



طبقه‌بندی کاربری اراضی و محاسبه تغییرات سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۰ با استفاده از داده‌های ماهواره لندست ۸ مطالعه موردی شهرستان کرمانشاه

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۰۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۰۲

مریم بیاتی خطیبی^{۱*}، یوسف امیریان^۲

۱-استاد گروه سنجش از دور و GIS، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز

۲-دانشجوی ارشد سنجش از دور و GIS، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز

چکیده

بررسی تغییرات کاربری اراضی، یکی از مهم‌ترین جنبه‌های مدیریت منابع طبیعی و بازنگری در تغییرات محیطی است. با افزایش نیاز به تأمین مواد غذایی، رشد مناطق شهری و ملزومات زندگی بشر، تغییراتی در سطح زمین ایجاد می‌شود که می‌تواند موجب تخریب اراضی و منابع موجود در آن گردد. این تغییرات، در اثر تقابل نیازهای همیشگی جوامع انسانی و محیطی با زمین ایجاد می‌شود. در تحقیق حاضر با استفاده از تکنیک سنجش از دور، تغییرات کاربری اراضی شهرستان کرمانشاه در بازه زمانی بین سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۰ با استفاده از تصاویر لندست ۸ مورد بررسی قرار گرفت. تصحیحات رادیومتری و اتمسفری به وسیله الگوریتم Flaash در نرم‌افزار ENVI 5.3 انجام شد و از روش‌های طبقه‌بندی ML و SVM برای تولید نقشه‌های کاربری اراضی در شش کلاس (شامل مناطق مسکونی، شهری و روستایی، جنگل و باغ، پهنه سنگی، کشاورزی و زراعت، پهنه آبی و زمین بایر) استفاده گردید. نتایج بدست آمده با استفاده از ماتریس خطا برای نقشه‌های کاربری اراضی تهیه شده برای سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۴۰۰، به ترتیب دارای دقت کلی ۹۰٪ و ۸۹٪ و ضریب کاپا برابر ۸۶٪ و ۸۵٪ می‌باشد که در محدوده قابل قبول است. در این بازه زمانی تغییرات مناطق شهری و مسکونی دارای ۱۱/۶ درصد رشد مثبت، جنگل و پوشش باغی ۱۹/۷ درصد رشد مثبت، پهنه آبی ۲۹۳ درصد رشد مثبت، و تغییرات زمین بایر ۴/۶ درصد رشد مثبت داشته‌اند اما مناطق کشاورزی و زمین‌های زارعی در این مدت هشت ساله ۵/۵ درصد و پهنه سنگی ۲/۵ درصد رشد منفی ثبت شده است. دلیل افزایش زمین بایر کاهش بارندگی و در نتیجه کاهش زمین کشاورزی و زراعت است و دلیل رشد مثبت جنگل و باغ و پهنه آبی، ساخت سد در مناطق شمالی شهرستان کرمانشاه و دریافت مقادیر آب ثابت در این بازه زمانی است.

کلمات کلیدی: تصحیح رادیومتری، تصحیح اتمسفری، الگوریتم Flaash، طبقه‌بندی نظارت شده، SVMC، MLC.

کاربری و پوشش اراضی از جمله فرایندهایی طبیعی و انسانی است که تغییرات در آن خیلی سریع اتفاق می‌افتد. تهیه نقشه این تغییرات، بخش عمده‌ای از اطلاعات مورد نیاز متخصصان و برنامه‌ریزان توسعه شهری و روستایی را فراهم می‌سازد. تهیه چنین اطلاعاتی در سطح وسیع و بادقت بالا از طریق انجام عملیات زمینی امری پرهزینه، وقت گیر و در مواردی غیرممکن است. امروزه فن‌آوری سنجش از راه دور به عنوان یک راهکار ارزشمند در جهت پایش، تشخیص، شناسایی و شناسایی منابع طبیعی و به ویژه در روند تهیه نقشه‌های کاربری اراضی، در مناطق مختلف جهان به صورت علمی مورد استناد قرار می‌گیرد. مدیریت کاربری اراضی و تغییرات پوشش زمین، به عنوان ابزار اصلی و مهم برای کنترل تغییرات در مقیاس فضایی و زمانی مختلف، می‌باشد. تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی فرایندی در حال گسترش می‌باشد که به وسیله اقدامات انسانی، هدایت می‌شود و در بسیاری از موارد، تغییراتی که انسان‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد، هدایت می‌کند (۲). این تغییرات به طور عمده منجر به جنگل زدایی، از دست رفتن تنوع گونه‌های زیستی، رشد فضای شهری و مسدودسازی آبراه‌ها و افزایش تعداد سیلاب‌های فاجعه بار می‌گردد. مشکلات زیست محیطی اغلب با تغییرات کاربری اراضی مرتبط است و تأثیرات تغییرات کاربری اراضی بر پایدار بودن اکوسیستم‌های در تحقیقات و مطالعات تغییرات جهانی، به طور فزاینده‌ای مورد توجه واقع شده است (۶۰). به نظر می‌رسد که اقدامات و فعالیت‌های انسانی، به بزرگ‌ترین عامل تغییرات در وضعیت فعلی سطح زمین، منجر شده است. تغییرات در پوشش سطح زمین، سبب تغییر در تعادل انرژی، چرخه آب در سطح محلی، منطقه‌ای و جهانی می‌شود و موجب عدم پایداری دسترسی به منابع طبیعی و فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی می‌گردد (۸). بنابراین داده‌هایی که از بررسی تغییرات کاربری اراضی تهیه می‌گردد، می‌تواند اطلاعات مهم و حیاتی برای تصمیم‌گیری‌های بهتر در مورد مدیریت منابع زیست محیطی و منابع آب را فراهم کند (۳۱). جمعیت در حال افزایش و رشد نیازهای اجتماعی و اقتصادی، سبب افزایش فشار بر اراضی موجود و تغییرات کاربری آنها می‌شود. این فشار، منجر به ایجاد تغییرات غیر قابل کنترل و برنامه با توجه به اینکه تغییرات در کاربری اراضی و پوشش زمین، یک روند اکولوژیکی قابل توجه در سطح محلی و جهانی است، ممکن است پیامدهای مهمی برای تغییرات آینده در محیط زیست و تبعات جبران‌ناپذیر داشته باشد (۲). از این رو، اطلاعات مربوط به تغییرات کاربری اراضی، می‌تواند نقش حیاتی در مدیریت منابع طبیعی ایفا کند. مطالعات پیشین و مطالعاتی که در حال حاضر، توسط سازمان‌ها و مؤسسات تحقیقاتی در سراسر جهان انجام می‌شود، عمدتاً در مورد موضوع تغییرات کاربری اراضی و منابع تامین داده‌های مورد نیاز برای این قبیل از مطالعات متمرکز شده است. تصاویر حاصل از سنجش از دور، مهم‌ترین منابع برای پایگاه داده سامانه اطلاعات جغرافیایی^۱ یا GIS می‌باشد. GIS یک محیط قابل انطباق برای جمع‌آوری داده‌ها، ذخیره‌سازی،

