



## پایش تغییرات زمانی کاربری اراضی با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: جیرفت، استان کرمان)

محمودرضا مظاهری<sup>۱\*</sup>، مهرداد اسفندیاری<sup>۲</sup>، محمدحسن مسیح‌آبادی، اردوان کمالی<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی دکتری خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

۲. دانشیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

۳. استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

### مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:

دریافت: ۸ آذر ۱۳۹۱

پذیرش: ۸ خرداد ۱۳۹۲

دسترسی اینترنتی: ۵ شهریور ۱۳۹۲

واژه‌های کلیدی:

تغییرات زمانی کاربری اراضی

سنجش از دور

تصاویر لندست

شبکه عصبی مصنوعی

ماشین‌های بردار پشتیبان

جیرفت

### چکیده

کاربری اراضی یکی از مهمترین جنبه‌های بررسی مدیریت منابع طبیعی و بازنگری تغییرات محیطی است. در این تحقیق با استفاده از قابلیت تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی تغییرات کاربری اراضی منطقه جیرفت در بازه زمانی بین سال‌های (۱۹۸۷ تا ۲۰۱۰) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست (TM<sup>+</sup>, ETM) مورد پایش قرار گرفت. طبقه‌بندی کلاس‌های کاربری اراضی، تجزیه تحلیل روش‌ها و تغییرات آن‌ها، در محیط نرم‌افزار ENVI<sup>®</sup>8.1 و ArcGIS<sup>®</sup>9.1 انجام گردید. تجزیه و تحلیل تغییرات زمانی تصاویر نشان می‌دهد که طی ۲۳ سال مورد مطالعه درصد تغییرات چهار کلاس کاربری اراضی (مسکونی ۷/۹۰+، زراعی ۴۲/۱۰+، باغی ۱۷/۹۳- و بایر ۳۲/۰۷-) می‌باشد. نتایج همچنین نشان می‌دهد که روش‌های شبکه عصبی و ماشین‌های بردار پشتیبان نسبت به سایر روش‌ها از دقت کمتری برخوردار است، اما این روش‌ها از لحاظ تفسیر بصری، جداسازی طبقات کاربری نسبت به سایر روش‌های بهتر می‌باشد. نتایج نشان داد که سطح اراضی مسکونی افزایش محسوسی داشته و بررسی تغییرات الگوی مکانی کاربری‌ها نشان داد که بیشترین تغییرات کاربری در مناطق زراعی و باغی ایجاد شده است. نتایج این تحقیق به اهمیت کاربرد تناسب اراضی در مناطق با قابلیت کشاورزی، به‌منظور کاهش روند تغییرات اشاره دارد. عدم توجه و مدیریت مناسب در وضعیت هیدرولوژی منطقه، تأمین نهاده‌های کشاورزی و فقدان وضعیت ثبات اقتصادی، از عوامل مؤثر بر روند تغییرات کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

\*mazaheri.mamood.r@gmail.com: پست الکترونیکی مسئول مکاتبات

## مقدمه

داده‌های ماهواره‌ای به دلیل ویژگی‌های خاص خود از جمله سطح پوشش وسیع، قابلیت تکرار، چندطیفی بودن، تنوع کاربری و پوشش اراضی و به‌هنگام شدن مداوم می‌توانند در تهیه نقشه‌های تغییرات پوشش و کاربری اراضی نقش مؤثری ایفا کنند (۱۹).

استفاده موفقیت‌آمیز روش سنجش از دور در این مطالعات به عواملی همچون درک کافی از صور چشم‌انداز منطقه، نوع سنجنده و روش استخراج اطلاعات، وابستگی عمیق دارد (۳۴). مهم‌ترین عوامل محیطی قابل توجه در این ارزیابی‌ها شامل بررسی وضعیت اتمسفر، رطوبت خاک و خصوصیات فنولوژیکی گیاهان در زمان گرفتن تصویر می‌باشند (۲۳). البته چالشی که در اثر استفاده از این تکنولوژی ایجاد می‌شود، اطمینان حاصل کردن از کوتاه یا بلندمدت بودن تغییر در اراضی است (۲۵).

برای مثال در استفاده کشاورزی از اراضی تغییرات فصلی پوشش گیاهی و منعکس شدن زمان اخذ اطلاعات در سال امری تأثیرگذار بر تحلیل نوع و میزان تغییرات است. این موضوع دلیلی محکم بر پیچیده بودن مسأله تغییر در اراضی است و بنابراین بایستی در این مطالعات تغییرات فصلی (مشتق شده از باران، دما و پوشش گیاهی)، تغییرات تدریجی (مدیریت اراضی) و تغییرات ناگهانی را مدنظر قرار داد (۳۶). همچنین برای رفع مشکلات ناشی از استفاده از تصاویر مربوط به زمان و سنجنده‌های مختلف، از روش مناسبی که تغییرات مربوط به انعکاس طیفی یا بافت محلی را از تغییرات بخش پیش‌پردازش تفکیک نماید، باید استفاده گردد. در این روش شناسایی تغییرات بعد از طبقه‌بندی، دو تصویر مربوط به زمان‌های مختلف به‌طور مجزا طبقه‌بندی و کدگذاری می‌شوند. سپس سطح تغییرات، از مقایسه مستقیم در نتایج طبقه‌بندی به‌دست می‌آید (۲۵).

مطالعات تغییرات اراضی پس از سال ۱۹۷۲ و با ارسال ماهواره‌ی Landsat-1 به فضا و دریافت اطلاعات سنجش از دور آغاز شد که تولدی تازه در این نوع از مطالعات به‌شمار می‌رود. این در حالی است که امروزه با استفاده از اطلاعات دوره‌های زمانی قبل و با کمک ماهواره‌های پیشرفته‌تر و تکنیک GIS پیگیری و ارزیابی تغییرات استفاده از اراضی و تغییرات

کاربری اراضی به روش‌ها و اهداف انسان برای بکارگیری اراضی و منابع آن اطلاق می‌گردد (۵). شناسایی تغییرات زمانی و دقیق کاربری اراضی پایه‌گذار درک بهتری از ارتباط‌ها و اثرهای متقابل انسان و منابع اراضی می‌باشد. شناخت این روابط موجب مدیریت و استفاده پایداری از این منابع می‌شود. پوشش و کاربری اراضی دارای دو معنای متفاوتی می‌باشند (۳۵). الگوی پوشش و کاربری اراضی یک منطقه، خروجی ارتباط طبیعت و فاکتورهای اقتصادی- اجتماعی بکارگیری آن‌ها توسط بشر، در بعد زمان و مکان می‌باشد (۲۷). به‌طور معمول تغییرات در کاربری اراضی توسط انسان به‌منظور تأمین مایحتاج زندگی ایجاد می‌شود، در حالی که تغییر در پوشش اراضی بدون دخالت انسان و به وسیله مجموعه عوامل زنده درون آن مجموعه ایجاد می‌شود (۲۲). شناسایی روند تغییر در این دو فرآیند مهم، اغلب روش‌ها و چشم‌اندازهای متفاوتی را شامل می‌شود، اما به‌طور معمول در قالب یک روش مشترک به آن پرداخته می‌شود. اراضی تغییر یافته، اراضی هستند که نسبت به شرایط قبلی‌شان از نظر اقلیم، توپوگرافی، خصوصیات خاک و کاربری اراضی دچار تغییر شده‌اند. روند این تغییرات اگر در جهت کاهش پتانسیل تولید اراضی باشد، می‌تواند به تخریب اراضی منجر شود (۳۰). اغلب فرآیندهای تغییر و تخریب اراضی به‌طور عمده در نواحی خشک و نیمه‌خشک اتفاق می‌افتد و باعث اثرات نامطلوبی در منابع اراضی می‌گردد. اراضی خشک نسبت به تغییر و تخریب، آسیب‌پذیری بالایی دارند که دلیل این موضوع فشارهای اقلیمی و تأثیرات ناشی از افزایش جمعیت می‌باشد (۱۶). امروزه شناسایی این تغییرات از مقایسه تفاوت‌های ایجاد شده در یک منطقه مشخص از تصاویر گرفته شده در چندین دوره زمانی مشخص امکان‌پذیر است (۲۸). جزئیات این تغییرات به‌وسیله روی هم‌اندازی نقشه‌های اجزای منابع اراضی در بیش از یک دوره زمانی از این اراضی قابل درک است (۲۰). آشکارسازی تغییرات فرآیندی است که امکان مشاهده و تشخیص تفاوت‌ها و اختلافات سری‌های زمانی پدیده‌ها، عارضه‌ها و الگوهای سطح زمین را فراهم می‌کند (۳۲).

