

بررسی و مقایسه روش‌های فازی آرت‌مپ و حداکثر احتمال در تهیه نقشه و پایش تغییرات کاربری اراضی (مطالعه موردی: امیدیه، استان خوزستان)

مریم ممبنی^۱، محمد نصراللهی^۲، کامران کریمی^{۳*} و هایده آرا^۴

۱- دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

۲- دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، دانشگاه سمنان، ایران

۳- نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

پست الکترونیک: K_karimi67@yahoo.com

۴- استادیار، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۲۵

تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۲۱

چکیده

سنجش از دور فناوری کلیدی برای ارزیابی وسعت و میزان تغییرات پوشش اراضی است که اطلاع از این تغییرات در قسمت‌های مختلف، به‌عنوان اطلاعات پایه برای برنامه‌ریزی‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این پژوهش، هدف مقایسه دو روش حداکثر احتمال و فازی آرت‌مپ برای تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست می‌باشد. در این مطالعه تغییرات پوشش اراضی طی ۲۴ سال گذشته منطقه امیدیه ارزیابی شد. تصاویر سنجنده‌های TM لندست ۴، ETM+ لندست ۷ و OLI لندست ۸ به ترتیب برای سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۴ و همچنین از نقشه‌های توپوگرافی و پوشش منطقه استفاده گردید. تصاویر هر سه مقطع زمانی به چهار کاربری مرتع، کشاورزی، اراضی شور و ماندابی و منطقه مسکونی طبقه‌بندی شدند. نتایج مربوط به صحت کلی طبقه‌بندی نشان می‌دهد که روش طبقه‌بندی فازی با ضریب کاپای ۹۳ درصد، در مقایسه با روش الگوریتم حداکثر احتمال با ضریب کاپای ۸۱ درصد، از دقت بالاتری برخوردار است. طبق نتایج بدست آمده کشاورزی پویاترین کاربری موجود در منطقه بوده که وسعت این اراضی طی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۴ روندی صعودی را در پی داشته است؛ به طوری که مقدار ۳۲۷۰۳/۳۲ هکتار (۲۳/۲ درصد) به این اراضی افزوده شده است. روند تغییرات کاربری مسکونی نیز به صورت افزایشی بوده؛ به طوری که مساحت ۱۳۲۵/۱ هکتار (۰/۹۴٪) را به خود اختصاص داده است. از سوی دیگر کاربری اراضی مرتعی با مقدار ۱۳/۴ درصد از منطقه دارای بیشترین کاهش مساحت بوده که وسعتی برابر با ۱۸۸۵۷/۶۳ هکتار را شامل می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تغییرات کاربری، تصاویر ماهواره‌ای لندست TM، ETM+، OLI، امیدیه، حداکثر احتمال، فازی آرت‌مپ.

مقدمه

سطح زمین به طور طبیعی، یک سیستم همواره در حال تغییر بوده و از سوی دیگر بلایای طبیعی و به‌ویژه عوامل انسانی بر سرعت این تغییرات افزوده است. این رویداد ناشی از عدم توجه به مقیاس زمان در بهره‌برداری از منابع پایه محیطی می‌باشد (Sheikhasani, 2001). کاربری اراضی

شامل انواع بهره‌برداری از زمین به‌منظور رفع نیازهای گوناگون انسان و در نتیجه روابط متقابل مؤلفه‌های اجتماعی-فرهنگی و توان بالقوه سرزمین است (Mohammedismail, 2011). تغییرات در کاربری اراضی و پوشش منجر به مشکلاتی مانند از بین رفتن قابلیت کشاورزی، فرسایش خاک، جنگل‌زدایی، طغیان رودخانه‌ها

Ehsani (۲۰۰۳)، در تحقیقی در ارتباط با تشخیص تغییرات و بیابان‌زایی با استفاده از RS و GIS به این نتیجه رسیدند که داده‌های MSS، TM و ETM برای تهیه نقشه‌های پایش تغییرات مناسب هستند (AlaviPanah *et al.*, 2003).

Rafieyan و همکاران (۲۰۰۶)، در تحقیقی تحت عنوان تعیین تغییرات گستره جنگل‌های شمال بین سال‌های ۱۳۷۳ تا ۱۳۸۰ با استفاده از تصاویر سنجنده ETM در جنگل‌های بابل بیان کردند که در مجموع ۸/۲ درصد از سطح اولیه جنگل بین سال‌های فوق از بین رفته است (Rafieyan *et al.*, 2006). Guindon و همکاران (۲۰۰۴) نقشه‌های طبقه‌بندی TM شده با استفاده از داده‌های لندست کاربری اراضی را با صحت بالاتر از ۷۸ درصد تولید نمودند.

AlaviPanah و همکاران (۲۰۰۳)، برای تهیه نقشه کاربری اراضی از منطقه کوهستانی موک استان فارس از داده‌های رقومی ماهواره لندست TM و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی بهره بردند. باندهای ۴، ۳، ۵ و ۷ تصویر با روش حداکثر مشابهت در تولید نقشه مورد استفاده قرار گرفت و میزان صحت کلی نقشه ۹۴ درصد بود. Rasouli (۲۰۰۶) برای پایش تغییرات کاربری اراضی در محدوده دشت قزوین تصاویر سنجنده TM سال ۱۹۸۷ و ETM+ سال ۲۰۰۲ ماهواره لندست را مورد پردازش قرار داد و با بهره‌گیری از روش طبقه‌بندی نظارت شده الگوریتم حداکثر احتمال و از این طریق نقشه‌های موضوعی کاربری اراضی طراحی گردید. نتایج حاصل نشانگر ایجاد تغییرات اساسی در منطقه است، زیرا حدود ۱۹/۸۶ درصد از این الگوهای کاربری اراضی در یک مدت زمان کوتاه دچار تغییرات اساسی شده‌اند. بیشترین افزایش مربوط به کاربری‌های مسکونی و صنعتی است و در مقابل بیشترین کاهش مربوط به کاربری مرتع، دیم و باغ‌های میوه می‌باشد. Arekhi و همکاران (۲۰۱۱)، با تحقیقاتی که در حوزه دره‌شهر استان ایلام با هدف مقایسه تکنیک‌های مختلف پایش تغییر کاربری اراضی با استفاده از سنجش از دور و GIS انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که انحراف منفی از میانگین نشان‌دهنده مناطقی است که طی دوره زمانی مورد مطالعه پوشش از آنجا کاسته شده

و غیره منتهی می‌شود. آگاهی از انواع پوشش سطح زمین و فعالیت‌های انسانی در آن و به بیان دیگر نحوه استفاده از زمین، به‌عنوان اطلاعات پایه برای برنامه‌ریزی‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (AhmadiZadeh, 2003). با توجه به تغییرات روزافزون کاربری اراضی و ضرورت آگاهی مدیران و کارشناسان از چگونگی تغییر و تحولات رخ داده برای سیاست‌گذاری و چاره‌اندیشی برای رفع مشکل موجود، آشکارسازی تغییرات برای مشخص کردن روند تغییرات در طول زمان ضروری به‌نظر می‌رسد (Parker *et al.*, 2003). ارزیابی روند تغییرات در منابع و شرایط اکولوژیکی چنین مناطقی، مدیران را در اتخاذ تصمیمات مورد نیاز کمک می‌کند (Jones *et al.*, Wang *et al.*, 2009).