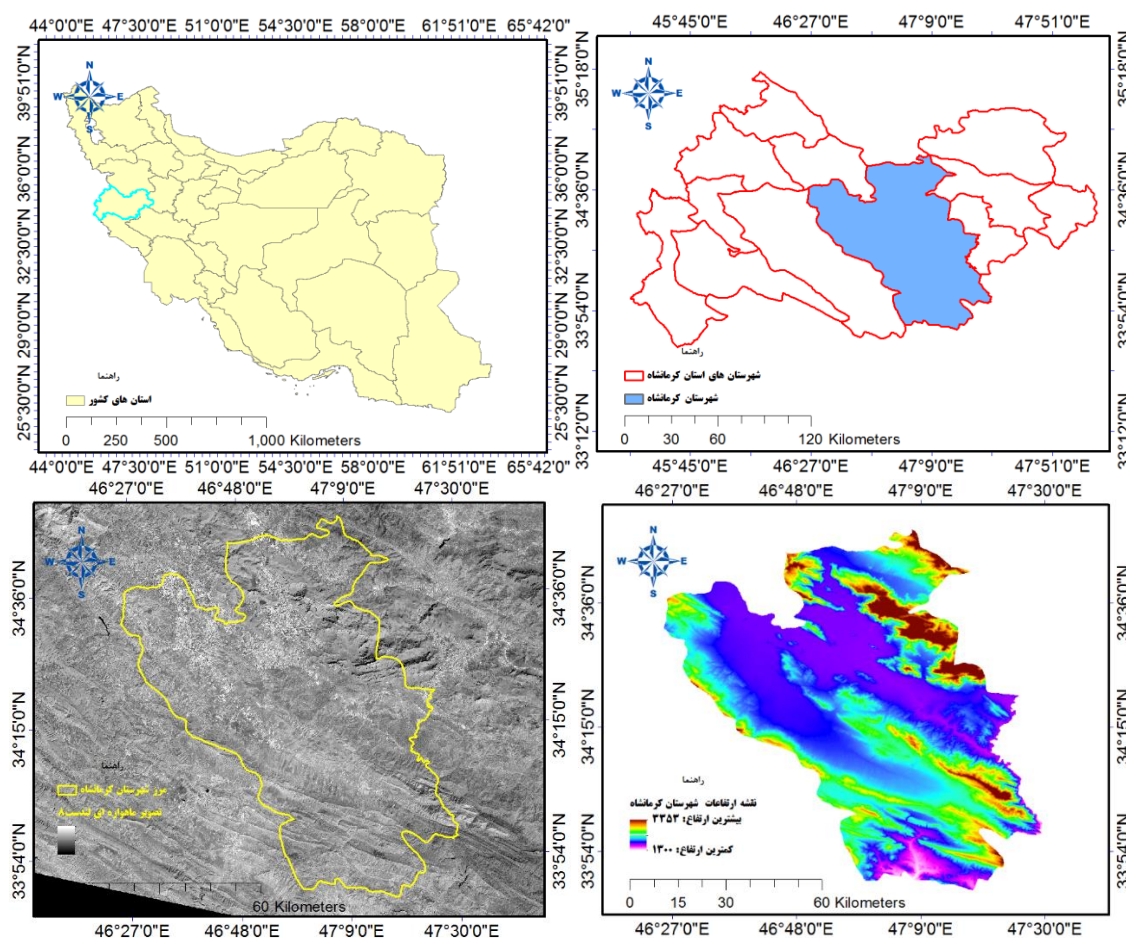
نمایش و تجزیه و تحلیل داده‌های دیجیتالی مانند نقشه‌های تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی از ملزومات مهم برای تشخیص تغییرات کاربری اراضی می‌باشد (۶۷). در یک مطالعه دیگر بر مبنای GIS، اطلاعات دقیق و مناسبی را از نحوه توزیع مکانی تغییرات کاربری اراضی در مناطق با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت شده، نقشه کاربری اراضی منطقه حوضه آبخیز سد گاوشان استان کردستان تهیه شد (۴۶). نتایج یک مطالعه دیگر نشان داد که با کمک تصاویر ماهواره لندست ۸ و بر اساس نمونه‌های تهیه شده از نرم‌افزار گوگل ارث، می‌توان با دقت کلی بیش از ۷۸ درصد، کلاس‌های مختلف کاربری و پوشش اراضی مانند جنگل، باغ و مرتع را تفکیک نمود (۳۶). در این تحقیق پایش و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی به منظور بررسی گسترش شهر بابل پرداخته شده است. آنها با کمک تصاویر چندزمانه ماهواره لندست، توسط الگوریتم حداکثر تشابه، اراضی منطقه را طبقه‌بندی نموده و بیان نمودند که تغییرات کاربری اراضی، روند رو به رشدی را در توسعه شهر و تخریب اراضی زراعی و فضای سبز حاشیه شهر دارد. در یک تحقیق دیگر پایش تغییرات کاربری اراضی و مدل‌سازی آن با کمک سنجش از دور^۱ یا RS و GIS، بر اساس داده‌های ماهواره لندست ۷ و ۸ در مقیاس حوضه‌ای در منطقه تایلند، نشان داد که با شاخص دقت کلی بیش از ۸۰ درصد، می‌توان تغییرات کلاس‌های زراعی و باغی را رصد نمود (۱۶). در شهرستان کرمانشاه تاکنون مطالعاتی برای بررسی تغییرات کاربری اراضی و پوشش آنها به این سبک انجام نگرفته است. از این رو در این مطالعه از دو تصویر ماهواره‌ای به فاصله ۸ سال استفاده شده که در آن تصویر سال ۱۳۹۲ به عنوان سال پایه در نظر گرفته شده است. تغییرات کاربری اراضی در فواصل زمانی ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۰ با استفاده از شش طبقه مورد بررسی قرار می‌دهیم و تغییرات مناطق زارعی، باغی و یا تغییرات زمین‌های بایر را بررسی و مورد تجزیه تحلیل قرار می‌دهیم.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

استان کرمانشاه به مرکز شهر کرمانشاه در میانه ضلع غربی کشور قرار گرفته و با استان‌های کردستان، لرستان، همدان، ایلام و همچنین با کشور عراق همسایه است. ارتفاع متوسط آن از سطح دریاهای آزاد در حدود ۱۲۰۰ متر است. منطقه مطالعاتی این مقاله شهرستان کرمانشاه می‌باشد. شکل ۱ موقعیت استان و شهرستان کرمانشاه را در نقشه و همچنین موقعیت ارتفاعی شهرستان را نشان می‌دهد. شهرستان کرمانشاه بزرگ‌ترین شهرستان از نظر وسعت با مساحت ۵۸۷۰ کیلومترمربع می‌باشد که بیش از ۲۲ درصد مساحت استان را به خود اختصاص داده است.

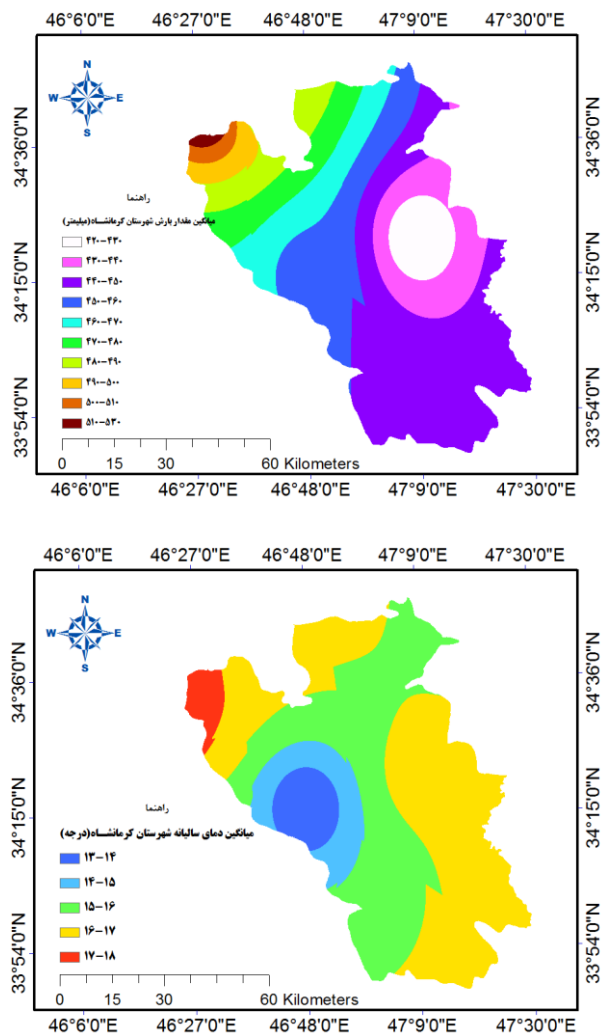
1- remote sensing

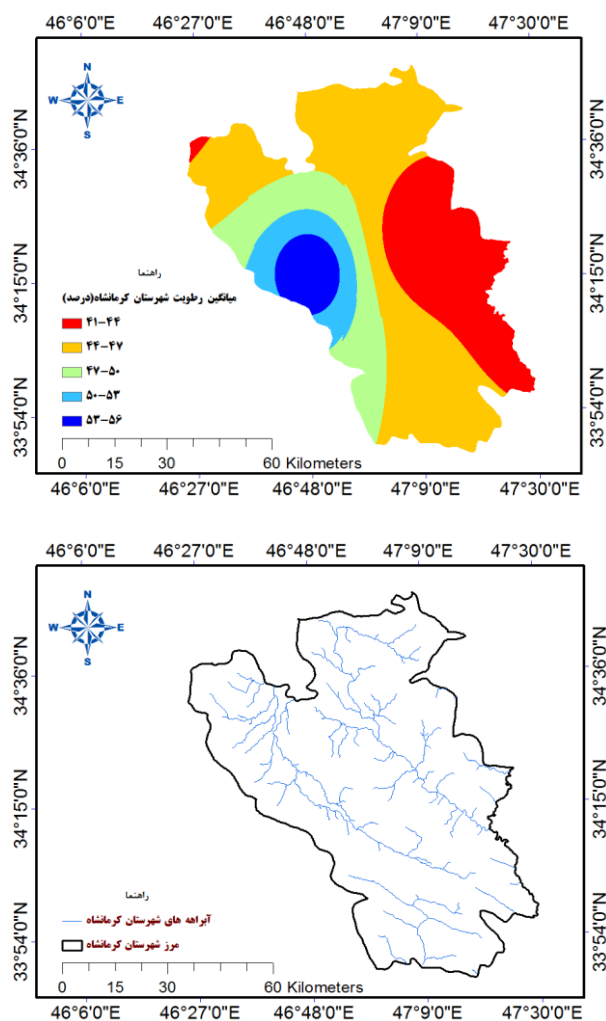


شکل (۱): موقعیت استان و شهرستان کرمانشاه در نقشه ایران

Figure (1): Location of Kermanshah province and county on the map of Iran

استان کرمانشاه در مسیر کوه‌های زاگرس و بر روی یال غربی آن قرار گرفته است. این استان در معرض جبهه‌های مرطوب مدیترانه‌ای قرار داشته، برخورد این جبهه‌ها با ارتفاعات زاگرس موجب ریزش برف و باران می‌گردد. متوسط میزان بارندگی در مناطق مختلف استان بین ۳۰۰ تا ۸۰۰ میلی‌متر در نوسان است. این آمار بر اساس میانگین ده سال اخیر در سطح شهرستان کرمانشاه ۴۰۰ تا ۵۳۰ میلی‌متر می‌باشد. اکنون با استفاده از آمار و اطلاعات دریافتی از استان کرمانشاه، یارش، دما و رطوبت شهرستان کرمانشاه به صورت شکل ۲ می‌توان نمایش داد.