## مواد و روش‌ها

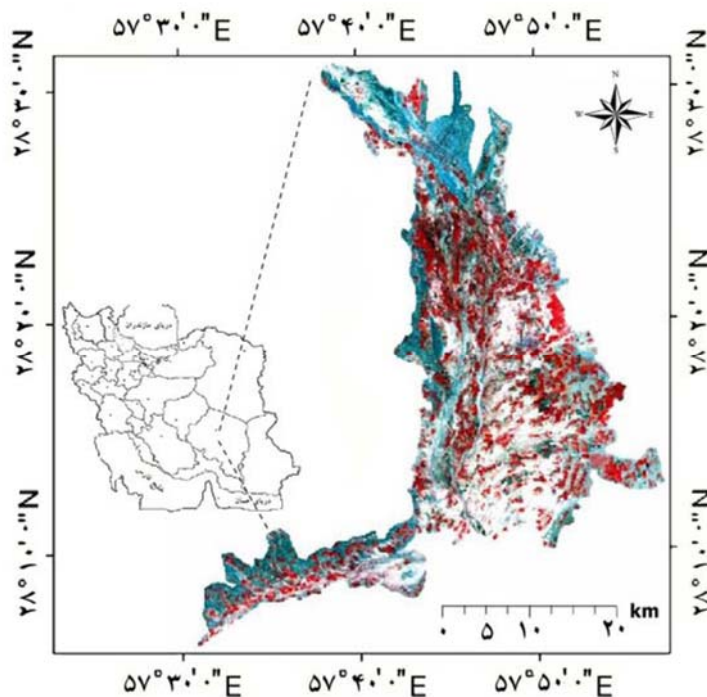
### منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه بخشی از اراضی شهرستان جیرفت در جنوب استان کرمان است با مساحت ۱۰۳۲۴۵ هکتار، که از شمال جیرفت تا تنگه بهادرآباد ادامه داشته و سطح وسیع دشت جیرفت را می‌پوشاند. این منطقه بین عرض‌های جغرافیایی  $28^{\circ} 14' 6''$  تا  $28^{\circ} 47' 10''$  شمالی و طول‌های جغرافیایی  $57^{\circ} 58' 8''$  تا  $57^{\circ} 27' 27''$  شرقی قرار دارد (شکل ۱). قسمت‌های شمال شرقی این ناحیه بیشتر کوهستانی و سردسیر می‌باشد و حال آنکه جیرفت و دشت‌های اطراف آن اقلیم گرمسیری دارند. خاک‌های منطقه مورد مطالعه، دارای رژیم رطوبتی اریدیک و رژیم حرارتی هایپرترمیک می‌باشند. همچنین منطقه جیرفت در دوره ۳۰ ساله ۱۳۵۰ تا ۱۳۸۰ روند خشکسالی متنوعی را شاهد بوده است (۱). از نظر ژئومورفولوژی، منطقه دارای پنج سطح ژئومورفولوژی مخروطافکنه، سطح نسبتاً پایدار پدیمت، سطح حد واسط پدیمت و دشت آبرفتی، سطح دشت آبرفتی و سطح اراضی پست می‌باشد (۵).

پوشش گیاهی در یک دوره زمانی مشخص در یک منطقه، امری سریع و دقیق به‌شمار می‌رود (۲۱).

این مطالعات نیز تاکنون ادامه داشته و دست‌خوش تغییرات زیادی شده است. به‌عنوان مثال براتی قهفرخی و همکاران (۲)؛ سنجرى و برومند (۵)؛ قربانی و همکاران (۸)؛ محمداسماعیل (۱۰)؛ چیتاد و کاتیار (۱۳)؛ نادری خوراسگانی و کریمی (۱۱)؛ مارتا و همکاران (۲۶)؛ پولامی و بیندا (۲۹)؛ سانداراکومار و همکاران (۳۳)؛ و یان‌لی و همکاران (۳۷) در تحقیقاتی مشابه به بررسی تغییرات زمانی کاربری اراضی با استفاده از سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی پرداختند.

بنابراین با توجه به اهمیت بررسی تغییرات کاربری و پوشش اراضی، همچنین تعیین برنامه‌ریزی هماهنگ و یکپارچه بر استفاده پایدار از منابع اراضی، تحقیق حاضر در نظر دارد که با تعیین تغییرات در کاربری و پوشش اراضی منطقه جیرفت به کمک اطلاعات ماهواره‌ای روند تغییرات زمانی کاربری اراضی با استفاده از روش‌های مختلف را نسبت به عوامل محیطی بررسی نماید.



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

داده‌های مورد استفاده

داده‌های لندست سنجنده‌های TM و ETM<sup>+</sup> استفاده گردید (جدول ۱).

به منظور بررسی تغییرات کاربری اراضی، از دو سری

جدول ۱. مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده

ماهواره	سنجنده	قدرت تفکیک	تعداد باندها	سال تصویربرداری
Landsat	TM	۲۸/۵ متر	۷	۱۹۸۷-۲۰۰۰
Landsat	ETM <sup>+</sup>	۲۸/۵ متر	۸	۲۰۱۰

تصحیح هندسی

ابتدا زمین مرجع نمودن تصاویر با استفاده از روش تصویر به تصویر انجام شد. برای تبدیل مختصات تصویر تصحیح شده به تصویر تصحیح نشده از تابع درجه اول استفاده گردید و برای نمونه گیری مجدد ارزش پیکسل‌های تصویر تصحیح نشده از روش نزدیک ترین همسایه (Nearest neighborhood) استفاده شد. هر چند بیشتر تصاویر ماهواره لندست زمین مرجع بودند اما برای دقت بیشتر در این امر تصاویر مجدداً زمین مرجع شدند. به منظور این تصحیح تعدادی نقاط کنترلی برداشته و در محیط نرم افزار ILWIS<sup>®</sup> 5.7 اقدام به تصحیح هندسی تصاویر گردید (۳۶). تعداد نقاط کنترلی برای تصاویر TM و ETM<sup>+</sup>، ۱۴ نقطه بود و خطای (RMSE) به دست آمده برای هر کدام به ترتیب ۰/۵۳ و ۰/۴۹ پیکسل محاسبه گردید که در رنج مطلوبی می باشد (۱۲).

