



بررسی روند تغییرات کاربری اراضی شهر اصفهان با استفاده از سنجش از دور

علی آذری^{۱*}، سمیرا خلیل‌پور^۲، دلنیا پالیزبان^۳، صادق ناجی^۴

- ۱- کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشگاه صنعتی اصفهان
- ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و GIS. دانشگاه محقق اردبیلی
- ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و GIS. دانشگاه محقق اردبیلی
- ۴- دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و GIS. دانشگاه خوارزمی تهران

چکیده :

اطلاع از نسبت کاربری‌های اراضی و نحوه تغییرات آن در گذر زمان یکی از مهم‌ترین موارد در برنامه‌ریزی و مدیریت اراضی است. شناسایی این تغییرات می‌تواند به مدیریت آینده منطقه کمک کند. هدف از این تحقیق، پایش تغییرات کاربری اراضی شهر اصفهان در بازه زمانی (۲۰۱۳-۱۹۹۸) است. برای این منظور از تصاویر ماهواره‌ای سنجنده TM سال ۱۹۹۸ و سنجنده OLI سال ۲۰۱۵ پس از اعمال تصحیحات و پیش پردازش‌های مورد نیاز، نقشه‌های کاربری اراضی با طبقه بندی شبکه عصبی در ۵ کاربری تهیه شدند. از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی برای پایش تغییرات در این بازه ۱۵ ساله استفاده شد. نتایج نشان‌دهنده تخریب اراضی کشاورزی بوده است و در مقابل اراضی ساخته شده طی این دوره در حال افزایش بوده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که افزایش جمعیت طی این دوره باعث افزایش تقاضا شده که افزایش تقاضا باعث استفاده بیش از حد از کاربری‌ها و جایگزین کردن کاربری‌ها از جمله تبدیل اراضی کشاورزی به اراضی ساخته شده، بوده است. که علت این تغییرات، تغییر شرایط اجتماعی و اقتصادی و ایجاد واحدهای صنعتی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ایش تغییرات، شبکه عصبی، اصفهان، تصاویر ماهواره‌ای

۱- مقدمه

در سراسر جهان پوشش‌های طبیعی زمین تحت تأثیر رشد شهری قرار گرفته‌اند. برخوردهای دینامیک اقتصادی و اجتماعی تأثیر بسیار شدیدی بر مرکز و بافت شهری گذاشت و به‌تبع آن دگرگونی شدید را در فضای پیرامونی وجود آورده است [۴]. این رشد و گسترش سبب تغییر کاربری و پوشش زمین در بسیاری از کلان‌شهرهای دنیا و بخصوص در کشورهای در حال توسعه می‌شود. برای رسیدن به توسعه پایدار، برنامه‌ریزی دقیق، کنترل و مدیریت تغییرات پوشش کاربری زمین، که برای عوامل طبیعی یا مصنوعی از جمله دخالت انسان حادث می‌شوند؛ امری ضروری می‌باشد. مدیران و برنامه‌ریزان شهری، نیازمند ابزاری می‌باشند که اطلاعات را به‌طور صحیح، سریع و بهنگام به آن‌ها عرضه نماید [۱۶]. استفاده از روش‌های متداول و سنتی برداشت و اندازه‌گیری زمینی مستلزم وقت و هزینه زیاد می‌باشد و حتی در بعضی مناطق صعب‌العبور امکان انجام وجود ندارد. استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به دلیل ویژگی‌های خاص از جمله دید وسیع، کم‌هزینه بودن، استفاده از قسمت‌های مختلف طیف الکترومغناطیسی برای ثبت خصوصیات پدیده‌ها، دوره بازگشت کوتاه امکان تحلیل خودکار آن، سریع‌تر بودن بررسی و نیز فراهم کردن امکان پایش منطقه، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۱۷].

به‌طورکلی سنجش از دور می‌تواند تغییرات دوره‌ای پدیده‌های سطح زمین را نشان دهد و در مواردی نظری بررسی تغییر کاربری، مسیر رودخانه‌ها، حد و مرز پیکره‌های آبی چون دریاچه‌ها، دریاها و اقیانوسها، مورفوژوئی سطح زمین بسیار کارآمد است. داده‌های دورسنجی با مزیت بالایی که در تفکیک طیفی، زمانی، مکانی، رادیومتریک و فضایی اطلاعات دارند، برای بررسی تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین بسیار مناسب می‌باشند. همچنین به‌دلیل تعدد باندهای مورد استفاده بوسیله سنجنده و قابلیت آنالیز داده‌های آن در سیستم‌های کامپیوتری امکانات بالایی را جهت تمایز و تشخیص بهتر پدیده‌ها و منابع از طریق تجزیه و تحلیل‌های کامپیوتری ایجاد می‌کنند و دقت نتایج خروجی را تا حد مطلوب افزایش می‌دهند [۷].

