

آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی شهرستان پلدختر با استفاده از تصاویر ماهواره لندست

میرنجف موسوی*، رضا سارلی**، مهدی خداداد***

تاریخ دریافت مقاله: ۹۷/۳/۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۷/۶/۲۵

چکیده

تحقیق حاضر با هدف آشکارسازی تغییرات پوشش/کاربری اراضی منطقه پلدختر در طی دوره زمانی ۳۱ ساله انجام شده است. برای انجام تحقیق از تصاویر سال ۱۹۸۶، ۲۰۰ و ۲۰۱۷ سنجنده TM و ETM+، TM نیاز در مرحله پیش پردازش، با طبقه‌بندی شیء‌گرا تصاویر در محیط نرم‌افزارهای (Envi)، (TerrSet) نقشه آشکارسازی تغییرات تهیه شده و نتایج نهایی ارائه شده است. تجزیه و تحلیل تغییرات نشان داد که مساحت نیمی از جنگل‌های انبوه کاهش یافته و حای خود را به جنگل‌های تنک شده و مراتع دادند و همچنین اراضی کشاورزی (زراعت دیم، زراعت آبی و باغات) که هر کدام به ترتیب ۴.۷ درصد افزایش یافته؛ همچنین مناطق مسکونی نیز نسبت به دوره‌های پیشین دستخوش تغییر شده است، این تغییرات می‌توانند علاوه بر اثرات منفی بر محیط‌زیست و منابع طبیعی، سبب افزایش بلایای طبیعی شود و همچنین با توجه به روند رو به رشد جمعیت و شهرنشینی نتایج حاصل از این پژوهش، اطلاعات ضروری را جهت اخذ تصمیمات اساسی در تدوین سیاست‌های مدیریتی برای برنامه‌ریزان و مدیران منطقه‌ای جهت پایداری و ارزیابی منابع طبیعی را فراهم می‌نماید.

واژگان کلیدی

کاربری اراضی، پوشش گیاهی، تکنیک‌های سنجش از دور (RS)، شهرستان پلدختر.

* دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه ارومیه mousavi424@yahoo.com

** دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور گرایش مطالعات آب و خاک، دانشگاه محقق اردبیلی (نویسنده مسئول) Rs.moha@yahoo.com

*** کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی روتایی، دانشگاه گلستان، گرگان Khodadadmehdi91@yahoo.com

مقدمه

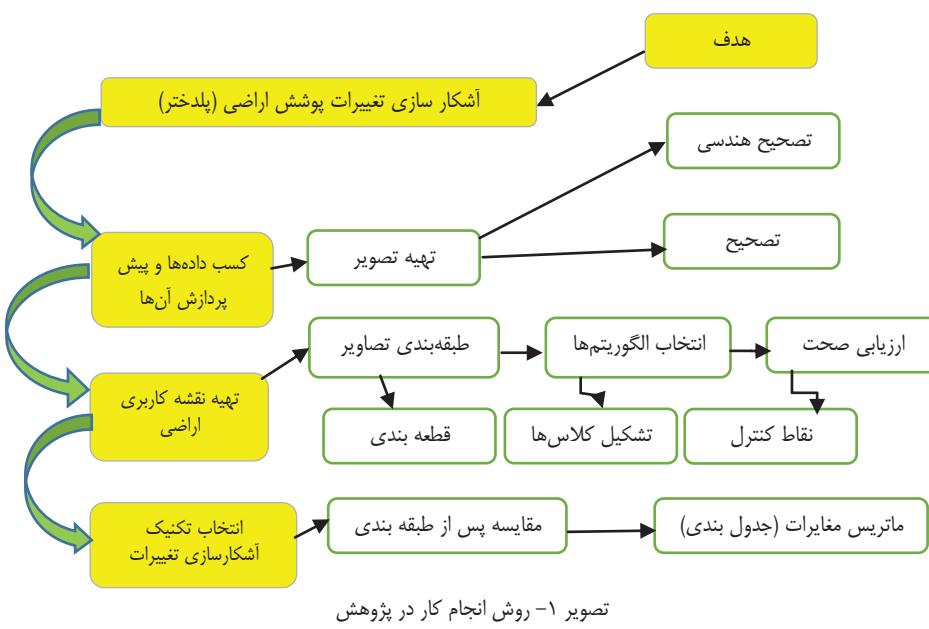
تصاویر چندطیفی سنجش از راه دور برای به دست آوردن درک بهتری از محیط زمین بسیار کارآمد می باشد؛ بنابراین با توجه به دگرگونی های گسترده در کاربری اراضی و پوشش گیاهی، استفاده از فناوری سنجش از دور به یک ابزار مهم در بررسی و پایش تعییرات بدل شده است (امیدوار و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۱۱). در طول زمان، الگوهای پوشش زمین و به تبع آن کاربری اراضی چار تعییر و دگرگونی اساسی می شوند اصولاً برای استفاده بهینه از قابلیت های منابع طبیعی، کسب اطلاعات دقیق از پتانسیل های کاربری اراضی امری ضروری است امروزه، فن آوری سنجش از راه دور به عنوان یک راهکار ارزشمند در جهت شناسایی منابع طبیعی، به ویژه در روند تهیه نقشه های کاربری اراضی، در مناطق مختلف جهان به صورت علمی مورد استفاده قرار می گیرد (شریفي، ۱۳۹۲: ۲۱۴). جنگل ها حدود ۳۰ درصد سطح زمین را پوشانده اند و بر اساس برآورده، حدود ۸۰۰ میلیون نفر در داخل و با اطراف جنگل ها زندگی نموده و از منابع جنگلی برای سوخت، غذا، دارو و کسب درآمد استفاده می نمایند. از این تعداد، حدود ۷۰ میلیون نفر افرادی هستند که زندگی آن ها کاملاً به منابع جنگلی وابسته است (احمدی، ۱۳۹۴: ۸۴). تصاویر رقومی ماهواره ای به عنوان یکی از منابع اطلاعاتی مکانی نسبت به سایر منابع متدال (مانند نقشه ها) و عکس های هوایی دارای برتری های متنوعی از جمله پوشش وسیع و تکراری، کاهش حجم عملیات میدانی، کاهش هزینه و همچنین به هنگام بودن اطلاعات است (مهندی، فلاح شمسی، ۱۳۹۱: ۷۷). طبقه بندی را می توان یک فرآیند تصمیم گیری دانست که در آن داده های تصویری به فضای کلاس های مشخص انتقال می یابند برای طبقه بندی، روش های سیاری وجود دارد که آن ها را می توان به دو دسته کلی روش های پیکسل مبنای و روش های شیء پایه (شیء گرا) تقسیم بندی نمود که روش های شیء پایه عموماً نتایج قابل اعتمادتری ارائه می دهند روش های پیشرفته طبقه بندی برای رفع محدودیت های روش های مرسوم و همچنین برآوردن نیازهای جدید و روزافزون کاربران توسعه داده شده اند. این روش ها عموماً از اطلاعات جانبی (غیر طبیعی) بیشتری برای رسیدن به نتیجه مطلوب استفاده می نمایند. استفاده از اطلاعات جانبی در آنالیز تصاویر ماهواره ای با ظهور سیستم های اطلاعات جغرافیایی، تولید انبوه ا نوع اطلاعات مکانیم و آشکار شدن وابستگی خصوصیات طیفی و فیزیکی انواع عوارض آغاز گردید. این روش ها را روش های دانش پایه^۱ نیز می نامند. استفاده از روش های ریاضی پیچیده تر، دست کاری داده ها و استفاده از داده های گوناگون از چند منبع از جمله راهکارهایی است که این روش ها در پیش می گیرند تا به نتایج بهتری نسبت به روش های متدال دست یابند (فاطمی و رضایی، ۱۳۹۳: ۲۸۸). آنچه در مدیریت کمی پیچیده تر به نظر می رسد، بررسی پیشینه و آینده مسائل شهری به منظور ارائه یک برنامه مدون با در نظر گرفتن الگوی توسعه و پیشرفت یک محیط شهری است برای یک چنین برنامه ریزی قطعاً اطلاعاتی از چگونگی این تعییرات، پیشینی وضعیت آینده بر مبنای روند تعییرات انجام شده در گذشته است (زیبری، ۱۳۸۰). آشکارسازی تعییرات، فرآیند شناسایی تفاوت ها در وضعیت یکشی یا پدیده به وسیله مشاهده آن در زمان های متفاوت است (Lu D, 2007 Q, Weng 2007). از این طریق می توان تعییرات مکانی شهر را با در اختیار داشتن اطلاعات مکانی آن در زمان های مختلف مشخص نمود (علیزاده ریبعی، ۱۳۸۷). کاربری اراضی شامل انواع بهره برداری از زمین به منظور رفع نیازهای گوناگون انسان است. نقشه های پوشش سطح زمین، نمایی واقعی از پدیده زیستی و فیزیکی موجود در سطح زمین مثل پوشش گیاهی، آب، بیابان، یخ، برف و پدیده های ایجاد شده توسط انسان است (Yaghobzadeh & Akbarpour, 2011: 5-22).

