

بررسی تغییرات پوشش اراضی استان چهارمحال و بختیاری با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین (۲۰۱۵-۱۹۹۴)

راحله دانشمند پارسا^{۱*} روح‌اله میرزایی^۲ و ندا بی‌همتا^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۹/۱۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۸/۱)

چکیده

با توجه به اینکه مهم‌ترین نیاز محققان و مدیران، اطلاعات به‌هنگام در رابطه با تغییرات پوشش اراضی است؛ لذا بررسی این تغییرات در سطح استانی کمک شایانی به برنامه‌ریزی و جلوگیری از تخریب‌های به‌وجود آمده در مناطق مختلف می‌کند. بدین‌منظور با استفاده از پردازش تصاویر لندست در سال‌های ۱۹۹۴ و ۲۰۱۵ نقشه‌های پوشش اراضی استان چهارمحال و بختیاری به‌روش هیبرید در شش طبقه اصلی تهیه شد؛ سپس تغییرات پوشش اراضی با به‌کارگیری روش مقایسه پس از طبقه‌بندی و متریک‌های سیمای سرزمین مشخص شد. جهت کمی کردن الگوهای سیمای سرزمین در سطح کلاس متریک‌های LPI، MPS، NP PLAND، SHDI، LPI، CONTAG و SPILIT INDEX در سطح سیمای سرزمین محاسبه شد. در انتها نرخ تخریب هر کاربری و شاخص نرخ تخریب انسانی در سطح کلاس برای هر کاربری جداگانه محاسبه شد. نتایج مطالعه در سطح کلاس حاکی از کاهش شدید مساحت مراتع (۳۶/۶۷ درصد) و جنگل‌ها (۶/۴۲ درصد) و در پی آن افزایش سطح زمین‌های بایر به میزان ۳۹/۳۲ درصد است. به‌طور کلی سیمای سرزمین در بازه زمانی مورد مطالعه تکه‌تکه‌تر، نامنظم‌تر، ناپیوسته‌تر و از نظر نوع پوشش متنوع‌تر شده است و در صورت ادامه روند کنونی نتایج حاصله از این مطالعه نشان‌دهنده فروافت شدید کارکردها و خدمات اکوسیستم‌ها است.

واژه‌های کلیدی: چهارمحال و بختیاری، سیمای سرزمین، سنجش از دور، متریک، هیبرید

۱. دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: r.daneshmandparsa@gmail.com

مقدمه

رشد جمعیت و توسعه فعالیت‌های انسانی در سال‌های اخیر باعث تغییرات زیادی در پوشش‌های طبیعی از جمله مراتع و جنگل‌ها شده است. عواملی که باعث این تغییر شده‌اند را به‌طور کلی می‌توان به دو دسته تقسیم کرد؛ عوامل طبیعی از قبیل تغییرات اقلیمی، سیل، آتش‌سوزی‌ها و ... و عواملی که بشر در آن دخالت دارد مانند توسعه شهری، چرای بیش از حد، احداث جاده، قطع درختان، افزایش حجم ساخت‌وساز و توسعه صنعتی (۱۳). از جمله عوارض تخریب پوشش‌های طبیعی می‌توان به افزایش فرسایش خاک در نتیجه افزایش رواناب، افزایش گردوخاک و کاهش کیفیت هوا و در معرض خطر قرار گرفتن گونه‌های پرندگان و جانوران در اثر تخریب زیستگاه اشاره کرد (۶). طبق آمار به‌دست آمده از سازمان جنگل‌ها و مراتع و آبخیزداری کشور (۲۰۰۴) در ایران ۸۵ درصد از پوشش‌های طبیعی از جمله جنگل‌ها و مراتع در معرض خطر نابودی و تبدیل شدن به زمین‌های بدون پوشش هستند. در نتیجه، تبدیل پوشش‌های طبیعی به زمین‌های بدون پوشش به‌عنوان یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین مشکلات زیست‌محیطی در ایران و جهان تبدیل شده است (۶)

مفهوم بوم‌شناسی سیمای سرزمین با هدف مطالعه تغییرات ناهمگنی مکانی سیمای سرزمین ارتباطات و تبادلات اجزا در سیمای سرزمین، آثار ناهمگنی مکانی روی فرایندهای زیستی و غیرزیستی و مدیریت ناهمگنی‌های مکانی برای نخستین بار در سال ۱۹۳۰ مطرح شد. این علم نوین با این تفکر شروع شد که تغییر در الگوهای سیمای سرزمین به‌شدت ویژگی‌های بوم‌شناسی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۵ و ۱۸). در این علم ساختار، عملکرد و تغییرات دارای ارتباط متقابل با یکدیگر بوده و شالوده مطالعات بوم‌شناسی سیمای سرزمین را تشکیل می‌دهد (۱۲ و ۱۴).

امروزه استفاده از علم سنجش از دور و استفاده از تصاویر ماهواره‌ای جهت تهیه نقشه‌های کاربردی اراضی با توسعه و پیشرفت شگرفی مواجهه بوده و نقشه‌های حاصله می‌تواند

به‌عنوان نقشه‌های پایه و مبنا جهت بررسی و کمی کردن متریک‌های سیمای سرزمین به‌کار رود. همچنین به‌راحتی می‌توان محیط زیست هر ناحیه‌ای که در بحران تخریب قرار دارد را با مقایسه سیمای آن ناحیه در بازه‌های زمانی مختلف ارزیابی و کمی‌سازی کرد. متریک‌های سیمای سرزمین در دو گروه مکانی و غیرمکانی به بررسی تغییرات می‌پردازد که در مقیاس مکانی در سه سطح لکه، کلاس و سیمای سرزمین خصوصیات پراکنش و پیکربندی لکه‌ها بررسی می‌شود و در مقیاس‌های غیرمکانی به بررسی ترکیب سیمای سرزمین مانند تعداد تکه‌های هر نوع کاربری یا نسبت آنها به سطح کل سیمای سرزمین می‌پردازند (۱۰ و ۱۵).

با توجه به اینکه متریک‌ها در سطوح یاد شده دارای تنوع بالایی هستند انتخاب متریک جهت بررسی منطقه مورد مطالعه با توجه به هدف، خصوصیات سیمای سرزمین و ویژگی فرایندهای اکولوژیکی مشخص می‌شوند (۷).

