

بررسی تغییرات پوشش اراضی پارک ملی بמו

فاطمه هوشمند فیروزآبادی^{۱*}، علی اکبر کریمیان^۲، محمدرضا علمی^۳، حمیدرضا عظیمزاده^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۳/۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۶/۴

چکیده

با توجه به ارزش حفاظتی پارک ملی بمو، کاربری‌هایی در داخل و محدوده اطراف پارک وجود دارند که دارای اثرات و پیامدهای مستقیم و غیرمستقیم بر پارک است. ضرورت دارد تا با بررسی تغییرات این کاربری‌ها، برنامه مدیریتی مناسب بر منطقه ارائه شود. به منظور بررسی تغییرات کمی و کیفی رخ داده در اکوسیستم پارک ملی بمو و حفاظت و مدیریت محیط زیستی این منطقه، تصاویر ماهواره‌ای Landsat مربوط به سه دوره زمانی ۱۳۶۶، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۰ تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. در همین راستا، بعد از اعمال تصحیحات هندسی و مکانی و اجرای بارزسازی تصاویر، با بهره‌گیری از روش طبقه‌بندی نظارت نشده و روش طبقه‌بندی نظارت شده، الگوریتم حداکثر احتمال همانندی تغییرات کاربری‌ها مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. درستی نقشه‌های تولیدی با آزمون صحت کلی و آماره کاپا محاسبه شد. تغییرات پوشش گیاهی با شاخص پوشش گیاهی (NDVI) مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به درصد پوشش گیاهی، نقشه‌های ایجاد شده در سه کلاس درجه سربسی ضعیف، متوسط و خوب طبقه‌بندی شد. نتایج نشان داد که کاربری‌های انسان‌ساخت طی بازه زمانی ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۱ رشد چشمگیری داشته است. همچنین نتایج نشان داد پوشش طبیعی منطقه افزایش و اراضی بایر منطقه کاهش یافته است.

کلمات کلیدی: کاربری‌های انسان ساخت، تغییر کاربری، تصاویر ماهواره‌ای، سنجش از دور، پارک ملی بمو.

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه یزد، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی / Email: fatemeh.hoshmand7@gmail.com

۲. استادیار دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد

۳. استادیار دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد

۴. دانشیار دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد

مقدمه

بهره برداری بهینه از عرصه منابع طبیعی همراه با حفاظت اصولی از منابع ژنتیکی گیاهی و جانوری و جلوگیری از فرسایش آن‌ها در زمینه نیل به وضعیت مطلوب تنوع زیستی باید مدنظر قرار گیرد (مجنونیان، ۲۰۰۲). مناطق حفاظت‌شده طبیعی با مدیریت پایدار استفاده از زمین، قادر به تضمین تداوم ساختار و فرایندهای اساسی برای تأمین سرمایه‌های طبیعی است (پتروسیلو^۵ و همکاران، ۲۰۱۳). ورود انسان به مناطق حفاظت‌شده و فعالیت‌هایی چون کشت و زرع می‌تواند سبب جنگل‌زدایی و از بین رفتن پوشش طبیعی این مناطق و به خطر افتادن انسجام اکولوژی مناطق شود (فتو^۶ و همکاران، ۱۹۹۸). در این زمینه مطالعات متعددی صورت پذیرفته است، از جمله: یانگ^۷ و همکاران (۱۹۹۶) روند تغییرات پوشش زمین مناطق حفاظت‌شده کانادا را با تصاویر لندست طی سال‌های ۱۹۷۷، ۱۹۸۷ و ۱۹۹۸ با طبقه‌بندی سلسله مراتبی بررسی نمودند. نتایج نشان داد که جنگل‌زدایی در اطراف حاشیه مناطق حفاظت‌شده بیشتر صورت می‌پذیرد و نرخ رشد سالانه تغییر پوشش زمین ۰.۸۲٪ در سال می‌باشد. ناگاندارا^۸ و همکاران (۱۹۹۶) برای حفاظت و بررسی تغییرات پوشش زمین، حضور مردم در پارک تادوبا اندهاری^۹ هند از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۱۹۸۹ و ۲۰۰۱ استفاده کردند. نتایج نشان داد که ۱۶٪ از پارک دچار جنگل‌زدایی شده‌اند و رشد چشمگیری در توسعه روستاهای اطراف و درون پارک مشاهده شد. بایارسائی‌خان^{۱۰} و همکاران (۱۹۸۸) تغییرات و طبقه‌بندی پوشش زمین پارک ملی هوستایی^{۱۱} در مغولستان را مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش انواع پوشش زمین و نواحی کانونی با گونه‌های نادر را طی سال‌های ۱۳۷۳ و ۱۳۷۹ با تصاویر TM و ETM ماهواره لندست، با روش حداکثر احتمال طبقه‌بندی نمودند. نتایج نشان داد که کوهستان استپی و تپه‌های ماسه‌ای به میزان قابل توجهی افزایش یافته و مناطق کشاورزی کاهش و جنگل‌زدایی افزایش یافته است.