هدف از تحقیق حاضر آشکارسازی تعییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی شهرستان پلدختر بوده که با استفاده از داده های ماهواره لندست به روش آشکارسازی پس از طبقه بندی بوده است نتایج حاصله از این تحقیق امکان اتخاذ تصمیمات اساسی در تدوین سیاست های مدیریتی برای برنامه ریزان و مدیران منطقه ای جهت پایداری و ارزیابی منابع طبیعی را فراهم می نماید.

روش شناسی تحقیق

فرآیند آشکارسازی تعییرات در چهار مرحله کسب داده ها و پیش پردازش آن ها، تهیه نقشه کاربری اراضی، انتخاب تکنیک تعیین تعییرات و آشکارسازی تعییرات انجام شد.

1. Knowledge based



جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره مورد استفاده

مشخصات تصاویر ماهواره ای استفاده شده			
اندازه پیکسل	تاریخ اخذ تصویر	نوع سنجنده	ماهواره
30,90	2000/6/30	ETM	لندست ۷
15.30,100	2017/6/30	OLI	لندست ۸

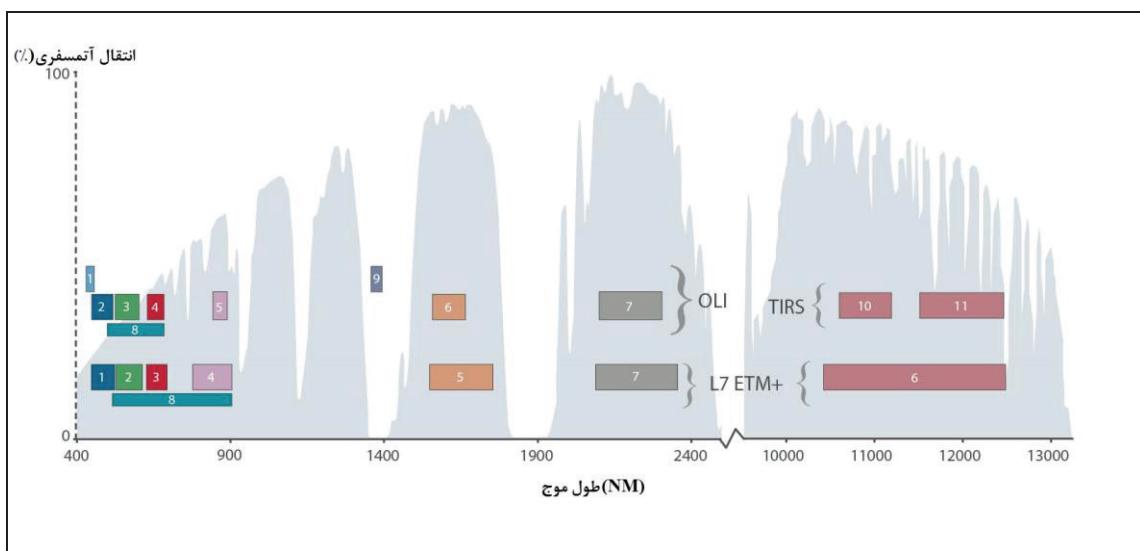
مبانی نظری

قابلیت‌ها و مزایای سنجنده OLI نسبت به سنجنده ETM+ لندست ۷:

- قدرت تفکیک طیفی بهتر با محدوده‌های باندی باریک‌تر و ۲ باند طیفی بیشتر (اخذ اطلاعات در ۹ باند طیفی).
- افزایش چهار برابری دقت ثبت ژئودتیک مطلق تصاویر
- تغییر هندسه تصویربرداری از Push broom Whisk broom به Push broom در نتیجه اخذ ۱۵۰ صفحه اطلاعاتی بیشتر در روز (۴۰۰ تصویر در روز)
- بهبود قدرت تفکیک رادیومتریک از ۸ بیت به ۱۲ بیت و امکان توصیف بهتر پوشش زمین
- افزایش نسبت سیگنال به نویز (SNR)

۷ باند از ۹ باند سنجنده OLI با سنجنده‌های TM و ETM+ که بر روی ماهواره‌های لندست قرار داشتند؛ یکسان می‌باشد، که این عمل علاوه بر سازگاری با داده‌های قدیمی لندست و تداوم آن‌ها، قابلیت‌های اندازه گیری را نیز بهبود داده است.

آماده سازی تصاویر و اعمال تصحیحات اتمسفری: اتمسفر همواره به عنوان یکی عمال تاثیرگزار در سنجش از دور بوده و به خاطر عملکرد آن ارزش عددی هر پیکسل در تصاویر حاصل از سنجش از دور ثبت واقعی تابندگی پدیده‌های سطح زمین نیست. زیرا بر اثر جذب، علامت‌ها تضعیف شده و یا اینکه بر اثر پراکنش مسیر آن تغییر می‌کند. بر این اساس در این مرحله اقدام به تصحیحات اتمسفری بر روی تصاویر شده و با توجه به اینکه تصحیحات اتمسفری متناسب با زمان و موقعیت جغرافیایی اعمال می‌شود. تکنیک استفاده شده برای تصحیح اتمسفری روش کاهش عددی ارزش پیکسل‌های تیره (روش چاوز) است. طرز کار این روش به این گونه است که کمترین مقدار ارزش عددی یک پیکسل برای ناحیه‌های آبی، در هر نوار می‌بایست صفر باشد در غیر این صورت این ارزش ایجاد شده بر اساس خطای اتمسفری است (چاوز، ۱۹۸۸).