شکل (۲): مقدار بارش، دما، رطوبت و آبراه های منطقه مورد مطالعه

Figure (2): Amount of precipitation, temperature, humidity and waterways of the area

شهرستان کرمانشاه میزبان چند رود با نام های رازآور، قره سو و گاماسیاب است. رود رازآور که از ارتفاعات کوه های شمال شهرستان کرمانشاه و شهرستان روانسر سرچشمه می گیرد از غرب وارد شهرستان کرمانشاه می شود و رود قره سو را تشکیل می دهد. در واقع رودخانه قره سو بخشی از رودخانه رازآور است که از غرب به شرق از شهر کرمانشاه عبور می کند. گاماسیاب هم از کوه های استان همدان سرچشمه می گیرد و از شرق وارد محدوده شهرستان کرمانشاه می شود و سرانجام با پیوستن به رودخانه قره سو، رودخانه سیمره را تشکیل می دهند.

۲-۲- داده‌های مورد استفاده

در این مقاله از دو تصویر ماهواره لندست ۸ در دو تاریخ ۱۳۹۲/۰۵/۲۷ و ۱۴۰۰/۰۷/۰۵ با توجه به وضوح و کیفیت تصویر و پوشش ابری زیر ده درصد از سایت سازمان زمین‌شناسی آمریکا^۱ یا USGS دانلود شده است. اندازه و قدرت تفکیک ماهواره لندست ۸ مربعی به ابعاد ۳۰ متر است اما قدرت باند ۸ آن یعنی باند پانکروماتیک ۱۵ متر می‌باشد و از آن برای طبقه‌بندی کاربری اراضی بهره گرفته‌ایم. جدول ۱ باندهای ماهواره لندست ۸ را نشان می‌دهد که شامل یازده باند مختلف است. تعداد این باندها توانایی ماهواره را در بارزسازی عوارض زمین نشان می‌دهد.

جدول (۱): باندهای ماهواره لندست ۸

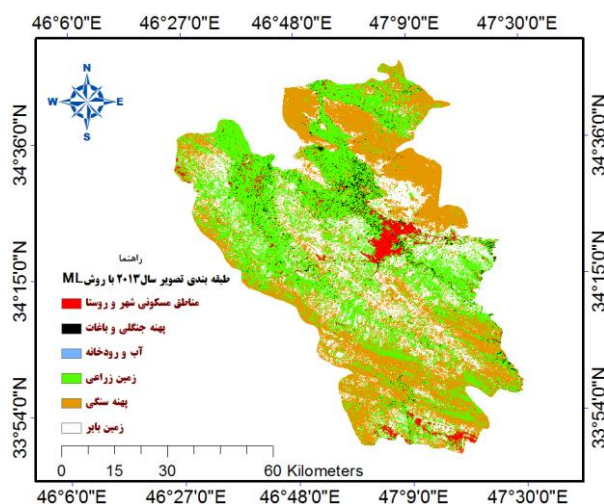
Table (1): Landsat 8 satellite bands

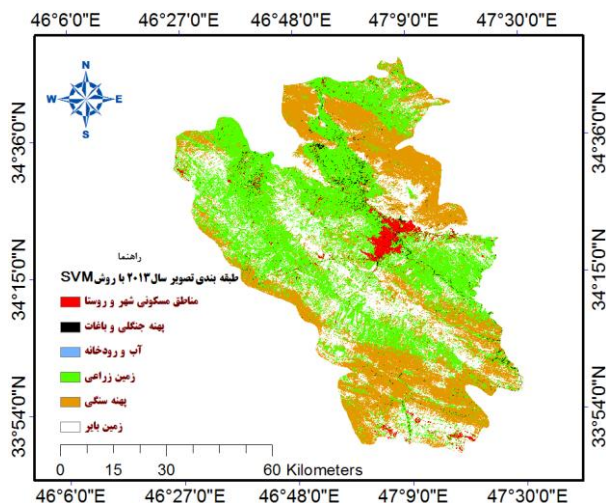
نام باند	طول موج (نانو متر)	قدرت تفکیک (متر)
Ultra Blue	۴۵۰-۴۳۰	۳۰
Blue	۵۱۰-۴۵۰	۳۰
Green	۵۸۰-۵۳۰	۳۰
Red	۶۷۰-۶۴۰	۳۰
NIR	۸۸۰-۸۵۰	۳۰
SWIR1	۱۶۵۰-۱۵۷۰	۳۰
SWIR2	۲۲۸۰-۲۱۱۰	۳۰
Panchromatic	۶۸۰-۵۰۰	۱۵
Cirrus	۱۳۸۰-۱۳۶۰	۳۰
TIRS1	۱۱۱۸۰-۱۰۶۰۰	۱۰۰×۳۰
TIRS2	۱۲۵۱۰-۱۱۵۰۰	۱۰۰×۳۰

۲-۳- پردازش تصاویر

ابتدا تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۴۰۰ را تصحیح رادیومتریک انجام می‌دهیم. این تصحیح با استفاده از ابزار Radiometric Calibration نرم‌افزار ENVI انجام می‌گیرد. نکته‌ای که حائز اهمیت است این است که تصحیح رادیومتریک بر اساس بازتابش تعریف و اعمال می‌شود. سپس پیش‌پردازش flaash را که بر اساس انتخاب تابش است انجام داده و وارد تصحیح flaash می‌شویم که با تکمیل موارد مربوط و تاریخ تصویربرداری و ارتفاع شهرستان و مناطق اطراف کرمانشاه که در حدود ۱۳۵۰ متر است تنظیم و در نهایت KT upper آن روی SWIR2 و KT Lower آن بر روی Red قرار می‌گیرد.

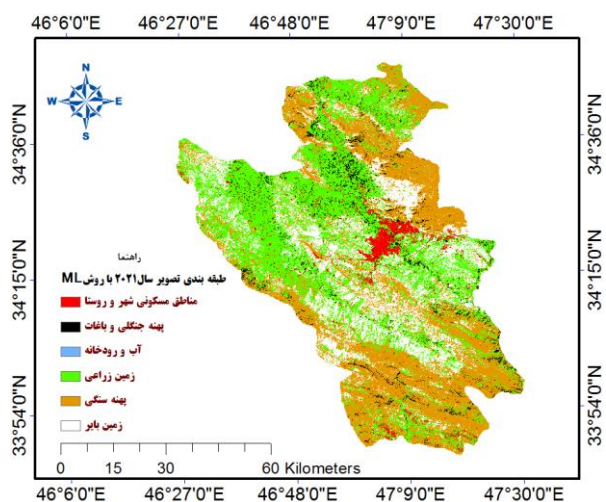
پس از انجام تصحیحات رادیومتری و اتمسفری برای طبقه‌بندی کاربری اراضی آماده شده است. برای کلاس‌بندی عوارض روی تصاویر ماهواره‌ای مجدداً از نرم‌افزار ENVI5.3 استفاده می‌کنیم. تصاویر لندست در تاریخ ۱۳۹۲ با استفاده از ابزار Tercat از دو روش طبقه‌بندی نظارت شده^۱ بیشترین تشابه^۲ و ماشین بردار پشتیبان^۳ استفاده می‌کنیم. شش طبقه را با استفاده از نمونه‌برداری و ثبت در حدود پنج هزار پیکسل برای هر کدام از کاربری اراضی تعریف می‌کنیم. این طبقه‌ها شامل مناطق مسکونی شهری و روستایی، مناطق جنگلی و باغی، پهنه آبی، کشاورزی و زراعت، پهنه سنگی و زمین‌های بایر می‌باشد. هسته ماتریسی مورد نظر برای هر دو روش ابعاد ۳×۳ انتخاب شده است. برای کلاس‌بندی تصاویر از روش طبقه‌بندی بیشترین تشابه یا MLC و ماشین بردار پشتیبان یا SVMC که هر دو روش از روش‌های نظارت شده می‌باشند، استفاده شده و دقت و عملکرد روش طبقه‌بندی بیشترین تشابه با مرجعیت روش ماشین بردار پشتیبان مقایسه شده است. برای مقایسه دو روش MLC و SVMC ابتدا تصاویر ماهواره‌ای سال ۱۳۹۲ را پردازش و طبقه‌بندی کرده و اطلاعات داده‌ها را استخراج می‌کنیم. شکل ۳ طبقه‌بندی دو روش MLC و SVMC روی تصاویر سال ۱۳۹۲ نشان می‌دهد.