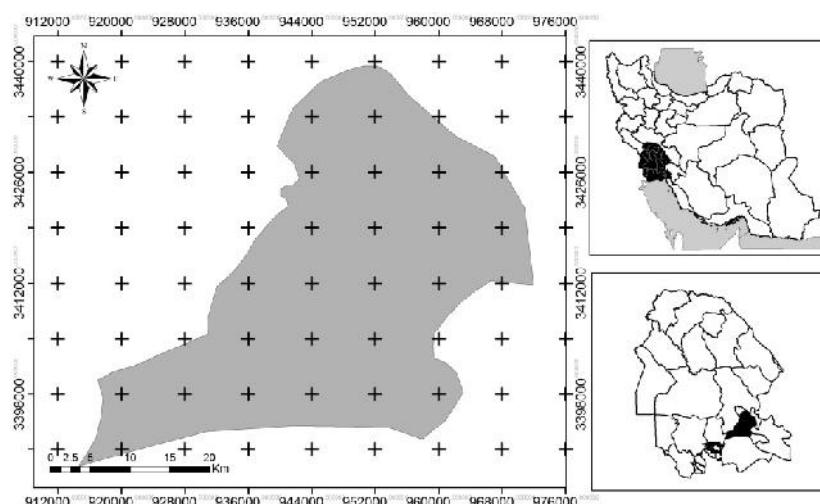
سنجش از دور یک فناوری کلیدی برای ارزیابی وسعت و میزان تغییرات پوشش اراضی است (Lambin *et al.*, 2006). از طریق این فن می‌توان با استفاده از مجموعه تصاویر چند زمانه و پردازش آنها با یکی از روش‌های مناسب موجود و با سرعت و دقت بالا نسبت به آشکارسازی تغییرات مورد نظر در منطقه اقدام کرد. با استفاده و به‌کارگیری داده‌های سنجش از دور می‌توان به شیوه‌ای علمی و کارآمد به مدیریت مناطق حساس پرداخت (Gross *et al.*, 2006). در دهه‌های اخیر، استفاده از فن دورسنجی به‌منظور پایش تغییرات مورد توجه قرار گرفته و تحقیقات متعددی در این زمینه در ایران و جهان اجرا شده است. در مطالعه‌ای به‌منظور برآورد تغییرات پوشش و کاربری اراضی با استفاده از تکنیک RS و GIS در حوزه آبخیز تنک بستانک شیراز از داده‌ها و تصاویر ماهواره‌های Landsat و IRS در بازه زمانی ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۵ استفاده کردند. نتایج آنان نشان داد که اراضی بایر و دیمزارها افزایش و در مقابل جنگل با زیر اشکوب مرتع متوسط کاهش یافته است (Kazemi *et al.*, 2011). در تحقیقی با استفاده از تصاویر ETM و TM طی سال‌های ۱۹۷۲، ۱۹۸۹ و ۲۰۰۰ در جنگل‌های تایلند اقدام به تهیه نقشه پوشش گیاهی کردند؛ نتایج آنان نشان داد که مهمترین تغییرات در منطقه تغییر کاربری جنگل به اراضی کشاورزی بوده است (Dontree, 2003). Alavipanah و

هدف از این مطالعه مقایسه دو روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال و فازی آرتمپ برای بررسی روند تغییرات کاربری منطقه مورد مطالعه و استخراج نقشه کاربری اراضی از تصاویر ماهواره لندست TM، ETM+ و OLI می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه مورد مطالعه

مناطق مورد مطالعه در این تحقیق مناطق جنوب استان خوزستان می‌باشد که حدوداً بین ۳۰ درجه و ۳۳ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۴۴ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۴۶ دقیقه طول شرقی می‌باشد (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در سطح کشور و استان خوزستان

کوچک‌نمایی تصویر، تصویر رنگی کاذب و بسط تصاویر مورد نظر می‌باشد. برای انطباق و مقایسه تصاویر مختلف با یکدیگر تعداد سطر و ستون‌های آنها با یکدیگر یکسان شد و برای ایجاد تصویر رنگی کاذب از ترکیب رنگی TM 4-3 (تصاویر 2 (تصاویر سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰) و 3-4-5 (تصاویر ۲۰۱۴) و برای جداسازی انواع پوشش گیاهی و مشاهده زمینی از چشم استفاده گردید. بسط تصاویر نیز انجام شد و درجه روشنایی همه تصاویر به ۲۵۵-۰ تغییر یافت.

یا از بین رفته است و انحراف مثبت از میانگین نشان‌دهنده مناطقی است که طی دوره زمانی مورد مطالعه پوشش در آنجا افزایش یافته است (Arekhi & Adibnejad, 2011)؛ (Arekhi & Niazi, 2010; Arekhi & Niazi, 2011). Fathizad و همکاران (۲۰۱۵)، به مقایسه دو روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی آرتمپ فازی در استخراج نقشه پوشش مرتعی (مطالعه موردی: مرتع حوزه دویرج دهلران) پرداختند. نتایج حاصل از ارزیابی دقت این دو روش با استفاده از ضریب کاپا نشان داده که الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی آرتمپ فازی با ضریب ۰/۹۶ نسبت به الگوریتم حداکثر احتمال با ضریب ۰/۸۰ از دقت بیشتری برخوردار است.

پردازش اطلاعات ماهواره‌ای

به‌منظور دستیابی به تغییرات رخ داده در منطقه مورد بررسی، تصاویر ماهواره‌ای لندست مربوط به سنجنده‌های TM، ETM+ و OLI مورد استفاده قرار گرفت که به ترتیب مربوط به سه دوره زمانی ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۴ بودند که مشخصات تصاویر در جدول ۱ نشان داده شده است. پردازش اطلاعات ماهواره‌ای اعمال شده بر روی تصاویر شامل بارزسازی تصاویر که خود شامل بزرگ‌نمایی و

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده در تحقیق

تاریخ میلادی	ماهواره	سنجنده	ردیف	گذر
۱۹۹۰	لندست ۴	TM	۳۹	۱۶۵
۲۰۰۰	لندست ۷	ETM	۳۹	۱۶۵
۲۰۱۴	لندست ۸	OLI	۳۹	۱۶۵

طبقه‌بندی و تهیه نقشه پوشش زمینی

با هدف تفکیک پوشش‌های زمینی عمده منطقه بر روی داده‌های ماهواره‌ای، از روش‌های حداکثر احتمال و فازی آرت‌مپ استفاده گردید. انتخاب نمونه‌های تعلیمی مورد نیاز برای طبقه‌بندی کلاسه‌های مختلف در منطقه با شناخت از منطقه و با استفاده از اطلاعات جنبی (نقشه‌های تهیه شده قبلی و استفاده از نرم‌افزار Google Earth و استفاده از تصویر رنگی مرکب ۲،۳،۴،۱،۲،۳ و ۳،۴،۵ (RGB) انجام شد. پس از انتخاب بهترین ترکیبات باندی در این مرحله با استفاده از تفسیر چشمی، تصاویر گوگل ارث و اطلاعات نگارنده از کاربری‌های منطقه اقدام به تهیه مناطق آموزش برای استفاده در طبقه‌بندی نظارت‌شده گردید. به این ترتیب که با توجه به کاربری‌های موجود در منطقه، اهداف تحقیق و قابلیت‌های کم و بیش شناخته شده تصاویر مورد استفاده در استخراج اطلاعات مفید به‌ویژه تهیه نقشه کاربری اراضی، چهار کاربری شامل مرتع، اراضی کشاورزی، اراضی مسکونی و اراضی شور مدنظر قرار گرفت. در این طبقه‌بندی پدیده‌های روستا و تأسیسات صنعتی به‌عنوان یک طبقه کاربری و انواع زمین‌های کشاورزی اعم از آبی و دیم به‌عنوان طبقه کشاورزی در نظر گرفته شد. عملیات طبقه‌بندی با استفاده از روش حداکثر احتمال و فازی آرت‌مپ انجام شد. به‌منظور حذف پیکسل‌های منفرد و پراکنده در سطح تصویر مطلوب و با وضوح بیشتر، از فیلتر 3×3 پیکسل استفاده شد.