تصویر ۲- مقایسه محدوده طیفی و پهنای باندهای لندست ۷ و لندست ۸ در طیف الکترومغناطیس

تصحیح رادیومتریک: دو نوع تصحیح رادیومتریک وجود دارد، تصحیح رادیومتریک مطلق و تصحیح رادیومتریک نسبی روش تصحیح رادیومتریک مطلق نیازمند ورود داده‌های مربوط به خصوصیات اتمسفریک و کالیبراسیون سنجنده است انجام این تصحیح در اغلب موارد و به خصوص برای داده‌های قدیمی کار بسیار سختی است (دو و همکاران، ۲۰۰۲). در مقابل تصحیحات رادیومتریک نسبی با هدف کاهش متغیرهای اتمسفریک و غیره منتظره در میان تصاویر چند زمانه صورت می‌گیرد. یکی از روش‌های تصحیح رادیومتریک نسبی، کاهش تیرگی پدیده‌هاست. کاهش تیرگی پدیده یک روش ساده است که به طور گسترده در بسیاری از موارد به کار گرفته می‌شود (چاوز و همکاران، ۱۹۹۴). برای انجام تصحیح رادیومتری در اولین گام ارزش‌های رقومی به تابش طیفی تبدیل می‌شود که این عمل با استفاده از ضرایب کالیبراسیون سنجنده و با استفاده از رابطه زیر صورت می‌گیرد (Hilbert & Bruce, 2004).

$$L = \text{Gain} \times \text{DN} + \text{Offset}$$

که در آن L تابش طیفی (μm^{-1}) ارزش رقومی پیکسل (۰ تا ۲۵۵) و Gain ضرایب کالیبراسیون سنجنده می‌باشد در مرحله بعد مطابق با رابطه زیر مقدار تابش طیفی به بازتاب طیفی تبدیل می‌شود (Richards, J.A., 1993).

$$P = \frac{\pi L d^2}{ESUN \cos(SZ)}$$

P : بازتاب طیفی بدون واحد بین صفر تا یک

$\pi/4$.

L : تابش طیفی در دریچه سنجنده

d : محدود فاصله زمین و خورشید بر اساس واحدهای ستاره شناسی

$ESUN$: ارتفاع خورشید

SZ : زاویه خورشید در هنگام تابش در زمان ضبط تصویر ماهواره‌ای

با تبدیل مقادیر تابش طیفی به بازتاب طیفی آثار مربوط به تغییر شرایط نوردهی، فصل، عرض جغرافیایی، شرایط آب و هوایی روی تصاویر حذف می‌گردد و نتیجه حاصل نسبتاً استاندارد شده است که مستقیماً جهت مقایسه بازتاب پدیده‌ها بین تصاویر مختلف و یک تصویر در زمان‌های متفاوت قابل کاربرد است. در این مطالعه نیز از روش کاهش تیرگی پدیده که به راحتی در نرم افزار ENVI قابل اجراست جهت تصحیح رادیومتریک استفاده شده است این فرآیند جهت کاهش اثرات پخش اتمسفری بر روی تصویر است.

پردازش و طبقه‌بندی شیءگرای تصاویر ماهواره‌ای: پردازش شیءگرای تصاویر ماهواره‌ای به عنوان رویکردی نوین در سنجش از دور شناخته می‌شود استفاده تلفیقی از اطلاعات طیفی و مکانی را در پردازش تصاویر ماهواره‌ای مدنظر قرار می‌دهد. در فرایند پردازش شیءگرا

اطلاعات فیزیکی، شکل و الگو مورد استفاده قرار می‌گیرد تا خطاها ناشی از شباهت طیفی در پردازش پیکسل پایه به حداقل رسیده و موجات افزایش دقت فراهم گردد (لیلسند و همکاران، ۲۰۰۱). در پردازش تصاویر پیکسل پایه مبنای پردازش بر اساس ارزش عددی پیکسل در باندهای مختلف است، در حالی که پردازش شیء‌گرا تنها ممکن است ارزش پیکسل‌ها نیست و مواردی چون بافت، رنگ، شکل و سایر عواملی که بتواند در جداسازی و عوارض کمک کند را در طبقه‌بندی دخالت می‌دهد چراکه در این روش تصویر بر اساس پارامترهای طیفی، فیزیکی و هندسی پدیده‌های زمینی ثبت شده بر روی تصویر سگمنت‌سازی شده و واحد پردازش تصاویر از پیکسل به پدیده‌های تصویری یا سگمنت تغییر می‌یابد و درنتیجه آن با پردازش جامع‌تر این اطلاعات، اشیاء و پدیده‌های دنیا واقعی را با دقت بالایی استخراج نمود (فیضی‌زاده و هلالی، ۱۳۸۸).

سگمنت سازی تصاویر ماهواره‌ای (Image Segmentation): سگمنت سازی اولین و مهم‌ترین مرحله، در تبدیل تصویر به واحدهای تصویری مجزا می‌باشد (هانگ و همکاران، ۲۰۰۸). سگمنت به معنی گروهی از پیکسل‌های همسایه در داخل یک ناحیه است که شباهت (نظیر ارزش عددی و بافت) مهم‌ترین معیار مشترک آن‌ها است (Blaschke). شیء (Segment) های تصویری حاصل از فرایند سگمنت سازی، مبنای طبقه‌بندی شیء‌گرا هستند و آن‌ها دارای حجم زیادی از مشخصات و خصیصه‌های پدیده‌های زمینی و متناظرشان در سطح تصویر می‌باشند و هرچه قدر این فرایند با دقت بیشتری انجام گیرد، مستقیماً در کیفیت طبقه‌بندی شیء‌گرا تأثیر خواهد داشت (هافمن و همکاران، ۱۹۹۸). در طول فرایند سگمنت سازی، تمام تصویر سگمنت‌سازی شده و شیء‌های تصویری بر اساس معیار همگنی در رنگ و شکل تولید می‌شوند (یان، ۲۰۰۳). جهت تولید یا سگمنت‌سازی تصاویر ماهواره‌ای از الگوریتم Multiresolution Segmentation استفاده شده است. این نوع الگوریتم سگمنت سازی یکی از پرکاربردترین الگوریتم‌های تولید سگمنت است که با به حداقل رساندن میانگین مکانی ناهمگنی‌ها در باندهای طیفی تصاویر اقدام به ایجادشیء (Object) می‌کند.

شیء‌های نمونه آموزشی: طبقه‌بندی شیء‌گرا نیز همانند طبقه‌بندی‌های نظارت شده در روش پیکسل پایه نیازمند نمونه‌های تمرینی یا آموزشی است. برخلاف طبقه‌بندی پیکسل پایه، طبقه‌بندی با الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه در روش شیء‌گرا نیازمند نمونه‌های آموزشی کمتری است چون هنگامی که یک شیء تصویری به عنوان نمونه آموزشی انتخاب می‌شود، آن شیء خود پیکسل‌های متعددی را پوشش می‌دهد (فیضی‌زاده، ۱۳۸۶). در تحقیق حاضر نمونه‌های آموزشی تصاویر Google Earth جمع‌آوری شده و شیء‌های متناظر بر روی تصاویر مربوطه به عنوان نمونه آموزشی به نرم‌افزار معرفی شد. که بر اساس این نمونه تمامی شیء‌های موجود را به کلاس‌های مربوطه اختصاص داده شد.

طبقه‌بندی فازی: طبقه‌بندی شیء‌گرای تصاویر ماهواره‌ای امکان استفاده از قابلیت‌های فازی را فراهم می‌آورد. به‌طور خلاصه نظریه مجموعه فازی فرضیه‌ای برای اقدام در شرایط عدم اطمینان است. این نظریه قادر است بسیاری از مفاهیم و متغیرها و سیستم‌هایی را که نادقيق و مبهم هستند، در صورت معادلات ریاضی مطرح نموده و زمینه را برای استدلال، استنتاج، کنترل و تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان فراهم آورد (Ranjbar & Honarmand, 2004). در این راستا برای طبقه‌بندی فازی، از انواع روش‌های فازی برای محاسبه درجه عضویت (از جمله سیگموئد، ذوزنقه‌ای، مثلثی، خطی) امکان محاسبه درجه عضویت برای هر عارضه و همچنین شناسایی تأثیرگذارترین معیارها برای طبقه‌بندی حاصل می‌شود (Blaschke, 2010). طبقه‌بندی فازی تکنیکی است که ارزش عددی عوارض را به ارزش فازی اجزاء همگون سازی و ترکیب عضویت مشخص برای هر طبقه تبدیل می‌کند. تبدیل ارزش عددی عوارض به ارزش فازی اجزاء همگون سازی و ترکیب عوارض در دامنه‌های متفاوت را فراهم می‌آورد (فیضی‌زاده، ۱۳۸۶). طبقه‌بندی فازی در Cognition با توجه به معیارهایی است که مفسر برای هر طبقه مشخص می‌کند، این معیارها می‌توانند شامل ارزش عددی سگمنت‌ها یا ویژگی‌های بصری نظیر (بافت، تن، رنگ و...) باشد و اختصاص درجه عضویت به هریک از عوارض با توجه به ارزش فازی اجزاء همگون سازی و ترکیب مقادیر عددی باندها و سایر شاخص‌ها مختلف از شاخص طیفی دیگری به نام NDVI جهت افزایش دقت و کیفیت طبقه‌بندی و نیز از الگوریتم‌های فازی AND (عملگر بازگشتی به عنوان حاصل ضربی از ارزش فازی) و OR (عملگری با حداکثر ارزش بازگشته از ارزش فازی) استفاده شده است.