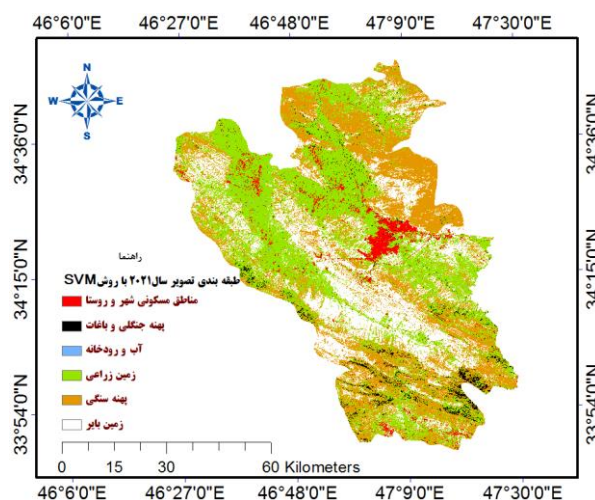




شکل (۳): اجرای روش بیشترین شباهت و ماشین بردار پشتیبان روی تصاویر ماهواره ای در سال ۱۳۹۲
Figure (3): Classification by ML and SVM on satellite images in 2013

برای تصاویر ماهواره‌ای سال ۱۴۰۰ نیز به طریق مشابه روش‌های MLC و SVMC را با ابزار Tercat به شش طبقه مشابه قبلی پردازش می‌کنیم. شکل ۴ تصاویر مربوط به پردازش و طبقه‌بندی سال ۱۴۰۰ نشان می‌دهد.





شکل (۴): اجرای روش بیشترین شباهت و ماشین بردار پشتیبان روی تصاویر ماهواره ای در سال ۱۴۰۰

Figure (4): Classification by ML and SVM on satellite images in 2021

۲-۴- ارزیابی دقت

بعد از تهیه تصاویر پردازش و طبقه‌بندی شده، به منظور ارزیابی دقت آن از ابزار Confusion Matrix استفاده می‌کنیم. این ابزار مقایسه تصاویر طبقه‌بندی شده را به صورت یک ماتریس مربعی ارائه می‌دهد. ماتریس خطای دو تصویر سال ۱۳۹۲ بدست آمده بر پایه شش منطقه طبقه‌بندی شده به مبنای اینکه ماشین بردار پشتیبان به عنوان تولیدکننده و مرجع و روش طبقه‌بندی بیشترین تشابه را به عنوان کاربر قابل مشاهده است. این ماتریس در جدول ۲ قابل مشاهده است. لازم به ذکر است که تعداد پیکسل‌های موجود در جدول به دلیل بزرگ بودن اعداد به صورت زیر تبدیل شده است.

$$x_{ij} = \left[\frac{X_{ij}}{100} \right] \quad (1)$$

که در آن $[x]$ جز صحیح مقدار x می‌باشد.

برای محاسبه شاخص‌های دقت در جدول ۲ از فرمول و روابط خاص هر کدام از شاخص‌ها استفاده می‌شود. برای محاسبه دقت کلی^۱، دقت تولیدکننده^۲ و دقت کاربر از عناصر ماتریس خطا یعنی x_{ij} استفاده می‌کنیم که در آن i سطر و j ستون می‌باشد و تعداد سطر و ستون هم اگر k باشد آنگاه دقت کلی را می‌توان با این فرمول بدست آورد.

$$OA = \frac{\sum_{i=1}^k x_{ii}}{N} \quad (2)$$

دقت تولیدکننده و دقت کاربر^۱ هم به ترتیب با AP و AU نشان می‌دهیم که فرمول آن در رابطه ۳ قابل مشاهده است.

$$AP_j = \frac{x_{jj}}{\sum_{i=1}^k x_{ij}}, \quad AU_i = \frac{x_{ii}}{\sum_{j=1}^k x_{ij}} \quad (3)$$

برای محاسبه ضریب کاپا^۲ هم از رابطه ۴ استفاده می‌شود که در آن N تعداد کل پیکسل های موجود در تصویر است.

$$\kappa = \frac{N \sum_{i=1}^k x_{ii} - \sum_{i=1}^k \left(\sum_{j=1}^k x_{ij} - \sum_{j=1}^k x_{ji} \right)}{N^2 - \sum_{i=1}^k \left(\sum_{j=1}^k x_{ij} - \sum_{j=1}^k x_{ji} \right)} \quad (4)$$

جدول (۲): ماتریس خطا دو روش ML و SVM بر روی تصاویر ماهواره ای ۱۳۹۲

Table (2): The error matrix of ML and SVM methods on satellite images 2013

(2013) Support Vector Machine classification

دقت کاربر	دقت تولید کننده	مجموع	زمین بایر	پهنه سنگی	کشاورزی	پهنه آبی	جنگل و باغ	شهری و مسکونی	نام کلاس
۸۲٪	۹۳٪	۲۳۶۸	۱۷۰	۱۱۱	۱۰	۲۸	۸۸	۱۹۶۱	شهری و مسکونی
۹۵٪	۷۳٪	۲۴۰۹	۰	۴۷	۱	۷۱	۲۲۹۰	۰	جنگل و باغ
۹۲٪	۹۶٪	۸۲۱۷	۳۹	۲	۵۱۱	۷۶۰۸	۵۵	۲	پهنه آبی
۵۳٪	۶۶٪	۲۴۲۸	۱۲۷	۳۱۱	۱۲۹۶	۱۲۷	۵۶۵	۲	کشاورزی
۵۳٪	۲۵٪	۲۹۱	۱	۱۵۵	۱۶	۸	۱۰۶	۵	پهنه سنگی
۹۷٪	۹۶٪	۱۰۲۲۸	۹۹۵۲	۰	۱۲۲	۲۲	۰	۱۳۲	زمین بایر
		۲۵۹۴۱	۱۰۲۸۹	۶۲۶	۱۹۵۶	۷۸۶۴	۳۱۰۴	۲۱۰۲	مجموع
				۹۰٪					دقت کلی
				۰/۸۶					ضریب کاپا

Maximum Likelihood classification (2013)

همانطور که در جدول ۲ می‌توان دید، دقت کلی این دو روش روی تصاویر ۱۳۹۲ برابر ۹۰٪ است و ضریب کاپای آن ۰/۸۶ است که در حد قابل قبول می‌باشد. دقت تولیدکننده برای این مناطق دارای کمترین مقدار ۲۵٪ و بیشترین مقدار ۹۶٪ است. دقت کاربر نیز برای این پردازش دارای کمترین مقدار ۵۳٪ و بیشترین مقدار ۹۷٪ می‌باشد. درصد مساحت مناطق تفکیک شده را می‌توان با استفاده از تعداد پیکسل‌های موجود در هر طبقه به صورت جدول ۴ بدست آورد. این مقادیر با تقسیم اعداد روی قطر اصلی بر مجموع سطر و ستون‌های بدست آمده می‌توان محاسبه نمود.

ماتریس خطای دو تصویر سال ۱۴۰۰ بدست آمده نیز از روش‌های بیشترین تشابه و ماشین بردار پشتیبان به طریق مشابه با استفاده از گزینه Confusion Matrix بدست می‌آوریم. این ماتریس در جدول ۳ قابل مشاهده است.

جدول (۳): ماتریس خطای دو روش ML و SVM بر روی تصاویر ماهواره‌ای ۱۴۰۰
 Table (3): The error matrix of ML and SVM methods on satellite images 2021
 Support Vector Machine classification (2021)

نام کلاس	شهری و مسکونی	جنگل و باغ	پهنه آبی	کشاورزی	پهنه سنگی	زمین بایر	مجموع	دقت تولید کننده	دقت کاربر
شهری و مسکونی	۱۸۹۴	۵	۶۶	۱۱۰	۳	۹۹	۲۱۷۷	۷۶٪	۸۷٪
جنگلی	۱۰	۵۳۷	۷۷	۱۱۶	۸	۲۳	۷۷۱	۸۸٪	۶۹٪
پهنه آبی	۱۶۸	۲۵	۸۶۰۸	۲۲۱	۱	۳۰۴	۹۳۲۷	۹۰٪	۹۲٪
کشاورزی	۷۱	۳۳	۱۷۴	۲۴۵۰	۹	۱۲۶	۲۸۶۳	۷۸٪	۸۵٪
پهنه سنگی	۲۷۳	۹	۱۸	۴	۸۰۲	۴۳	۱۱۴۹	۹۷٪	۶۹٪
زمین بایر	۶۰	۰	۵۵۲	۲۳۵	۰	۸۹۴۱	۹۷۸۸	۹۳٪	۹۱٪
مجموع	۲۴۷۶	۶۰۹	۹۴۹۵	۳۱۳۶	۸۲۳	۹۵۳۶	۲۶۰۷۳		
دقت کلی					۸۹٪				
ضریب کاپا					۰/۸۵				

Maximum Likelihood classification (2021)

با توجه به جدول ۳ می‌توان ملاحظه نمود که دقت کلی این دو روش روی تصاویر ۱۴۰۰ برابر ۸۹٪ است و ضریب کاپای آن ۰/۸۵ است که در حد قابل قبول می‌باشد. دقت تولیدکننده برای این مناطق دارای کمترین مقدار ۷۸٪ و بیشترین مقدار ۹۷٪ است. دقت کاربر نیز برای این پردازش دارای کمترین مقدار ۶۹٪ و بیشترین مقدار ۹۲٪ می‌باشد.