انتخاب باندها جهت طبقه بندی و ساختن تصاویر رنگی کاذب

سنجنده‌های TM و ETM<sup>+</sup> به ترتیب به دلیل داشتن ۷ و ۸ باند مختلف، تصاویر رنگی کاذب زیادی را ارائه می دهند و این تصاویر قابلیت زیادی در شناخت عوارض و پدیده‌های مختلف زمینی دارند. بهترین ترکیبات باندها در این سنجنده از روش فاکتور نمایی بهینه (Optimum index factor; OIF) تهیه می شود (۲۴). این شاخص بر اساس همبستگی و واریانس بین باندها به انتخاب بهترین ترکیب سه تایی باندها می پردازد. در واقع ترکیب‌های باندها که OIF بالاتری دارند نشان دهنده این است که دارای اطلاعات (انحراف معیار) و تکرار کم (همبستگی کم بین باندها) می باشند. در این تحقیق، از

در این تحقیق به منظور آنکه کمترین فاصله زمانی بین زمان برداشت تصاویر (اواسط تابستان) و اطلاعات خاک مدنظر قرار گیرد، از اطلاعات ماهواره ETM<sup>+</sup> استفاده شد. گزارش مطالعات خاک و منابع اراضی منطقه جیرفت برای سال‌های گذشته نیز از مرکز تحقیقات کشاورزی تهیه گردید. از طرف دیگر در نقاطی که تغییرات محسوس تری را از خود نشان داد یا اطلاعات آن ناقص بود، نمونه از پروفیل برداشت و موقعیت جغرافیایی نقاط نمونه برداری با استفاده از GPS تعیین گردید. از نقشه‌های زمین شناسی و توپوگرافی منطقه با مقیاس‌های ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح و عکس‌های هوایی با مقیاس ۱:۴۰۰۰ برای شناسایی مقدماتی منطقه استفاده گردید.

پردازش تصاویر

تصحیح رادیومتریک

به طور معمول یکی از دو نوع تصحیح رادیومتریک در پردازش اولیه تصاویر ماهواره‌ای بکار می رود که شامل تصحیح رادیومتریک مطلق و نسبی است. این دو روش به طور معمول جهت کاهش اثرات پخش اتمسفری بر روی تصویر است. روش اول نیازمند ورود داده‌های مربوط به خصوصیات اتمسفریک و کالیبراسیون سنجنده است که اغلب موارد به دلیل قدیمی بودن تصاویر کار مشکلی می باشد. اما در روش دوم که به طور گسترده در این نوع از مطالعات استفاده می گردد، روش نسبی کاهش تیرگی پدیده (Dark object subtraction) است (۱۴ و ۱۵). در این مطالعه از روش دوم در محیط نرم افزار ENVI<sup>®</sup> 8.1 استفاده گردید.

برآورد مناطق تغییر یافته از مناطق بدون تغییر است. این فرآیند به دو روش آزمون و خطا و روش آماری می‌باشد. در این مطالعه از روش آماری با معادله Z استفاده گردید که به نوعی استاندارد کردن کلیه مقادیر از یک انحراف از معیار می‌باشد (رابطه ۱).

$$Z = \frac{X_i - \bar{X}}{S} \quad [1]$$

که در این رابطه؛  $X_i$  مقدار عددی هر پیکسل،  $\bar{X}$  میانگین پیکسل‌ها، S انحراف از معیار پیکسل‌ها و Z مقدار استاندارد شده متغیر می‌باشد.

### ارزیابی صحت طبقه‌بندی

برای محاسبه صحت طبقه‌بندی باید محل‌های مناسب برای آزمون و متفاوت از محل نمونه‌های آموزشی یا کاربری مشخص شده بکار گرفته شود و سپس تصاویر طبقه‌بندی شده با داده‌های واقعیت زمینی در یک ماتریس خطا (Error matrix) مورد مقایسه قرار گیرند. با استفاده از این ماتریس، صحت تصاویر ماهواره‌ای طبقه‌بندی شده مشخص گردید. برای بررسی صحت طبقه‌بندی، روش‌های متفاوتی وجود دارد که می‌توان به روش دقت کلی (Total accuracy)، دقت تولیدکننده (Producer's accuracy)، دقت کاربر (User's accuracy) و ضریب کاپا (Kappa coefficient) اشاره نمود. از نظر تئوری احتمالات، دقت کلی به نقش شانس توجه دارد. اما در ضریب کاپا به دلیل مدنظر قرار دادن پیکسل‌های نادرست طبقه‌بندی شده، روش مناسب‌تری به‌شمار می‌رود. در این تحقیق از رابطه ۲، دقت کلی، تفسیر کاربر و ضریب کاپا تعیین گردید.

$$Kappa = \frac{P_o - P_c}{1 - P_c} \times 100 \quad [2]$$

در این رابطه؛  $P_o$  درستی مشاهده شده،  $P_c$  توافق مورد انتظار می‌باشد. لازم به ذکر است جهت بررسی دقت نقشه‌های مربوط به هر سال پس از محاسبه دو شاخص یادشده خطای مربوط به این طبقه‌بندی نیز به دو صورت خطای گماشته شده (Commision error) و خطای حذف شده (Ommision error) محاسبه گردید. خطای گماشته (کمیسون) نشان‌دهنده مساحت اراضی یک کلاس است که واقعاً به آن تعلق ندارند و خطای

نمونه‌های آموزشی با بهترین ترکیب OIF استفاده شد، اما جهت طبقه‌بندی با دقت بیشتر و مقایسه بین روش‌های طبقه‌بندی، از کلیه باندهای موجود استفاده گردید.

### طبقه‌بندی

در طبقه‌بندی اطلاعات از ارزش‌های طیفی پیکسل‌های تصویر با نمونه‌های تعلیمی استفاده گردید این روش امکان اینکه پیکسل‌ها در طبقات قابل تفکیک قرار داده شوند، را مورد بررسی قرار می‌دهد. از آنجایی که طبقه‌بندی رقومی بر پایه اختلاف‌های طیفی پدیده‌های گوناگون بر روی باندهای مختلف طیفی استوار است، اما این به آن معنا نیست که هر پدیده‌ای بر روی هر باند خاصی قابل تفکیک است. برای این منظور، روش طبقه‌بندی نظارت‌شده (Supervised) مناسب می‌باشد.

در این تحقیق، از الگوریتم شبکه‌های عصبی (Neural Net)، متوازی‌السطوح (Parallelepiped)، ماشین‌های بردار پشتیبان (Support Vector Machine)، حداقل فاصله از میانگین (Minimum likelihood) و بیشترین شباهت (Maximum likelihood) استفاده گردید (۲۱). در نهایت مقایسه طبقه‌بندی کاربری اراضی بین روش‌های مورد استفاده و بهترین روش بر اساس معیارهای بصری و آماری مشخص گردید.