در زمینه پایش تغییرات کاربری و پوشش اراضی تاکنون مطالعات زیادی در خارج و ایران صورت گرفته و استفاده از داده‌های ماهواره‌ای همچون لنست و اسپات و IRS در تهیه این‌گونه نقشه‌ها تاکنون توسط بسیاری از متخصصین مورد تأیید قرار گرفته است. که از نمونه تحقیقات انجام شده می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

سینگ (۱۹۸۹) (۱) جهت بررسی پایش تغییرات جنگل در منطقه شمال شرقی هند، تکنیک‌های تفاضل تصویر، نسبت‌گیری تصویر، تفاضل شاخص پوشش گیاهی نرمал شده، مقایسه پس از طبقه بندي را با هم مقایسه نمود و به این نتیجه رسید که روش تفاضل تصویر بیشترین دقت و روش مقایسه پس از طبقه بندي کمترین دقت را در این منطقه نشان می‌دهد [۲۵]. آرولبالاجی و گروگنانام (۲۰۱۴) با استفاده از سنجش از دور در یک بازه ۱۶ زمانی ساله اقدام به پایش تغییر کاربری اراضی در محدوده سالم در جنوب هند نمودند و بیان داشتند که بیشترین تغییرات در مرکز محدوده مطالعاتی رخ داده و سناریوی توسعه اجتماعی-اقتصادی این منطقه که تأثیرگذار بر منابع آب و منابع معدنی است، عامل این تغییرات می‌باشد [۱۰]. مادرابروم و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از داده‌های دورسنجی و روش طبقه‌بندي نظارت شده در بازه زمانی ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۱ به مطالعه شناسایی تغییرات کاربری اراضی در حوضه پیپستن کریک ۴ در داکوتای شمالی پرداخته و بیان می‌دارد که داده‌های دورسنجی الگوی تغییرات پوشش زمین را به صورت رقومی درآورده و می‌تواند به عنوان یک ورودی ضروری در سیاست‌های مدیریت اراضی لحاظ شود [۲۱]. فلاحتکار و همکاران (۱۳۸۸) اقدام به بررسی تغییرات کاربری اراضی برای محدوده شهر اصفهان بین سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۳۷۷ نمود. داده‌های به‌کار رفته در این پژوهش، داده‌های سنجنده TM ماهواره لنست 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 داده‌های ماهواره‌ای چند طیفی است. موقعیت نقشه‌های تغییرات نیز نشان‌دهنده این بود که طی سالهای مذکور جهت توسعه شهر بیشتر به سمت جنوب و جنوب شرقی بوده است [۸]. رمضانی و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی تغییرات کاربری اراضی در شهر اسفراین (خراسان شمالی)

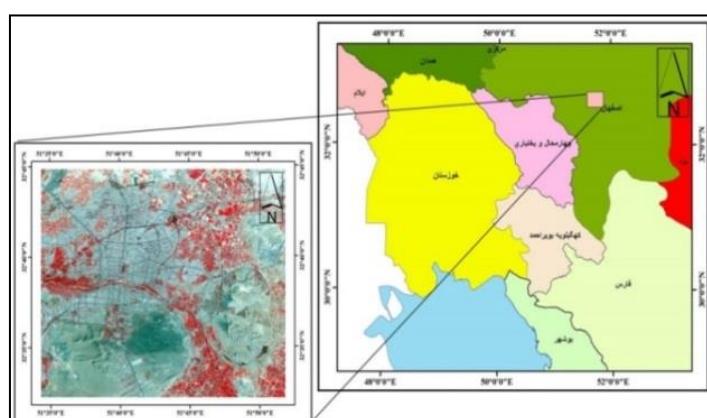
با استفاده از تصاویر لندست در طول ۴ دهه پرداختند. آنها از روش طبقه‌بندی نظارت شده و مقایسه پس از طبقه‌بندی برای مقایسه تغییرات استفاده نمودند. ضریب کاپای بدهست آمده در حدود ۸۷ درصد و صحت کلی ۹۰ درصد بود. نتایج نشان داد که اراضی کشت آبی و نیز مناطق مسکونی بیشترین تغییر را در طول دوره‌ی مورد مطالعه داشته‌اند [۶]. رسولی و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیقی که با هدف بررسی تغییرات در منطقه دشت قزوین در محدوده زمانی سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۲ انجام دادند به این نتیجه رسیدند که حدود ۱۹/۸۶ درصد از الگوهای کاربری اراضی در یک مدت زمان کوتاه دچار تغییرات اساسی شده‌اند. بیشترین افزایش مربوط به کاربری‌های مسکونی و صنعتی است و در مقابل بیشترین کاهش مربوط به کاربری‌های مرتع، دیم و باغات میوه است [۵]. آرخی (۱۳۹۴) اقدام به آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی منطقه آبدانان در طی دوره زمانی ۲۵ ساله نمود. نتایج نشان داد که در فاصله سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۸۹، روند تغییر اراضی با پوشش مراتع متوسط و خوب کاهشی است که بیانگر روند کلی تخریب در منطقه از طریق جایگزین شدن مراتع متوسط و خوب توسط کاربری‌های مراتع فقیر و اراضی بایر است [۱].

در تحقیق حاضر نیز با استفاده از نتایج پژوهش‌های مورد اشاره و با تأکید بر بررسی کارایی و دقیقت نتایج حاصل از به کارگیری داده‌های سنجش از دور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تغییرات کاربری اراضی و روند تغییرات اراضی در شهر اصفهان مورد مطالعه قرار گرفته است.