جدول ۲- شاخص‌های طیفی و میانگین باندی

شاخص‌های طیفی و میانگین باندی	NDVI	NDVI	NDVI	NDVI	Green
۱۹۸۶	$T > 0.3$	$0.14 < T > 0.30$	$0.04 < T > 0.14$	$T < -0.15$	$0.14 < T > 0.26$
۲۰۰۱	$25T > 0.$	$00.19 < T > 0.38$	$0.09 < T > 0.19$	$T < -0.17$	$0.19 < T > 0.33$
۲۰۱۶	$32T > 0.$	$0.18 < T > 0.39$	$0.10 < T > 0.16$	$T < -0.16$	$0.18 < T > 0.32$
تابع فازی	AND (min)	OR (max)	AND (min)	AND (min)	AND (min)
نوع تابع عضویت	خطی	مرتع	خطی	گوسین	گوسین
طبقه هدف	زمین‌های کشاورزی	جنگل	آب	مرتع	شهری

ارزیابی صحبت طبقه‌بندی: هیچ طبقه‌بندی تا زمانی که دقت آن مورد ارزیابی قرار نگرفته است تکمیل نیست و برای کسب اطمینان از صحبت تصویر طبقه‌بندی شده دقت آن باید مورد ارزیابی قرار گیرد (لیلسن، ۲۰۰۱). دقت طبقه‌بندی بیانگر سطح اعتماد به نقشه استخراج شده می‌باشد (Anderson, 1976). مدل‌های ارزیابی دقت در طبقه‌بندی شیء‌گرا بیشتر از روش‌های طبقه‌بندی پیکسل پایه است که این مدل‌ها شامل ضریب دقت کلی، ضریب کاپا، ماتریس خطأ، پایداری طبقه‌بندی و نتیجه بهترین طبقه‌بندی است (یان، ۲۰۰۳). در این پژوهش برای ارزیابی دقت نمونه‌هایی که از قبل برای ارزیابی دقت طبقه‌بندی مشخص شده بود را بر روی تصاویر انتخاب و برای ارزیابی به نرم‌افزار معرفی شد. ارائه دقت بالا در طبقه‌بندی با روش شیء‌گرای نتیجه‌ای است که در تحقیق هانگ و نی ای (2008) نیز به اثبات رسیده است. علت این دقت بالا استفاده از معیارهای نظیر شکل، بافت، رنگ، بافت و الگو عوارض در طبقه‌بندی است که ابهام در مورد ماهیت عوارض را کاهش می‌دهد.

جدول ۳- ضرایب خطای کلی و کاپا طبقه‌بندی

ضریب کاپا	۰.۸۶	۰.۸۸	۰.۹۰	۹۰.۱	۲۰۰۰	سال
دقت کلی	۰.۸۶	۰.۸۸	۰.۹۰	۹۰.۱	۹۲.۵۶	۲۰۱۷

آشکارسازی تغییرات با LCM: تغییرات کاربری اراضی ابزاری برای تجزیه و تحلیل‌های محیط‌زیست، برنامه‌ریزی و مدیریت ضروری است. مدل‌ساز تغییر زمین، نرم‌افزاری برای ایجاد توسعه پایدار بوم‌شناختی است که برای تشخیص مسئله مبرم و رو به افزایش تغییرات سرزمین و نیازهای تحیلی حفظ تنوع‌زیستی طراحی و ساخته شده است و به صورت ابزار جانبی درون سامانه نرم‌افزار TerrSet وجود داشته، همچنین به صورت افزونه برای نرم‌افزار ArcGIS نیز در دسترس است. مدل‌ساز تغییر زمین، ابزاری را در اختیار قرار می‌دهد که به کمک آن می‌توان به ارزیابی و مدل‌سازی تجربی تغییرات کاربری اراضی و اثرات آن بر محدوده مورد مطالعه و نیز زیستگاه‌ها پرداخت (ارخی، ۱۳۹۳). در این تحقیق با استفاده از این مدل به تحلیل و آشکارسازی تغییر کاربری‌ها پرداخته می‌شود.

پیشینه تحقیق

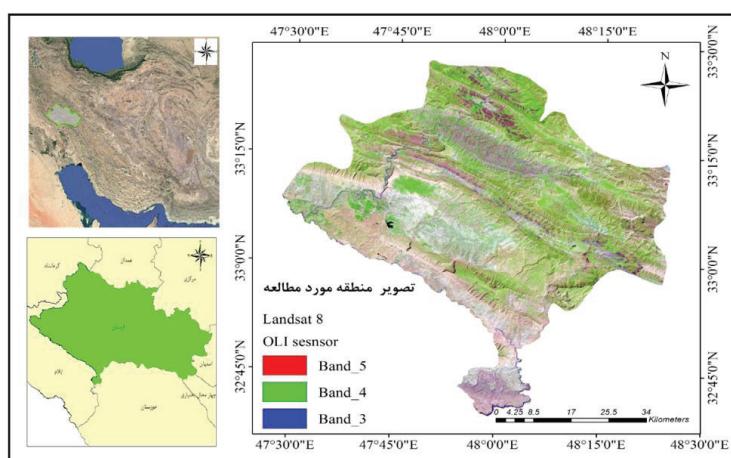
یو و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیق با استفاده از روش طبقه‌بندی شیء‌گرا و تصاویر GeoEye اقدام به استخراج نقشه کاربری اراضی نمودند و نشان دادند که این روش دارای صحبت بالایی می‌باشد (Yu et al., 2011:7). Mackie (۲۰۱۲) در تحقیقی به تحلیل ساختار روش شیء‌گرا پرداخته و نشان داد که در این روش داده‌ها با هم ترکیب شده و قطعاتی را ایجاد می‌کنند که این قطعات کمک بسیاری به حل مشکلات طبقه‌بندی و افزایش دقت تصویر نهایی می‌کنند (Mackie, 2013:3). مالپوتی و سرنی (۲۰۱۳) به تجزیه و تحلیل تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین با استفاده از سنجش از دور، سامانه اطلاعات جغرافیایی و تصاویر ماهواره‌ای IRS در منطقه شهری تیری پاتی در هند (طی دوره ۱۹۷۶-۲۰۰۳) پرداختند، نتایج این مطالعه نشان دهنده گسترش قابل توجه در مناطق شهری و همچنین کاهش

معنی دار مناطق کشاورزی و جنگلی در طی دوره مورد مطالعه می باشد. ساین و خاندوزی (۲۰۱۱) با استفاده از داده های سنجش از دور و GIS به آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی در پنجاهمین سال های ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۶ پرداختند داده های مورد استفاده در این پژوهش داده های سنجنده TM+، IRS از ماهواره لندست و ETM+ بوده است روش آشکارسازی تغییرات بعد از انجام طبقه بندی تصاویر ماهواره ای صورت گرفت مساحت کاربری های موردنظر بدست آمده و با یکدیگر مقایسه شدند. این پژوهشگران سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی را روشنی کارآمد و بهینه برای تولید اطلاعات مکانی و برنامه ریزی کاربری اراضی می دانند.