– الگوریتم حداکثر احتمال (Maximum likelihood)

در این الگوریتم، کلاسی به پیکسل نسبت داده می‌شود که

بزرگترین احتمال تعلق به آن کلاس را داشته باشد. معمولاً فرض می‌شود که توزیع احتمال برای هر کلاس بصورت توزیع نرمال چند بعدی است که از قانون توزیع گوسین تبعیت می‌کند (شکل ۲) (Alavipanah, 2013).

– الگوریتم روش فازی (Fuzzy ARTMAP)

نظریه مجموعه‌های فازی اولین بار توسط پروفیسور عسکرزاده عرضه شد، به‌طور خلاصه نظریه مجموعه‌های فازی فرضیه‌ای برای اقدام در شرایط عدم اطمینان است. این نظریه قادر است بسیاری از مفاهیم و متغیرها و سیستم‌هایی را که نادقیق و مبهم هستند صورت‌بندی ریاضی بدهد و زمینه را برای استدلال، استنتاج، کنترل و تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان فراهم کند (Ranjbar & Honarmand, 2004). نظریه مجموعه‌های فازی که به‌منظور از بین بردن ابهام در داده‌ها به‌کار می‌رود، یک مفهوم جدیدی است که بر اساس آن عضویت جزئی اجازه می‌دهد که اطلاعات در موقعیت‌های پیچیده‌تر مثلاً پوشش‌های مخلوط یا شرایط حد وسط بهتر نمایش داده شوند و به‌کار روند، اگرچه تحلیل تصاویر از سنجنش از دور با استفاده از مجموعه‌های فازی دشوار و مشکل است، اما با توجه به اینکه در داده‌های سنجنش از دور، اغلب تعیین مرز بین دو رده مختلف آسان نیست، می‌توان از نظریه مجموعه‌های فازی به صورت کیفی به خوبی استفاده کرد. شبکه عصبی مصنوعی آرت‌مپ فازی بر پایه نظریه تشدید انطباقی می‌باشد. ساختار شبکه‌های مبتنی بر نظریه تشدید انطباقی و آموزش با نظارت، با نام آرت‌مپ شناخته شده‌اند (Carpenter et al., 1991). هر

P_{ii} = عناصر قطر اصلی؛ P_{ix} = جمع ستون‌ها و P_i = جمع ردیف‌هاست. با استفاده از ماتریس‌های خطا می‌توان کیفیت تفکیک و جداسازی پیکسل‌های تصویر و اختصاص آنها به کلاس مناسبشان را تعیین نمود. این ماتریس، حاصل مقایسه پیکسل به پیکسل پیکسل‌های معلوم یا واقعیت زمینی با پیکسل‌های متناظر آن در نتایج طبقه‌بندی است. برای انجام ارزیابی دقت، نمونه‌های آموزشی برای هر کلاس به صورت تصادفی از سطح منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری و بعد ماتریس خطای طبقه‌بندی استخراج گردید (جدول‌های ۵ و ۶). آشکارسازی تغییرات برای بررسی منطقه گسترش و کاهش مساحت کلاس‌ها طی دوره ۲۴ ساله انجام یافته و نقشه‌های طبقه‌بندی شده به محیط نرم‌افزار Arc GIS 9.3 وارد گردید. با مقایسه این نقشه‌ها و جدول تقاطعی به دست آمده، نقشه و درصد تغییرات هر کلاس مشخص و محاسبه شده است.

نتایج

دقت طبقه‌بندی تصاویر

پس از اعمال دو الگوریتم حداکثر احتمال و فازی بر روی تصاویر ماهواره‌ای لندست، نقشه کاربری اراضی تهیه گردید. سپس دقت طبقه‌بندی‌ها ارزیابی گردید. برای انجام این کار نمونه‌های آموزشی برای هر یک از کلاس‌ها به صورت طبقه‌بندی ارزیابی شد. برای انجام این کار نمونه‌های آموزشی برای هر یک از کلاس‌ها به صورت طبقه‌بندی تصادفی از سطح منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری گردید. پس از پیاده‌سازی نمونه‌های آموزشی بر سطح تصویر، دقت تولید کننده و شاخص کاپا برای هر یک از کلاس‌ها تعیین شد. بر اساس نتایج بدست آمده می‌توان بیان کرد که نقشه کاربری اراضی حاصل از الگوریتم فازی برای سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۴ به ترتیب با ضریب کاپای ۰/۹۳، ۰/۸۷ و ۰/۸۱ نسبت به الگوریتم حداکثر احتمال برای سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۴ به ترتیب با ضریب کاپای ۰/۸۱، ۰/۷۵ و ۰/۷۹ از دقت بالاتری برخوردار است. دقت تولید کننده، احتمال اینکه

سیستم ARTMAP از دو مدول (ARTa, ARTb) تشکیل شده که طبقات بازشناسی پایداری را در پاسخ به دنباله‌های دلخواه از الگوهای ورودی ایجاد می‌کند. این دو مدل با یکدیگر از طریق یک مدول وسط به نام ناحیه نگاشت (Fab) پیوند می‌یابند. ARTMAP با باینری سیستم ART1 را به عنوان مدول‌های ARTa و ARTb بکار می‌گیرد و این در حالی است که ARTMAP فازی از سیستم‌های ART فازی بدین منظور بهره می‌گیرد. بدین ترتیب که مثلاً عملگر (Ω) با عملگر AND فازی (Zadeh, 1965) جایگزین می‌شود.

ارزیابی صحت مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی برای ارزیابی صحت نقشه تغییرات کاربری اراضی از شاخص کاپا، دقت کل، دقت تولید کننده و دقت استفاده کننده استفاده شد. تاکنون فرم‌های متعددی از شاخص کاپا از جمله Kno (کاپا برای عدم وجود اطلاعات)، Klocation (کاپا برای مکان)، Kquantity (کاپا برای کمیت) و آماره‌های مرتبط با آن از جمله VPIL (Value of Perfect Information of Location) و VPIQ (Value of Perfect Information of Quantity) برای ارزیابی موفقیت مدل معرفی شده‌اند

(Mahini et al., 2008). ضریب کاپا، صحت طبقه‌بندی نسبت به یک طبقه‌بندی کاملاً تصادفی (حالتی که یک تصویر کاملاً به صورت تصادفی طبقه‌بندی شده باشد) محاسبه می‌کند (Mitsova et al., 2011) و از رابطه زیر محاسبه می‌شود (Alavipanah, 2013).

$$\phi_1 = 1/n \sum_{i=1}^n p_{ii} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$\kappa = \frac{\phi_2}{\phi_1} \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$\phi_2 = 1/n^2 \sum_{i=1}^n p_{ix} p_{pi} \quad \text{رابطه (۳)}$$

در این رابطه n برابر با تعداد کل نمونه‌های آموزشی؛

تعیین شده در این مطالعه، بیشترین دقت را برای نقشه کاربری اراضی بدست آمده از الگوریتم فازی آرت‌مپ داشته‌اند.