تنوع زیستی یکی از مسائل اصلی و مهم محیط‌زیستی در جهان است. هدف اصلی حفاظت از محیط‌زیست برای اطمینان از تداوم تنوع زیستی است. که در واقع با حفاظت از مناطق حفاظت‌شده صورت می‌گیرد (وانگ^۱ و همکاران، ۲۰۱۳). مناطق حفاظت‌شده علاوه بر اینکه نقش مهمی در حفظ تنوع زیستی دارند، نیازهای اجتماعی را هم تأمین می‌کنند. که این امر می‌تواند اثراتی بر اکوسیستم‌های طبیعی بر جا گذارد (آئونگ^۲ و همکاران، ۲۰۱۳). پس حفاظت و مدیریت اکوسیستم باید با در نظر گرفتن نیازهای جوامع محلی نیز صورت پذیرد. فشار فزاینده در مناطق حفاظت‌شده همچون بهره‌برداری برای منافع اقتصادی و تجاری نیاز به خط مشی قوی در تمام سطوح دارد که به حفاظت و مدیریت اکوسیستم بپردازد (جونز والتر و سیونگ^۳، ۲۰۱۳).

سنجش از دور یک ابزار ارزشمند برای مدیریت و پایش مناطق حفاظت‌شده است. سنجش از دور می‌تواند به تعیین اولویت برای اقدامات حفاظت، نظارت بر وضعیت اهداف حفاظت از محیط‌زیست، و ارزیابی اثربخشی استراتژی‌های حفاظت از محیط‌زیست کمک کند (وانگ و همکاران، ۲۰۱۳). این فناوری به کمک تصاویر ماهواره‌ای، منبع مهمی از داده‌های مربوط به کاربری و پوشش اراضی را فراهم می‌کند که می‌تواند در نظارت بر تغییرات آن‌ها به گونه‌ای مؤثر مورد استفاده قرار گیرد. خصوصیات نظیر فراهم ساختن دید وسیع و یکپارچه از منطقه، تکرارپذیری، تسهیل جمع‌آوری اطلاعات و صرفه‌جویی در زمان از جمله ویژگی‌هایی است که استفاده از اطلاعات کسب‌شده به کمک فناوری سنجش از دور را برای بررسی تغییرات پوشش گیاهی نسبت به سایر روش‌ها ارجحیت می‌بخشد (سرودی و جوزی، ۲۰۱۱).