۲- مواد و روش‌ها

۱- منطقه مورد مطالعه

اصفهان یکی از شهرهای بزرگ و تاریخی ایران است که دارای شهرت جهانی می‌باشد. در این بررسی محدوده‌ای در طول "۵۱° ۳۳' ۳۲" و "۵۳° ۳۱' ۵۱" شرقی و عرض "۴۵° ۲۲' ۳۲" و "۴۱° ۴۶' ۵۱" شمالی که شامل شهر اصفهان و اراضی اطراف آن با مساحتی بالغ بر ۶۳۸ کیلومترمربع است مورد مطالعه قرار گرفت (شکل ۱). با توجه به رشد سریع شهر اصفهان و تغییرات ایجاد شده در انواع پوشش اراضی، نیاز به بررسی تغییرات پوشش اراضی منطقه و برنامه‌ریزی صحیح جهت حفظ منابع موجود بیش از پیش لازم و ضروری است.



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

۲- داده‌های مورد استفاده

در این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای لندست و نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ استفاده شده است. تصاویر مورد نیاز از سایت زمین‌شناسی آمریکا درخواست و در سطح تصحیحات L1T از سایت مربوط دریافت شد. مشخصات تصاویر مورد استفاده شده در جدول (۱) آمده است. پس از تهیئة تصاویر ماهواره‌ای برای محدوده مورد مطالعه، از نرم افزار ENVI 5.1 طی مراحل مختلف پردازش تصاویر استفاده شد. همچنین در راستای بررسی تغییرات و تحولات کاربری اراضی، از روش طبقه‌بندی شبکه عصبی استفاده گردید.

جدول ۱: مشخصات تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده در پژوهش

ردیف	تاریخ تصویر	گذر/ردیف	ماهواره	سنجدنه	قدرت تفکیک (متر)
۱	۱۹۹۸/۸/۶	۱۶۴/۳۷	LANDSAT_5	TM	۳۰ متر
۲	۲۰۱۳/۸/۱۵	۱۶۴/۳۷	LANDSAT_8	OLI	۳۰ متر

۲-۳- پیش پردازش تصاویر ماهواره‌ای

پیش از بکارگیری داده‌های ماهواره‌ای در تجزیه تحلیل رقومی، کیفیت آن‌ها از نظر وجود خطای هندسی، پرتوسنجی مانند راهراه شدگی، زیر هم قرار نگرفتن خطوط اسکن، پیکسل‌های تکراری، خطاهای اتمسفری مانند وجود لکه‌های ابر موردن بررسی قرار گرفت. برای بررسی وضعیت هندسی تصاویر و اطمینان از مناسب بودن هندسه تصاویر لایه‌های برداری جاده‌ها و آبراهه‌ها از نقشه‌های رقومی ۱:۲۵۰۰۰ استخراج و بر روی تصاویر ماهواره‌ای قرار داده شد.

۲-۴- طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای

جهت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای به کاربری‌های مدنظر از الگوریتم شبکه عصبی که یک روش طبقه‌بندی نظارت شده هست استفاده شده است، در این روش برای رده‌بندی پیکسل‌ها از نمونه‌های آموزشی استفاده می‌گردد، بدین معنی که با تعریف پیکسل‌های مشخص از تصویر برای هر کدام از کلاس‌های کاربری اراضی، عمل طبقه‌بندی در قالب کلاس‌های مدنظر انجام می‌شود. گام اول در انجام طبقه‌بندی نظارت شده، تعیین نوع و تعداد طبقه‌ها است. طبقه‌بندی نظارت شده بر پایه پیش‌شناخت طبقه‌بندی موردنظر استوار است. این پیش‌شناخت‌ها به منزله نمونه‌های تعلیمی در طبقه‌بندی داده‌ها بکار می‌روند [۱۸]. با توجه به بازدیدهای انجام گرفته از منطقه و تفاوت بازتابی تصاویر ماهواره‌ای و نیز پژوهش‌های انجام گرفته مشابه پنج طبقه کاربری زمین شامل اراضی کشاورزی، اراضی مرتعی، اراضی بازir، اراضی ساخته شده و آبی برای منطقه مطالعه تعریف شده است.

۲-۵- ارزیابی دقت و صحت طبقه‌بندی

یکی از متداول‌ترین روش‌های بیان دقت طبقه‌بندی، تهییه ماتریس خطای طبقه‌بندی است. ماتریس خط رابط بین داده‌های مرجع شناخته شده (حقایق زمینی) و نتایج ذیربطریک یک طبقه‌بندی خودکار را به صورت رده به رده مقایسه می‌کند [۱۹]. مبنای ماتریس خط رابطه ای متنوع است که برای بیان دقت استخراج می‌شود، معمول‌ترین عاملهای برآورد دقت شامل، دقت کل، دقت تولیدکننده، دقت کاربر و ضریب کاپا هستند [۲۰].