یک پیکسل در تصویر کلاسه‌بندی در همان کلاس در روی زمین قرار بگیرد و دقت استفاده کننده، احتمال اینکه یک کلاس مشخص در روی زمین در همان کلاس بر روی تصویر طبقه‌بندی شده قرار بگیرد برای چهار کلاس

جدول ۲- ارزیابی دقت طبقه‌بندی حداکثر احتمال و روش فازی برای نقشه‌های کاربری استخراج شده از تصاویر لندست

سال	دقت کل (فازی آرت‌مپ)	دقت کل (حداکثر احتمال)
۱۹۹۰	۰/۹۹	۰/۹۲
۲۰۰۰	۰/۹۶	۰/۸۴
۲۰۱۴	۰/۹۴	۰/۹۱

جدول ۳- مشخصات آماری دقت تولید کننده و استفاده کننده برای طبقه‌بندی تصویر لندست با استفاده از روش حداکثر احتمال

سال	۱۹۹۰		۲۰۰۰		۲۰۱۴	
دقت کلاس	تولید کننده (%)	استفاده کننده (%)	تولید کننده (%)	استفاده کننده (%)	تولید کننده (%)	استفاده کننده (%)
مرتع	۰/۶۹	۰/۹۷	۰/۶۰	۰/۶۱	۰/۷۰	۰/۶۳
اراضی شور	۰/۹۷	۰/۷۲	۰/۶۸	۰/۴۲	۰/۸۳	۰/۸۷
کشاورزی	۰/۹۰	۰/۸۷	۰/۶۱	۰/۹۱	۰/۶۹	۰/۹۶
مسکونی	۱	۰/۲۶	۰/۹۶	۰/۷۱	۰/۹۸	۰/۵۸

جدول ۴- مشخصات آماری دقت تولید کننده و استفاده کننده برای طبقه‌بندی تصویر لندست با استفاده از روش فازی آرت‌مپ

سال	۱۹۹۰		۲۰۰۰		۲۰۱۴	
دقت کلاس	تولید کننده (%)	استفاده کننده (%)	تولید کننده (%)	استفاده کننده (%)	تولید کننده (%)	استفاده کننده (%)
مرتع	۰/۹۶	۰/۹۰	۰/۹۳	۰/۹۱	۰/۹۹	۰/۸۳
اراضی شور	۰/۹۳	۰/۹۶	۰/۸۰	۰/۹۸	۰/۸۸	۰/۷۳
کشاورزی	۰/۸۴	۰/۹۸	۰/۸۹	۰/۹۵	۰/۸۹	۰/۹۰
مسکونی	۰/۹۳	۰/۵۹	۰/۲۸	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۶۲

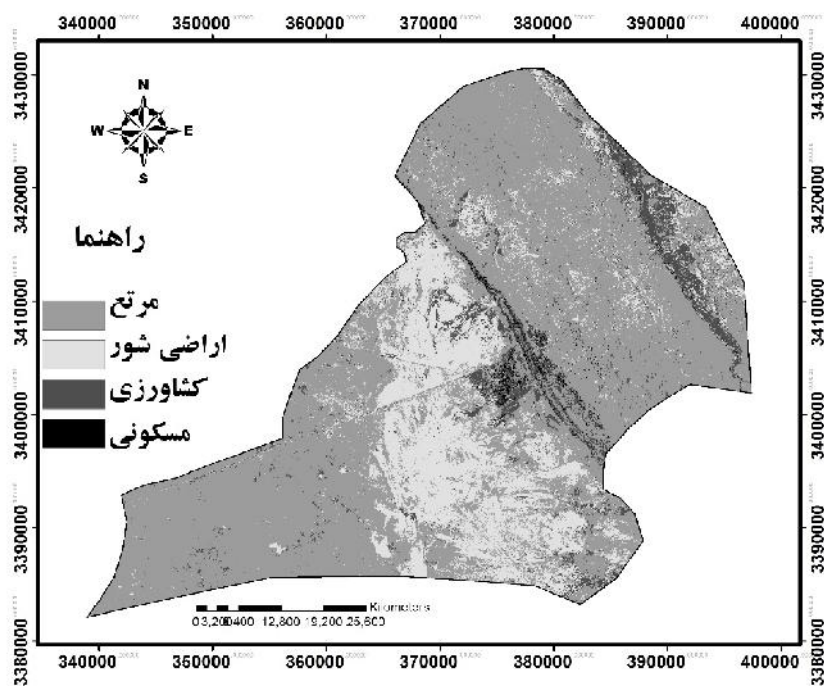
جدول ۵- ماتریس خطای طبقه‌بندی کاربری اراضی به روش حداکثر احتمال

۲۰۱۴		۲۰۰۰		۱۹۹۰		سال
% Commission	% Omission	% Commission	% Omission	% Commission	% Omission	خطا
۲/۸۳	۲/۸۳	۰	۱۰/۵۷	۵/۳۲	۹	مرتع
۴/۳۵	۲/۷۹	۰/۲۴	۷/۶۳	۱۴/۸۳	۹/۲۵	اراضی شور
۱/۴۱	۳/۳۷	۱۴/۱۶	۰/۱۷	۱۴/۲۹	۰	کشاورزی
۳/۲	۲/۲	۴/۱۲	۳/۲	۳/۴۵	۲/۶۱	مسکونی

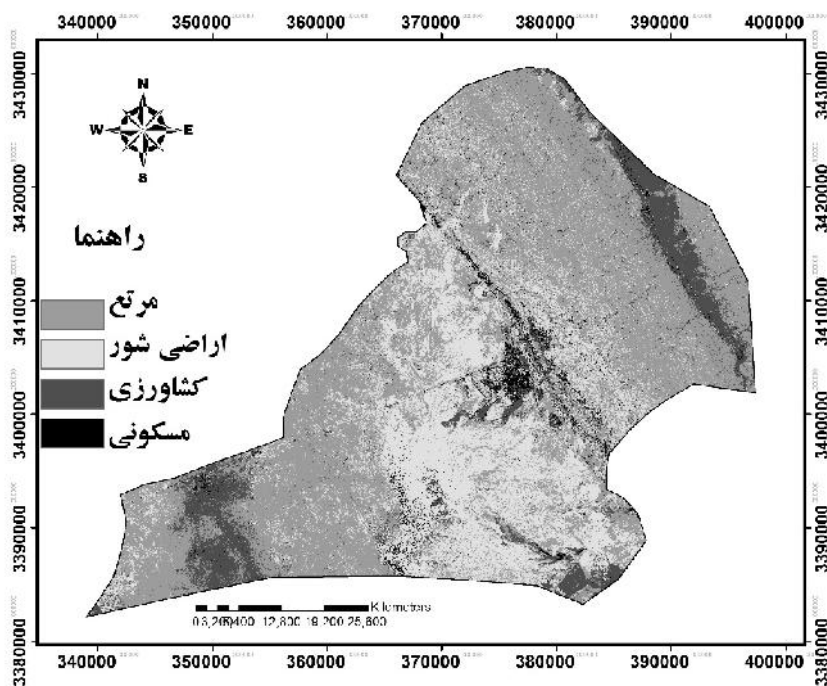
خطای omission: پیکسل‌هایی که متعلق به آن کلاس بوده ولی به آن کلاس نسبت داده نشده است.
خطای commission: پیکسل‌های که متعلق به آن کلاس نبوده ولی به آن کلاس نسبت داده شده است.