بعد از کلاس بندی تصاویر ماهواره‌ای از هر دو روش، برای تصاویر سال ۱۳۹۲ و ۱۴۰۰ با تبدیل تصاویر رستر به پلیگون مساحت هر کدام از طبقه‌ها را محاسبه و درصد آنها در جدول ۴ قابل مشاهده است.

جدول (۴): درصد مساحت های مناطق طبقه بندی شده تصویر ۱۳۹۲
Table (4): The areas percentage of the classified features in the image of 2013

۱۴۰۰		۱۳۹۲		مناطق تفکیک شده
SVMC	MLC	SVMC	MLC	
۴	۳/۷	۲/۹	۴	شهری
۲/۲	۳/۴	۰/۹۵	۱/۶	جنگل و باغ
۰/۲	۰	۰/۰۵	۰	آب
۳۶/۸	۳۶/۲	۳۹/۱	۳۸/۲	زراعت
۳۲/۳	۳۵/۸	۳۲/۹	۳۷	کوه و سنگ
۲۴/۵	۲۰/۹	۲۴/۱	۱۹/۲	زمین بایر

۵-۲- شناسایی طبقه‌ها و برآورد تغییرات

با اعمال روش های MLC و SVMC برای تصاویر ماهواره ای سال های ۱۳۹۲ و ۱۴۰۰ و بدست آوردن ماتریس خطا و ضریب کاپا، می‌توان تغییرات را ارزیابی کرد. ارزیابی تغییرات با استفاده از ماتریس خطا بر اساس تعداد طبقات تعریف شده و برداشت پیکسل به ازای هر طبقه انجام می‌شود. با استفاده از این ماتریس خطا مقدار دقت کلی، دقت تولیدکننده و دقت کاربر به ازای هر دو تصویر در سال های ۱۳۹۲ و ۱۴۰۰ مطابق با جدول ۲ و ۳ محاسبه می‌شود. قابل ذکر است که ضریب کاپا، میزان دقت را بر خلاف محاسبه دقت کلی، بر اساس تمامی پیکسل‌هایی که درست و غلط طبقه‌بندی شده‌اند محاسبه می‌نماید. پس از طبقه‌بندی پیکسل‌ها توسط الگوریتم حداکثر تشابه و ماشین بردار پشتیبان به منظور مقایسه مناطق و کاربری اراضی طبقه‌بندی شده پس از تهیه نقشه در نرم‌افزار ArcMap10.8 مساحت‌های مناطق نظیر هر کدام در دو سال مورد نظر محاسبه و الگوی تغییرات در اختلاف زمانی هشت سال را می‌توان مشخص نمود.

پس از تأیید دقت و کیفیت تفکیک پیکسل‌ها، بر اساس اطلاعات طبقه‌بندی کاربری اراضی شهرستان کرمانشاه مساحت هر کلاس در اختلاف زمانی هشت سال با تبدیل تصویر رستری به لایه پلیگون محاسبه گردید. کاربری اراضی کلاس‌بندی شده شهرستان کرمانشاه از سال ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۰ و مساحت‌های مربوط به هر کدام از طبقه‌ها در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول (۵): مساحت مناطق تفکیک شده شهرستان کرمانشاه سال های ۱۳۹۲ و ۱۴۰۰ بر حسب کیلومتر مربع
Table (5): The areas of the classified features in in Kermanshah County in 2013-2021(km²)

مناطق کلاسیبندی شده	مساحت در سال ۱۳۹۲ (کیلومتر مربع)	مساحت در سال ۱۴۰۰ (کیلومتر مربع)
مسکونی شهری و روستایی	۲۰۲/۵	۲۲۶
جنگل و باغ	۷۴/۸	۱۶۴/۴
پهنه آبی	۱/۵	۵/۹
کشاورزی و زراعت	۲۲۶۸/۸	۲۱۴۲/۵
کوه و سنگ	۲۰۵۱/۶	۱۹۹۸/۷
زمین بایر	۱۲۷۰/۸	۱۳۳۲/۵

تغییرات طبقه‌ها در جدول ۵ به وضوح قابل مشاهده است. رشد مناطق مسکونی شهری و روستایی در این مدت هشت سال ۲۳/۵ کیلومتر مربع با توجه به رشد جمعیت قابل توجیه خواهد بود. این رشد شامل مناطق شهری، روستایی، سوله‌ها و مراکز تجاری و صنعتی و غیره در فواصل بین شهرها و روستاها می‌باشد. رشد مناطق جنگلی و باغی با توجه به آتش‌سوزی‌ها و عدم برنامه‌ریزی موجود برای درختکاری شاید غیرقابل تصور باشد اما در دو دهه گذشته گرایش مردم به احداث باغ و باغچه‌های شخصی می‌تواند دلیل این رشد این کلاس به مقدار ۸۹/۶ کیلومتر مربع باشد. احداث سد در اطراف شهرستان کرمانشاه منابع آبی مطمئنی را برای احداث باغ فراهم نموده و مناطق شیب دار و کوهستانی هم که در مسیر و همسایگی تجمع آب بوده به باغ تبدیل شده است. پهنه آبی نیز در این بازه زمانی هشت ساله در حدود ۴/۴ کیلومتر مربع افزایش داشته است. بر طبق آمارهای اداره کل هواشناسی استان کرمانشاه بارندگی سال ۱۳۹۲ در حدود ۳۷۵ میلی متر بوده که در مقایسه با بارش سال ۱۴۰۰ که در حدود ۴۳۴ میلی متر است و در حدود ۵۹ میلی متر افزایش را شاهد هستیم. شاید در قدم نخست این افزایش پهنه آبی را تحت تأثیر مقدار افزایش بارش بدانیم اما افزایش بارش ۵۹ میلی متر در مقایسه با سال ۱۳۹۲ با توجه به برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی در سال‌های اخیر نمی‌تواند به این مقدار افزایش پهنه آبی منجر شود. برداشت تصویر ماهواره‌ای در فاصله مرداد و شهریورماه به دلیل اینکه تصویر عاری از ابر داشته باشیم، گرفته شده و در این دو ماه بارش در سال های ۱۳۹۲ و ۱۴۰۰ در حدود صفر بوده بنابراین تأثیر افزایش بارش مقطعی هم نمی‌تواند باشد. بخش بزرگی از این افزایش پهنه آبی، ساخت سدهای گاوشان و گامیشان در منطقه شمال شهرستان کرمانشاه می باشد که باعث شده مقدار ثابتی از آب روان از رودخانه‌های پایین دست سد در شهریورماه هم شاهد باشیم. یک دلیل دیگر این افزایش این است که به دلیل وسعت کم پهنه آبی در سال ۱۳۹۲ افزایش هر چند ناچیز پهنه آبی می‌تواند قابل چشمگیر باشد و از نظر عددی افزایش قابل توجهی به نظر برسد. در طبقه بعدی یعنی کاربری اراضی کشاورزی و زراعت شاهد کاهش ۱۲۶/۳ کیلومتر مربعی هستیم. دلیل این مقدار کاهش را می‌توان به تبدیل زمین‌های زارعی به باغ و تغییر کاربری زمین‌های زراعت به مناطق

مسکونی و احداث پروژه‌های عمرانی اشاره کرد. پهنه سنگی و کوه نیز طبق داده‌های موجود در حدود ۵۲/۹ کیلومتر مربع کاسته شده است. دلیل کاهش مجموعه‌ای از عوامل از جمله احداث باغ در مناطق شیب دار و دامنه کوه‌ها، تغییر کاربری دامنه کوه‌ها به کشاورزی و زمین قابل کشت و غیره می‌باشد. از دلایل افزایش زمین بایر نیز به مقدار ۶۱/۷ کیلومتر مربع می‌تواند تغییر کاربری اراضی کشاورزی و زراعت در ارتفاعات بالاتر و مناطق مختلف به زمین‌های غیرقابل کشت باشد که در سال‌های اخیر شاهد این نوع رهاشدگی زمین‌های کشاورزی به برداشت بی‌رویه از آب زیرزمینی و کاهش بارندگی می‌باشیم.