برای این منظور، نخست مختصات نقاط نمونه‌برداری شده بر روی تصاویر برای همه کلاس‌های کاربری منتقل شد و با استفاده از این نقاط و یادداشت تصویربرداری‌هایی که در صحرا از کاربری‌های اطراف این نقاط انجام شده بود و همچنین نقشه‌های تهیه شده از طبقه‌بندی نظارت‌نشده که بیانگر خصوصیات طیفی سطح زمین با کاربری‌های معلوم است؛ روی تصویر، پلی‌گون‌های نمونه‌برداری به‌عنوان نمونه‌های آموزشی (Training sites) (کلاس‌های معین شده کاربری در این تحقیق) ایجاد گردید (۱۲).

### تعیین آستانه تشخیص

بسیاری از الگوریتم‌های مورد استفاده در طبقه‌بندی، تمایز، تفاضل و نسبت‌گیری نیازمند انتخاب آستانه برای تشخیص و

شد. جدول ۲ مقادیر OIF را برای ترکیبات ۶ باند و ۷ باند  $ETM^+$  را نشان می‌دهد. براتی قهفرخی و همکاران (۲) در بررسی تغییرات کاربری اراضی حوزه قلعه شاهرخ، باندهای ۳، ۴، ۵ و ۷ ماهواره‌های TM و  $ETM^+$  را به‌عنوان بهترین ترکیبات بانندی معرفی کردند. همچنین زاهدی‌فر و همکاران (۴) نشان دادند که از میان باندهای TM چهار باند ۳، ۴، ۵ و ۷ توانایی بیشتری در تفکیک بازتاب آموزشی، برای تهیه نقشه کاربری حوزه آبخیز رودخانه بازفت دارند.

حذف (امیسیون) نشان‌دهنده میزان مساحت اراضی یک کلاس است که جزء کلاس‌های دیگر طبقه‌بندی شده‌اند.

## نتایج و بحث

### تعیین بهترین ترکیب بانندی

بهترین ترکیب بانندی برای تصاویر TM و  $ETM^+$  در این تحقیق، باندهای ۲، ۴ و ۵ به دست آمد و از چند ترکیب مختلف برای جداسازی بهتر تشخیص کاربری اراضی استفاده

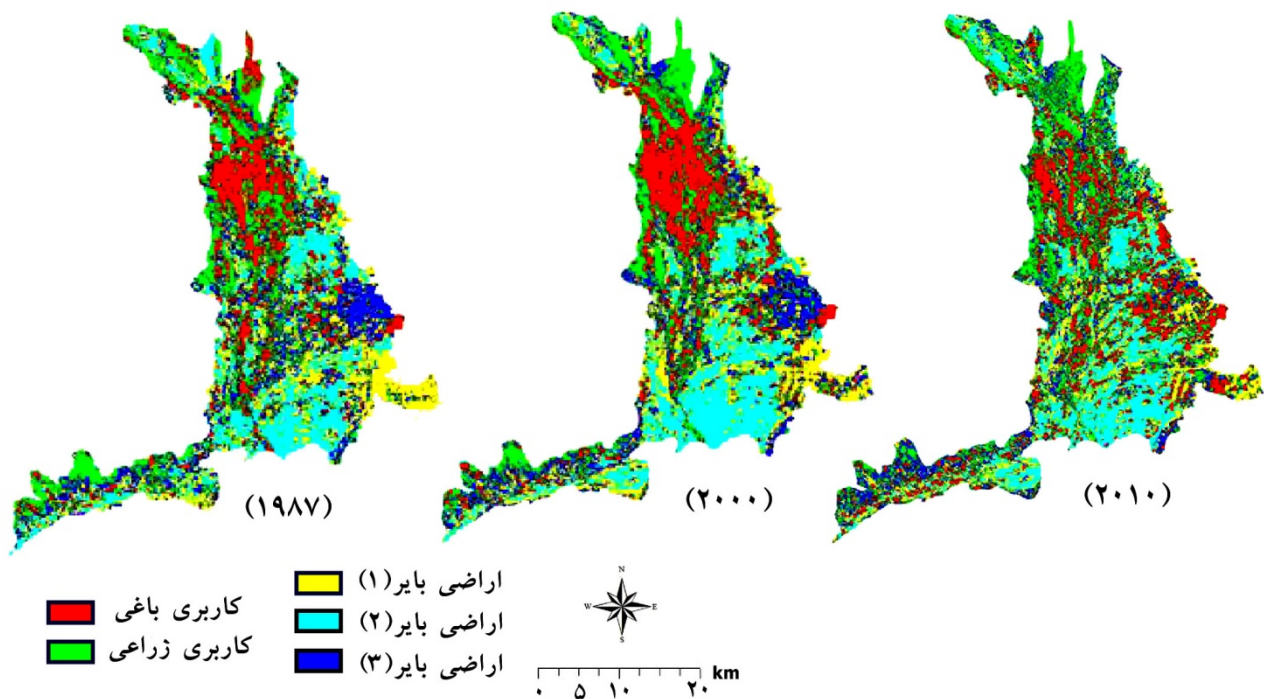
جدول ۲. مقادیر OIF برخی از ترکیبات بانندی معمول با استفاده از ۶ و ۷ باند به ترتیب برای سنجنده TM و  $ETM^+$

OIF	$\sum_{i=3}^3 SD_i$	$\sum_{j=3}^3  CC_j $	ترکیب بانندی	OIF	$\sum_{i=3}^3 SD_i$	$\sum_{j=3}^3  CC_j $	ترکیب بانندی
۴۹/۴۲	۷۱/۳۵	۲/۰۴	۵-۴-۲	۴۸/۴۷	۶۷/۶۵	۲/۸۱	۵-۴-۲
۴۷/۲۹	۶۸/۷۶	۲/۵۶	۷-۴-۳	۴۵/۰۱	۶۸/۳۵	۲/۶۴	۵-۳-۲
۴۷/۴۳	۶۹/۳۸	۲/۱۳	۵-۴-۳	۴۴/۴۳	۶۷/۹۸	۲/۶۱	۴-۵-۷
۳۹/۴۳	۷۱/۰۵	۱/۹۱	۷-۵-۴	۴۳/۲۸	۷۴/۵۵	۲/۸۴	۲-۳-۴
۳۸/۳۶	۶۰/۵۴	۲/۵۰	۷-۵-۳	۴۲/۲۶	۶۰/۵۴	۲/۶۰	۳-۵-۷
۳۶/۳۲	۶۱/۱۱	۲/۳۱	۷-۴-۱	۴۲/۱۱	۷۰/۲۱	۲/۷۵	۱-۵-۷