سنجری و برومند (۱۳۹۲) در تحقیقی با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست به ارزیابی تغییرات کاربری اراضی شهرستان زرند کرمان پرداخته و نتایج آن حاکی از تبدیل کاربری اراضی بایر و اراضی رسوبی کشت نشده به اراضی باغی و مناطق مسکونی و صنعتی است. رفیعی و همکاران (۱۳۹۰) تحولات، تغییرات کاربری و پوشش اراضی منطقه اصفهان را در یک دوره هشت ساله با استفاده از تصاویر ماهواره لندست بررسی کرده و به این نتیجه رسیده اند که در این دوره تغییرات زیادی در اراضی کشاورزی مجاور شهر اصفهان رخ داده و به منطقه مسکونی تبدیل شده اند. مؤمنی (۱۳۹۲) از روش شیء گرا برای شناسایی ساختمندان را در تصاویر دارای قدرت تفکیک مکانی بالا استفاده نمودند و بر کارایی مناسب و قابلیت این روش برای استفاده از ویژگی های غیر طیفی جهت استخراج ساختمندان اشاره نمودند (Khosravi & Momeni, 2012). سفیانیان و همکاران (۱۳۹۲) اقدام به بررسی تغییرات کاربری اراضی برای محدوده شهر اصفهان بین سال های ۱۳۶۶-۱۳۷۷ نمود. داده های بکار رفته در این پژوهش، داده های سنجنده TM ماهواره لندست بوده است. جهت آشکارسازی تغییرات، روش آنالیز برداری تغییرات روی تصاویر پیاده شد نتایج حاکی از آن بود که آنالیز برداری تغییرات، یک روش مناسب برای آشکارسازی و توصیف تغییرات رادیومتریک سری زمانی داده های ماهواره ای چند طیفی است. موقعیت نقشه های تغییرات نیز نشان دهنده این بود که طی سال های مذکور جهت توسعه شهر بیشتر به سمت جنوب و جنوب شرقی بوده است. رجبزاده (۱۳۹۵)، در پژوهشی به بررسی تغییرات کاربری اراضی جنوب غرب تهران با استفاده از تصاویر مربوط به ماهواره لندست دو سنجنده MSS ژوئن سال ۱۹۷۵، ماهواره لندست هفت سنجنده ETM+ سال ۲۰۰۲ و ماهواره لندست هشت سنجنده OLI ژوئن سال ۲۰۱۳ نسبت به تهیه نقشه های کاربری اراضی و بررسی تغییرات کاربری در طی دوره ۳۸ ساله در محیط نرم افزار ENVI پرداخته و نتایج حاکی از آن بود که تغییرات کاربری در ۳۸ ساله گذشته حاکی از کاهش درصدی ۷۰۶۰/۹ هکتار) باغات منطقه و افزایش هفت و پنج درصدی سطوح مناطق مسکونی و اراضی کشاورزی می باشد.

محدوده مورد مطالعه

شهرستان پلدختر از نظر موقعیت در طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۲۷ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۳۱ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. حداقل ارتفاع این شهرستان از سطح دریای آزاد ۱۳۱ متر حداقل ارتفاع آن ۲۹۳۴ متر می باشد. آب و هوای آن نسبتاً گرم و نیمه خشک است ولی برخی از نواحی آن بسیار سرد هستند. بیشترین درجه گرما ۴۷ درجه در تابستان، کمترین دما -۲ درجه در زمستان در شهر پلدختر به ثبت رسیده است و مقدار بارش سالانه بطور متوسط ۴۵۰ میلی متر است (سازمان آب و هواشناسی).

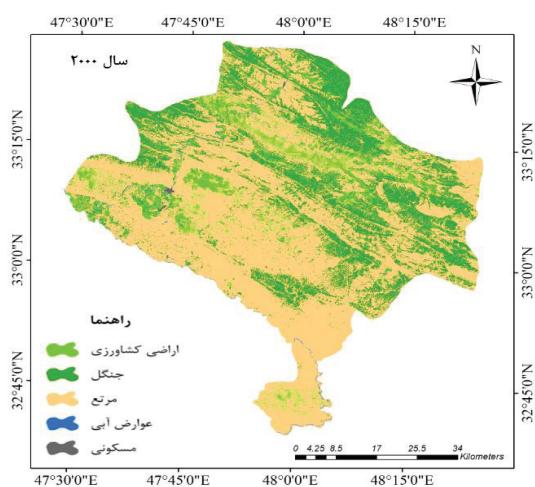


تصویر ۳- نقشه منطقه مورد مطالعه

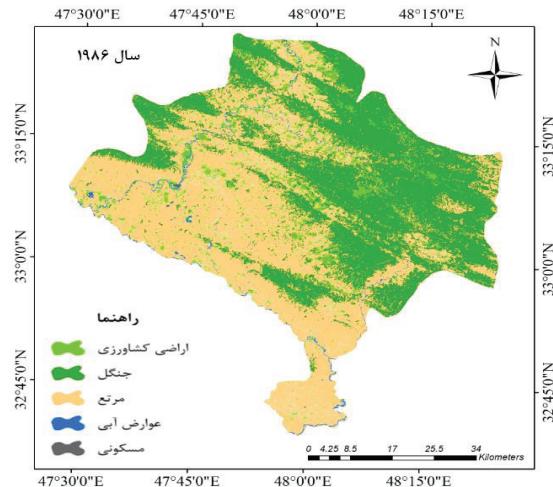
شهرستان پلدختر از شمال و خاور به شهرستان خرمآباد، از شمال باختری به شهرستان کوهدشت، از جنوب به استان خوزستان و ایلام محدود می‌باشد. شهرستان پلدختر به عنوان یکی از شهرهای زاگرس میانی، با داشتن رویشگاه مناسبی از درختان جنگلی با غالبیت بلوط ایرانی^۱ و پسته وحشی مطرح بود و به طور کلی با وابستگی معیشت غالب مردم آن به جنگل‌های و مرتع اهمیت خاصی پیدا می‌کند.

یافته‌های تحقیق

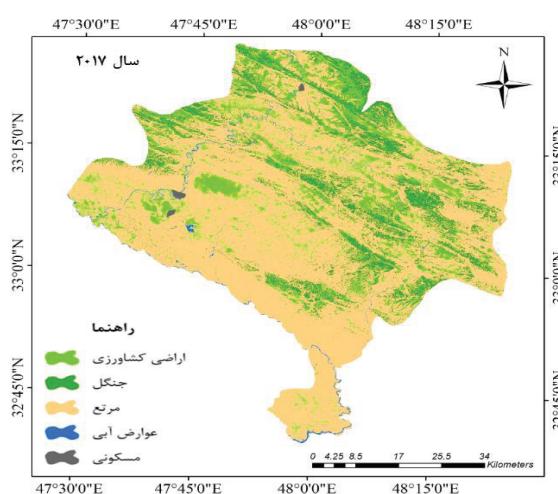
طبق نتایج پژوهش شهرستان پلدختر دارای کاهش چشمگیری در کلاس جنگل بوده است که میزان آن در طول این بازه چشمگیر است. طی بازه ۳۱ ساله (۱۹۸۶-۲۰۱۷) مساحت آن یک‌سوم در سال ۲۰۱۷ رسیده و در طرف مقابل کلاس کشاورزی و مرتع دارای رشد افزاینده‌ای بوده‌اند. کلاس مسکونی نیز از این رشد بی‌بهره نبوده است، به طوری که در سال ۲۰۱۷ به میزان ۵ برابر نسبت به ۱۹۸۶ رشد داشته است. کلاس عوارض آبی نیز به دلیل احداث سد و آببندی‌های متعدد از سال ۲۰۰۰ به بعد با روند افزایشی مواجه شده است که ۲۰۱۷ نسبت به سال ۲۰۰۰ دو برابر رشد کرده است. کلیه مساحت‌ها بر حسب کیلومتر مربع است.