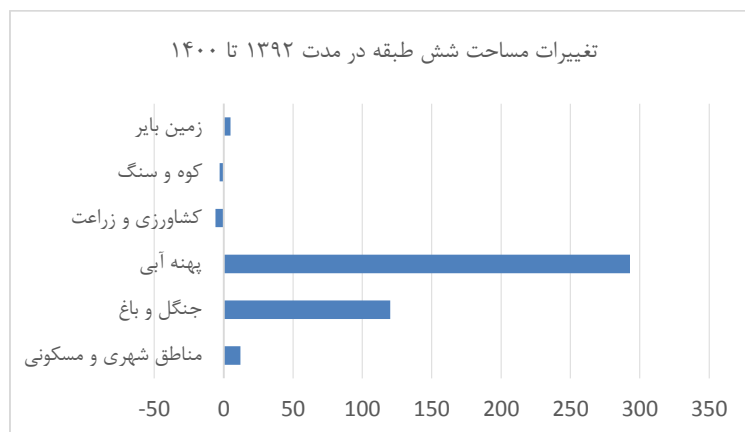
جدول (۶): تغییر مناطق طبقه بندی شده شهرستان کرمانشاه در فاصله زمانی از ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۰
Table (6): Change classified areas features in in Kermanshah County in 2013-2021

مناطق کلاس‌بندی شده	تغییرات از ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۰
مسکونی شهری و روستایی	۱۱/۶
جنگل و باغ	۱۱۹/۷
پهنه آبی	۲۹۳
کشاورزی و زراعت	-۵/۵
کوه و سنگ	-۲/۵
زمین بایر	۴/۶

درصد تغییرات این طبقات در این مدت هشت سال در جدول ۶ محاسبه شده است. این مقدار را با استفاده از رابطه ۵ می‌توان محاسبه نمود.

$$\text{percentage} = \frac{X_{1400} - X_{1392}}{X_{1392}} \quad (5)$$

به وضوح قابل مشاهده است که طبقه‌های مسکونی شهری و روستایی، جنگل و باغی، پهنه آبی و زمین‌های بایر در مدت زمان هشت ساله از ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۰ افزایش داشته‌اند و مناطق کشاورزی و زراعت و کوه و سنگ با کاهش همراه بوده است. در این مدت زمان بیشترین افزایش مربوط به پهنه آبی به مقدار ۲۹۳ درصد به خود اختصاص داده است و بعد از آن مناطق جنگلی و باغی به میزان ۱۱۹/۷ درصد رتبه دوم افزایش را به خود اختصاص داده است. از طرفی بیشترین کاهش هم در حوضه کشاورزی و زمین‌های زراعت قابل مشاهده است. شکل ۵ افزایش و کاهش کلاس‌های مورد نظر را با استفاده از جدول ۶ نشان می‌دهد.



شکل (۵): نمودار درصد تغییرات مساحت مناطق طبقه‌بندی شده در فاصله زمانی ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۰

Figure (5): Chart of percentage changes in the classified areas of Kermanshah County from 2013 to 2021

۴- نتیجه

در مطالعه حاضر، با هدف تعیین انواع کاربری اراضی و مساحت هر کدام از کلاس‌های پوشش اراضی منطقه مطالعاتی شهرستان کرمانشاه، از تصاویر ماهواره لندست ۸ استفاده شد. نتایج به دست آمده نشان داد که طبقه‌بندی پیکسل‌های برداشته شده توسط سنجنده ماهواره لندست ۸، با کمک روش نظارت شده بیشترین شباهت، گزینه مناسبی برای مطالعات و بررسی کاربری اراضی، تغییرات آن در مدت زمان مشخص و مدلسازی تغییرات زیست محیطی است (۳۵). نتیجه بررسی‌های دیگر از جمله (۲۲ و ۵۱) تأیید می‌کند که با کمک الگوریتم MLC می‌توان با دقت بالایی، نقشه‌های کاربری اراضی را تولید نمود. همچنین، اطلاع از نسبت کاربری‌های و ارزیابی نحوه تغییرات انواع کاربری اراضی با استفاده از تصاویر برداشت شده در زمان‌های مختلف یکی از مهم‌ترین اطلاعات مورد نیاز در برنامه ریزی و سیاست‌گذاری حفاظت از منابع آب و خاک می‌باشد که توسط محققین دیگر نیز بیان گردیده است (۱۸ و ۷). داده‌های ماهواره لندست ۸ اخیراً به یکی از پرکاربردترین منابع اطلاعاتی در مطالعات پوشش زمین تبدیل شده است و قدرت تفکیک مکانی و طیفی نسبتاً خوب این داده‌ها می‌تواند اطلاعات خوبی را در اختیار محققان رشته‌های مختلف قرار دهد (۳). در تحقیق ارائه شده، به ارزیابی و پایش تغییرات کاربری اراضی رخ داده در طی یک دوره نه ساله در شهرستان کرمانشاه پرداخته شد. این مطالعه برای درک و اکتشاف میزان تغییرات کاربری اراضی محدوده مطالعاتی مورد نظر و به کمک روش سنجش از دور و تکنیک‌های GIS انجام شد. این روش ساده و کم‌هزینه، می‌تواند در مدیریت و برنامه‌ریزی کاربری اراضی مورد استفاده قرار گیرد. تعداد کاربری اراضی موجود، با توجه به بازدیدهای و نقشه‌های موجود و شرایط فعلی منطقه، برای تهیه نقشه کاربری اراضی با شش طبقه مختلف تقسیم و نتایج حاصل از تحقیق

نشان داد که برداشت نمونه‌های کافی از طبقات مختلف پوشش گیاهی زمین و کاربری اراضی، احتمال تعلق صحیح هر یک از پیکسل‌های تصویر دریافتی از ماهواره به طبقات مناسب و صحیح را افزایش می‌دهد و بنابراین، حصول نتایج مناسب از طبقه‌بندی تصاویر به کمک روش نظارت شده بیشترین تشابه، در گرو نمونه‌های انتخابی کافی و مناسب است. از سوی دیگر، کیفیت نقشه‌های تهیه شده، به قدرت تفکیک طیفی و پردازش‌های مناسب پیش و پس از طبقه‌بندی وابسته می‌باشد. با در نظر گرفتن قدرت تفکیک مکانی تصاویر لندست ۸ که در این تحقیق استفاده شد، دقت نقشه‌های تهیه شده نیز متناسب با همین کیفیت می‌باشد. دقت کلی برای تصاویر سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۴۰۰ به ترتیب برابر با ۹۰٪ و ۸۹٪ محاسبه شد. ضریب کاپا نیز برای این سال‌ها به ترتیب ۰/۸۶ و ۰/۸۵ به دست آمد که مقادیر بیان شده می‌تواند روش انتخاب شده برای طبقه‌بندی پیکسل‌های برداشت شده از منطقه را با روش نظارت شده رضایت بخش اعلام نماید. محققان بیان نموده‌اند که محدوده ۰/۸۵ به معنای توافق مناسب بین پیکسل‌های طبقه‌بندی شده و موقعیت آنها در انواع طبقات کاربری موجود در زمین است (۲۷ و ۴۳). بعد از تأیید داده‌ها با معیار ماتریس خطا و شاخص‌های دقت کلی، دقت تولیدکننده و دقت کاربر و همچنین ضریب کاپا می‌توان از داده‌های بدست آمده نتیجه گرفت که طبقه‌های تعریف شده دارای تغییرات معنادار هستند. مناطق مسکونی شهری و روستایی از ۲۰۲/۵ کیلومترمربع به ۲۲۶ کیلومترمربع افزایش پیدا کرده است که برابر ۱۱/۶ درصد می‌باشد. مناطق جنگلی و باغی از ۷۴/۸ کیلومترمربع به ۱۶۴/۴ کیلومترمربع معادل ۱۱۹/۷ درصد رشد داشته است. پهنه آبی هم از ۱/۵ کیلومترمربع به ۵/۹ کیلومترمربع معادل ۲۹۳ درصد افزایش از خود نشان داده است. مناطق کشاورزی از ۲۲۶۸/۸ کیلومترمربع به ۲۱۴۲/۵ کیلومترمربع کاهش پیدا کرده که معادل ۵/۵ درصد کاهش می‌باشد. مناطق کوه و سنگ هم از ۲۰۵۱/۶ کیلومترمربع به ۱۹۹۸/۷ کیلومترمربع معادل ۲/۵ درصد کاهش داشته است. زمین بایر در طبقه ششم نیز از ۱۲۷۰/۸ کیلومترمربع به ۱۳۳۲/۵ کیلومترمربع معادل ۴/۶ درصد افزایش پیدا کرده است. با توجه به اینکه تغییرات بیشتر در کلاس‌های پهنه آبی و جنگل و باغی اتفاق افتاده است، اشاره به این نکته دارای اهمیت است که برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در ۱۵ سال اخیر باعث آسیب‌پذیر شدن اراضی کشاورزی شده است و با توجه به بارندگی‌های اخیر که میانگین کمتری از ۴۰ سال قبل دارد این سوال ایجاد می‌شود که چگونه این افزایش پهنه آبی قابل توجه است و نیز مناطق جنگلی هم افزایش قابل ملاحظه‌ای را در این هشت سال شاهد هستیم؟ مهم‌ترین دلیل افزایش در مناطق جنگلی و باغی این است که در دو دهه اخیر تمایل مردم به سمت احداث باغ بوده است و به طبع آن مدیریت درست از منابع آبی هم در این بخش تحقق یافته است. با توجه به احداث دو سد در مناطق شمالی شهرستان کرمانشاه و تغذیه زمین‌های کشاورزی در مسیر باعث شده که قسمتی از زمین‌های زراعی بصورت مکانیزه و یا سنتی از آب بهره‌مند شوند. در این راستا این افزایش قابل توجه و پذیرش خواهد بود. برای بررسی دقیق‌تر می‌توان تحقیقات میدانی نیز به این مقاله افزود و برای ادامه این پژوهش پیشنهاد می‌کنم این اعداد و