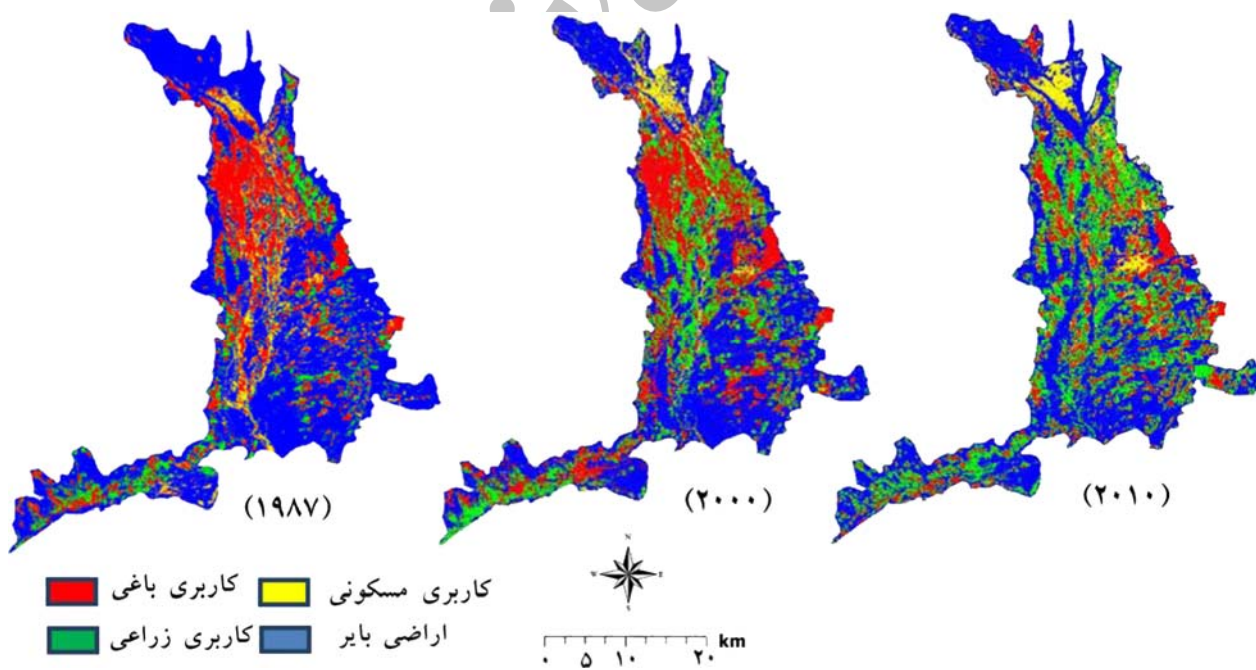
است (۷). پس از تهیه نقشه کاربری اراضی به روش طبقه‌بندی نظارت‌نشده، نقشه‌های مذکور با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده نیز تهیه گردید. از این رو در ابتدا تمامی لایه‌های اطلاعاتی شامل: کاربری باغی، کاربری زراعی، اراضی شهری، مرتع و اراضی بایر مشخص و تفکیک شدند. سپس نقشه‌های کاربری اراضی منطقه در سال‌های ۱۹۸۷، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ به‌دست آمد. شکل ۳ نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه طی این سال‌ها می‌باشد. در شکل ۳ روش شبکه‌های عصبی برای کلیه سال‌ها مبنای خروجی نقشه طبقه‌بندی اراضی است. همچنین مساحت انواع کاربری اراضی در جدول ۳ آورده شده است.

### نقشه کاربری اراضی

قبل از جداسازی مناطق آموزشی در طبقه‌بندی نظارت‌شده، نقشه کاربری اراضی تصاویر به روش طبقه‌بندی نظارت‌نشده تهیه گردید. تعداد کلاس‌ها بر اساس تفسیر بصری و تنوع در منطقه متغیر بود و در نهایت بهترین کلاس انتخاب گردید. شکل ۲ نتایج طبقه‌بندی نظارت‌نشده را نشان می‌دهد. همان‌طور که در این شکل ملاحظه می‌شود تعداد پنج کلاس، به‌طور مطلوبی انواع کاربری اراضی را تفکیک می‌نماید، اما به‌منظور بررسی مطلوب‌تر تغییرات پوشش گیاهی، سه کلاسی که مناطق بایر را نشان می‌دادند به یک کلاس ادغام شدند. از طرف دیگر باید توجه داشت که روش ISO Data که در این قسمت استفاده شده بود خود تعیین‌کننده بهترین تعداد کلاس



شکل ۲. نقشه کاربری اراضی به روش طبقه‌بندی نظارت‌نشده (ISO Data)



شکل ۳. نقشه کاربری اراضی به روش طبقه‌بندی نظارت‌شده

جدول ۳. مساحت انواع کاربری اراضی در دوره زمانی مورد مطالعه

نوع کاربری	۱۹۸۷		۲۰۰۰		۲۰۱۰	
	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد
مسکونی	۲۸۳۳/۹۲	۲/۷	۵۲۱۵/۳۲	۵/۰	۶۵۵۲/۵۴	۶/۳
زراعی	۹۲۱۰/۹۶	۸/۹	۲۱۴۵۳/۴۸	۲۰/۸	۲۹۰۲۰/۹۵	۲۸/۱
باغی	۲۶۴۵۱/۸۱	۲۵/۶	۲۵۸۳۷/۵۶	۲۵/۰	۱۸۰۱۶/۶۵	۱۷/۴
بایر	۶۴۷۷۹/۰۳	۶۲/۷	۵۰۷۶۹/۷۲	۴۹/۲	۴۹۶۸۵/۷۶	۴۸/۱

#### ارزیابی صحت نقشه‌های کاربری اراضی

در مطالعات انجام‌شده علوی‌پناه و مسعودی (۶)، متقی (۹) و گوماراسکا (۱۷)، از روش حداکثر احتمال به دلیل دقت مطلوب در تهیه نقشه کاربری اراضی، استفاده نمودند. در این تحقیق از روش‌ها حداکثر احتمال، حداقل فاصله، بردار پشتیبان، موازی، شبکه‌های عصبی و Mahalonobis جهت تهیه نقشه کاربری اراضی استفاده گردید و در نهایت از لحاظ بررسی صحت طبقه‌بندی تمامی روش‌ها از شاخص کاپا استفاده گردید. دقت قابل قبول طبقه‌بندی کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ۸۵ درصد می‌باشد (۱۸). جدول ۴ مقایسه صحت کلی روش‌های طبقه‌بندی و شاخص کاپا را

نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در سال ۱۹۸۷ روش شبکه عصبی از صحت قابل قبول و بالاتری نسبت به سایر روش‌های دیگر برخوردار است. این نتیجه برای سال ۲۰۰۰ نیز منطقی به نظر می‌رسد. همان‌طور که در جدول ۴ ملاحظه می‌گردد روش ماکزیمم احتمال از صحت کلی و ضریب کاپای بالاتری برخوردار می‌باشد، اما خروجی مدل شبکه عصبی از لحاظ تفسیر چشمی جداسازی بهتری را از خود نشان می‌دهد. نتایج مربوط به سال ۲۰۱۰ نیز نشان داد که خروجی نقشه کاربری اراضی در روش شبکه عصبی از جنبه‌های صحت کلی، ضریب کاپا و تفسیر بصری از دقت بالاتری نسبت به سایر روش‌ها برخوردار است (شکل ۳).