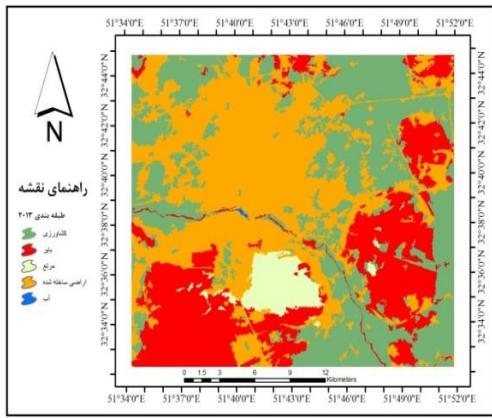
۲-۶- آشکارسازی تغییرات

بررسی روند تغییرات عبارت است از تعیین تغییرات در مورد یک موضوع یا یک پدیده در دوره زمانی معین [۱۲]. در این مطالعه بعد از حصول اطمینان از دقت قابل قبول نقشه‌ها و استخراج نقشه‌های کاربری اراضی تولید شده با روش طبقه‌بندی الگوریتم شبکه عصبی در سال‌های موردنظر از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی برای تهییه ماتریس تغییرات کاربری اراضی برای دوره زمانی موردنظر استفاده شده است. در این روش، مساحت و درصد طبقات از کل در هر سال مشخص و میزان تغییرات آنها در زمان مورد مقایسه به دست خواهد آمد.

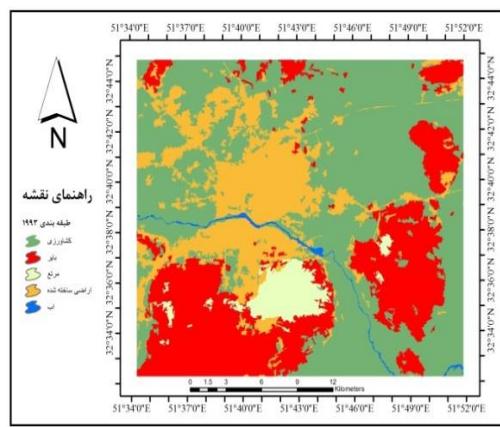
۳- نتایج

یکی از کاربردهای مهم سنجش از دور نمایش تغییرات محیطی است. تغییرات یک فرایند برای تشخیص گوناگونی‌های یک حالت یا پدیده از طریق مشاهده آن در زمان‌های مختلف تعیین می‌شود [۲۳]. نتایج بررسی کیفیت رادیومتری و کنترل هندسی تصاویر نشان داد که تصاویر هر دو سال از کیفیت مطلوب برخوردارند و هیچ کدام از خطاهای شناخته شده رادیومتری را ندارند. همچنین تصاویر با لایه‌های برداری جاده‌ها و آبراهه‌ها کاملاً همخوانی مکانی دارند و به تصحیح هندسی مجدد نیاز ندارند. همچنین، طبقه‌بندی تصاویر با استفاده از طبقه‌بندی شبکه عصبی انجام شده که با

توجه به تصاویر و نقشه‌های کاربری موجود و شرایط منطقه مورد مطالعه و بازدید میدانی برای تهیه نقشه پوشش زمین به پنج کلاس تقسیم شده است که عبارتند از: اراضی کشاورزی، اراضی بایر، اراضی مرتعی، اراضی ساخته شده و پهنه‌های آبی. شناسایی طبقات و بازتاب پدیده‌های مختلف با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و بازدیدهای میدانی بهترین نمونه‌های تعلیمی انتخاب و برای طبقه‌بندی نظارت شده به روش شبکه عصبی استفاده شدند (شکل‌های ۳ و ۴). پس از طبقه‌بندی کاربری‌های اراضی، به ارزیابی صحت پرداخته شد. برای ارزیابی صحت طبقه‌بندی، انتخاب یک سری پیکسل‌های نمونه معلوم و مقایسه کلاس آنها با نتایج طبقه‌بندی لازم می‌باشد. بدین جهت تصاویر طبقه‌بندی شده با نمونه‌های زمینی تهیه شده به نرم افزار ENVI 4.8 انتقال یافته نتایج ماتریس خطا به صورت جدول‌های (۲ و ۳) حاصل شد. دقت کل و ضریب کاپا در نقشه‌های طبقه‌بندی شده سال‌های ۱۹۸۸ و ۲۰۱۳ نیز به دست آمد.