جدول ۶- ماتریس خطای طبقه‌بندی کاربری اراضی به روش فازی آرت‌مپ

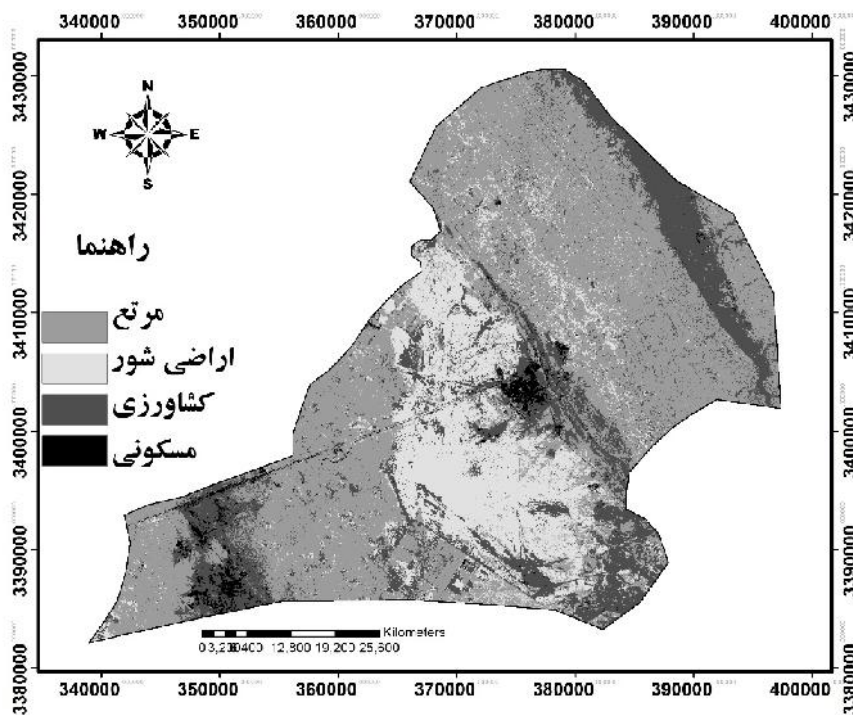
۲۰۱۴		۲۰۰۰		۱۹۹۰		سال
% Commission	% Omission	% Commission	% Omission	% Commission	% Omission	خطا
۰/۱۲	۰/۲۱	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۰۹۸	مرتع
۰/۲	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۱۶	۰/۰۲	۰/۰۵	اراضی شور
۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۱۴	کشاورزی
۰/۳۵	۰/۰۲	۰/۲۲	۰/۷	۰/۴	۰/۰۶	مسکونی



(۱۹۹۰)



(۲۰۰۰)



(۲۰۱۴)

شکل ۲- نقشه کاربری اراضی به روش حداکثر احتمال

نتایج تفاوت آماری صحت دو شیوه حداکثر احتمال و روش فازی آرتمپ با استفاده از آزمون T در جدول ۷ آورده شده است. در این جدول آماره‌هایی که سطح معناداری آنها کوچکتر از $0/05$ ($P=0/05$) باشد، در سطح خطای کمتر از $0/05$ تفاوت معنادار را نشان می‌دهند.

جدول ۷- نتایج آزمون T بررسی تفاوت دقت دو روش حداکثر احتمال و روش فازی در سه دوره

دوره	تولید کننده		استفاده کننده	
	T آماره	P	T آماره	P
۱۹۹۰	۰/۳۳۵	۰/۷۴۹	۰/۸۴۱	۰/۴۳۳
۲۰۰۰	۰/۰۷۲	۰/۹۴۵	۲/۸۰۸	۰/۰۳۱
۲۰۱۴	۲/۸۹۵	۰/۰۲۸	۰/۰۹۱	۰/۹۳۱

تصاویر لندست پرداخته است.

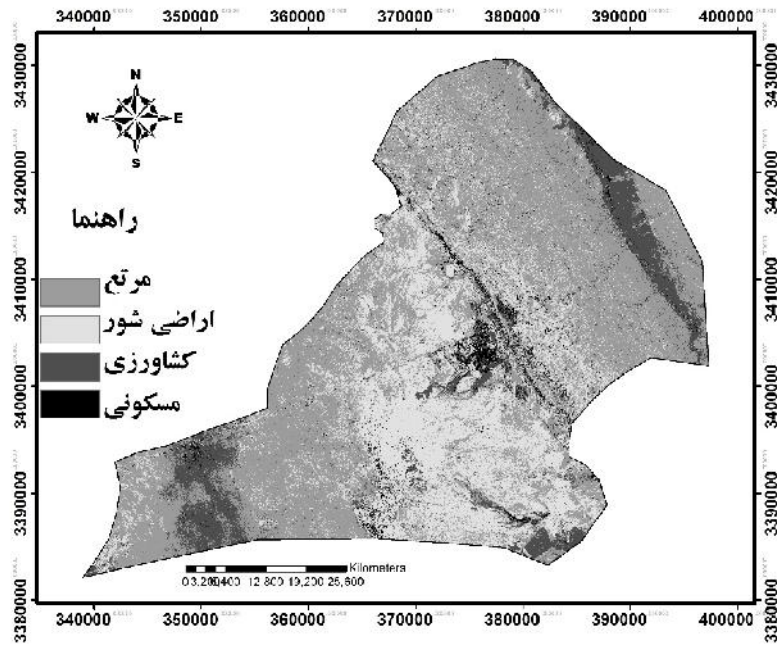
آشکارسازی تغییرات

مساحت و میزان تغییرات کاربری‌های مختلف طی دوره‌های مورد بررسی در جدول شماره ۸ نشان داده شده است. نتایج تفسیر بصری تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۴ بر اساس روش طبقه‌بندی فازی آرتمپ در شکل ۳ آمده است.

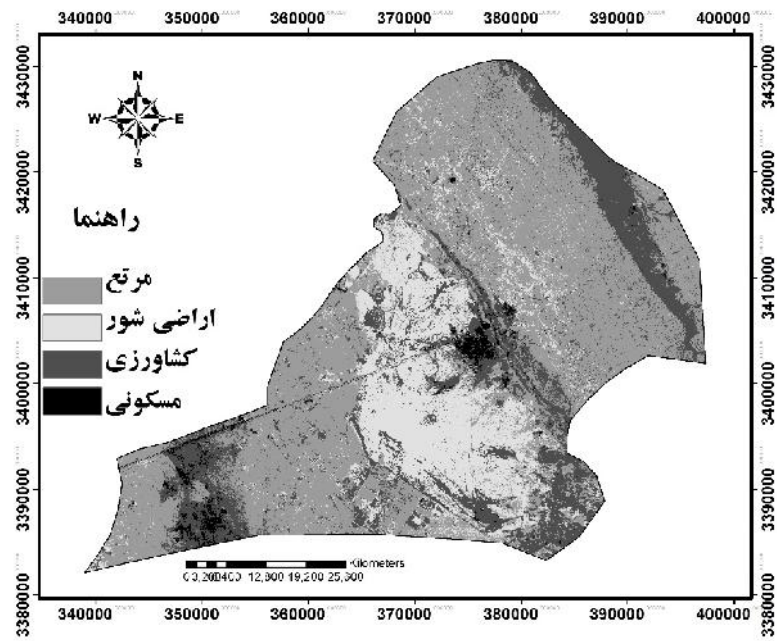
تنها تفاوت دقت روش حداکثر احتمال و روش فازی در سال ۲۰۱۴ برای تولید کننده تفاوت معنادار دارد. این تفاوت به نفع روش فازی بوده است. بدین معنا که روش فازی با دقت بیشتری به طبقه‌بندی تصاویر لندست پرداخته است و نیز تفاوت دقت روش حداکثر احتمال و روش فازی در سال ۲۰۰۰ برای استفاده کننده تفاوت معنادار داشت. این تفاوت به نفع روش فازی بوده است. بدین معنا که روش فازی با دقت بیشتری به طبقه‌بندی