در زمینه بررسی تغییرات سیمای سرزمین با استفاده از به‌کارگیری متریک‌ها در بازه‌های زمانی متفاوت مطالعات مختلفی در ایران و جهان انجام شده است که همگی از ترکیب تصاویر ماهواره‌ای و کمی کردن متریک‌ها در راستای هدف مورد نظر انجام شده است. در این زمینه کشورهای آمریکا و چین از جمله کشورهایی بوده‌اند که تمرکز زیادی روی برنامه‌ریزی و مدیریت سرزمین با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین داشته‌اند (۲۰).

ترکیب پردازش تصاویر ماهواره‌ای و تهیه نقشه‌های پوشش اراضی با استفاده از الگوریتم‌های مختلف و محاسبه متریک‌های سیمای سرزمین و کمی کردن آنها وجه اشتراک تمامی مطالعاتی است که در این زمینه انجام شده است. استفاده از متریک‌ها جهت پایش تغییرات و تأثیر رشد و توسعه مناطق انسان‌ساخت از جمله مطالعاتی است که توسط لاش و هرزوک در آلمان انجام شده است و نتایج مطالعات ایشان نشان داد با توجه به اطلاعات موجود و مدل‌های استفاده شده بازدهی متریک‌ها متفاوت خواهد بود (۱۱).

نظر به اینکه تغییر کاربری اراضی و از بین رفتن سطح جنگل‌ها و مناطق طبیعی مشکلی جهان‌شمول است و در ایران نیز مطالعات فراوانی این موضوع را نشان داده‌اند؛ همچنین استان چهارمحال و بختیاری به دلیل دارا بودن مناطق حفاظت‌شده متعدد، تالاب بین‌المللی، مراتع بسیار با ارزش و سطح وسیعی از جنگل‌های زاگرس که خود یکی از مهم‌ترین عوامل حفظ تنوع زیستی است در سال‌های اخیر دچار تخریب شدیدی بوده است و همین عامل باعث شده تا منطقه حجم پوشش سبز خود را تا حد زیادی از دست دهد. با توجه به اینکه تخریب جنگل‌ها و مراتع خود عواقب جبران‌ناپذیری را به دنبال دارد؛ لذا ارزیابی وضعیت موجود و بررسی تغییرات به‌وجود آمده در هر کاربری، مورد نیاز سیاستگذاران و مدیران برای برنامه‌ریزی و جلوگیری از تخریب بیشتر در منطقه بوده و کمک به برنامه‌های آمایش سرزمین استان خواهد کرد.

به دلایل ذکر شده استان چهارمحال و بختیاری با به‌کارگیری تصاویر ماهواره‌ای در دو بازه زمانی ۱۹۹۴ و ۲۰۱۵ مورد مطالعه قرار گرفت. در این مطالعه پس از تهیه نقشه‌های کاربری اراضی در شش طبقه با به‌کارگیری روش مقایسه پس از طبقه‌بندی تغییرات کاربری‌های مختلف مشخص شد. همچنین جهت کمی کردن تغییرات در کاربری‌های مختلف با به‌کارگیری متریک‌ها و الگوهای سیمای سرزمین در سطح کلاس و سیمای سرزمین طی بازه زمانی بیست ساله تغییرات حاصله مشخص شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

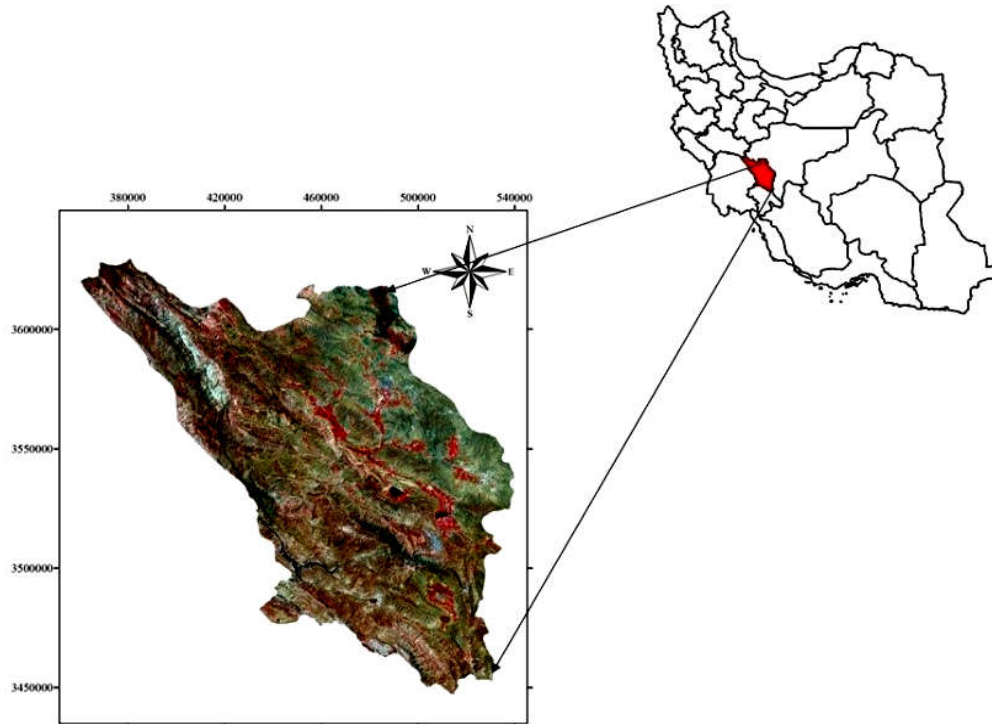
محدوده مورد مطالعه استان چهارمحال و بختیاری بوده که براساس آخرین تقسیمات سیاسی کشور شامل شهرستان‌های شهرکرد، سامان، بن، بروجن، لردگان، اردل، فارسان، کوهرنگ و کیار است (شکل ۱). استان چهارمحال و بختیاری با مساحت حدود ۱۶۴۱۱ کیلومتر مربع در مختصات جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۴ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۴۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و

مطالعاتی که توسط کن کو و شیو چرنج در تایوان جهت بررسی کاربرد متریک‌ها در برآورد تغییرات پوشش اراضی مناطق جنگلی حوزه آبخیز شرق تایوان انجام شد حاکی از کارایی و بازدهی بالای متریک‌ها در کرد تغییرات جنگل به‌سوی کوچک شدن، ایزوله شدن و تخریب شدن لکه‌ها، و افزایش بی‌نظمی در کاربری جنگل بوده است (۸).