حفاظت از اکوسیستم‌ها و زیستگاه‌های طبیعی و احیای جمعیت‌های گونه‌ها در محیط‌های طبیعی خود، گامی مهم جهت حفاظت از تنوع زیستی و ارتقای وضعیت کمی و کیفی آن است. از این رو در امر بهره‌برداری از محیط‌زیست، لزوم

5. Petrosillo

6. Phue

8. Young

9. Nagendra

10. Tadoba Andhari

11. Bayarsaikhan

1. Hustai

1. Wang

2. Aung

3. Jones-Walters and Civic

پوشش می‌دهد. ملکی نجف‌آبادی و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی تصاویر ماهواره‌ای پناهگاه حیات وحش موته به این نتایج دست یافتند که بین سال‌های ۱۳۵۱ تا ۱۳۶۶ اراضی بایر منطقه افزایش و بین سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۵ پوشش طبیعی منطقه افزایش یافته است و اراضی بایر کاهش یافته است، همچنین بین سال‌های ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۵ توسعه انسانی در منطقه حفاظت‌شده افزایش یافته است. با توجه به ارزش حفاظتی پارک ملی بمو، تغییرات کاربری‌های اراضی مورد بررسی قرار می‌گیرد تا میزان توسعه کاربری‌ها در پارک مشخص شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

پارک ملی بمو در جنوب ایران، در استان فارس و در شمال شرقی شهر شیراز در حد فاصل طول جغرافیایی $52^{\circ}29'$ تا $52^{\circ}56'$ و عرض جغرافیایی $29^{\circ}39'$ تا $29^{\circ}50'$ قرار دارد (شکل ۱). پارک ملی بمو در سال ۱۳۴۱ با گستردگی در حدود ۱۰۰۰۰۰ هکتار به عنوان منطقه ممنوعه اعلام گردید که به تدریج از وسعت آن کاسته شد. وسعت آن به دلیل افزایش جمعیت و گسترش شهر شیراز به ۵۰ هزار هکتار کاهش یافت. در سال‌های قبل از انقلاب به دلیل مدیریت نادرست وسعت پارک روند نزولی طی کرد. در سال ۱۳۴۶ به منطقه حفاظت‌شده تغییر نام یافت و در سال ۱۳۴۹ به پارک وحش و سپس پارک ملی بمو نامگذاری گردید. وسعت پارک ملی بمو در حال حاضر ۴۶۹۱۳ هکتار است (سازمان حفاظت محیط زیست، ۲۰۰۲).

یالله و همکاران (۲۰۰۳) تغییرات کاربری اراضی شهر تهران را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست، سنجنده TM در دو بازه زمانی، به فاصله یک دهه با آنالیز تشخیص تغییرات مورد مطالعه قرار دادند. براساس نتایج به دست آمده میزان رشد و توسعه شهری در طی این دهه بیش از ۸ درصد بوده است که پیش‌بینی می‌شود حداقل طی ۹۰ سال آینده مساحت منطقه شهری دو برابر گردد. برخورداری و همکاران (۲۰۰۵) در تحقیقی به منظور تهیه نقشه پوشش اراضی حوزه سد استقلال میناب از تصاویر ماهواره‌ای لندست سال‌های ۱۹۷۶ و ۱۹۸۸ و ۲۰۰۲ استفاده کردند. پس از بررسی روش‌های مختلف تهیه نقشه پوشش اراضی از روی تصاویر ماهواره‌ای بهترین روش، استفاده از تلفیق دو روش شاخص گیاهی و روش طبقه‌بندی نظارت شده بوده است. همچنین نتایج مقایسه نقشه‌های کاربری اراضی حوزه از ۲۵ سال گذشته نشان می‌دهد که سطح اراضی مرتعی (مرتع خوب و متوسط) و بیشه‌زارهای جنگلی از ۴۵ درصد سطح حوزه در سال ۱۹۷۶ به ۸ درصد در سال ۲۰۰۲ کاهش یافته است.