تصویر ۵- نقشه طبقه بندی کاربری اراضی سال ۲۰۰۰ شهرستان پلدختر



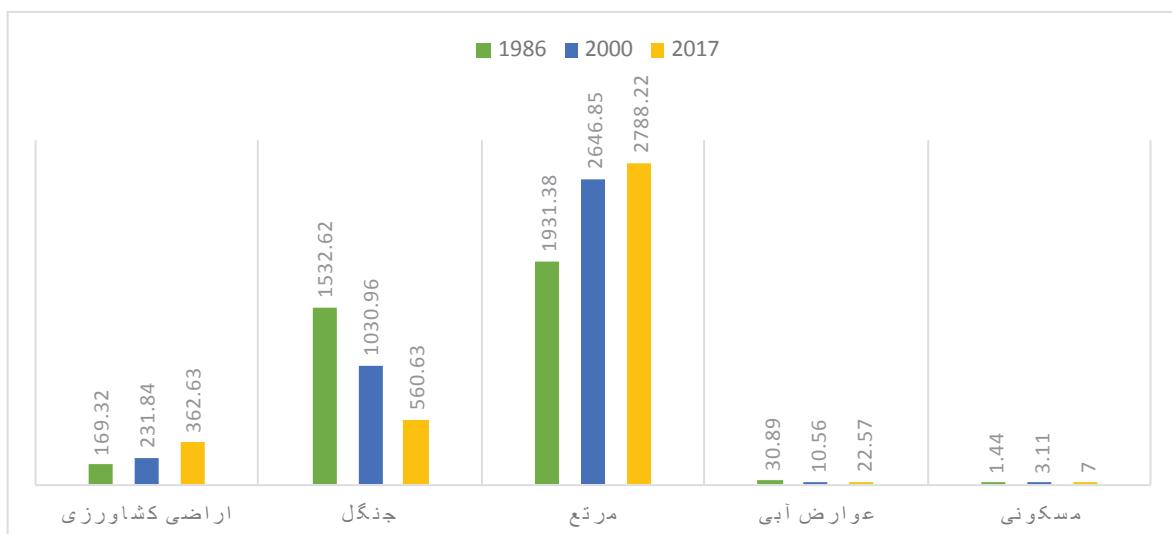
تصویر ۴- نقشه طبقه بندی کاربری اراضی سال ۱۹۸۶ شهرستان پلدختر



تصویر ۶- نقشه طبقه بندی کاربری اراضی سال ۲۰۱۷ شهرستان پلدختر

جدول ۴- مساحت کلاس‌ها در بازه زمانی ۱۹۸۶-۲۰۱۷

کلاس	۱۹۸۶	۲۰۰۰	۲۰۱۷
اراضی کشاورزی	۱۹۶/۳۲	۲۳۱/۸۴	۳۶۲/۶۳
جنگل	۱۵۳۲/۶۲	۱۰۳۰/۹۶	۵۶۰/۶۳
مرتع	۱۹۳۱/۳۸	۲۴۶۴/۵۸	۲۷۸۸/۲۲
عوارض آبی	۳۰/۸۹	۱۰/۵۶	۲۲/۵۷
مسکونی	۱/۴۴	۳/۱۱	۷/۰۰



تصویر ۷- نمودار تغییرات کاربری در طول بازه ۳۱ ساله شهرستان پلدختر

جدول ۵- تبدلات بین کلاس‌ها، دوره ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۷ شهرستان پلدختر

به/از	اراضی کشاورزی	جنگل	مرتع	عوارض آبی	مسکونی
اراضی کشاورزی	۰	-۱۵۹/۴۱	-۷/۷۴	-۰/۱۷	۱/۰۴
جنگل	۱۵۹/۴۱	۰	۸۱۰/۷۸	۰/۱۶	۰/۱۹
مرتع	۴/۷۴	-۸۱۰/۷۸	۰	-۸/۵۶	۳/۶۱
عوارض آبی	۰/۱۷	-۰/۱۶	۸/۵۶	۰	۰/۵
مسکونی	-۱/۰۴	-۰/۱۹	۳/۶۱	-۰/۵	۰

در اثر بی توجهی به چرخه زیستگاهی منطقه پلدختر در طول دوره زمانی مورد مطالعه، تغییرات عمده‌ای روی کاربری‌ها رخ داده و ادامه این روند منجر به تخریب مقدار زیادی از اراضی جنگلی شهرستان پلدختر گردیده است. که در اثر بی توجهی به زیست بوم منطقه و همچنین اجرای برنامه‌های توسعه شهری و انتقال پساب منابع خانگی و تشکیلات دولتی و غیر دولتی در معرض آلودگی‌های زیست محیطی قرار گرفته است که نقشه‌های بدست آمده فوق خود نمایانگر تغییرات رخ داده بر روی کاربری‌ها را طی سال‌های ۱۹۸۶ الی ۲۰۱۷ نشان می‌دهد، نتایج روند تغییرات در دوره‌های زمانی اشاره شده عبارت‌انداز: ۱- به صورت پویا روند توسعه شهری اکثراً در تداخل با کاربری‌های کشاورزی بوده است.

۲- ساخت و سازها عموماً در حاشیه شهر و روستاهای نزدیک به مناطق شهری اتفاق افتاده است.

۳- دستخوردگی‌ها در حاشیه رودخانه به لحاظ تمرکز و ساخت و سازهای مسکونی و صنعتی که در طی چند دهه گذشته رخ داده، بر خصوصیات کیفی منابع آبی تأثیر گذاشته است.

این تحقیق نشان داد که داده‌های ماهواره‌ای از توانایی بالایی در استخراج نقشه کاربری اراضی و همچنین ارزیابی تغییرات کاربری برخوردارند.

آمار پایش تغییر: در اینجا تغییرات حاصل از طبقه‌بندی یک به یک با هم مقایسه می‌شود که در نتیجه با استفاده از این روش امکان تعیین تغییرات رخ داده در هر کلاس دیگر وجود دارد نتایج این تغییرات در جداول زیر ارائه شده است. نتایج این جدول به خوبی نشان می‌دهد که بیشترین تغییرات مثبت در اراضی کشاورزی و بیشترین تغییرات منفی در مناطق جنگلی بوده است. نتایج ماتریس درصد میزان تغییرات کاربری‌ها نشان می‌دهد که تغییر جنگل به زمین کشاورزی در تمام منطقه ۴۰ درصد متوسط جنگل‌زدایی برای تبدیل جنگل به زمین کشاورزی در تمام منطقه ۱۶.۴ درصد ارزیابی شده تغییرات کاربری اراضی جنگلی در دهستان معمولان (بسیار کمتر از میانگین منطقه) و در دهستان میانکوه شرقی و افرینه (بسیار بیشتر از میانگین منطقه) است.