نتیجه مطالعات تلفیق تکنیک سنجش از دور به‌همراه استفاده از متریک‌ها جهت آشکارسازی تغییرات شهر هانگزو واقع در سواحل شرقی چین که توسط دنگ و همکاران انجام شد نیز نشان داد رشد توسعه شهری در منطقه مورد مطالعه به حدی بوده است که اکثر کاربری‌ها تبدیل به کاربری انسان‌ساخت شده است (۹).

شرستا و همکاران در منطقه فنیکس با به‌کارگیری داده‌های چندزمانه پوشش زمین تجزیه و تحلیل گرادیان و متریک‌های سیمای سرزمین در تخریب الگوهای سیمای سرزمین را ناشی از رشد سریع شهرنشینی دانستند. در این پژوهش پنج فاکتور اصلی پویایی جمعیت، فناوری حمل‌ونقل، عوامل بنیادی و توپوگرافی و تأمین آب برای درک فرایندهای شهرنشینی و تخریب الگوها شناسایی شدند (۱۶).

مطالعاتی که در رابطه با استفاده از متریک‌ها جهت آشکارسازی تغییرات صورت گرفته که تعدادی از آنها شامل آنالیز و بررسی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از متریک‌ها توسط دژکام و همکاران (۲)، میرزایی و همکاران (۵)، عسگریان و همکاران (۳) بی‌همتای طوسی و همکاران (۱) در مناطق مختلفی از کشور ایران انجام شده است و نتایج حاصل از این مطالعات نشان می‌دهد تغییرات خصوصیات مکانی در کارکرد اکولوژیک منطقه اثر داشته و اکثر مطالعات حاکی از افزایش درصد مناطق انسان‌ساخت بوده که خود تأثیر منفی روی دیگر کاربری‌ها از جمله کاهش سطح جنگل‌ها بوده است. به‌طور کلی نتایج حاصل از این مطالعات نشان می‌دهد استفاده از متریک‌ها به‌عنوان ابزاری کارآمد جهت آشکارسازی و کمی کردن میزان تغییرات است.



شکل ۱. منطقه مورد مطالعه استان چهارمحال و بختیاری و موقعیت آن در ایران (رنگی در نسخه الکترونیکی)

از عملیات موزاییک‌سازی تصاویر، محدوده مورد مطالعه با استفاده از مرز منطقه استخراج شد. جهت تهیه نقشه پوشش زمین، تصاویر تهیه شده با استفاده از روش هیبرید و استفاده از تصاویر رنگی کاذب به شش طبقه تبدیل شد.

با توجه به شناخت از منطقه و با بررسی تصاویر ماهواره‌ای و قابلیت‌های آن، تعداد و نوع طبقات پوشش اراضی مورد نظر تعیین شد و منطقه مورد مطالعه به شش طبقه بدون پوشش، جنگل، کشاورزی، مرتع، آب و انسان‌ساخت طبقه‌بندی شد که در جدول ۲ به همراه مشخصات آنها نشان داده شده است.

جهت تفکیک پوشش جنگل، مرتع و کشاورزی از شاخص تفاوت نرمال شده گیاهی NDVI با استفاده از حدود آستانه تعیین شده برای هر کاربری که با استفاده کنترل زمینی و همچنین با استفاده از مرور منابع و بررسی انحراف معیار و پارامترهای آماری این آستانه‌ها تعیین شد، تفکیک شدند.

۴۹ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۴ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. استان چهارمحال و بختیاری دارای پستی و بلندی زیادی است به طوری که حدود ۷۴ درصد آن را کوه‌ها و تپه‌ها تشکیل می‌دهند و دشت‌های آن به صورت دشت‌های کم وسعت میان‌کوهی است. بلندترین قسمت منطقه قله زردکوه با ارتفاع ۴۲۰۰ متر از سطح دریا و پست‌ترین قسمت منطقه بخش‌های جنوبی با ارتفاع حدود ۷۰۰ متر از سطح دریا قرار دارد.

روش کار

با توجه به اینکه استان چهارمحال و بختیاری در چهار فریم تصاویر سنجنده‌های TM و ETM⁺ ماهواره‌ای لندست قرار گرفته بود؛ ابتدا با به‌کارگیری نرم‌افزار ENVI 5.1 تصحیحات رادیومتریک با استفاده از اطلاعات موجود در فایل هیدر تصاویر لندست انجام شد. پس از آن تصحیحات توپوگرافی و اتمسفری با روش فلش در محیط ENVI صورت گرفت و در نهایت موزاییک‌سازی تصاویر انجام گرفت (جدول ۱). پس

جدول ۱. مشخصات تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده

ماهواره	سنجنده	ردیف و گذر	تاریخ میلادی
لندست ۵	TM	۱۶۴/۳۷	۱۹۹۴/۰۷/۱۷
		۱۶۴/۳۸	۱۹۹۴/۰۷/۱۰
		۱۶۵/۳۷	۱۹۹۴/۰۷/۱۷
		۱۶۵/۳۸	۱۹۹۴/۰۷/۱۷
لندست ۸	ETM	۱۶۴/۳۷	۲۰۱۵/۰۶/۱۸
		۱۶۴/۳۸	۲۰۱۵/۰۶/۱۸
		۱۶۵/۳۷	۲۰۱۵/۰۶/۱۸
		۱۶۵/۳۸	۲۰۱۵/۰۶/۲۵

جدول ۲. طبقات پوشش اراضی تعریف شده و توصیف آنها برای منطقه مطالعاتی

نام طبقه	توصیف
کشاورزی	آیش و زیر کشت
انسان‌ساخت	شهر، روستا، صنعت و جاده
مرتع	مراتع درجه ۱ و ۲ و ۳ و درختان پراکنده
جنگل	کلیه جنگل‌های منطقه
آب	سد، تالاب و رودخانه
بدون پوشش	خاک لخت و صخره‌ها

حاصل از آن، حدود آستانه جدا کننده شاخص آب تعیین و نقشه پوشش آب تهیه شد. با توجه به اینکه نواحی سکونتگاهی دارای تنوع رادیومتریک و طیفی هستند، یکی از مشکل‌ترین مراحل طبقه‌بندی به حساب می‌آیند.