جدول ۴. ارزیابی دقت طبقه‌بندی برای نقشه‌های کاربری استخراج‌شده از تصاویر TM<sup>+</sup> و ETM<sup>+</sup>

روش طبقه‌بندی	۱۹۸۷		۲۰۰۰		۲۰۱۰	
	دقت (درصد)	ضریب کاپا	دقت (درصد)	ضریب کاپا	دقت (درصد)	ضریب کاپا
حداکثر احتمال	۸۲/۴۶	۰/۵۵	۹۰/۴۴	۰/۸۷	۹۶/۴۲	۰/۹۲
حداقل فاصله	۲۹/۸۹	۰/۰۸	۷۳/۵۶	۰/۶۵	۶۱/۷۷	۰/۴۲
بردار پشتیبان	۸۴/۶۹	۰/۴۹	۸۴/۸۲	۰/۷۹	۸۴/۶۹	۰/۹۱
موازی	۶۰/۴۷	۰/۲۵	۵۸/۶۳	۰/۴۲	۸۰/۷۷	۰/۵۶
شبکه‌های عصبی	۸۵/۹۶	۰/۵۳	۸۶/۵۶	۰/۸۱	۹۷/۷۰	۰/۹۵
Mahalonobis	۶۱/۹۷	۰/۲۵	۸۰/۷۹	۰/۷۳	۹۱/۲۹	۰/۸۲

جدول ۵، ۶ و ۷ نتایج خطای گماشته و حذف شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود برای سال ۱۹۸۷ بیشترین و کمترین خطای گماشته به ترتیب برای کاربری‌های مسکونی و بایر می‌باشد. این در حالی است که بیشترین و کمترین خطای

حذف شده به ترتیب مربوط به کاربری‌های زراعی و بایر می‌باشد. همچنین برای سال ۲۰۰۰ بیشترین و کمترین خطای گماشته به ترتیب برای کاربری‌های زراعی و مسکونی می‌باشد. این در حالی است که بیشترین و کمترین خطای حذف‌شده



اراضی زراعی با روش طبقه‌بندی نظارت‌شده در حوزه باراندوزچای آذربایجان غربی نتایج قابل‌قبولی نگرفت و باروش تفسیر چشمی این دو کاربری را طبقه‌بندی نمود. از طرف دیگر لونا و روبلس (۳۱) در مطالعه خود برای تهیه نقشه کاربری اراضی بیان کردند که امکان تفکیک مناطق مسکونی از مناطق کشاورزی و پوشش‌های طبیعی با استفاده از روش‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده و نظارت‌نشده تصویر وجود ندارد. این موضوع سبب شد که در مناطق مسکونی روستایی جداسازی آن‌ها از کاربری زراعی و باغی مشکل گردد.

مربوط به کاربری‌های مسکونی و باغی می‌باشد. برای سال ۲۰۱۰ بیشترین و کمترین خطای گماشته به‌ترتیب برای کاربری‌های باغی و زراعی می‌باشد. این در حالی است که بیشترین و کمترین خطای حذف‌شده مربوط به کاربری‌های مسکونی و بایر می‌باشد. نتایج این قسمت نشان داد که خطاهای موجود در این بخش به‌طور عمده مربوط به تفکیک کاربری‌های زراعی و بایر از یکدیگر می‌باشد. همچنین در مواردی وجود باغ‌های پراکنده در کاربری‌های مسکونی از دقت جداسازی در این دو محل کاسته است. خلیقی سیگارودی (۳) نیز در تفکیک مراتع (زمین‌های غیرزراعی) از

جدول ۵. ماتریس خطای نقشه کاربری اراضی سال ۱۹۸۷

کاربری اراضی	مسکونی	زراعی	باغی	بایر	جمع	خطای کمسیون (درصد)
مسکونی	۶۶/۶۷	۹/۱۵	۳/۳۶	۰/۸۹	۰/۹۵	۴۸/۲۷
زراعی	۰/۰۵	۵۲/۸۱	۰/۵۵	۰/۳۱	۳/۱۱	۲۵/۷۷
باغی	۹/۱۱	۱۰/۴۶	۹۵/۳۴	۰/۱۳	۶/۸۵	۲/۶۲
بایر	۲۴/۱۷	۲۷/۵۷	۰/۷۵	۹۸/۶۷	۸۹/۱۰	۱/۶۶
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	-
خطای امیسیون (درصد)	۳۳/۳۳	۴۷/۱۹	۴/۶۵	۱/۳۳	-	-

جمع پیکسل‌ها: ۱۴۸۴۱ دقت کلی: ۸۵/۹۶ درصد کاپای کلی: ۰/۵۳ درصد

جدول ۶. ماتریس خطای نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۰۰

کاربری اراضی	مسکونی	زراعی	باغی	بایر	جمع	خطای کمسیون (درصد)
مسکونی	۶۸/۸۰	۰	۰	۰/۶۹	۲۱/۵۸	۰/۹۰
زراعی	۸/۲۷	۷۳/۱۶	۰	۰	۱۲/۲۲	۲۱/۰۳
باغی	۱۰/۹۲	۲۶/۸۴	۰	۰	۳۴/۵۳	۲۰/۰۸
بایر	۱۲/۰۱	۰	۱۰۰	۹۹/۳۱	۳۱/۶۷	۱۱/۷۹
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	-
خطای امیسیون (درصد)	۳۱/۲۰	۲۶/۸۴	۰	۰/۶۹	-	-

جمع پیکسل‌ها: ۲۰۶۲ دقت کلی: ۸۶/۵۶ درصد کاپای کلی: ۰/۸۱ درصد

جدول ۷. ماتریس خطای نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۱۰

خطای امیسیون (درصد)	جمع	بایر	باغی	زراعی	مسکونی	کاربری اراضی
۱/۵۴	۱۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۲۹	۰/۶۳	۹۰/۳۴	مسکونی
۱/۵۲	۱۱/۷۶	۰/۰۶	۲/۲۴	۹۲/۲۴	۰/۰۳	زراعی
۱۰/۳۹	۶/۳۶	۰/۰۱	۹۷/۴۷	۵/۲۱	۰	باغی
۱/۸۰	۷۱/۸۳	۹۹/۸۴	۰	۱/۹۲	۹/۶۳	بایر
-	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	جمع
-	-	۰/۱۶	۲/۵۳	۷/۷۶	۹/۶۶	خطای امیسیون (درصد)

جمع پیکسل‌ها: ۲۹۰۳۴ دقت کلی: ۹۷/۷۰ درصد کاپای کلی: ۰/۹۵ درصد

### تغییرات کاربری اراضی طی سال‌های ۱۹۷۸ تا ۲۰۱۰

در دهه اول مطالعه سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۰ بیشترین وسعت تغییر کاربری اراضی مربوط به کاربری بایر با ۴۷/۹ درصد کاهش می‌باشد و کمترین وسعت تغییر کاربری اراضی مربوط به کشاورزی باغی است که مقدار آن در حدود ۲/۱ می‌باشد (جدول ۸). هر چند در این تحقیق به نظر می‌رسد که در این دهه وضعیت مناسب نزولات جوی و ذخیره کافی آب‌های زیرزمینی به همراه پروژه‌های آبرسانی کانالی سبب شده است که گرایش مردم به زیر کشت بردن اراضی بایر زیاد گردد. همچنین کاهش ۲ درصدی از اراضی باغی و افزایش ۴۲ درصدی سطح کاربری زراعی نشان‌دهنده تغییر روند رفتار کشت‌ورزی منطقه به حالت زراعی است. از طرف دیگر افزایش کاربری مسکونی نیز در این دهه نشان از افزایش جمعیت در منطقه می‌باشد. همچنین توجه به جدول نشان می‌دهد که در دهه ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ بیشترین سطح تغییرات کاربری اراضی مربوط به دو کاربری باغی (کاهش سطح) و کاربری زراعی (افزایش سطح) می‌باشد. در این دوره نیز با کاهش نزولات جوی منطقه و سطح آب زیرزمینی و همچنین افزایش صرفه‌جویی در بخش آب کشاورزی منطقه (۱) سبب گردیده که مردم این منطقه گرایش زیادی به تغییر کاربری باغی به کاربری زراعی داشته باشند.