شکل(۴): نقشه کاربری اراضی شهر اصفهان در ۲۰۱۳



شکل(۳): نقشه کاربری اراضی شهر اصفهان در سال ۱۹۹۸

جدول ۲ : ماتریس ارزیابی صحت نقشه‌های کاربری اراضی

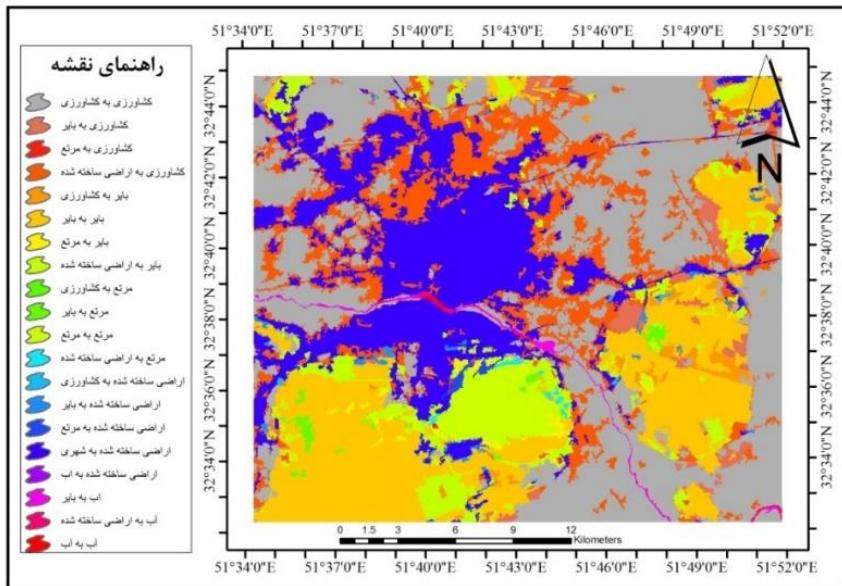
سال ۲۰۱۳				سال ۱۹۹۸				کاربریها
خطای تولید کننده	خطای تولید	دقت تولید	خطای کاربر	خطای تولید کننده	خطای تولید	دقت تولید	خطای کاربر	
۰/۰۵	۰/۹۵	۰/۰۹	۰/۹۴	۰/۰۹	۰/۹۱	۰/۱۴	۰/۸۶	کشاورزی
۰/۱۲	۰/۸۸	۰/۰۵	۰/۸۸	۰/۱۳	۰/۸۷	۰/۱	۰/۹۰	بایر
۰/۱۳	۰/۸۷	۰/۱	۰/۸۸	۰/۱۶	۰/۸۴	۰/۱	۰/۹۰	مرتع
۰/۱۱	۰/۸۹	۰/۱۳	۰/۹۱	۰/۰۷	۰/۹۳	۰/۰۷	۰/۹۳	ساخته شده
۰	۱	۰/۰۸	۰/۹۲	۰	۱	۰	۱	آب
دقت کل ۰/۹۱				دقت کل ۰/۹۰				ضریب کاپا ۰/۸۷

با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی دقت در دوره زمانی مورد مطالعه، میزان تطابق نمونه‌ها با واقعیت زمینی بسیار بالاست. دقت تولیدکننده و استفاده‌کننده برای اکثر کلاس‌ها در تمام تصاویر طبقه‌بندی شده بالاتر از ۸۰ درصد برآورد شد که میزان قابل قبولی در مبحث مربوط به کاربری اراضی می‌باشد.

۱-۳- آشکارسازی تغییرات

پس از تهیه نقشه کاربری اراضی، مساحت پنج کلاس کاربری اراضی به دست آمد. جهت مقایسه بهتر تغییرات رخ داده در این دو دوره، جدول (۳) آورده شده است که نشان می‌دهد در فاصله سال‌های ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۳، شاهد روند کاهشی اراضی کشاوری، بایر و پوشش آبی و از طرف دیگر شاهد افزایش اراضی ساخته شده هستیم که بیانگر روند کلی تخریب در منطقه از طریق جایگزین شدن کشاورزی توسط سایر کاربری‌ها چون اراضی ساخته شده هستیم.

در این مطالعه پس از استخراج نقشه‌های کاربری اراضی در سال‌های مورد نظر از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی برای تهیه ماتریس تغییرات و بررسی روند تغییرات شهر اصفهان از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۳ استفاده شد. (جدول(۳) و شکل(۵)) نحوه تبدیل طبقات را به یکدیگر نشان می‌دهد.



شکل ۵: نقشه تغییرات کاربری اراضی از سال ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۳

جدول ۳: ماتریس میزان تغییرات کاربری‌ها به یکدیگر طی دوره مطالعه شده برحسب km²

۲۰۱۳ میلادی								سال
جمع	آب	اراضی ساخته شده	مرتع	بایر	کشاورزی	کاربری	۱۹۹۳ میلادی	
۳۱۵/۳۴	۰	۹۳/۲۵	۰/۱۴	۱۶/۱۳	۲۰۵/۷۹	کشاورزی		
۱۶۳/۰۵	۰	۳۲/۶۷	۳/۱۱	۱۲۱/۵۹	۵/۶۶	بایر		
۲۴/۷۷	۰	۱	۲۰/۴۱	۳/۲۹	۰/۰۵	مرتع		
۱۳۱/۲۳	۰/۰۵۳	۱۲۵/۵۴	۱/۲۹	۳/۷۸	۰/۵۶	اراضی ساخته شده		
۳/۶۸	۰/۲۴	۰/۸۶	۰	۲/۵۷	۰	آب		
۶۳۸	۰/۲۹	۲۵۳/۳۲	۲۴/۹۵	۱۴۷/۳۶	۲۱۲/۰۶	جمع		