تغییرات کاربری جنگل‌های شهرستان پلدختر به تفکیک دهستان

جدول ۶-تغییرات کاربری دهستان‌های پلدختر سال ۱۹۸۶

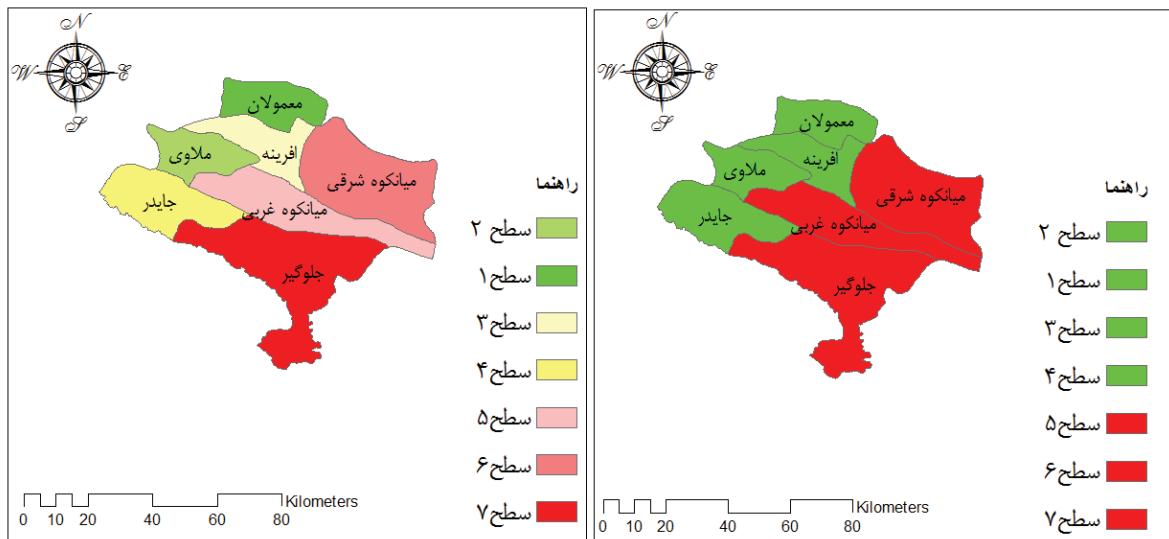
دهستان/کلاس	اراضی کشاورزی	جنگل	مرتع	عوارض آبی	شهری
افرینه	26.60	134.29	159.16	3.81	0.00
جادیر	22.86	29.34	402.01	8.08	1.30
جلوگیر	28.73	222.75	685.07	11.07	0.00
ممولان	25.91	166.30	113.81	2.02	0.14
ملاوی	20.83	104.78	167.90	4.94	0.00
میانکوه شرقی	29.99	655.60	102.90	0.71	0.00
میانکوه غربی	41.40	219.55	300.53	0.26	0.00

جدول ۷-تغییرات کاربری دهستان‌های پلدختر سال ۲۰۰۰

دهستان/کلاس	اراضی کشاورزی	جنگل	مرتع	عوارض آبی	شهری
افرینه	46.28	100.19	181.21	1.05	0.00
جادیر	46.33	58.65	358.12	2.66	2.76
جلوگیر	11.70	128.71	824.82	3.66	0.00
ممولان	14.94	153.37	143.04	1.12	0.35
ملاوی	7.74	108.10	182.96	1.85	0.00
میانکوه شرقی	68.68	356.40	364.85	0.16	0.00
میانکوه غربی	36.18	125.53	409.59	0.05	0.00

جدول ۸-تغییرات کاربری دهستان‌های پلدختر سال ۲۰۱۷

دهستان/کلاس	اراضی کشاورزی	جنگل	مرتع	عوارض آبی	شهری
افرینه	48.38	52.60	225.52	2.23	0.00
جادیر	47.65	9.07	400.80	5.53	5.46
جلوگیر	29.64	87.39	842.97	8.88	0.00
ممولان	58.71	101.26	149.73	1.58	1.54
ملاوی	24.51	53.76	219.01	3.37	0.00
میانکوه شرقی	83.21	195.09	511.04	0.75	0.00
میانکوه غربی	70.51	61.47	439.16	0.22	0.00



شکل چپ - بیشترین تغییرات مربوط به (سطح ۷) و کمترین مربوط به (سطح ۱) شکل

شکل راست - رنگ قرمز مناطق با بیشترین تخریب و رنگ سبز مناطق با کمترین تخریب

بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از آشکارسازی تغییرات نیز نشان می‌دهد که روش آشکارسازی تغییرات پس از طبقه‌بندی روشی کاربردی محسوب شده چراکه در این روش تغییرات رخ داده در هر کلاس کاربری اراضی نسبت به کلاس‌های دیگر مشخص می‌گردد مزیت استفاده از روش آشکارسازی پس از طبقه‌بندی امکان ردیابی این تغییرات در آختیار قرار می‌دهد بررسی تغییرات کاربری اراضی و نحوه تغییرات آن یکی از عوامل مؤثر چهت دستیابی و توسعه پایدار و استفاده بهینه از سرزمین می‌باشد. شناخت روند و مقدار تغییرات کاربری اراضی موجب درک بهتر رابطه انسان با محیط‌زیست و اتخاذ مناسب تصمیمات مدیریتی می‌گردد لذا نتایج این پژوهش امکان آتخاذ تصمیمات اساسی در تدوین سیاست‌های مدیریتی برای برنامه‌ریزان و مدیران منطقه‌ای جهت پایداری و ارزیابی منابع طبیعی را فراهم می‌نماید. نتایج بررسی تغییر کاربری اراضی در منطقه شهرستان پلدختر نشان می‌دهد که در طی دوره زمانی (۱۹۸۶ تا ۲۰۱۷) وسعت کاربری اراضی منطقه کشاورزی ۱۶۶/۳۳ هکتار افزایش، کاربری جنگلی بالغ بر ۹۰۰ هکتار کاهش، اراضی دیم ۸۵۶/۹۴ هکتار افزایش، اراضی آبی ۸/۳۲ هکتار کاهش، و اراضی مسکونی ۶/۶ هکتار افزایش را به خود اختصاص داده است و همچنین در میان دهستان‌ها بیشترین تخریب مربوط به دهستان میانکوه‌شرقی و افرینه و کمترین تخریب مربوط به دهستان ممولان می‌باشد دلیل افزایش مساحت کاربری کشاورزی آبی و باغات را می‌توان به کاهش چرخه بیوم منطقه اختصاص داد و افزایش جمعیت را می‌توان افزایش چاههای آبی و توسعه کشاورزی آبی و باغات جهت برطرف کردن نیاز غذایی افراد بومی دانست تصمیم‌گیری‌های سیاسی می‌توانند مجموعه یک منطقه را جاذب یا عاری از جذایت سازند و یا وضعیتی را که برای سرمایه‌گذاری و همچنین احیای یک منطقه فراهم آورد از جمله این تصمیمات، تعیین طول مرزی برای زیستگاه جنگلی و تأثیر آن بر رشد و نمو منطقه اشاره کرد در مجموع باید عنوان نمود که در منطقه پلدختر، شاهد افزایش جایگزینی جنگل با مراتع و اراضی کشاورزی آبی و مسکونی هستیم.

پیشنهادها

- جهت انجام تحقیقات بیشتر در زمینه نظارت بر تغییرات کاربری اراضی شهرستان پلدختر، پیشنهاد می‌گردد که از تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی و تتفکیک طیفی بالاتر جهت آشکارسازی تغییرات جزئی تر برای مثال تغییرات رخ داده در انواع پوشش‌های گیاهی استفاده گردد.
- اجرای دیگر روش‌های طبقه‌بندی تصاویر مانند طبقه‌بندی شیءگرا و دیگر روش‌های پیکسل پایه از جمله روش طبقه‌بندی در خت تصمیم‌گیری و مقایسه با نتایج این پژوهش پیشنهاد می‌گردد.
- استفاده از سری زمانی بیشتر بین بازه زمانی مطالعه حاضر مسلماً امکان ردیابی تغییرات کاربری اراضی را امکان پذیر خواهد نمود.

- برای کنترل و کاهش میزان تغییرات کاربری شهری که با سایر کاربری‌های مرتع، کشاورزی آبی و باغات و ... رابطه عکس دارد پیشنهاد می‌گردد که به جای توسعه کالبدی و افقی شهر، زمین‌های رها شده و آیش و سا نه نشده را مدنظر قرار داده و توسعه درونزا را منجر شوند.