ابتدا نواحی بدون پوشش با تعریف حد آستانه NDVI از تصویر استخراج شد. در گام بعد با استفاده از نقشه شیب منطقه مقدار عددی شیب در نواحی سکونتگاهی (شیب کمتر از ۸ درصد) و مناطق کوهستانی (شیب بالای ۸ درصد) مشخص شد. با ضرب نقشه طبقه‌بندی شده شیب در هر یک از باندهای تصویر ماهواره‌ای، مناطقی که دارای شیب بیشتر از ۸ درصد هستند نیز از تصاویر جدا شد. در پایان، تصویر ماهواره‌ای تنها در مناطق بدون پوشش سبز و مناطق دارای شیب کمتر از ۸ درصد، دارای بازتاب بود. سرانجام تصویر ماهواره‌ای مذکور با

شاخص وضعیت پوشش گیاهی NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) از رابطه ۱ محاسبه می‌شود که در این رابطه NIR باند طول موج مادون قرمز نزدیک و RED باند طول موج قرمز است:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \quad (1)$$

جهت تفکیک پوشش آب از شاخص تفاضل نرمال شده آب NDWI استفاده شد. شاخص تفاضل نرمال شده آب با استفاده از رابطه (۲) محاسبه می‌شود که در آن Xgreen باندهای سبز و Xnir مادون قرمز نزدیک است:

$$NDWI = \frac{(X_{green} - X_{nir})}{(X_{green} + X_{nir})} \quad (2)$$

با تهیه نقشه شاخص تفاضل نرمال شده آب و تفسیر اعداد

جدول ۳. اطلاعات متریک‌های محاسبه شده در استان چهارمحال و بختیاری

سطح مطالعه	نام متریک	علامت اختصاری	واحد	دامنه تغییرات	توضیحات
کلاس	اندازه متوسط لکه	MPS	هکتار	MPS>0	میانگین اندازه لکه‌ها در سطح کلاس
	نمایه بزرگ‌ترین لکه	LPI	درصد	0<LPI<100	نمایه بزرگ‌ترین لکه در سطح کلاس
	تعداد لکه‌ها	NP	بدون واحد	NP>0	تعداد لکه در سطح کلاس
	درصد پوشش	PLAND	درصد	0≤PLAND≤100	نسبت درصد مساحت هر کلاس
سیمای سرزمین	پیوستگی	CONTAG	متر	CONTAG>0	نشان دهنده میزان تخریب
	شاخص بزرگ‌ترین لکه	LPI	درصد	0≤LPI≤100	نمایه بزرگ‌ترین لکه در سیمای سرزمین
	شاخص تنوع شانون	SHDI	ندارد	SHDI>0	مشخص کننده تنوع کاربری‌های سیمای سرزمین
	شاخص سوراخ‌شدگی	SPLIT	ندارد	1≤SPLIT≤تعداد	میزان تخریب در سطح سیمای سرزمین

متوسط لکه (MPS)، نمایه بزرگ‌ترین لکه (LPI)، تعداد لکه (NP) و درصد پوشش (PLAND) انتخاب شد. در سطح سیمای سرزمین نیز از چهار متریک پیوستگی (CONTAG)، شاخص تنوع شانون (SHDI)، شاخص بزرگ‌ترین لکه (LPI) و شاخص سوراخ‌شدگی (SPLIT) استفاده شد (جدول ۳).

نتایج

برای تصویر طبقه‌بندی شده سال ۲۰۱۵، صحت کلی که با به‌کارگیری ۱۰ درصد نقاط برداشت شده روی زمین توسط GPS انجام شد، ۹۳/۹۶ درصد و برای تصویر طبقه‌بندی شده سال ۱۹۹۴ صحت کلی، که با کنترل نقشه‌های توپوگرافی و عکس‌های هوایی موجود کنترل شد، ۹۰/۳۸ درصد به دست آمد. ضریب کاپا ۹۲ درصد برای تصویر سال ۲۰۱۵ و ۸۹/۵ درصد برای سال ۱۹۹۴ به دست آمد. همان‌طور که نقشه کاربری اراضی سرزمین در دو مقطع زمانی نشان می‌دهد از میزان کاربری‌های جنگل و مرتع طی این بازه زمانی کاسته شده و از سوی دیگر میزان کاربری بدون پوشش افزایش یافته است (شکل ۲).

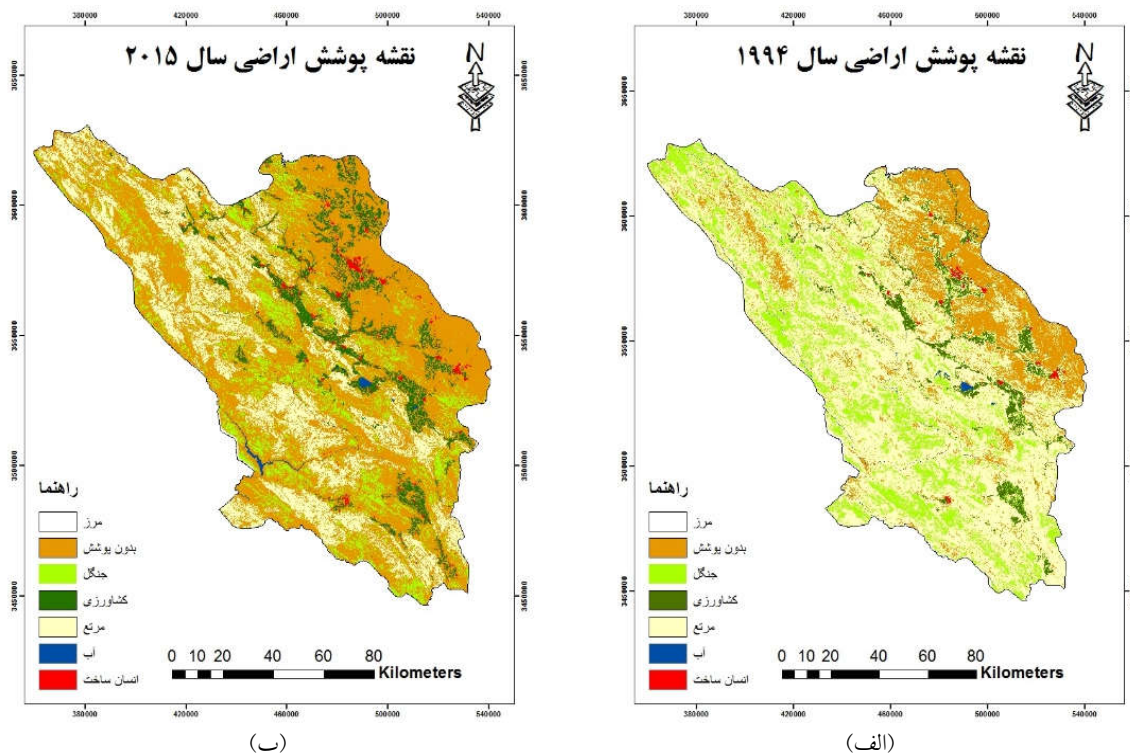
بررسی تغییرات طی سال‌های ۱۹۹۴ الی ۲۰۱۵ نشان می‌دهد در تمامی کاربری‌ها تغییرات وجود داشته است، ولی میزان تغییرات رخ داده در کاربری‌های منطقه مطالعاتی با نرخ