علوی‌نژاد و همکاران (۲۰۰۴) تغییرات ژئومورفولوژیکی و کاربری‌های اراضی خورموسی را با استفاده از RS و GIS مورد بررسی قرار دادند. بدین منظور از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۷۷ و ۱۳۸۲ میلادی و نقشه‌های توپوگرافی، خاک، زمین‌شناسی، نقشه کاربری اراضی و آمار هواشناسی و جزر و مد منطقه استفاده شد. نتایج نشان داد که بیشترین تغییرات در حاشیه ساحل، داخل شهر و مراکز صنعتی می‌باشد. محمودزاده و همکاران (۲۰۰۴) تغییرات کاربری اراضی شهر تبریز را با استفاده از تصاویر چندزمانه‌ای سنجنده TM و ETM⁺ در سال‌های ۱۳۶۸ و ۱۳۸۰ بررسی نمودند. نتایج نشان داد که شهر تبریز در طی سال‌های اخیر، رشد نسبتاً سریعی داشته در نتیجه، تغییرات قابل ملاحظه‌ای در کاربری اراضی ایجاد شده است. سفیانیان و همکاران (۲۰۰۹) برای توصیف الگوهای چشم‌انداز و تفسیر آثار بوم‌شناسی آنان بر گیاهان، جانوران منطقه حفاظت‌شده موته از تصاویر ماهواره‌ای سنجنده LISS ماهواره IRS استفاده نمودند. نتایج نشان داد طبقات تنوع متوسط و بالا بیشترین سطح منطقه مطالعه را

نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ تصحیح هندسی صورت پذیرفت.

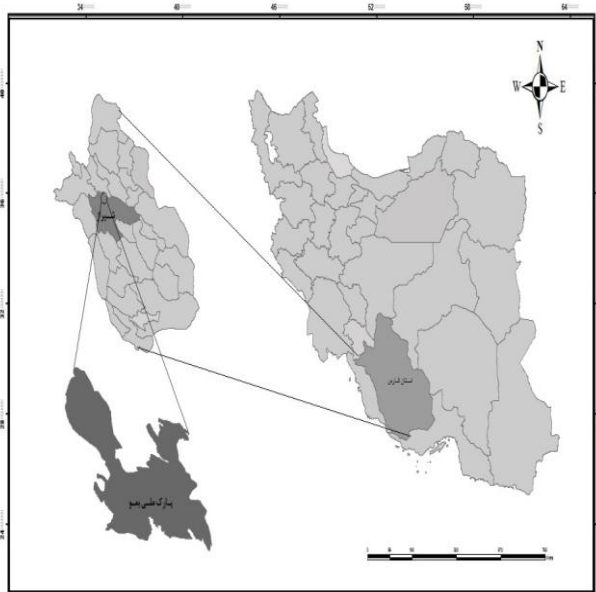
بارسازی تصاویر ماهواره‌ای^۳

به مجموعه فعالیت‌ها جهت استخراج اطلاعات از تصاویر، بارسازی گفته می‌شود. از روش‌های بارسازی که در این تحقیق استفاده شد، تصاویر رنگی کاذب^۴ است. برای بررسی تغییرات پوشش گیاهی از ترکیب رنگی^۵ ۲-۳-۴ استفاده شد. برای بهبود کیفیت تصویر از تابع متعادل‌سازی نمودار^۶ استفاده استفاده و با استفاده از فیلتر، علائم ناخواسته^۷ موجود در تصاویر حذف شد.

روش طبقه‌بندی تصاویر

مهم‌ترین مرحله یا بخش در کاربردهای سنجش از دور، استخراج اطلاعات مورد نظر از روی تصویر ماهواره‌ای انتخاب شده است. طبیعتاً برای هر کاربرد خاص روش‌های متفاوتی برای استخراج اطلاعات وجود دارد که در این پژوهش از طبقه‌بندی نظارت‌نشده^۸ و طبقه‌بندی نظارت‌شده^۹ و همچنین از تفسیر بصری^{۱۰} به‌عنوان مکمل برای طبقه‌بندی تصاویر استفاده شد. در روش طبقه‌بندی نظارت‌نشده، خوشه^{۱۱}‌های حاصل براساس تشابه طیفی پیکسل‌ها ایجاد می‌شود.