جدول ۸- مساحت طبقات کاربری اراضی طی سه سال مورد بررسی به روش فازی آرتمپ

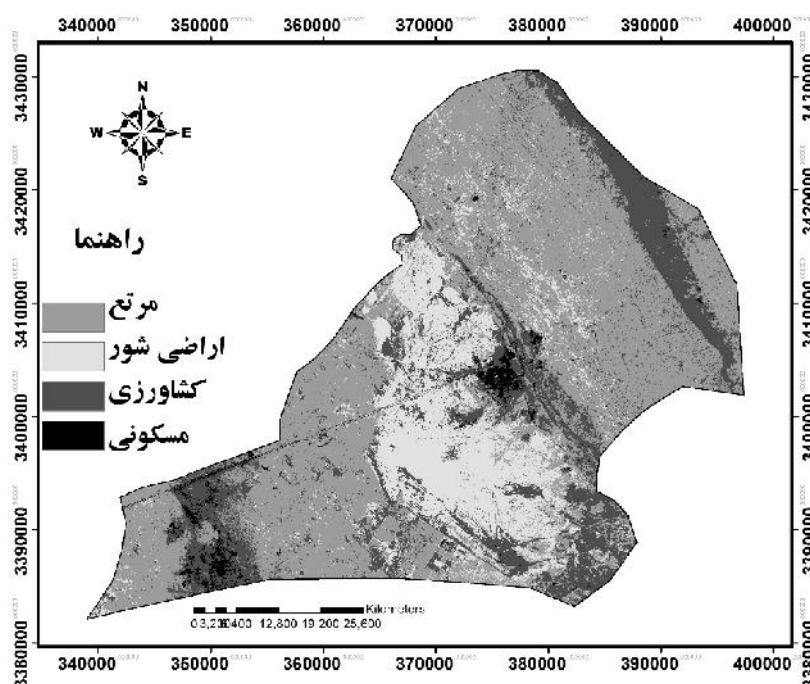
کاربری	۱۹۹۰		۲۰۰۰		۲۰۱۴	
	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد
مرتع	۸۰۵۰۵/۲۱	۵۷/۱۴	۶۶۰۸۷/۰۹	۴۶/۹۱	۶۱۶۴۷/۵۸	۴۳/۷۴
شور و لم یزرع	۴۹۶۹۹/۵۲	۳۵/۲۶	۵۰۲۱۰/۵۶	۳۵/۶۳	۳۴۵۲۸/۲۶	۲۴/۵۲
کشاورزی	۱۰۴۱۴/۲۹	۷/۳۹	۲۴۱۸۰/۵۶	۱۷/۱۵	۴۳۱۱۷/۶۱	۳۰/۵۹
مناطق مسکونی	۳۰۳/۴۷	۰/۲۱	۴۴۴/۲۸	۰/۳۱	۱۶۲۸/۵۷	۱/۱۵
جمع کل	۱۴۰۹۲۲/۴۹	۱۰۰	۱۴۰۹۲۲/۴۹	۱۰۰	۱۴۰۹۲۲/۴۹	۱۰۰



(۱۹۹۰)



(۲۰۰۰)

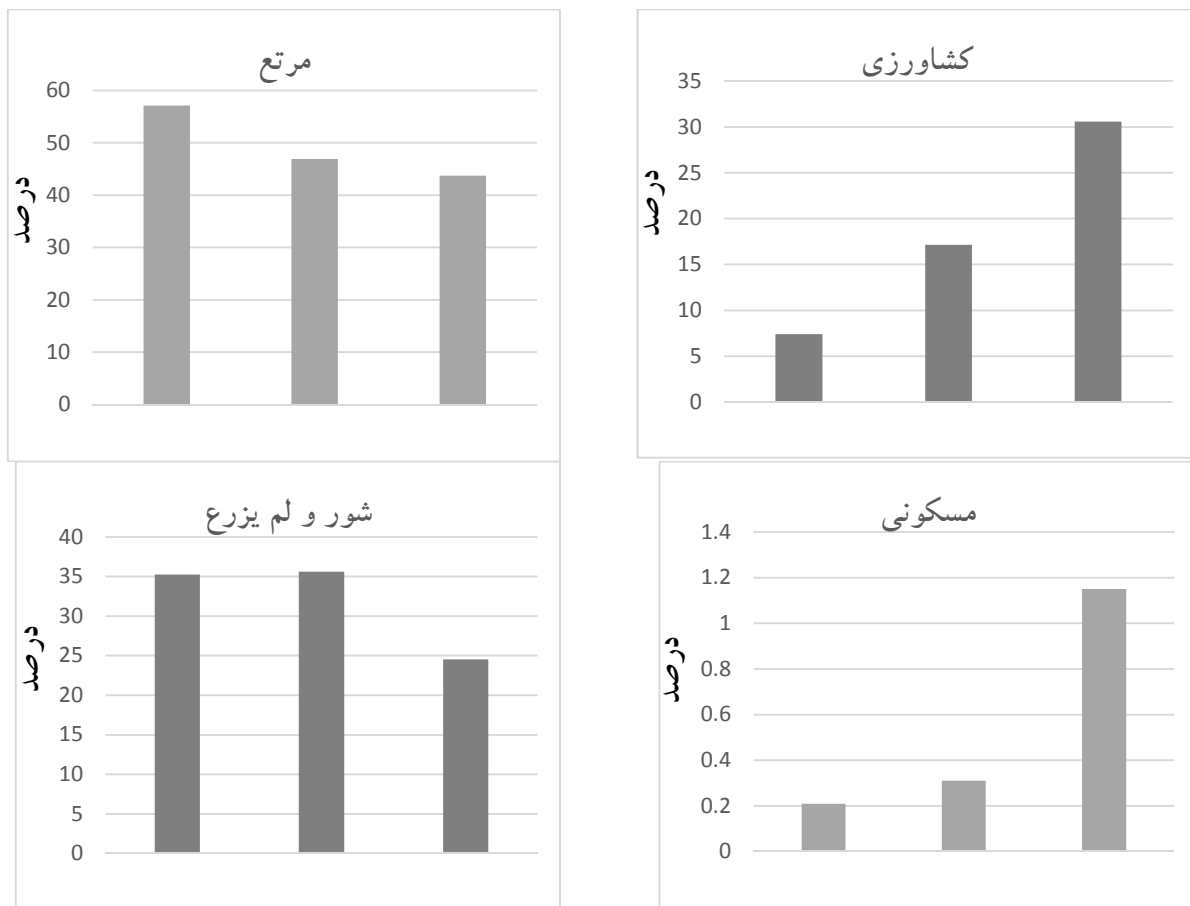


(۲۰۱۴)

شکل ۳- نقشه کاربری اراضی به روش فازی آرت‌مپ

مواجهه بوده است. آهنگ کاهش این طبقه برابر با $۷۸۵/۷۳$ هکتار در سال است. بر اساس نمودار ۱ که روند تغییرات کاربری اراضی امیدیه را در طی ۲۴ سال مورد بررسی نشان می‌دهد می‌توان بیان کرد که طبقه کاربری اراضی کشاورزی با بیشترین افزایش مساحت روبرو بوده است، این افزایش برابر با $۲۳/۰۲$ درصد از کل دشت بوده که مساحتی بیش از $۳۲۷۰۳/۳۲$ هکتار را دربرمی‌گیرد. روند تغییرات کاربری مسکونی نیز به صورت افزایشی بوده، به طوری که مساحت $۱۳۲۵/۱$ هکتار ($۰/۹۴\%$) را به خود اختصاص داده است. از سوی دیگر کاربری اراضی مرتعی به مقدار $۱۳/۴$ درصد از منطقه به دلیل افزایش سایر کاربری‌ها دارای بیشترین کاهش مساحت بوده که وسعتی برابر با $۱۸۸۵۷/۶۳$ هکتار را شامل می‌شود. اراضی شور نیز در طی دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ مورد بررسی افزایشی در حدود $۵۱۱/۰۴$ هکتار داشته است و در طی دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴ به علت افزایش مناطق مسکونی و اراضی کشاورزی از وسعت این کاربری کاسته شده است.