استفاده از روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال به دو طبقه سکونتگاه و سایر طبقات طبقه‌بندی شد. سایر اراضی باقی‌مانده به‌عنوان اراضی بایر گروه‌بندی شد.

در نهایت کلیه نقشه‌های تولید شده در نرم‌افزار ArcGIS 10.3 با یکدیگر جمع شدند و نقشه نهایی کاربری/پوشش زمین به دست آمد. جهت تعیین میزان صحت طبقه‌بندی نقشه پوشش اراضی سال ۲۰۱۵، مشاهدات میدانی و کنترل در Google Earth و برای کنترل صحت نقشه طبقه‌بندی سال ۱۹۹۴، نقشه‌های توپوگرافی، عکس‌های هوایی موجود، تفسیر بصری و تصاویر رنگی کاذب استفاده شد.

برای آشکارسازی تغییرات کاربری‌ها در استان در بازه زمانی مورد مطالعه، با استفاده از روش CROSS TAB مقایسه پس از طبقه‌بندی استفاده شد که با مقایسه دو نقشه مستقل طبقه‌بندی شده کاربری/پوشش زمین در دو زمان متفاوت تغییرات هر کاربری به کاربری‌های دیگر مشخص شد.

با توجه به اینکه روش مقایسه پس از طبقه‌بندی، اطلاعات کلی در اختیار پژوهشگر قرار می‌دهد؛ جهت کمی کردن تغییرات رخ داده در کلیه کاربری‌ها با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین و آنالیز موزاییک آشکارسازی تغییرات در سطح کلاس و سیمای سرزمین با به‌کارگیری نرم‌افزار Fragstat4.1 انجام شد. در سطح کلاس، چهار متریک اندازه



شکل ۲. نقشه پوشش اراضی استان چهارمحال و بختیاری طی سال‌های: الف) ۲۰۱۵ و ب) ۱۹۹۴ به دست آمده از طریق روش هیبرید

سطح کلاس برای دو سال ۱۹۹۴ و ۲۰۱۵ در جدول ۵ نمایش داده شده است.

همچنین با توجه به تغییرات رخ داده در کاربری‌های گوناگون استان دو شاخص نرخ تخریب انسانی (رابطه ۳) و نرخ تخریب هرکاربری رابطه (۴) محاسبه شد (۱۷).

$$HIR = \frac{PPA - PA + PRP}{A} \quad (3)$$

که در آن HIR نرخ تخریب کاربری‌ها توسط انسان، PPA مساحت کاربری مورد نظر در زمان اولیه دوره، PA مساحت کاربری مورد نظر در زمان کنونی دوره، PRP کاربری مصنوعی که در زمان کنونی دوره به منطقه اضافه شده است و A کل منطقه مورد مطالعه است.

$$XDR = \frac{PPA - PA}{PPA} \quad (4)$$

که در آن XDR نرخ تخریب کاربری مورد نظر، PPA مساحت کاربری مورد نظر در زمان اولیه دوره و PA مساحت کاربری

و اندازه‌های مختلف رخ داده است. بیشترین تغییرات طی این بازه زمانی مربوط به تبدیل مراتع با ارزش استان به زمین‌های بایر است. همچنین بررسی تغییرات نشان می‌دهد که سطح جنگل‌های استان نیز با کاهش، سطح زمین‌های کشاورزی و مناطق انسان‌ساخت با افزایش روبه‌رو بوده است (جدول ۴).

برای به‌دست آوردن تصویری کلی از منطقه مورد مطالعه از آنالیز PLAND (Percentage of Landscape) در سطح کلاس استفاده شد. نتایج حاصل از آنالیز PLAND نشان داد که در بازه زمانی مورد مطالعه اراضی بایر ۳۹/۳۲ درصد افزایش سطح داشته که در نتیجه ۳۶/۶۷ درصد کاهش سطح مراتع و ۶/۴۲ درصد کاهش سطح جنگل‌ها بوده است. مساحت اراضی کشاورزی ۳/۲ درصد و اراضی انسان‌ساخت و پوشش آب نیز با اندکی تغییر افزایش سطح داشته‌اند که تغییرات سطح آب به دلیل احداث سد در منطقه بوده است.

نتایج آنالیز متریک‌های MPS، LPI، NP، PAFRAC نیز در

جدول ۴. تغییرات مساحت پوشش اراضی استان چهارمحال و بختیاری طی سال‌های ۱۹۹۴ الی ۲۰۱۵

سکونتگاه	پوشش آب	مرتع	زمین کشاورزی	جنگل	بایر	۲۰۱۵ / ۱۹۹۴
۳۶/۲۶۵۵	۴۹/۱۱۱۲	۷/۱۲۷۱	۵۹/۱۵۴۶۶	۷۴/۷۶۵۷	۷۵/۲۸۵۱۸	بایر
۰/۱/۸۱۸	۳۳/۱۶۵	۶۸/۱۹۱۸۳	۱/۱۵۴۰۷	۹۵/۵۱۲۳۲	۱۲/۳۷۸۵۱	جنگل
۳۷/۱۰۶۱	۶۷/۲۳۹	۹/۵۸۵	۸۱/۵۲۰۳۸	۵۶/۴۷۵	۶۷/۱۶۵۲۰	زمین کشاورزی
۱۷/۵۲۵۷	۱/۱۷۰۹	۴۹/۱۴۲۴۳	۳۹/۳۹۸۳۱	۲۶/۱۳۳۴۸	۷۸/۶۰۹۹۶	مرتع
۰	۱۴/۳۱۱۸	۹۲/۶۱	۳۲/۱۴۸۱	۴۲/۱۲۰	۰/۲۴۸۵	پوشش آب
۹۸/۵۲۶۶	۰	۰	۱۰۶/۹۲	۱۲/۷۸	۷۴۵/۰۲	سکونتگاه