بر اساس نتایج ارائه شده، بین سال‌های ۱۹۹۸ و ۲۰۱۳، مهمترین تغییرات پوشش اراضی در منطقه شامل موارد زیر بود: کاهش کشاورزی از مساحت ۳۱۵ کیلومتر مربع در سال ۱۹۹۳ به ۲۱۲ کیلومتر مربع در سال ۲۰۱۳، که حدود ۱۱۳ کیلومترمربع کاهش یافته است. که ۹۳ هکتار از زمین‌های کشاورزی در سال ۱۹۹۳ به اراضی ساخته شده تبدیل شده است. کاهش اراضی بایر از مساحت ۱۶۳ کیلومتر مربع در سال ۱۹۹۳ به ۱۴۷ کیلومتر مربع در سال ۲۰۱۳، که ۳۲ هکتار از اراضی بایر تبدیل به اراضی ساخته شده داشته است. مراتع تغییرات چندانی نداشته است ولی پوشش آبی از ۳/۶۸ کیلومتر به ۰/۲۹ کیلومترمربع کاهش یافته است. اراضی ساخته شده در سال ۱۹۹۳ مساحتی در حدود ۱۳۱ کیلومترمربع داشتند که در سال ۲۰۱۳ این طبقه به ۲۵۳ کیلومتر مربع افزایش یافته است، که بیشترین تبدیل به این طبقه را اراضی کشاورزی و بایر داشته‌اند.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

تشخیص و تمایز کاربری زمین و مشخص کردن مناطق آسیب دیده منابع طبیعی و کشاورزی، از جمله مهمترین کاربردهای داده‌های ماهواره‌ای است و نتایج این مطالعه نشان داد که تصاویر ماهواره‌ای لندست توانایی بالایی برای تهیه نقشه‌های پوشش/کاربری اراضی در سطح وسیع با صحت قابل قبول دارند که این با نتایج [۲۴، ۱۱ و ۱۴]

مطابقت دارد. در این مطالعه آشکارسازی تغییرات کاربری در شهر اصفهان با استفاده از تصاویر ماهواره لندست، سنجنده‌های TM و OLI در سال‌های ۱۹۹۸ و ۲۰۱۳ انجام شد. در این مطالعه با توجه به اینکه داده‌های ماهواره‌ای از سنجنده‌های مختلفی بودند و همچنین به منظور مشخص کردن ماهیت تغییرات در کنار بزرگی تغییرات از روش مقایسه پس از طبقه بندی برای بررسی تغییرات استفاده شد. از مزایای این روش، فراهم کردن امکان استفاده از تصاویر سنجنده‌های گوناگون، به حداقل رساندن اثرات اتمسفری، تفاوت سنجنده‌ها و تفاوت‌های محیطی بین تصاویر چند زمانه و قابلیت تهیه اطلاعات مکانی و توصیفی برای تغییرات زمانی می‌باشد. اما از آنجا که در این روش نقشه‌های تولیدی، پیکسل به پیکسل با هم مورد مقایسه قرار می‌گیرند، درنتیجه انجام تصحیح هندسی درست از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۱۵ و ۱۲]. با توجه به صحت‌های تعیین شده این نقشه‌ها قابلیت استفاده شده در بررسی روند تغییرات را دارند و با استفاده از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی ماتریس تبدیل تغییرات بدست آمد. و با توجه به این ماتریس می‌توان گفت که قسمت عمده تغییرات منطقه در تخریب اراضی کشاورزی بوده، که بیشترین تغییرات در تبدیل این نوع پوشش به اراضی ساخته شده بوده است، که این امر ناشی از استفاده‌های غیراصولی از کاربری اراضی منطقه است. که از دلایل مهم آن می‌توان به افزایش جمعیت و درنتیجه افزایش تقاضا اشاره کرد. بنابراین با شناخت و مدیریت اصولی کاربری اراضی می‌توان مانع از ایجاد چنین سرنوشتی برای بقیه اراضی منطقه شد. پیشداد سلیمان آباد و همکاران (۱۳۸۷) نیز راه حل این امر را استفاده مناسب از اراضی بر اساس ارزیابی و آمایش سرزمین دانستند [۲]. کامیاب و همکاران (۱۳۸۹) بیان داشتند نادیده گرفتن محدودیتها و توان سرزمین، شدت مشکلات را افزایش داده و می‌توان با توزیع و پراکنش زمینهای زراعی، مرتعی، تراکم مناطق شهری کنونی و مراکز تجاري و اعمال مدیریت در آنها تا حد امکان توسعه را در مسیر مطلوب‌تر قرار داد [۶]. از آنجایی که بخش وسیعی از منطقه را پوشش کشاورزی دربرگرفته است، این کاربری دارای تغییرات زیادی می‌باشد. روند تغییرات در جهت کاهش اراضی کشاورزی و تبدیل این اراضی به اراضی ساخته شده بوده است. به‌طوری که مساحت اراضی کشاورزی از ۳۱۵ کیلومتر مربع در سال ۱۹۹۳ به ۲۱۲ کیلومتر مربع در سال ۲۰۱۳، کاهش یافته است. به دلیل اینکه رشد جمعیت از عوامل موثر در گسترش شهرها می‌باشد، تغییرات جمعیت نیز در این مطالعه، مورد بررسی قرار گرفت. جمعیت اصفهان در اواسط دهه ۱۳۷۵ در حدود ۱۲۶۶،۰۷۲ نفر بوده است، در حالی که در طی ۱۵ سال به ۱۷۵۶،۱۲۶ نفر رسیده است [۳].