این روش تصاویر را در ۱۵ طبقه براساس تشابه طیفی تفکیک کرد. به‌منظور کاهش اطلاعات اضافی و با در نظر گرفتن ماهیت کلاس‌های طیفی برخی از آن‌ها در هم ادغام شدند. در روش طبقه‌بندی نظارت‌نشده از مناطق آموزشی به‌عنوان مبنای طبقه‌بندی استفاده می‌شود. در روش طبقه‌بندی نظارت‌شده از الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال^{۱۲} استفاده شد. این روش مبتنی بر احتمال^{۱۳} است (علوی‌پناه، ۲۰۱۱).



شکل (۱): موقعیت منطقه مورد مطالعه

روش انجام کار

برای بررسی تغییرات پوشش گیاهی و تغییرات کاربری‌های انسان‌ساخت در منطقه مورد مطالعه ابتدا لازم بود تا کاربری‌های مختلف سال‌های گوناگون با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای^۱ به‌دست آید (شکل ۲، ۳ و ۴). از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۴ و ۵، سنجنده TM طی سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۰ و نرم‌افزارهای 9.1 ERDAS IMAGIN و ArcGis 6.1 و Googleearth استفاده شد (جدول ۱). ابتدا تصاویر مورد تصحیح قرار گرفت و سپس با روش طبقه‌بندی نظارت‌نشده و نظارت‌شده تصاویر طبقه‌بندی شدند. تعیین صحت تصاویر طبقه‌بندی‌شده با استفاده از شاخص کاپا و صحت کلی صورت پذیرفت. تغییرات پوشش گیاهی به‌طور جداگانه با شاخص NDVI مورد بررسی قرار گرفت.

تصحیح تصاویر ماهواره‌ای

داده‌های حاصل از سامانه‌های سنجش از دور اعم از عکس‌های هوایی و تصاویر حاصل از اسکنرها دارای خطاهای گوناگونی می‌باشند و اصولاً قبل از اینکه مورد تفسیر و تجزیه تحلیل قرار گیرند، باید تصحیح گردند (فاضل دهکردی، ۲۰۰۵). بنابراین برای استفاده از این تصاویر اولیه باید پیش پردازش صورت پذیرد. با استفاده از نقاط کنترل زمینی^۲ و

3. Images enhancement
4. False color composite image
5. Red, Green, Blue
6. Histogram equalization
7. Noise
8. Unsupervised classification
9. Supervised classification
10. Visual interpretation
11. Cluster
12. Maximum Likelihood
13. Probability

1. Satellite images
2. Ground control point

جدول (۱): مشخصات سنجنده TM (علوی پناه، ۱۳۸۹)

تاریخ تصویر	سنجنده	شماره باند	دامنه طیفی باند (میکرومتر)	نام دامنه طیفی	قدرت تفکیک مکانی (متر)	ابعاد پوشش (کیلومتر)
	TM	۱	۵۲/۰-۴۵/۰	آبی	۳۰	۱۸۵×۱۸۵
۱۳۶۶/۱/۱۲		۲	۶۰/۰-۵۲/۰	سبز	۳۰	
		۳	۵۹/۰-۶۳/۰	قرمز	۳۰	
۱۳۸۸/۱/۳		۴	۹۰/۰-۷۶/۰	مادون قرمز نزدیک	۳۰	
		۵	۷۵/۱-۵۵/۱	مادون قرمز میانی	۳۰	
۱۳۹۰/۱/۸		۶	۵۰/۱۲-۰۴/۱۰	مادون قرمز حرارتی	۱۲۰	
		۷	۳۵/۲-۰۸/۲	مادون قرمز میانی	۳۰	

گردید.