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که در دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۴ بیشترین افزایش وسعت مساحت با مقدار $۲۳/۰۲$ درصد مربوط به کشاورزی بوده که این افزایش برابر با $۳۲۷۰۳/۳۲$ هکتار بوده است. آهنگ افزایش مساحت این طبقه برابر با $۱۳۶۲/۶۳$ هکتار در سال بوده است. بعد از طبقه کشاورزی، طبقه مسکونی با مقدار افزایش $۰/۹۴$ درصد در جایگاه دوم قرار دارد؛ این افزایش به گونه‌ای بوده که در طول ۲۴ سال مساحتی برابر با $۱۳۲۵/۱$ هکتار بوده است که آهنگ افزایش سالانه $۵۵/۲۱$ هکتاری را به دنبال داشته است که طی دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۴ با افزایش مساحت مواجه بوده است. مناطق شور نیز با افزایش $۰/۳۷$ درصدی که برابر با $۵۱۱/۰۴$ هکتار از منطقه بوده چهارمین کاربری اراضی است که طی دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ افزایش پیدا کرده است؛ آهنگ افزایشی این کاربری برابر $۲۱/۲۹$ هکتار در سال است. طی این دوره کاربری مرتع با بیشترین کاهش مساحت ($۱۳/۴$ درصد) که برابر با $۱۸۸۵۷/۶۳$ هکتار از اراضی منطقه است،



نمودار ۱- روند تغییرات سطح کلاس‌ها در دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۴

بحث

نتایج مقایسه نقشه‌های کاربری اراضی در دوره‌های یادشده نشان‌دهنده تغییر سطح همه کاربری‌ها بوده است. میزان تخریب سالیانه مراتع (۱۴۴۱/۸۱ هکتار) در دوره ۲۰۰۰-۱۹۹۰ بیشتر از میزان تغییرات سالیانه دوره ۲۰۱۴-۲۰۰۰ (۳۱۷/۱ هکتار) بوده که نشان‌دهنده تخریب شدیدتر کاربری مذکور در دوره اول است. به‌طور کلی روند تغییرات پوشش مرتع از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۴ روندی نزولی داشته است، طی دوره ۲۴ ساله مورد بررسی مقدار $۱۸۸۵۷/۶۳$ هکتار از این طبقه کاسته شده است. بر این اساس وسعت کاربری اراضی مسکونی از سال ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۱۴ سیر صعودی داشته و به‌میزان $۱۳۲۵/۱$ هکتار افزایش یافته است. در این میان کمترین نسبت تغییرات سالانه در فاصله زمانی بین ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰ برابر با $۱۴/۰۸$ هکتار در سال و بیشترین آن در فاصله زمانی بین ۲۰۰۰ و ۲۰۱۴ برابر با

دو روش حداکثر احتمال و فازی با داده‌های آموزشی یکسان مورد طبقه‌بندی قرارگرفتند و برای مقایسه نتایج، با روش ارزیابی دقت کل، ضریب کاپا، دقت تولید کننده و دقت استفاده کننده نقشه طبقه‌بندی استخراج شد و مشخص گردید که روش فازی در مقایسه با الگوریتم حداکثر احتمال از دقت بالاتری برخوردار است (جدول ۲). داشتن آمار و اطلاعات به هنگام از کاربری‌های موجود، لازمه مدیریت صحیح عرصه‌های طبیعی است. یکی از مبانی مدیریت منابع طبیعی، اطلاعات مربوط به تغییرات کاربری اراضی است (Nazarisamani et al., 2010). در این تحقیق، تغییرات کاربری اراضی امیدیه به وسعت $۱۴۰۹۲۲/۴۹$ هکتار در سه مقطع زمانی ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۴ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ارزیابی شد.

کشت در هر سال می‌تواند دولت را در مدیریت بهینه این اراضی و برنامه‌ریزی برای توزیع محصولات کمک کند (Khalfi & Davarpanah, 2008).

منابع مورد استفاده

- Ahmadizadeh, S., 2003. Determination of quantitative models of ecological in GIS environment. Ph.D. thesis of Forestry, Tarbiat Modares University, 158p.
 - Alavipanah, S. K., Ehsani, A. H. and Omid, P., 2003. A Study of Desertification and Change of Damghan Playa Land Using Multy Spectral and Multy Temporal Data. *Desert*, 9(1): 143-150.
 - Alavipanah, S. K., 2013. Application of remote sensing in the earth sciences (soil). University of Tehran press, 478p.
 - Arekhi, S., Adibnejad, M., 2011. Efficiency assessment of the Support Vector Machines for land use classification using Landsat ETM+ data (Case study: Ilam Dam Catchment). *Iranian journal of Range and Desert Research*, 18 (3): 420-440.
 - Arekhi, S. and Niazi, Y., 2010. Assessing different remote sensing techniques to detect land use changes (Case study in Dareshahr, Ilam province). *Iranian journal of Range and Desert Research*, 17 (1): 74-93.
 - Arekhi, S. and Niazi, Y., 2011. Comparing Various Techniques for Land Use-Cover Change Detection Using RS and GIS (Case Study: Dareshahr Dareshahr Catchment, Ilam Province). *Journal of Applied RS & GIS Techniques in Natural Resource Science*, 8(3): 81-96.
 - Carpenter, G. A., Grossberg, S. and Reynolds, J. H., 1991. ARTMAP: Supervised Real time learning and classification of nonstationary data by a self-organizing neural networks. *Neural networks*, 4: 565-588.
 - Dontree, S., 2003. Land use dynamics from multi temporal remotely - sensed date: a case study Northern Thailand. *Proceedings of Map Asia, Malaysia*.
 - Fathizad, H., Fallah Shamsi, R., Mahdavi, A. and Arekhi, S., 2015. Comparison of two classification methods of maximum probability and artificial neural network of fuzzy Artmap to produce rangeland cover maps (Case study: Rangeland of Doviraj, Dehloran). *Range and Desert Research*, 22(1): 59-72.
 - Gross, J. E., Nemani, R., Turner, W. and Melton, F., 2006. Remote sensing for the national parks. *Park Science*, 24(1): 30-36.
 - Guindon, B., Zhang, Y. and Dillabaugh, C., 2004. Landsat urban mapping based on a combined
- ۸۴/۵۹ هکتار در سال حادث شده است. وسعت کاربری شور از سال ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۰۰ سیر صعودی داشته و به میزان ۵۱۱/۰۴ هکتار افزایش یافته است و در دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴ سیر نزولی داشته و به مقدار ۱۵۶۸۲/۳ هکتار طی این دوره از این طبقه کاسته شده است. در طول دوره تحقیق، کشاورزی پویاترین کاربری موجود در منطقه بوده است. وسعت اراضی مذکور از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۴ روندی صعودی را در پی داشته است؛ به طوری که در طی سه دوره مورد بررسی مقدار ۳۲۷۰۳/۳۲ هکتار به این اراضی افزوده شده است. در دوره اول این کاربری میزان افزایش سالانه (۱۳۷۶/۶۳ هکتار) و در دوره دوم نرخ افزایش سالانه‌ای ۱۳۵۲/۶۴ هکتاری را به همراه داشته است. افزایش سطح توقعات و مسائل اقتصادی به‌ویژه در دهه اخیر از یک سمت و وابستگی اهالی به امور کشاورزی از سوی دیگر موجب تقاضای بیشتر برای کسب درآمد و تغییر کاربری‌ها به سمت کاربری کشاورزی شده است. به‌منظور بررسی آماری تفاوت دقت دو شیوه حداکثر احتمال و روش فازی آرتمپ از آزمون T گروه‌های وابسته استفاده شد. نتایج در جدول ۷ مندرج گردید. نتایج تفاوت آماری صحت دو شیوه حداکثر احتمال و روش فازی آرتمپ در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۴ برای استفاده کننده تفاوت معنی‌دار دارد؛ همانطور که نتایج نشان می‌دهد روش فازی با دقت بیشتری به طبقه‌بندی تصاویر لندست پرداخته است. Fathizad و همکاران (۲۰۱۵)، Mombeni و همکاران (۲۰۱۳) و Hosseini و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از روش طبقه‌بندی فازی به تهیه نقشه کاربری اراضی پرداختند، مطالعه این محققان نشان داد که این روش قابلیت تهیه نقشه پوشش اراضی و الگوی کشت با دقت بالا را دارد و با تحقیق انجام شده به دلیل شباهت مناطق مورد مطالعه از نظر شرایط آب و هوایی مطابقت دارد. 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

