷/۶۲۷۱	

#### بحث و نتیجه‌گیری

روش شبکه عصبی سال ۲۰۰۰ سطح جنگل برابر با ۷۸۴۲/۸۰۱ هکتار بوده که در سال ۲۰۱۳ به ۶۷۸۸/۲۹۴ هکتار کاهش یافته است. همچنین در روش حداکثر احتمال سال ۲۰۰۰ سطح جنگل برابر با ۷۳۷۲/۳۴۱ هکتار بوده که در سال ۲۰۱۳ به ۶۷۳۷/۰۲۲ هکتار کاهش یافته است. نتایج طبقه‌بندی رقومی تصویر منطقه مورد مطالعه جهت تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از طبقه‌بندی کننده حداکثر احتمال و شبکه عصبی با شرکت دادن مجموعه باندهای مختلف نشان داد که در بهترین حالت، صحت کلی طبقه‌بندی تصویر در روش شبکه عصبی

در این پژوهش تغییرات سطح جنگل در منطقه‌ای به مساحت ۱۰۴۱۷/۶۲۷۱ هکتار و در دو مقطع زمانی سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۳ با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای بررسی گردید. تغییرات سطح جنگل حوزه ۲۸ (خشکه رود) از جنگل‌های رودسر در دوره‌های زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ با روش حداکثر احتمال و شبکه عصبی تعیین شد. نتایج این بررسی نشان داد که سطح جنگل در منطقه مورد مطالعه در مقاطع زمانی مورد بررسی تغییرات زیادی نموده است. در



- کشور. همایش ملی ژئوماتیک. تهران، سازمان نقشه‌برداری کشور.
۵. علوی پناه، س. ک. ۱۳۸۵. کاربرد سنجش از دور در علوم زمین، نشر دانشگاه تهران، ۲۶۷ صفحه.
۶. فاطمی، س. ب. و ی. رضایی. ۱۳۸۴. مبانی سنجش از دور، تهران، انتشارات آزاده، چاپ اول. ۲۹۶ صفحه.
۷. کاوسی، ح. ۱۳۹۲. ارزیابی خطر فرسایش آبی با استفاده از مدل ICONA و تکنیک‌های RS & GIS (مطالعه موردی حوزه آبخیز باباولی سیاهکل)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات یزد. ۱۳۷ صفحه.
۸. مدرس گرجی، ه. و م. پیرباوقار. ۱۳۹۲. مقایسه طبقه‌بندی به روش شبکه عصبی مصنوعی و فازی در تفکیک کلاسه جنگل از غیر جنگل. مجموعه مقالات همایش ملی ژئوماتیک، تهران، سازمان نقشه‌برداری کشور.
9. Benediktsson J, Swain PH, Ersoy OK. 1990. Neural network approaches versus statistical methods in classification of multisource remote sensing data. *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on*, 28(4): 540-552.
10. Bonyad SAE. 1995. A new multivariate methodology for forest classification and mapping using satellite remote sensing data. Ph.D. thesis, University College Dublin, Ireland. 184 pp.
11. Chavez PS. 1988. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. *Remote Sensing of Environment*, 24(3): 459-479.
12. Civco DL, Waug Y. 1994. Classification of multispectral, multitemporal, multisource spatial data using artificial neural networks. In: *Proc. 1994 Annual ASPRS/ACSM Convention*, Reno, NV, USA, pp 123-133.
13. Lefsky MA, Cohen WB. 2003. Selection of remotely sensed data. In: *Remote sensing of forest environments*. Springer, pp 13-46.
14. Monserud RA, Leemans R. 1992. Comparing global vegetation maps with the Kappa statistic. *Ecological Modelling*, 62(4): 275-293.
15. Smits P, Dellepiane S, Schowengerdt R. 1999. Quality assessment of image classification algorithms for land-cover mapping: a review and a proposal for a cost-based approach.