بررسی داده‌های جمعیت و مساحت، نشان دهنده همبستگی و هماهنگی روند گسترش شهر با افزایش جمعیت است، به این ترتیب که با افزایش جمعیت، مساحت شهر نیز افزایش یافته است و این نشان می‌دهد که رشد جمعیت یکی از عوامل مهم کنترل کننده گسترش شهری و روند شهرسازی است [۲۲ و ۱۳]. ژیائو و همکاران (۲۰۰۶) نیز در مطالعه خود به منظور بررسی گسترش شهر ژوجیانگ در چین، عوامل محرك توسعه شهری مانند جمعیت را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که افزایش در مساحت مناطق توسعه یافته در شهر ژوجیانگ دارای همبستگی بالایی با رشد جمعیت است [۲۶]. همچنین فن و همکاران (۲۰۰۸) علل گسترش شهری دلتای رودخانه پیرل در چین طی سال‌های ۱۹۹۸ و ۲۰۰۳ را توسعه صنعتی و رشد جمعیت طی این دوره بیان کردند. به جز عامل جمعیت پارامترهایی چون شرایط اجتماعی - اقتصادی، سرمایه گذاری‌های دولتی در اشتغال زایی، اهداف و حوزه‌های صنعتی سازی، فعالیت‌های توریستی و فاصله با مکان‌های مهم مانند مسیرهای راه آهن در گسترش شهرها تاثیرگذار بوده و می‌تواند مد نظر قرار گیرند [۱۴].

در نتیجه افزایش جمعیت طی دهه‌های اخیر بخش قابل توجهی از سایر کاربری‌ها به کاربری مسکونی تبدیل شده است. در منطقه مورد مطالعه نیز بخش قابل توجهی از تبدیلات اراضی کشاورزی مربوط به جایگزین شدن کاربری مسکونی به جای این اراضی می‌باشد. روند تغییرات کاربری‌های اراضی مختلف در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که در این دوره ۱۵ ساله تخریب شدیدی در اراضی کشاورزی رخداده و بخش عده این تغییرات در جهت تبدیل شدن به مناطق ساخته شده بوده است. که از دلایل آن می‌توان گفت که قرار گرفتن واحدهای صنعتی بزرگی مثل ذوب آهن، فولاد مبارکه، و بسیاری از واحدهای صنعتی دیگر، این شهر را به یک قطب مهم صنعتی در کشور تبدیل کرده است و

باعث مهاجرت تعداد زیادی از افراد از سایر شهرها و روستاهای استان‌های دیگر به این شهر شده است. ایجاد واحدهای دانشگاهی و نزدیکی این شهر به پایتخت را نیز می‌توان در افزایش جمعیت موثر دانست، گرچه سهم این عوامل در مقایسه با اثر رشد صنعتی و ایجاد فرصت‌های شغلی متعدد، زیاد قابل توجه نیست. از آنجایی که آشکار ساختن تغییرات یکی از نیازهای اساسی در مدیریت و ارزیابی منابع طبیعی است و از طرف دیگر اراضی شهر اصفهان در این بازه زمانی مطالعه شده تغییرات عمدۀ ای داشته که اراضی کشاورزی در این دوره مطالعه کاهش زیادی داشته و تبدیل آن به اراضی ساخته شده بوده است. که این تغییر کاربری‌ها می‌تواند زنگ خطری برای مدیران و برنامه‌ریزان شهری و منابع طبیعی باشد. با مشخص نمودن حریم برای شهر اصفهان می‌توان تا حدود زیادی از تخریب اراضی کشاورزی و باغات موجود در حومه شهر جلوگیری نمود.