اما بررسی کلی این دوره ۲۳ ساله (۱۹۹۷-۲۰۰۰) نشان می‌دهد که در مجموع از وسعت زمین‌های بایر یا به عبارتی کشت‌نشده کاسته شده و به کاربری زراعی یا مسکونی تبدیل شده است. در این میان با توجه به مساحت‌های به‌دست آمده

برای هر کاربری (جدول ۳) در این دوره، مشاهده می‌شود که کاربری باغی این منطقه مستعد و حاصلخیز کاهش یافته است. به‌نظر می‌رسد که در این دوره نقش هیدرولوژی منطقه فاکتور تأثیرگذار بر این تغییرات می‌باشد. احداث سد هلیل‌رود (کاهش آب در دسترس و سطح سفره‌های زیرزمینی)، اصلاحات ارضی (کوچک‌شدن اراضی، عدم تأمین نهاده‌ها توسط کشاورز)، برنامه‌ریزی‌های اقتصادی دولت در بخش‌های اجتماعی (ایجاد مشاغل زودبازده با ریسک کمتر) و توجه کمتر به بخش کشاورزی از جمله موارد تأثیرگذار بر تغییرات کاربری اراضی در این منطقه می‌باشد. از تفسیر تصاویر ماهواره‌ای به روش طبقه‌بندی نظارت‌شده در تفکیک اراضی زراعی و باغی نتایج مناسبی حاصل گردید و این دو کاربری اراضی در تصاویر به راحتی تفکیک شدند. اما در تفکیک کاربری زراعی از مناطق بایر در کنترل صحرایی مشخص شد که مناطق زراعی در تصویر ماهواره‌ای به‌طور کامل تفکیک نشده‌اند و بسیاری از نقاطی که در بازدید صحرایی به صورت زراعی است، به‌صورت کاربری بایر جداسازی شده است. به نظر می‌رسد علت این موضوع عدم یک‌دست بودن پوشش زراعی، سن و تشابه میزان پوشش گیاهی اراضی بایر با حالت کاربری زراعی است. لذا برای تفکیک کاربری‌های زراعی و کشت‌نشده، غیر از آنالیزهای بارزسازی، تفسیر بصری نیز می‌تواند به‌عنوان ابزار مفید در این زمینه به‌شمار آید. از طرف دیگر می‌توان از بازتاب مناسب پوشش گیاهی ضعیف در بخش باند ۳ در این مناطق جهت تفکیک این دو کاربری از یکدیگر استفاده کرد. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که

روش‌های آبیاری نوین، تغییرات الگوی کشت و کاربری اراضی از طریق توجه به نتایج ارزیابی‌های کمی تناسب اراضی توجه شود.

بیشترین سهم عامل تغییرات کاربری اراضی در منطقه به‌طور عمده به‌دلیل تغییر در میزان نزولات جوی، پایین آمدن سطح آب زیرزمینی بوده و این موضوع در نهایت باعث تغییر رفتار کشاورزی شده است. به‌همین دلیل پیشنهاد می‌گردد به

جدول ۸. تغییرات درصد مساحت هر یک از کاربری‌های اراضی در دوره‌های مورد مطالعه

دوره	کاربری اراضی	تغییر مساحت (درصد)
تغییرات دوره دوم نسبت به دوره اول (۱۹۸۷-۲۰۰۰)	مسکونی	+۸/۱۴
	زراعی	+۴۱/۸۶
	باغی	-۲/۱۰
	بایر	-۴۷/۹۰
تغییرات دوره سوم نسبت به دوره دوم (۲۰۰۰-۲۰۱۰)	مسکونی	+۷/۵۱
	زراعی	+۴۲/۴۹
	باغی	-۴۳/۹۱
	بایر	-۶/۰۹
تغییرات دوره سوم نسبت به دوره اول (۱۹۸۷-۲۰۱۰)	مسکونی	+۷/۹۰
	زراعی	+۴۲/۱۰
	باغی	-۱۷/۹۳
	بایر	-۳۲/۰۷

#### منابع مورد استفاده

۱. باقری، ر. و ص. محمدی. ۱۳۹۱. بررسی تغییرات مکانی خشکسالی با استفاده از زمین‌آمار در استان کرمان در یک دوره آماری سی ساله (۱۳۷۹-۱۳۴۹). فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۹(۲): ۲۸۳-۲۹۶.
۲. براتی قهفرخی، س.، س. سلطانی کوپایی، س. ج. خواجه‌الدین و ب. رایگانی. ۱۳۸۸. بررسی تغییرات کاربری اراضی در زیر حوزه قلعه شاهرخ با استفاده از تکنیک سنجنش از دور (دوره زمانی ۱۳۸۱-۱۳۵۴). مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۳(۱): ۳۶۵-۳۴۹.
۳. خلیقی سیگارودی، ش. ۱۳۸۲. بررسی میزان تاثیر تغییر کاربری اراضی بر مشخصات هیدرولوژیک آب‌های سطحی (مطالعه موردی در حوزه باراندوزچای استان آذربایجان غربی). رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران. ۲۵۰ صفحه.
۴. زاهدی‌فرد، ن.، س. ج. خواجه‌الدین و ا. جلالیان. ۱۳۸۳. کاربرد داده‌های رقومی سنجنده TM در تهیه نقشه کاربری اراضی حوضه آبخیز رودخانه بازفت. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۸(۲): ۹۱-۱۰۶.
۵. سنجر، ص. و ن. برومند. ۱۳۹۲. پایش تغییرات کاربری/پوشش اراضی در سه دهه گذشته با استفاده از تکنیک سنجنش از دور (مطالعه موردی: منطقه زرنده استان کرمان). مجله کاربرد سنجنش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، ۴(۱): ۵۷-۶۷.
۶. علوی‌پناه، س. ک. و م. مسعودی. ۱۳۸۰. تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از داده‌های رقومی ماهواره لندست TM و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه

- Remote Sensing of Environment, 82(1): 123–134.
16. García M, Oyonarte C, Villagarcía L, Contreras S, Domingo F and Puigdefábregas J. 2008. Monitoring land degradation risk using ASTER data: The non-evaporative fraction as an indicator of ecosystem function . Remote Sensing of Environment, 112(9): 3720-3736.
  17. Gomasca, M.A. 1993. One century of land use changes in the metropolitan area of Milan (Italy). International Journal of Remote Sensing, 14(2): 211-223.
  18. Howard JA. 1991. Remote Sensing of Forest Resource: Theory and Application. Chapman & Hall, London.
  19. Kachwaha TS. 1985. Temporal monitoring of forest land for change detectives and forest cover mapping through satellite Remote Sensing techniques. Proceedings of the 6th Asian Conference on Remote Sensing. Hyderabad, India, 32: 276-281.
  20. Karia JP, Porwal MC, Roy PS and Sandhya G. 2001. Forest change detection in Kalarani round, Vadodara, Gujarat – A Remote Sensing and GIS approach. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 29(3): 129-135.
  21. Kumar RM. 2011. Land use\ land cover change detection using Remote Sensing data and GIS tools: A case study of Delhi state. Submitted for partial fulfillment of the degree of Master of Science in geo-informatics. 35 pp.
  22. Longley P, Donnay J and Barnsley M. 2001. Remote Sensing and Urban Analysis. London: Taylor and Francis.
  23. Lu D, Mausel P, Brondizio E and Moran E. 2004. Change detection techniques. International Journal of Remote Sensing, 25(12): 2365-2401.
  24. Lunetta RS and Elvidge DC. (1999). Remote Sensing change detection: Environmental Monitoring Methods and Applications, Taylor & Fromcis Ltd. 318 pp.
  25. Lunetta RS, Knight JF, Ediriwickrema J, Lyon JG and Dorsey Worthy LD. 2006. Land-cover change detection using multi-temporal MODIS NDVI data. Remote Sensing of Environment. 105(2): 142-154.
  26. Martha TR, Guha A, Kumar KV, Kamaraju MVV and Raju EVR. 2010. Recent coal-fire and land-use status of Jharia Coalfield, India from satellite data. International Journal of Remote Sensing, 31(12): 3243-3262.
  - موردی: منطقه موک استان فارس). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۸(۱): ۶۵-۷۶.
  ۷. علوی پناه، س. ک. ۱۳۸۲. کاربرد سنجش از دور در علوم زمین (علوم خاک)، انتشارات دانشگاه تهران، شماره نشر ۲۶۴۰. ۳۸۰ صفحه.
  ۸. قربانی، س.، آ. زرعی، ب. کاظمی و ا. ر. یآوری. ۱۳۹۲. برآورد خسارت عملکرد حفاظت از منابع آبی در جنگل با استفاده از سنجش از دور (مطالعه موردی: جنگل های چالوس). مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، ۴(۱): ۲۷-۳۷.
  ۹. متقی، م. ۱۳۷۹. کاربرد تصاویر رقومی سنجنده TM در پوشش گیاهی مرتعی در جهان نما. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۵۰ صفحه.
  ۱۰. محمد اسماعیل، ز. ۱۳۸۹. پایش تغییرات کاربری اراضی کرج با استفاده از تکنیک سنجش از دور. مجله پژوهش های خاک، ۲۴(۱): ۸۱-۸۹.
  ۱۱. نادری خوراسگانی، م. و ا. کریمی. ۱۳۸۷. بررسی تغییرات شوری و کاربری اراضی رودشت در دشت اصفهان با استفاده از اطلاعات ماهواره های لندست TM و MSS. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۲(۲): ۴۸-۶۰.
  12. Akingbogun AA, Kosoko OSOA and Aborisade DK. 2012 Remote Sensing and GIS application for forest reserve degradation prediction and monitoring. Fig Young Surveyors Conference- Workshop 1.2, 6208. Rome, Italy, 4-5 May.
  13. Chitade AZ and Katyar SK. 2010. Impact analysis of open cast coal mines on land use/land cover using remote sensing and GIS technique: A case study. International Journal of Engineering Science and Technology, 2(12): 7171-7176.
  14. Coppin P, Jonckheere I, Nackaerts K, Muys B and Lambin E. 2004. Digital change detection methods in ecosystem monitoring: A review. International Journal of Remote Sensing, 25(9): 1565– 1596.
  15. Du Y, Teillet PM and Cihlar J. 2002. Radiometric normalization of multitemporal high-resolution satellite images with quality control for land cover change detection.

27. McCloy KR. 1995. Resource management information system: Process and Practice. London: Taylor and Francis.
28. Philpott D. 2011. A Guide to Federal Terms and Acronyms. Government Institutes, 196 pp.
29. Poulami P and Bindu B. 2012. A spatio-temporal land use change analysis of Waghodia Taluka using RS and GIS. *Geoscience Research*, 3(2): 96-99.
30. Prince SD, Becker-Reshef I and Rishmawi K. 2009. Detection and mapping of long-term land degradation using local net production scaling: Application to Zimbabwe. *Remote Sensing of Environment*, 113(5): 1046-1057.
31. Ruiz-Luna AR and Berlanga-Robles CA. 2003. Land use, land cover changes and coastal lagoon surface reduction associated with urban growth in northWest Mexico. *Landscape Ecology*, 18(2): 159-171.
32. Singh A. 1989. Digital change detection techniques using remotely sensed data. *International Journal of Remote Sensing*, 10(6): 989-1003.
33. Sundarakumar K, Harika M, Aspiya Begum SK, Yamini S and Balakrishna K. 2012. Land use and land cover change detection and urban sprawl analysis of Vijayawada city using multitemporal landsat data. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 4(1): 170-178.
34. Suresh Y, Balachandar D, Rutharvel Murthy K, Muruganandam R and Kumaraswamy K. 2011. Land use/land cover change detection through using Remote Sensing and GIS technology - a case study of ST.Thomas mount block, Kancheepuram district, Tamil Nadu. *International Journal of Current Research*, 3(11): 501-504.
35. Tripathi DK and Kumar M. 2012. Remote Sensing based analysis of land Use/land cover dynamics in Takula Block, Almora district (Uttarakhand). *Journal of Human Ecology*, 38(3): 207-212.
36. Verbesselt J, Hyndman R, Newnham G and Culvenor D. 2010. Detecting trend and seasonal changes in satellite image time series. *Remote Sensing of Environment*, 114(1): 106-115.
37. Yanli Y, Jabbar MT and Zhou JX. 2012. Study of environment change detection using Remote Sensing and GIS application: a case study of northern Shaanxi province, China. *Polish Journal of Environmental Studies*, 21(3): 783-790.

Archive



## Detecting temporal land use changes using remote sensing and GIS techniques (Case study: Jiroft, Kerman Province)

M. R. Mazaheri<sup>1\*</sup>, M. Esfandiari<sup>2</sup>, M. H. Masih Abadi, A. Kamali<sup>3</sup>

1. PhD. Student of Pedology, College of Agriculture and Natural Resources, Islamic Azad University, Science & Research Branch, Tehran

2. Assoc. Prof. College of Agriculture and Natural Resources, Islamic Azad University, Science & Research Branch, Tehran

3. Assis. Prof. College of Agriculture and Natural Resources, Islamic Azad University, Science & Research Branch, Tehran

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 28 November 2012

Accepted 29 May 2013

Available online 27 August 2013

#### Keywords:

Temporal land use changes

Remote sensing

LandSat images

Artificial neural network

Support vector machines

Jiroft

### ABSTRACT

Land use is among the most important aspects of natural resource management and reviewing environmental changes. The aim of the study, remote sensing combined with GIS techniques, LandSat TM and ETM+ satellite data (1987-2010), were used to detect Jiroft land use changes. Categorizing of land use classes, analysis methods and their changes, were carried out in ENVI<sup>®</sup>4.7 and ArcGIS<sup>®</sup>9.1 software. Analysis of the images is showing that over the 23 years studied, percent land use changes of four classes (Residential +7.90, Agricultural +42.10, Orchards -17.93 and Bare land -32.07). The results indicate that, the neural network and the support vector machine technique were the least accurate at all the techniques tested. While these techniques, in terms of visual interpretation, showed a better separation in the mentioned uses compared to other techniques. The results showed the level of residential land use has significantly increased. Evaluating the spatial patterns of different land use indicates that the highest changes have occurred in agricultural and orchard areas. The results also shown the importance of land use in areas with agricultural potential refers to reduce the change trend. Improper management of regional hydrology, provision of agricultural inputs and lack of economic stability are factors affecting land use changes in the study area.

\* Corresponding author e-mail address: mazaheri.mamood.r@gmail.com