2013. Comparing maximum likelihood and fuzzy approach to land use/cover mapping in a southern Khuzestan using Landsat images. *Journal of Applied RS & GIS Techniques in Natural Resource Science*, 4(2): 69-79.
- Nazarisamani, A.A., Ghorbani, M. and Koohbani, H.R., 2010. Assessment of changes in land use in the Taleghan watershed basin in the period from 1987 to 2001. *Academic Journal of Range Management Research*, 4 (3):451-442.
 - Parker, D. C., Manson, S.M. and Deadman, M.J., 2003. Multi agent systems for the simulation of land use and land cover change: a Review. *Annals of the Association of American Geographers*, 43: 314-337.
 - Rafieyan, O., Darvishsefat, A. A. and Namiranian, M., 2006. The area change detection in the northern forests of Iran using ETM⁺ data. *JWSS - Isfahan University of Technology*, 10 (3):277-287
 - Ranjbar, H. and Honarmand, M., 2004. "Integration and analysis of airborne geophysical and ETM⁺ data for exploration of porphyry type deposits in the Central Iranian Volcanic Belt", using fuzzy classification. *International Journal of Remote Sensing*, 25, 4729-4741.
 - Rasouli, A.A., 2006. Application of satellite imageries on the assessment of land use changes and consequence environmental impacts. *Watershed Researches in Pajouhesh & Sazandegi*, 82: 2-11.
 - Sheikhhasani, H., 2001. Modeling Environmental Planning Using Geographic Information Systems and Remote Sensing (Case Study of Taleghan Area). Ph.D., Natural Geography, Tarbiat Modares University, 308 pages.
 - Wang, Y., Mitchell, B. R., Nugranad-Marzilli, J., Bonyng, G., Zhou, Y. and Shriver, G., 2009. Remote sensing of land-cover change and landscape context of the National Parks: A case study of the Northeast Temperate Network. *Remote Sensing of Environment*, 113(7): 1453-1461.
 - Zadeh, L., 1965. Fuzzy Sets. *Inform. Contr*, 8, 338-353.
 - spectral-spatial methodology. *Journal of Remote Sensing Environment*, 92: 218-232.
 - Hosseini, S.A., Fathizad, H. and Maleki, M., 2013. Application of Fuzzy Artmap Fuzzy Artificial Neural Network Classification Method for Land Use / Land Use Change Process (Case Study: Abdanan Area, Ilam Province). Seventh National Conference on Global Environment Day, Tehran University, 9 pp.
 - Jones, D. A., Hansen, A. J., Bly, K., Doherty, K., Verschuyt, J.P., Paugh, J. and Story, S.J., 2009. Monitoring land use and cover around parks: A conceptual approach. *Remote Sensing of Environment*, 113(7): 1346-1356.
 - Kazemi, M., Mahdavi, Y., Novhegar, A. and Rezaii, P., 2011. Changes in land use and land cover by using remote sensing and GIS techniques (Case Study: Shiraz Bostanak Watershed). *Application of remote sensing and GIS in Natural Resource Sciences*, 2(1): 101-111.
 - Khalfi, J., Davaripana, Gh.R., 2008. Estimation of surface area and preparation of irrigated wheat land map using remote sensing and GIS in Zanjanrood watershed. Geomatical congress 2008, National Surveying Organization, Tehran, 7 pages.
 - Lambin, E. F. and Geist, H. J., 2006. Land Use and Land Cover Change Local Processes and Global Impacts. Heidelberg, New York.
 - Mahini, A., Fegghi, J., Nadeali, A. and Rezai, B., 2008. Changes in tree cover the Golestan province artificial neural network classification methods using ETM⁺ and TM Landsat data. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 16 (3): 505-495.
 - Mitsova, D., Shuster, W. and Wang, X., 2011. A cellular automata model of land cover change to integrate urban growth with open space conservation. *Landscape and Urban Planning*, 99:141-153.
 - Mohammedismail, Z., 2011. Monitoring of changes land use Karaj of using remote sensing techniques. *Iranian Journal of Soil Research*, 24 (1): 81-88.
 - Mombeni, M., Asiabi, M. and Karamshahi, A. A.,

Investigation and comparison of the maximum likelihood and fuzzy artmap methods in preparing and monitoring land use changes (Case study: Omidiyeh, Khuzestan province)

M. Mombeni¹, M. Nasrollahi², K. Karimi^{3*} and H. Ara⁴

1- Ph.D. Student in Combat to Desertification, Faculty of Natural Resources, Gorgan University of Agricultural sciences and Natural Resources, Iran

2- Ph.D. Student in Combat to Desertification, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Iran

3- *Corresponding author, Ph.D. student in Combat to Desertification, Faculty of Natural Resources, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, Email: k_karimi67@ut.ac.ir

4- Assistance Professor, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Iran

Received:5/10/2016

Accepted:2/13/2017

Abstract

Remote sensing is the main technology to assess the expansion and rate of land cover changes. Knowledge of these changes in different parts has particular importance as the base information for different planning. The aim of the present study was the comparison of the maximum likelihood and fuzzy Artmap methods to prepare land use map using Landsat satellite images. In this study, changes in land cover were evaluated over the past 24 years in Omidiyeh. Sensor images of TM Landsat 4, ETM+ Landsat 7 and OLI Landsat 8 for the years 1990, 2000 and 2014, respectively, and topographic and land cover maps of the area also were used. Images of all three periods were classified into four land uses including rangelands, agriculture, saline lands, and residential areas. The overall accuracy of the classification results showed that the fuzzy classification method with a kappa coefficient of 93% had more accuracy in comparison with the maximum likelihood algorithm with a kappa coefficient of 81%. According to the obtained results, the most dynamic land use in the region was the agricultural area, whose extent increased from 1990 to 2014, and 32703.32 hectares (32.2%) was added to this land use. An increasing trend was also obtained for the residential land use with an area about 1325.1 hectares (0.94%). On the other hand, rangelands (13.4% of the study area) showed the highest reduction in area (18857.63 hectares).

Keywords: Land use changes, satellite images, Omidiyeh, maximum likelihood, fuzzy Artmap method.