ارزیابی صحت^۱

شاخص نرمالیز شده پوشش گیاهی^۵

شاخص نرمالیز شده پوشش گیاهی به عنوان پرکاربردترین شاخص ها در مطالعات بیشمار برای ارزیابی پوشش گیاهی استفاده شده است. مبنای ساختاری این شاخص وجود کلروفیل در گیاهان مختلف است که نور قرمز را جذب و لایه مزوفیل برگ نور مادون قرمز نزدیک را منعکس می سازد. مقدار عددی این شاخص براساس تعریف آن بین اعداد +۱ تا -۱ تغییر می کند. مقادیر منفی در این شاخص حاکی از عدم حضور پوشش گیاهی است (قائم و همکاران، ۲۰۱۰).

شاخص نرمالیز شده پوشش گیاهی تصاویر برای هر سه دوره زمانی تهیه شد. این نمایه به صورت رابطه (۱) بیان می شود:

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

که در آن NIR بازتابش باند مادون قرمز (باند ۳ سنجنده TM) و RED بازتابش باند قرمز (باند ۴ سنجنده TM) است که توسط سنجنده ثبت می شود. برای تحلیل زمان تصویربرداری و عوامل اقلیمی، آمار بارندگی ماهانه هر سه سال در محیط اکسل^۶ رسم شد. در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی نقشه ها به فرمت برداری^۷ تبدیل شد و درصد پوشش گیاهی محاسبه شد. با نرم افزار اکسل صحت نقشه های تولید شده با روابط رگرسیونی سنجیده شد و در

برآورد دقت برای درک نتایج به دست آمده و به کار بردن این نتایج برای تصمیم گیری حائز اهمیت است. معمول ترین عوامل برآورد دقت شامل دقت کلی، دقت تولیدکننده، دقت کاربر و شاخص کاپا^۲ هستند (آرخی و نیازی، ۲۰۱۱).

صحت کلی برابر است با نسبت پیکسل هایی که درست طبقه بندی شده اند به تعداد کل پیکسل های مورد مقایسه. به این ترتیب صحت کلی میزان توافق و همخوانی تصویر حاصل از طبقه بندی با واقعیت زمینی را نشان می دهد. صحت کلی از مفهوم بسیار ساده ای برخوردار است و برای بیان صحت یک طبقه بندی مناسب می باشد.

در محاسبه ضریب کاپا علاوه بر پیکسل هایی که درست طبقه بندی شده، پیکسل هایی که نادرست طبقه بندی شده اند نیز دخالت داده می شوند، از این رو معیار مناسبی برای مقایسه نتایج طبقه بندی های مختلف می باشند (اندرسون^۳ و همکاران، همکاران، ۱۹۹۳). به منظور برآورد صحت کلی و ضریب کاپا با استفاده از سامانه موقعیت یاب جهانی^۴ نقاطی از خاک، گیاه، ساختمان و جاده های منطقه مورد مطالعه برداشت شد. پس از ارزیابی صحت نقشه های تهیه شده در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی (ArcGIS 9.3) به فرمت برداری (نقشه وکتوری) تبدیل شد. سپس مساحت تغییرات کاربری و پوشش گیاهی بین سال های ۱۳۶۶، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۰ مقایسه

1. Accuracy assessment
2. Kapa Index
3. Anderson
4. Global Positioning System (GPS)

5. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) .

6. Excel

7. Vector

نهایت، مساحت تغییرات پوشش گیاهی بین سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۰ مقایسه گردید.