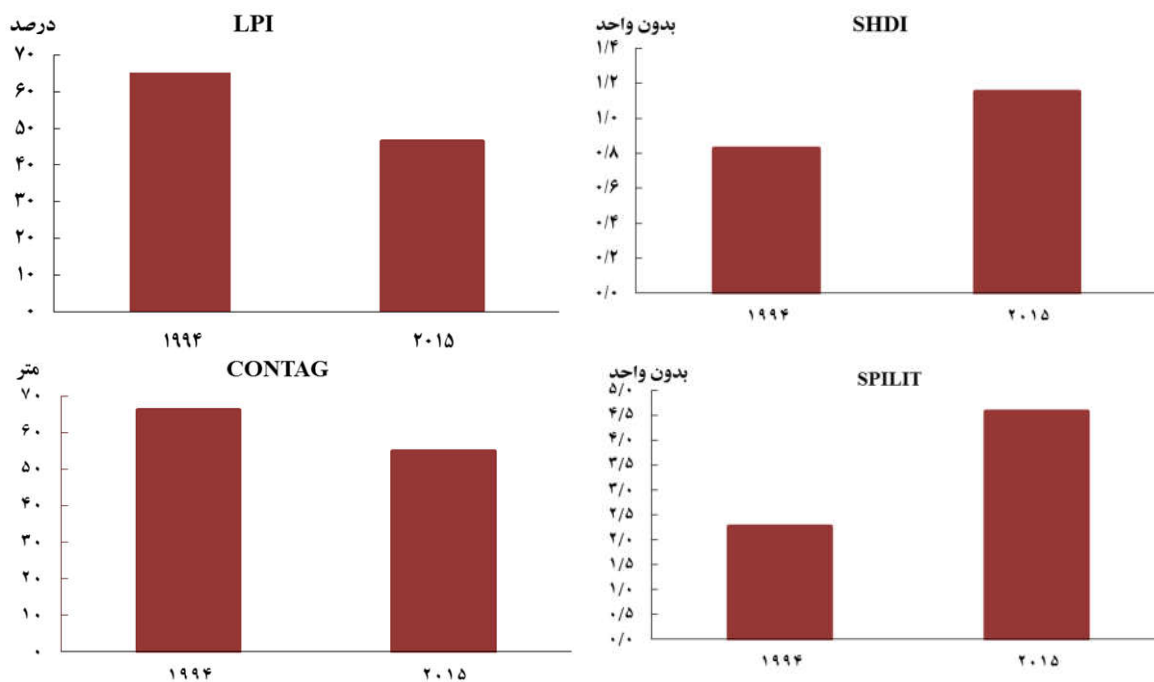
جدول ۵. نتایج آنالیز متریک‌های سیمای سرزمین در سطح کلاس در استان چهارمحال و بختیاری طی سال‌های ۱۹۹۴ و ۲۰۱۵

نام کاربری	متریک PLAND		متریک NP		متریک MPS (ha)		متریک LPI	
	سال ۱۹۹۴	سال ۲۰۱۵	سال ۱۹۹۴	سال ۲۰۱۵	سال ۱۹۹۴	سال ۲۰۱۵	سال ۱۹۹۴	سال ۲۰۱۵
بایر	۱۹/۲۶۷۴	۵۸/۵۸۳۲	۴۸۴۸۸	۹۵۶۵۷	۶/۴۶۲۵	۹/۹۶۹۵	۴/۱۹۷۷	۴۶/۳۴۲۸
جنگل	۱۸/۲۸۱۱	۱۱/۸۶۶۱	۷۴۳۴۷	۸۹۴۸۴	۳/۹۹۹۰	۲/۱۵۶۶	۰/۷۱۳۰	۰/۳۷۰۳
زمین کشاورزی	۴/۳۶۰۸	۷/۵۶۳۰	۷۶۳۰	۱۴۳۴۶	۹/۲۹۵۱	۸/۵۷۳۸	۰/۳۵۷۹	۱/۰۹۵۸
مرتع	۵۷/۳۴۸۸	۲۰/۶۷۱۷	۷۳۹۹۲	۹۶۷۶	۱۲/۶۰۵۲	۳۴/۷۴۴۹	۴۵/۹۳۲۰	۳/۷۲۵۶
پوشش آب	۰/۳۶۴۹	۰/۳۹۰۱	۱۸	۲۶	۳۲۹/۷۲۰۰	۲۴۴/۰۲۸۱	۰/۲۰۰۱	۰/۲۰۵۸
سکونتگاه	۰/۳۷۷۰	۰/۹۲۵۹	۲۶۴	۱۲۹۷	۲۳/۲۲۲۰	۱۱/۶۱۱۰	۰/۰۹۳۷	۰/۴۷۱۱

جدول ۶. نتایج آنالیز دو شاخص نرخ تخریب انسانی و نرخ تخریب کاربری‌های گوناگون در استان چهارمحال و بختیاری

نوع کاربری	مساحت (هکتار) ۱۹۹۴	مساحت (هکتار) ۲۰۱۵	نرخ تخریب انسانی (درصد)	نرخ تخریب کاربری
بایر	۳۱۶۰۷۵	۹۶۱۳۵۶/۳	-۳۹	-۲۰۰
جنگل	۲۹۹۹۹۳/۰۸	۱۹۴۶۳۴/۴۶	+۶/۴	+۳۵
زمین کشاورزی	۷۱۵۵۱/۹	۱۲۴۰۶۷/۱۶	-۳	-۷۰
مرتع	۹۴۱۰۰۶	۳۳۹۲۱۵/۳۷	+۳۶	+۶۳
پوشش آب	۵۹۰۷/۹۶	۶۴۰۱/۹۳	-۰/۰۳	-۸
سکونتگاه	۶۱۸۶/۹	۱۵۱۹۴/۹۴	-۰/۵	-۱۴۵