فهرست منابع

- احمدی، م.، و نارنگی‌فرد، م. (۱۳۹۴). برآورد کیفیت و آشکارسازی تغییرات پهنه‌های جنگلی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه‌موردی: شهرستان رستم، فارس). *فصلنامه سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی*, ۶(۳)، ۱۰۰-۸۷.
- امیدوار، ک.، نارنگی‌فرد، م.، و عباسی، ح. آ. (۱۳۹۴). آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی در شهر یاسوج با استفاده از سنجش از دور. *فصلنامه جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای*، پاییز، دوره پنجم، شماره ۱۶، ۱۱۱-۱۲۶.
- آرخی، ص.، و اصفهانی، م. (۱۳۹۳). آموزش تصویری نرم‌افزار ادريسی، انتشارات دانشگاه گلستان.
- رجبزاده، ف. (۱۳۹۵). تغییرات کاربری اراضی جنوب غربی تهران با استفاده از تکنیک سنجش از دور و زنجیره مارکوف. *فصلنامه حفاظت منابع آب و خاک، سال ششم*، شماره دو، زمستان، ۵۹-۷۲.
- رفیعی، ر.، سلمان‌ماهینی، ع.، و خراسانی، ن. (۱۳۹۰). تعیین تغییرات کاربری اراضی به روش مقایسه پس از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای. *Landsat و IRS*. *فصلنامه کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی*, ۲(۳)، ۵۳-۶۴.
- زبیری، م.، و مجد، ع.ر. (۱۳۸۰). آشنایی با فن سنجش از دور و کاربرد در منابع طبیعی. *موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران*. ۳۳۰ صفحه.
- سفیانیان، ع.ر.، و داکرمنی، ل. (۱۳۹۲). تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از روش طبقه‌بندی فازی (مطالعه موردی سه زیر حوزه آبخیز کبودر آهنگ، رزن-قهاوند و خونجین - تلخاب در استان همدان). *دوفصلنامه آمایش سرزمین*. شماره ۴، ۹۵-۱۱۴.
- سنجرجی، ص.، و برومند، ن. (۱۳۹۲). پایش تغییرات کاربری / پوشش اراضی در سه دهه گذشته با استفاده از تکنیک سنجش از دور (مطالعه‌موردی: منطقه زرند استان کرمان). *فصلنامه کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی*, ۱(۴)، ۶۸-۵۷.
- شریفی، ل.، رسولی، ع.آ.، حجازی، م.آ.، و رستم‌زاده، م. (۱۳۹۲). آشکارسازی تغییرات کاربری / پوشش اراضی با پردازش شیگرای تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه‌موردی: شهرستان تبریز). *نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهر*، دوره ۱۷، شماره ۴۴، ۲۰۳-۲۱۴.
- علیزاده‌ربیعی، ج. (۱۳۸۷). سنجش از دور (اصول و کاربرد). *تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها* (سمت)، چاپ نهم، ۲۹۲ صفحه.
- فاطمی، س.ب.، و رضایی، ی. (۱۳۹۳). مبانی سنجش از دور. *انتشارات آزاده*.
- فیضی‌زاده، ب. (۱۳۸۶). مقایسه روش‌های پیکسل پایه و شیگرا در تهیه نقشه‌های کاربری اراضی. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد، مرکز دانشگاه تبریز*, ص ۷۴-۹۳.
- فیضی‌زاده، ب.، و هلالی، ح. (۱۳۸۸). مقایسه روش‌های پیکسل پایه، شیگرا و پارامترهای تأثیرگذار در طبقه‌بندی پوشش / کاربری اراضی استان آذربایجان غربی. *مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، شماره ۷۱. ص ۷۳-۸۴.
- مهدوی، ع.، و فلاح شمسی، س.ر. (۱۳۹۱). تهیه نقشه تغییرات سطح جنگل با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر LISS-III ماهواره IRS (مطالعه‌موردی: شهرستان ایلام). *فصلنامه علوم و فناوری چوب و جنگل*، ۱۹(۱)، ۹۱-۷۷.
- Anderson, J. R. (1976). A land use and land cover classification system for use with remote sensor data (964). US Government Printing Office.
- Blaschke, T. (2010). Object based image analysis for remote sensing. *ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing*, 65(1), 2-16.
- Blaschke.T, Lang.S (2006). Bridging remote sensing and GIS-what are the main supportive pillars?, International Conference on Object-based Image Analysis (OBIA 2006), university of Salzburg, Austria, 20.
- Bruce, C.M., and Hilbert, D.W. (2004). Pre-processing Methodology for Application to Landsat TM/ETM+ Imagery of the Wet Tropics. Cooperative Research Centre for Tropical Rainforest Ecology and Management. Rainforest CRC, Cairns, 44p.

- Chavez, P. S. (1988). An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. *Remote sensing of environment*, 24(3), 459-479.
- Chavez, P.S. (1996). Image-based atmospheric corrections-Revisited and improved. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 62: 1025–1036.
- Du, Y., Teillet, P.M., and Cihlar, J. (2002). Radiometric normalization of multitemporal high-resolution satellite images with quality control for land cover change detection. *Remote Sensing of Environment*, 82: 123-134.
- Hofmann, T. Puzicha, J. Buhmann, J. (1998). Unsupervised texture segmentation in a deterministic annealing framework. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 20, 803-818.
- Huang, L. Ni, L. (2008). Object-oriented classification of high resolution satellite image for better accuracy. In Proceedings of the 3rd International Symposium on Spatial Accuracy Assessmen in Natural Resources and Environmental Sciences, Shanghai, China, 211 218.
- Khosravi, I. and Momeni, M. (2012). Identification structure of high-resolution satellite imagery using objectbased image analysis, 20th Conference of Geomatics of Iran, 10 p.
- Lillesand, T. Kiefer, R.W. Chipman, J. (2001). *Remote sensing and image interpretation*,6th Edition, Wiley Publication, Washington.
- Lillesand, T.M., and Kiefer, R.W. 1994. *Remote Sensing and Image Interpretion*, John Wiley and sons, New York, 750p.
- Lu D, Weng Q. (2007). A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance. *International Journal of Remote Sensing*, 28(5): 823-870.
- Mackie, R.I. (2013). Dynamic analysis of structures on multicore computers – Achieving efficiency through object oriented design, *Advances in Engineering Software* 66: 3–9.
- Mallupattu, P.K. and J.R. Sreenivasula Reddy. (2013). Analysis of Land Use/Land Cover Changes Using Remote Sensing Data and GIS at an Urban Area, Tirupati, India. *The Scientific World*, 2013: 1-7.
- Ranjbar, H. 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, 21, 4729-4741.
- Richards, J.A. (1993). *An Introduction to Remote Sensing Digital Image Analysis*, Springer-Verlag New York, Inc. Second Edition, 225p.
- Singh, P. and Khanduri, K. (2011). Land use and land cover change detection through Remote Sensing & GIS technology: case study of pathankot and dhar kalan tehsils,Punjabl/international Journal of Geomatics And Geosciences, 4, 839-846.
- Yaghobzadeh, M. and Akbarpour, A. (2011). The effect of satellite image classification algorithm based on curve number runoff and maximum flood discharge using GIS and RS, *Geography and Development* 9 (22):5-22.
- Yan, G (2003). Pixel based and object oriented image analysis for coal fire research. Enschede, Holanda, pp 1-93.
- Yu, H.Y., Cheng, G., Ge, X.S. and Lu, X.P. (2011). Object oriented land cover classification using ALS and GeoEye imagery over mining area, *Transactions Nonferrous Metals Society of China* 21:733-737.