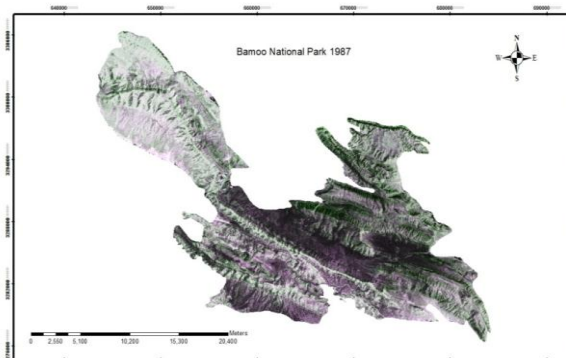
انسان‌ساخت در منطقه مورد مطالعه، ابتدا لازم بود تا کاربری‌های مختلف سال‌های گوناگون با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به دست آید. بنابراین کل کاربری‌های ناحیه مورد مطالعه پس از تصحیحات هندسی و رادیومتریک با طبقه‌بندی نظارت نشده و طبقه‌بندی نظارت شده در چهار طبقه شامل پوشش گیاهی، اراضی بایر، کاربری انسان‌ساخت و پوشش طبیعی منطقه مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۵، ۶، ۷، ۸، ۹ و ۱۰). مساحت این طبقات برای هر سال تعیین و مقایسه شده است (جدول‌های ۳ و ۴). برای بررسی دقت طبقه‌بندی از روش ارزیابی صحت و شاخص کاپا استفاده شد (جدول ۲). مطابق جدول (۲) صحت کلی در سال ۱۳۶۶، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۰ به ترتیب برابر ۰/۸۰، ۰/۸۳/۳۳ و ۰/۹۳/۳۳ و شاخص کاپا برابر ۰/۷۲، ۰/۶۸ و ۰/۸۸ به دست آمد. از نظر مجموع صحت و آماره کاپا از دقت خوبی در ارتباط با اطلاعات تولیدشده برخوردار بوده است.

کاربری‌های انسان‌ساخت در منطقه مطابق با روش طبقه‌بندی نظارت نشده در سال ۱۳۶۶ برابر صفر، سال ۱۳۸۸ برابر ۲۳۳۲/۳۸ هکتار و در سال ۱۳۹۰ برابر ۴۰۵۷/۷۲ هکتار به دست آمد. اراضی بایر منطقه در سال ۱۳۶۶ برابر ۲۲۸۹۵/۹۶ هکتار، در سال ۱۳۸۸ برابر ۲۳۶۶۰/۴۷ هکتار و در سال ۱۳۹۰، برابر ۱۸۴۹۲/۳ هکتار به دست آمد. پوشش طبیعی منطقه در سال ۱۳۶۶ برابر ۲۴۰۰۱/۷۴ هکتار، در سال ۱۳۸۸ برابر ۱۸۶۲۸/۴۳ هکتار و در سال ۱۳۹۰، برابر ۲۲۰۷۱/۲۶ هکتار به دست آمد. وسعت راه‌آهن منطقه در سال ۱۳۶۶ برابر صفر، در سال ۱۳۸۸، برابر ۱۸/۴ هکتار و در سال ۱۳۹۰ برابر ۱۸/۴ هکتار و همچنین وسعت جاده‌ها در سال ۱۳۶۶ برابر ۱۵/۳ هکتار، در سال ۱۳۸۸، برابر ۲۲۷۲/۸ هکتار و در سال ۱۳۹۰ برابر ۲۲۷۲/۸ هکتار به دست آمد (جدول ۳).