ارقام را با داده‌های سازمان‌های مرتبط از جمله سازمان جهاد کشاورزی، منابع طبیعی، اداره آب و فاضلاب و اداره مسکن و شهرسازی مطابقت داده شود و در نهایت این اطلاعات و نتایج در اختیار سازمان‌های مرتبط جهت اجرای بهینه پروژه‌های اجرایی قرار گیرد.

۵- منابع

- 1-Afify H.A. (2011). Evaluation of change detection techniques for monitoring land cover changes: a case study in new Burg El-Arab area. *Alexandria Engineering Journal* 50: 187–195. (In Persian)
- 2-Agarwal C., Green G.M., Grove J.M., Evans T.P., and Schweik C.M. (2001). A Review and Assessment of Land-Use Change Models Dynamics of Space, Time, and Human Choice. CIPEC Collaborative Report Series No. 1, Center for the Study of Institutions Population, and Environmental Change Indiana University.
- 3-Akbari E., Zangane Asadi M.A., and Taghavi E. (2016). Change detectionn land use and land cover regional neyshabour using Different methods of statistical training theory. *Geographical Planning of Space* 6(20): 35-50. (In Persian)
- 4-Akyürek D., Koç O., Akbaba E.M., and Sunar F. (2018). Land use/Land Cover Change Detection Using Multi-Temporal Satellite Dataset: A case Study in Istanbul New Airport. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-3/W4, Geo Information for Disaster Management, 18–21 March, Istanbul, Turkey.
- 5-Al-Bilbils H. (2019). Spatial Monitoring of Urban Expansion Using Satellite Remote Sensing Images: A Case Study of Amman City, Jordan. *Sustainability* 11(8): 1-14. doi:10.3390/su11082260.
- 6-Anderson G.P., Felde G.W., Hoke M.L., Ratkowski A.J., et al. (2002). MODTRAN4-based atmospheric correction algorithm: FLAASH (fast line-of-sight atmospheric analysis of spectral hypercubes). In Algorithms and Technologies for Multispectral, Hyperspectral, and Ultra Spectral Imagery VIII (Proceedings of SPIE); She SS, Lewis P., Eds.; Society of Photo Optics: Orlando FL, USA: 65–71.
- 7-Asghari Saraskanroud S., Aghayary L., and Pirouzi E. (2018). Study of land use change and its effect on erosion in Nir city using GIS and RS (Case study: Nir county). *Journal of RS and GIS for Natural Resources* 8(4): 49-62. (In Persian)
- 8-Aspinall R. (2004). Modelling land use change with generalized linear models– A multi-model analysis of change between 1860 and 2000 in Gallatin Valley, Montana. *Journal of Environmental Management* 72: 91–103.
- 9-Avci Z.D.U., Karaman M., Ozelkan E., and Papila I. (2011). A Comparison of Pixel-Based and Object-Based Classification Methods, a Case Study: Istanbul, Turkey. 34th International Symposium on Remote Sensing of Environment, Sydney, Australia.
- 10-Azartaj E., Rasoolzade A., and Esmali oori A. (2014). Investigation of the Impact of Land Use Changes on Soil Erosion and Surface Runoff Using Precipitation Simulation (Case Study: Band Almas, Ardabil Province). 1st National Conference on Sustainable Management of Soil

- and Environmental Resources. 10-11 Sep. 2003. Shahid Bahonar University, Kerman, Iran. (In Persian)
- 11-Azartaj E., Rasoulzadeh A., and Asghari A. (2018). Investigation of land use change effect on runoff and soil erosion using rainfall simulation in Heiran area, Ardabil. *Watershed Engineering and Management* 10(1): 1-13. (In Persian)
- 12-Baatz M., and Schäpe A. (1999). Multiresolution Segmentation: An Optimization Approach for High Quality Multi-Scale Image Segmentation, XI. Beitrage zum AGIT Symposium, Salzburg, Germany.
- 13-Benedictsson J.A., Swain P.H., and Ersoy O.K. (1990). Neural Network Approaches versus Statistical Methods in Classification of Multisource Remote Sensing Data. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 28(4): 540-551.
- 14-Brandt J.S., Haynes M.A., Kuemmerle T., Waller D.M., and Radeloff V.C. (2013). Regime shift on the roof of the world: alpine meadows converting to shrublands in the southern Himalayas. *Biological Conservation* 158: 116-127.
- 15-Carlson T.N., and Azofeifa S.G.A. (1999). Satellite Remote Sensing of land Use changes in and around San Jose', Costa Rica. *Remote Sensing of Environment* 70: 247-256.
- 16-Chaikaew P. (2018). Land Use Change Monitoring and Modelling using GIS and Remote Sensing Data for Watershed Scale in Thailand. IntechOpen, 165-181. DOI: 10.5772/intechopen.79167.
- 17-Chen J., Zhu X., Vogelmann J.E., Gao F., and Jin S. (2011). A simple and effective method for filling gaps in Landsat ETM+ slc-off images. *Remote Sensing Environment* 115(4): 1053-1064.
- 18-Dewan A.M., and Yamaguchi Y. (2009). Land use and land cover change in Greater Dhaka, Bangladesh: using remote sensing to promote sustainable urbanization. *Applied Geography* 29: 390-401.
- 19-Dutta D., Kundu A., Patel N.R., Saha S.K., and Siddiqui A.R. (2015). Assessment of agricultural drought in Rajasthan (India) using remote sensing derived Vegetation Condition Index (VCI) and Standardized Precipitation Index (SPI). *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 18: 53-63.
- 20-Elhag M., and Boteva S. (2016). Mediterranean Land Use and Land Cover Classification Assessment Using High Spatial Resolution Data. 5-9 Sep. 2016. IOP Conference Series Earth and Environmental Science 44(4): 042032.
- 21-Estman, J.R. (2009). Idrisi tiaga: Guide to GIS and image processing, Clark University.
- 22-Fallah Sourki M., Kavian A., and Omidvar E. (2016). Prioritization of Haraz sub-watersheds in order to Soil and Water Conservation Practices Based on Morphometric and Land Use Characteristics. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 20(77): 85-99. (In Persian)

- 23-Fan F., Weng Q., and Wang Y. (2007). Land use land cover change in Guangzhou, China, from 1998 to 2003, based on Landsat TM/ETM+ imagery. *Sensors* 7: 1323-1342.
- 24-Feizizadeh B. (2017). Modeling the Trends of the Land Use/Cover Change and Its Impacts on the Erosion System of the Allavian Dam Based on the Remote Sensing and GIS Techniques. *Hydrogeomorphology* 3(11): 21-38. (In Persian)
- 25-Geist H.J. (2005). The land-use and cover change project. Land use, land cover and soil sciences, I. Retrieved from <http://www.eolss.net/sample-chapters/c19/E1-05.pdf>.
- 26-Habib A.F., Kersting A.P., Shaker A., and Yan W.Y. (2011). Geometric Calibration and Radiometric Correction of LiDAR Data and Their Impact on the Quality of Derived Products. *Sensores* 11(9): 9069-9097.
- 27-Hasheminasab S.N., and Jafai R. (2018). Evaluation of Land Use Changes order to Desertification Monitoring Using Remote Sensing Techniques. *Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards* 5(3): 67-82. (In Persian)
- 28-Hosseini Y., Ramezani Moghadam J., and Abdolali zade Z. (2019). Evaluating the Impact of Land Use Changes on Flooding and Flood Runoff in Amuqin Drainage Basin. *Natural Environmental Hazards*, DOI: 10.22111/JNEH.2019.27508.1464(In Persian)
- 29-S.B. Hosseini, A. Saremi, M.H. Noori Gheydari, H. Sedghi, A.R. Firoozfar, (2020). Land Use Classification and Determining the Pattern of Changes for 2014-2017, using OLI Sensor's. *Water and Soil* 34(1): 55-71(In Persian)
- 30-Iqbal M.F., and Khan I.A. (2014). Spatiotemporal land use land cover change analysis and erosion risk mapping of Azad Jammu and Kashmir, Pakistan. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 17: 209–229.
- 31-Islam K., Jashimuddin M., Nath B., and Nath T.K. (2016). Quantitative Assessment of land cover change using landsat time series data: case of Chunati Wildlife Sanctuary (CWS), Bangladesh. *International Journal of Environment Geoinformatics* 3: 45–55.
- 32-Islam K., Jashimuddin M., Nath B. and Nath T.K. (2018). Land use classification and change detection by using multi-temporal remotely sensed imagery: The case of Chunati wildlife sanctuary, Bangladesh. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 21: 37-47.
- 33-Jensen J.R. (1996). A remote sensing perspective. In *Introductory Digital Image Processing*; Prentice Hall: Englewood Cliffs, NJ, USA.
- 34-Jensen J. (2005). *Introductory digital image processing: A remote sensing perspective* (3rd Ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall. 526 pp.
- 35-Kantakumar L.N., and Neelamsetti P. (2015). Multi-temporal land use classification using hybrid approach. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 18: 289–295.