مراجع

- [۱] آرخی، ص، ۱۳۹۴، آشکارسازی تغییرات پوشش/کاربری اراضی با پردازش شیء‌گرای تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از نرم افزار selvi، (مطالعه موردی: منطقه آبدانان، فصلنامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی «سپهر»: سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، دوره ۲۴ شماره ۹۵).
- [۲] پیشداد سليمان آباد، ل.ع. نجفی-نژاد، ع. سلمان ماهینی، وح. خالدیان. ۱۳۸۷. بررسی اثرات تغییرات کاربری اراضی بر فرسایش خاک در حوزه چراغ ویس با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۲ (۱): ۳۰-۱۵.
- [۳] جمعیت شهرستانها و خانوار کشور. ۱۳۹۰. مرکز آمار ایران.
- [۴] حاتمی، ف.، (۱۳۸۰)، پایش تغییرات شهری با استفاده از داده‌های سنجش‌از دور (مطالعه موردی شهر کرمان)، کارشناسی ارشد، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.
- [۵] رسولی، ع، زرین بال، م، شفیعی، م، ۱۳۸۸، کاربرد تصاویر ماهواره‌ای با هدف تشخیص تغییرات کاربری اراضی و ارزیابی تاثیرات محیط زیستی، پژوهش‌های آبخیزداری در پژوهش و سازندگی، شماره ۸۲، ۱۱-۲.
- [۶] رمضانی، ن، جعفری، ر. و ایزانلو، ۱. بررسی تغییرات کاربری اراضی در شهر اسفراین (خرسان شمالی) در ۴ دهه گذشته، مجله سنجش از دور و GIS ایران، ۳ (۲): ۳۷-۱۹.
- [۷] فاطمی، س. ب. و رضا بی، ی.، ۱۳۸۴)) مبانی سنجش از دور، انتشارات آزاده، ۲۶۸ صفحه.
- [۸] فلاحتکار، س، سفیانیان، ع.ر، خواجه‌الدین، س.ج و ضیایی، ح.ز، ۱۳۸۸. بررسی روند تغییرات پوشش اراضی اصفهان در ۴ دهه گذشته با استفاده از سنجش از دور، مجله علوم و فنون منابع طبیعی، ۱۳ (۴۷): ۳۹۶-۳۸۱.
- [۹] کامیاب، ح.، ع. سلمان ماهینی، س.م. حسینی، و. م. غلامعلی‌فرد. ۱۳۸۹. اتخاذ رهیافت اطلاعات محور با کاربرد روش رگرسیون لجستیک برای مدلسازی توسعه شهر گرگان. مجله محیط‌شناسی، ۵۴ (۸۹): ۹۶-۸۹.
- [10] Arulbalaji, P., Gurugnanam, B., (2014). Geospatial Science for 16 Years of Variation in Land Use/Land Cover Practice Assessment around Salem District, South India. Journal of Geosciences and Geomatics, Vol. 2, No. 1, Pp. 17-20.
- [11] Borri, D., Caprioli, M., Tarantino, E, 2004. Spatial Information Extraction from VHR Satellite Data to Detect Land Cover Transformations. PhD Thesis.Polytechnic University of Bari, Italy, 215 p.
- [12] Coppin, P. I., Jonckheere, K., Nackaerts, Muys, B., 2004. Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review. Remote Sensing, 25 (9), 1565–1596.

- [13] Dewan, A.M. and Yamaguchi, Y., 2009, Using remote sensing to promote sustainable urbanization, *Applied Geography*, 29: 390-401.
- [14] Fan, F., Wang, Y., Wang, Z. 2008. Temporal and spatial change detecting (1998-2003) and predicting of land use and land cover in Core corridor of Pearl River Delta (China) by using TM and ETM+ Images, *Environmental Monitoring and Assessment*, 137 (1), 127-147.
- [15] Freitas, S.R., Mello, M.C.S. and Cruz, C.B., 2005, Relationship between forest structure and vegetation indices in Atlantic Rainforest, *Forest ecology and management*, Vol. 218, pp. 353-362.
- [16] Hedge, S., 2003, Modeling Land Cover Change: A Fuzzy Approach, Thesis M.S in Geoinformatics, International Institute Geo-information Science and Earth Observation Enschede, Netherlands.
- [17] Jensen, J. R. 2004. Digital change detection: Introductory digital image processing: A remote sensing perspective, Prentice-Hall, New Jersey.
- [18] Li, X., Yeh, A. G. O., 1998. Principal component analysis of stacked multitemporal images for the monitoring of rapid urban expansion in the Pearl River Delta. *International Journal of Remote Sensing* 19, 1501–1518.
- [19] Lillesand, T.M., Kiefer, R.W., 1994, Remot sensing and image interpretation. (4 th edition) New York, john Wiley and Sons.
- [20] Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E. and Moran, E., 2004, Change detection techniques, *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 25, No. 12, pp. 2365-2401.
- [21] Madurapperuma, B., Rozario, P., Oduor, P., Kotchman, L., (2015). Land-use and land-cover change detection in Pipestem Creek watershed, North Dakota. *International Journal of GEOMATICS and GEOSCIENCES*, Vol. 5, No 3, Pp. 416-426.
- [22] Mahesh, K. J., Garg P.K. and Khare D., 2008, Monitoring and modelling of urban sprawl using remotesensing and GIS techniques, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*.
- [23] Mohammad Smail, Z., 2010. Economical and spatial dimension checking Land use change in the suburb of karaj, soil research magazine)soil and water science. ۱۱-۱۰ : (۱) ۲۴ , (
- [24] Srivastava, S.k, Gupta, D., 2003. Monitoring of changes in land use/land cover using multi – sensor satellite data. Map India conference.
- [25] Singh, A., (1989). Digital Change Detection Techniques Using Remotely Sensed Data. *International Journal of Remote Sensing*, 10(6), pp. 989-1003. Sonneveld, B.D.J.S., (2003). Formalizing expert judgments in land degradation assessment: A case study for Ethiopia. *Journal of Land Degrad. Dev.*, No. 14, pp. 347–361.
- [26] Xiao, J., Shen, Y., Ge, J., Tateishi, O., Tang, C., Liang, Y. and Huang, Z., 2006, Evaluating urban expansion and land use change in Shijiazhuang, China, by using GIS and remote sensing, *Landscape and Urban Planning*, Vol. 75, No. 1-2, pp. 69-8