مورد نظر در زمان کنونی دوره است (جدول ۶).
 با استفاده از آنالیز موزاییک، کل پهنه به‌عنوان یک سیمای یکپارچه در نظر گرفته شد. نتایج آنالیز متریک‌های CONTAG، SHDI، SPLIT، نیز در سطح سیمای برای دو سال ۱۹۹۴ و ۲۰۱۵ به‌صورت نمودار در شکل ۳ نمایش داده شده است. با توجه به اینکه کل سطح منطقه به‌عنوان یک سیمای یکپارچه در نظر گرفته شده است در بازه زمانی مورد مطالعه متریک تنوع شانون از میزان ۰/۸۲ به ۱/۱۵ و متریک شاخص سوراخ‌شدگی



شکل ۳. نتایج حاصل از آنالیز موزاییک در سطح سیمای سرزمین

مساحت و کاهش تعداد لکه مناطق بایر نیز از عواقب تخریب مراتع است. لکه‌های انسان‌ساخت در بازه زمانی مطالعه شده افزایش داشته ولی افزایش آن چشم‌گیر نبوده و آنچه حائز اهمیت است و باعث تکه‌تکه شدن کاربری‌ها شده قرار گرفتن منطقه برای بیلاق است که تخریب در منطقه را به دنبال داشته است (۴).

سطح پوشش جنگلی استان چهارمحال و بختیاری نیز در بخش‌هایی که در شیب و ارتفاع بالا قرار گرفته‌اند به دلیل صعب‌العبور بودن و دور از دسترس بودن کمتر مورد تخریب قرار گرفته است. پوشش جنگلی مناطقی که در ارتفاع پایین قرار گرفته است دچار کاهش سطح و افزایش تکه‌تکه‌شدگی قرار گرفته که این امر به دلیل دخالت و حضور انسانی در تخریب جنگل‌ها است. با توجه به اینکه یکی از نقاط قوت استان چهارمحال و بختیاری دارا بودن جنگل‌های بسیار با ارزش است عدم کنترل تخریب جنگل‌ها می‌تواند تنوع زیستی را به ورطه نابودی بکشاند. افزایش مساحت و تعداد لکه‌های کشاورزی به دلیل تمرکز و

از ۲/۲۷ به ۴/۵۷ افزایش یافته است. همچنین نمایه بزرگ‌ترین لکه از ۶۵/۲۴ درصد به ۴۶/۳۴ درصد و متریک پیوستگی از ۶۶/۱۹ متر به ۵۴/۸۹ متر کاهش داشته است.

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه کمی کردن الگوهای سیمای سرزمین امری ضروری جهت شناخت و درک نتایج حاصل از دخالت انسان در طبیعت است؛ لذا درک تغییرات مکانی و زمانی کاربری‌های گوناگون در قالب متریک‌ها می‌تواند کمک قابل توجهی به پروژه‌های مدیریتی و بنیادی نظیر آمایش سرزمین، مدیریت منابع و حفاظت تنوع سیمای سرزمین کند (۱۹).

خلاصه نتایج این تحقیق نشان داد افزایش میانگین اندازه لکه و کاهش قابل ملاحظه تعداد لکه در مراتع استان به دلیل کاهش قابل توجه مساحت بوده که به‌نظر می‌رسد ناشی از تبدیل و تخریب کاربری‌ها و چرای بی‌اندازه دام در منطقه است که خود عواقب جبران‌ناپذیری از جمله فرسایش خاک و کاهش تنوع زیستی را به دنبال خواهد داشت. افزایش متریک درصد

(۲)، بررسی روند بیابان‌زایی منطقه عین خوش با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین (۶)، بررسی کاربرد متریک‌ها در برآورد تغییرات پوشش ارضی مناطق جنگلی حوزه آبخیز تایوان (۸)، به‌کارگیری متریک‌های سیمای سرزمین در برآورد تخریب الگوهای سیمای سرزمین (۱۶) همسو است و پژوهش‌های مذکور همگی به تکه‌تکه شدن سیمای سرزمین و تأثیر دخالت انسان و توسعه لکه‌های مصنوعی اشاره کرده‌اند.

با توجه به اینکه آگاهی از تغییرات مکانی و زمانی الگوهای سیمای سرزمین جهت طرح‌هایی هم‌چون آمایش و ارزیابی سرزمین، طرح‌های حفاظت از تنوع زیستی و مدیریت منابع جهت جلوگیری از تخریب بیشتر و همچنین حفظ یکپارچگی پوشش‌های طبیعی به‌عنوان مطالعات پایه است؛ پیشنهاد می‌شود با توجه به پویایی و تغییر پوشش اراضی در فصول مختلف، استفاده هم‌زمان از تصاویر سری زمانی به همراه متریک‌ها در کمی کردن سیمای سرزمین جهت مدیریت و برنامه‌ریزی طرح‌های کلان استفاده شود.

افزایش حجم آب در منطقه است که باعث رشد و رونق کشاورزی در منطقه شده است. با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه از دو نوع لکه، لکه‌های طبیعی (شامل تالاب، جنگل‌ها مراتع) و لکه‌های انسان‌ساخت شامل توسعه مساکن، کشاورزی و جاده تشکیل شده است افزایش لکه‌های انسان‌ساخت در این پژوهش با کاهش پیوستگی و نفوذ بین لکه‌های طبیعی به‌عنوان نمایه‌ای از تخریب سیمای سرزمین قلمداد می‌شود.

با توجه به حساسیت بالای شاخص تنوع شانون نسبت به لکه‌های نادر افزایش شاخص تنوع شانون در این مطالعه نمایانگر افزایش ناهمگونی در لکه‌های کاربری منطقه بوده که در نتیجه افزایش لکه‌های غیرطبیعی از جمله انسان‌ساخت و کشاورزی در منطقه بوده است. به‌همین دلیل افزایش متریک فوق برای منطقه مطالعاتی دارای اثر منفی است.

نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعات کمی کردن الگوهای سیمای سرزمین در منطقه مرکزی اصفهان، پایش تغییرات سیمای سرزمین شهرستان رشت با استفاده از تحلیل سینوپتیک

منابع مورد استفاده

۱. بی‌همتای طوسی، ن.، ع. ر. سفینیان و س. فاخران. ۱۳۹۲. بررسی تغییرات پوشش اراضی در منطقه مرکزی اصفهان با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین. *بوم‌شناسی کاربردی* ۶(۲): ۷۷-۸۷.
۲. دژکام، س. ص. ب. جباریان امیری و ع. ا. درویش صفت. ۱۳۹۴. پایش تغییرات سیمای سرزمین با استفاده از تحلیل سینوپتیک و تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه موردی: شهرستان رشت). *محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران* ۶۸(۲): ۲۳۸-۲۲۵.
۳. عسگریان، ع. ب. جباریان امیری و ج. علیزاده شعبانی، ج. فقهی. ۱۳۹۴. بررسی الگوهای توسعه در شهر ساری با استفاده از رهیافت اکولوژی سیمای سرزمین. *محیط‌زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران* ۶۸(۱): ۹۵-۱۰۷.
۴. فیاض، م.، س. زارع، ه. نعمتی، پ. عشوری و ح. م. شیرمحمدی. ۱۳۹۰. طرح شناخت مناطق اکولوژیک کشور تپ‌های گیاهی استان چهارمحال و بختیاری. ۲۴۵ ص.
۵. میرزایی، م.، ع. ر. ریاحی بختیاری، ع. ر. سلمان ماهینی و م. غلامعلی فرد. ۱۳۹۲. بررسی تغییرات پوشش اراضی استان مازندران با استفاده از سنج‌های سیمای سرزمین بین سال‌های ۱۳۶۳-۱۳۸۹، *اکولوژی کاربردی* ۲(۴): ۳۷-۵۴.
6. Arekhi, S. and B. Komaki. 2015. Detection and assessing desertification using landscape metrics in GIS environment (case study: Ain-e- khosh region, Iran). *Environmental Resources Research* 3(2): 121-137.
7. Buyantuyev, A., J. Wu and C. Gries. 2009. Multiscale analysis of the urbanization pattern of the Phoenix metropolitan landscape of USA: Time, space and thematic resolution. *Landscape and Urban Planning* 94: 206-217.
8. Chun-Kuo, Y., and L. Shyue-Cherng. 2015. Application of landscape metrics and a Markov chain model to assess land cover changes within a forested watershed, Taiwan. *Hydrological Processes* 29: 5031-5043.

9. Deng, J. S., K. Wang, Y. Hong and J. G. Qi. 2009. Spatio- temporal dynamics and evolution of land use change and landscape pattern in response to rapid urbanization. *Landscape and Urban Planning* 92(3-4): 187-198.
10. Herold, M., H. Couclelis and K. C. Clarke. 2005. The role of spatial metrics in the analysis and modeling of urban land use change. *Journal of Computers, Environment and Urban Systems* 29: 369-399.
11. Lausch, A. and F. Herzog. 2002. Applicability of landscape metric for the monitoring of land scape change: Issues of scale, resolution and interpretability. *Journal of Ecological Indicators* 2(1-2): 3-15.
12. McGarigal, K. and B. J. Marks. 1995. Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR- 351. US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.
13. Opeyemi, Z. A. 2006. Change detection in land use and land cover using remote sensing data and GIS, MSc thesis, Department of Geography, University of Ibadan.
14. Schindler, S., K. Poirazidis and T. Wrbka. 2008. Towards a core set of landscape metrics for biodiversity assessments: A case study from Dadia National Park, Greece. *Ecological Indicators* 8(5): 502-514.
15. Shao, G. and J. Wu. 2008. On the accuracy of land scape pattern analysis using remote sensing data. *Landscape Ecology* 23(5): 505-511.
16. Sherestha, M., A. York, C. Boone and S. Zhang. 2012. Land fragmentation due to rapid urbanization in the Phoenix Metropolitan Area: Analyzing the spatio-temporal patterns and drivers. *Applied Geography* 32: 522-531.
17. Tengeng, S., L. Wenpeng, C. Guangsheng, G. Pupu and Z. Ying. 2016. Wetland ecosystem health assessment through integrating remote sensing and inventory data with an assessment model for the Hangzhou Bay, China. *Science of The Total Environment* 566-567:627-640. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.05.028.
18. Turner, M. G., R. H. Gardner and R. V. O'Neill. 1994. Quantitative Methods in Land Scape Ecology: The Analysis and Interpretation of Land Scape Ecology . Springer Verlage pub., USA.
19. Uuemaa, E., U. Mander and R. Marja. 2013. Trends in the use of landscape spatial metrics as landscape indicators: A Review. *Ecological Indicators* 28: 100-106.
20. Veldkamp, A. and E. F. Lambin. 2001. Predicting land use change. *Agriculture, Ecosystem, Environment* 85:1-6.

Land Cover Change Detection of Chahar Mahal Bakhtiari Province using Landscape Metrics (1994-2015)

R. Daneshmandparsa^{1,2*}, R. Mirzaei² and N. Bihamtaitoosi¹

(Received: Dec. 03-2016; Accepted: Oct. 23-2018)

Abstract

Due to the importance of accessibility to updated and timely information regarding land cover changes, it is necessary for researchers and managers to assess such provincial level changes to help the planning process and prevent the damages caused in various regions. To this end, the Chaharmahal and Bakhtiari Province land cover changes from 2015-1994 were developed in six main classes using the hybrid method. Then land cover changes were determined by applying “after-classification comparison” and “landscape metric”. Therefore, MPS, LPI, NP and PLAND metrics were calculated at the class level, and SHDI, LPI, CONTAG SPILIT INDEX metrics were calculated to quantify the landscape patterns at the landscape level. Finally, for each land use type, the destruction rates and the human destruction index were calculated separately. The results indicated a sharp decline of %36.67 in pastures and 6.42% in the forests areas, as well as an increase 39.32% in the barren lands. In such a manner, the landscape is more fragmented, disordered (or unsystematic) and discontinuous plus it has become more diverse for the studied time period coverage. So, if the current trend continues, the a sharp decrease in the ecosystem services and functions is likely to occur.

Keywords: Chahar Mahal and Bakhtiari province, landscape patterns, remote sensing, metrics, hybrid.

1. Dept. of Natur. Resour., Isf. Univ. of Technol., Isfahan, Iran.

2. Dept. of the Environ., Faculty of Natur. Resour. and Earth Sci, Univ. of Kashan, Kashan, Iran.

*: Corresponding Author, Email: r.daneshmandparsa@of.iut.ac.ir