ETM+ سال ۲۰۰۰ و لندست ۸ سال ۲۰۱۳ به ترتیب معادل ۰/۹۵ و ۰/۹۵ و ضریب کاپای ۰/۹۱ و ۰/۹۱ برآورد گردید. همچنین دقت کلی در روش حداکثر احتمال در تصویر سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۳ معادل ۰/۹۵ و ۰/۸۵ و آماره کاپا معادل ۰/۸۶ و ۰/۸۴ محاسبه گردید. با استناد و مقایسه با منابعی نظیر مونسرود و لیمانز (۱۴)، اسمیت و همکاران (۱۵)، لفسکی و کوهن (۱۳)، استهمن (۱۶)، آهنی و همکاران (۲)، کاوسی (۷) که ضرایب صحت کلی و کاپای بزرگ‌تر از ۰/۷ از نظر صحت خیلی خوب و کمتر از ۰/۴ ضعیف عنوان شده است، نتایج به دست آمده از طبقه‌بندی کاربری‌ها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در حوزه خشکه‌رود شهرستان رودسر چه از نظر تک تک کاربری‌ها و چه از نظر مجموع صحت و آماره کاپا از دقت خوبی در ارتباط با اطلاعات تولید شده برخوردار بوده است. بنابراین بخش قابل توجه از مناطق مرتعی منطقه دارای خواستگاه جنگل بوده و تغییر کاربری طبیعی آن و نحوه استفاده متنوع از این اراضی موجب تبدیل آن به کاربری‌های دیگر شده است.

### منابع مورد استفاده

۱. امینی، م. ر. ۱۳۸۵. بررسی روند تغییرات گستره جنگل و ارتباط آن با عوامل فیزیوگرافی و انسانی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و GIS. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۴۴ صفحه.
۲. آهنی، ح. ا. قربانی، م. رستگار مقدم، س. ر. فلاح شمسی و م. باقر نژاد. ۱۳۸۸. ارزیابی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای: مطالعه موردی حوزه آبخیز تنگ سرخ شیراز. فصلنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۶(۲): ۲۴۲-۲۵۲.
۳. دهستانی، غ. ۱۳۷۷. طبقه‌بندی تصاویر چند طیفی سنجش از دور با استفاده از شبکه عصبی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس. ۱۳۰ صفحه.
۴. علائی روزبهانی، ر. ۱۳۸۸. ارزیابی الگوریتم‌های طبقه‌بندی شبکه‌های عصبی و حداکثر احتمال برای استخراج پوشش گیاهی دیم با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای IRS در حوزه

17. Stocker AD, Schaum AP. 1997. Application of stochastic mixing models to hyperspectral detection problems. In: AeroSense'97, International Society for Optics and Photonics, pp 47-60.
16. Stehman SV. 2004. A critical evaluation of the normalized error matrix in map accuracy assessment. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 70(6): 743-751.



## Estimating changes in forest cover in the Rudсар county by using neural network and maximum likelihood methods

S. R. Fatemti Talab <sup>1\*</sup>, M. Madanipour Kermanshahi <sup>2</sup>, S. A. Hashemi <sup>3</sup>

1. Assis. Prof. Department of Environment, Abadeh Branch, Islamic Azad University

2. Assis. Prof. Department of Forestry, Shabestar Branch, Islamic Azad University

3. Assis. Prof. Department of Forestry, Lahijan Branch, Islamic Azad University

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 15 June 2014

Accepted 21 February 2015

Available online 14 September 2015

#### Keywords:

Discover the changes

The method of maximum likelihood

Neural networks

Rodsar forest

### ABSTRACT

The acquisition of knowledge about the vegetation plays an important role in soil management. However, vegetation estimating in the usual way, including an overall assessment of the vegetation is time consuming and does not also provide accurate enough information. Therefore, remote sensing technology is a desirable way for reducing time and cost compared to other usual methods. In this study, forest cover maps were prepared using remote sensing techniques and LandSat ETM<sup>+</sup> imagery of year 2000 and LandSat 8 of year 2013. The classification of the study area digital images was performed to prepare land use map classification using maximum likelihood and neural network with participation of different bands. The results showed that the best overall accuracy of image classification using neural networks ETM<sup>+</sup> in 2000 and LandSat 8 in 2013 was 0.95 and 0.95 respectively. It was also indicated that the kappa coefficient was estimated 0.91 and 0.91 respectively. The overall accuracy of maximum likelihood method of the collected images of 2000 and 2013 was 0.95 and 0.85, but it was 0.86 and 0.84 for Kappa statistics method. The results also showed a 1054.507 and 635.319 hectares decreasing of forest cover using neural network classification and maximum likelihood classification methods respectively. According to classification accuracy and Kappa statistics, it was observed that the accuracy and kappa coefficient of neural network classification was higher than accuracy and the Kappa coefficient of maximum likelihood method.

\* Corresponding author e-mail address: rezasavan45@yahoo.com