- 36-Karimi Firozjaei M., Kiyavarz M., and Kalantari, M. (2017). Monitoring and prediction of land use changes and physical expansion of Babol city during 1985-2040 using multi-temporal Landsat imagery. *Physical Development Planning* 3(7): 32-52. (In Persian)
- 37-Kazemi M., Nohegar A., and Mirdadi M. (2017). Comparison of different classification algorithms in Landsat OLI imagery to produce land use maps (Case study: Beheshte Gomshode region). *Journal of Natural Ecosystems of Iran* 8(1): 79-97. (In Persian)
- 38-Kyani V., Alizadeh Shaabani A., and Nazari Samani A. (2014). Assessing the Classification accuracy of LISS-III Sensor Image of IRS-P6 Satellite using Google Earth's Database to provide land coverage/ Land use maps (Case study: Taleghan Watershed). *Geographical Data* 23(90): 51-59. (In Persian with English abstract)
- 39-Kumar R., Nandy S., and Agarwal R. (2014). Kushwaha, S.P.S. Forest cover dynamics analysis and prediction modeling using logistic regression model. *Ecological Indicators* 45: 444-455.
- 40-Lal A.M., and Margret Anuncia S. (2015). Semi-supervised change detection approach combining sparse fusion and constrained k means for multi-temporal remote sensing images *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 18: 279-288.
- 41-Lambin E.F. (1997). Modelling and monitoring land cover change processes in tropical regions. *Progress in Physical Geography* 21:375-393.
- 42-Lambin E.F., Turner B.L., Geist H.J., Agbola S.B., Angelsen A., Folke C., Bruce J.W., Coomes O.T., et al. (2001). The causes of land-use and landcover change: moving beyond the myths. *Global Environment Change* 11: 261-269.
- 43-Landis J.R., and Koch G.G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33(1): 159-174.
- 44-López E., Bocco G., Mendoza M., and Duhau E. (2001). Predicting land cover and land use change in the urban fringe. *Landscape Urban Plann* 55(4): 271-285.
- 45-López-Serrano P.M., Corral-Rivas J.J., Díaz-Varela R.A., Álvarez-González J.G. and López-Sánchez, C.A. (2016). Evaluation of radiometric and atmospheric correction algorithms for aboveground forest biomass estimation using landsat 5 TM data. *Remote Sensing* 8(5): 1-19.
- 46-Mahmoodi M.A., and Aminkhah S. (2018). Providing Land Use and Land Cover Maps Using Remote Sensing Data and Artificial Neural Network. *Iranian Journal of Soil and Water Research* 49(5): 1171-1180. (In Persian)
- 47-Malarvizhi K., Kumar S.V., and Porchelvan P. (2016). Use of High Resolution Google Earth Satellite Imagery in Landuse Map Preparation for Urban Related Applications. *Procedia Technology* 24: 1835-1842.
- 48-Mamun A.Al, Mahmood A., and Rahman M. (2013). Identification and Monitoring the Change of Land Use Pattern Using Remote Sensing and GIS: A Case Study of Dhaka City. *Journal of Mechanical and Civil Engineering* 6(2): 20-28.

- 49-Manakos I., Manevski K., Kalaitzidis Ch., and Edler D. (2011). Comparison between FLAASH & ATCOR atmospheric correction modules on the basis of WorldView-2 imagery and in situ spectroradiometric measurements. EARSel 7th SIG-Imaging Spectroscopy Workshop, Edinburgh 11-13 April.
- 50-Marangoz A.M., Sekertekin A., and Akcin H. (2017). Analysis of Land Use Land Cover Classification Results Derived from Sentinel-2 Image. Conference: 17th International Multidisciplinary Scientific Geo-Conference at: Albena, Varna, Bulgaria.
- 51-Mohajne M., Essahlaoui A., Oudija, F., et al. (2018). Land Use/Land Cover (LULC) Using Landsat Data Series (MSS, TM, ETM+ and OLI) in Azrou Forest, in the Central Middle Atlas of Morocco. *Environments* 5(12): 2-16.
- 52-Mohammady M., Moradi H.R., Zeinivand H., and Temme A.J.A.M. (2015). A comparison of supervised, unsupervised and synthetic land use classification methods in the north of Iran. *International Journal of Environmental Science and Technology* 12(5): 1515-1526.
- 53-Mombeni M., and Asgari H. (2018). Monitoring, assessment and prediction of spatial changes of Land Use /Cover using Markov Chain Model (Case study: Shushtar- Khuzestan). *Geograohical Data* 27(105): 35-47.
- 54-Mondal M.S., Sharma N., Kappas M., and Garg P.K. (2012). Modeling of spatio-temporal dynamics of LULC – a review and assessment. *Journal of Geomatics* 6(2): 93–103.
- 55-Mondal M.S., Sharma N., Garg P.K., and Kappas M. (2016). Statistical independence test and validation of CA Markov land use land cover (LULC) prediction results. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 19(2): 259–272.
- 56-Muttitanon W., and Tiipathi N.K. (2005). Land use/land cover changes in the coastal zone of Ban Don Bay, Thailand using Landsat 5 TM data. *International Journal of Remote Sensing* 26(11): 2311-2323.
- 57-Pullanikkatil D., Palamuleni L., and Ruhiiga T. (2016). Assessment of land use change in Likangala River catchment, Malawi: A remote sensing and DPSIR approach. *Applied Geography* 71: 9–23.
- 58-Rafii S., Alavipanah B., malekmohammadi B., ramazani Mehrian M., and Nasiri H. (2012). Producing land cover maps using remote sensing and decision tree algorithm (Case study: Bakhtegan national park and wildlife refuge). *Geography and Environmental Planning* 23(3): 111-132. (In Persian with English abstract)
- 59-Rawat J.S., and Kumar M. (2015). Monitoring land use/cover change using remote sensing and GIS techniques: a case study of Hawalbagh block, district Almora, Uttarakhand, India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 18: 77–84.
- 60-Reis S. (2008). Analyzing Land Use/Land Cover Changes Using Remote Sensing and GIS in Rize, North-East Turkey. *Sensors* 8:6188-6202.

- 61-Riahi bakhtiary H.R., Darvish sefat A.A., and Zobairy M. (2000). Determining the most suitable method for preparing natural resource land use maps in scale of 1: 250,000 using satellite data in the Arzhan plain area. Geomatics, Tehran, Iran. (In Persian)
- 62-San B.T., and Suzan M.L. (2010). Evaluation of Different Atmospheric Correction Algorithms for EO-1 Hyperion Imagery. International Archives of the Photogrammetry, *Remote Sensing and Spatial Information Science* (XXXVIII)8: 392-397.
- 63-Shenani Hoveize S.M., and Zareii H. (2017). Investigation of Land Use Changes During the Past Two Last Decades (Case Study: Abolabas Basin). *Journal of Watershed Management Research* 7(14): 237-244. (In Persian with English abstract)
- 64-Sophia S.R., and Ndambuki J.M. (2017). Accuracy Assessment of Land Use/Land Cover Classification Using Remote Sensing and GIS. *International Journal of Geosciences* 8: 611-622.
- 65-Song C., Woodcock C.E., Seto K.C., Lenney M.P., and Macomber S.A. (2001). Classification and change detection using Landsat TM data: When and how to correct atmospheric effects? *Remote Sensing of Environment* 75: 230-244.
- 66-Sustainable Rural Development Sector Plan in Centern of Tarom, Iran. (2017). Housing Foundation of Islamic Revolution. Pp: 674. (In Persian)
- 67-Ulbricht K.A., and Heckendorf W.D. (1998). Satellite images for recognition of landscape and land use changes. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing* 53: 235-243.
- 68-Van Vliet J., Bregt A.K., and Hagen-Zanker A. (2011). Revisiting Kappa to account for change in the accuracy assessment of land-use change models. *Ecological Modelling* 222(8): 1367-1375.