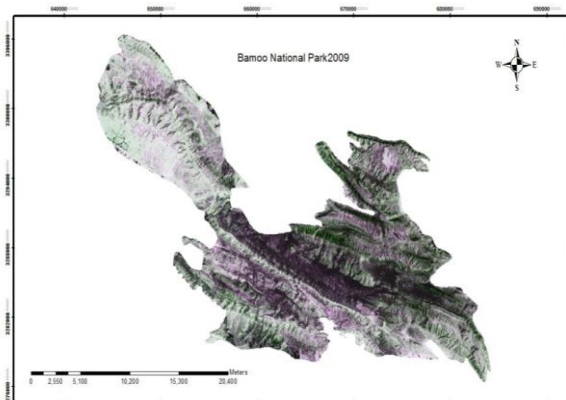
جدول (۲): ارزیابی صحت و شاخص کاپا

تصویر	ارزیابی صحت	شاخص کاپا
۱۳۶۶	۰/۸۰	۰/۷۲
۱۳۸۸	۰/۸۳/۳۳	۰/۶۸
۱۳۹۰	۰/۹۳/۳۳	۰/۸۸

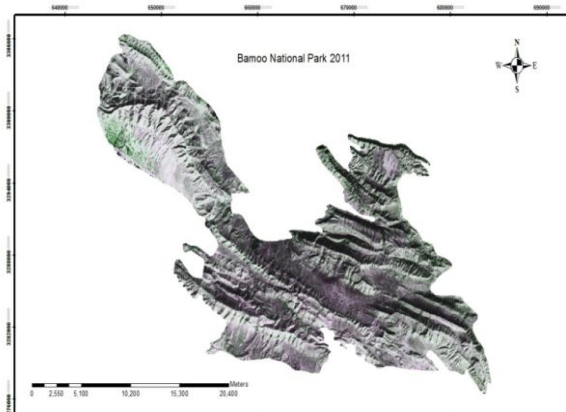
$K < 0.7$ خیلی خوب، $0.7 < K < 0.8$ خوب، $0.8 < K < 0.9$ ضعیف



شکل (۲): تصویر ماهواره‌ای پارک ملی بمو در سال ۱۳۶۶ با ترکیب رنگی ۲، ۳، ۴



شکل (۳): تصویر ماهواره‌ای پارک ملی بمو در سال ۱۳۸۸ با ترکیب رنگی ۲، ۳، ۴



شکل (۴): تصویر ماهواره‌ای پارک ملی بمو در سال ۱۳۹۰ با ترکیب رنگی ۲، ۳، ۴

نتایج

برای بررسی تغییرات پوشش گیاهی و تغییرات کاربری‌های

وضعیت پوشش گیاهی مطابق با جدول (۳)، به سه کلاس طبقه‌بندی شد (شکل ۱۲، ۱۳ و ۱۴). وسعت تغییرات پوشش گیاهی طی سه دوره محاسبه و مقایسه شد (جدول ۶).

جدول (۶): وسعت تغییرات پوشش گیاهی طی سه دوره زمانی			
وضعیت پوشش گیاهی	سال ۱۳۶۶	سال ۱۳۸۸	سال ۱۳۹۰
وسعت	وسعت	وسعت	وسعت (هکتار)
(هکتار)	(هکتار)	(هکتار)	(هکتار)
پوشش گیاهی با درجه سرسبزی خوب	۱۶۶/۷۲	۱۳۷/۱۴	۱۷۴/۶۵
پوشش گیاهی با درجه سرسبزی متوسط	۱۷۳۳۲/۰۸	۲۳۲۰۴/۹۲	۳۷۰۷۷/۴۳
پوشش گیاهی با درجه سرسبزی ضعیف	۲۹۴۰۲/۰۵	۲۳۵۵۶/۲۴	۹۶۰۹/۱

وسعت کاربری‌های انسان‌ساخت براساس طبقه‌بندی نظارت‌شده در سال ۱۳۶۶ برابر صفر، در سال ۱۳۸۸، برابر ۲۲۶۶/۴۵ هکتار و در سال ۱۳۹۰ برابر ۶۰۳۵/۰۵ هکتار به‌دست آمد. اراضی بایر منطقه در سال ۱۳۶۶ برابر ۲۳۲۱۲/۵ هکتار، در سال ۱۳۸۸ برابر ۲۲۸۷۳/۷۳ هکتار و در سال ۱۳۹۰ برابر ۱۶۵۴۰ هکتار به‌دست آمد. پوشش طبیعی منطقه در سال ۱۳۶۶ برابر ۲۳۶۸۵/۲ هکتار، در سال ۱۳۸۸ برابر ۱۹۴۸۲/۰۲ هکتار و در سال ۱۳۹۰ برابر ۲۲۰۴۸/۲۳ هکتار، به‌دست آمد. وسعت جاده‌ها در سال ۱۳۶۶ برابر ۱۵/۳ هکتار، سال ۱۳۸۸ برابر ۲۲۷۲/۸ هکتار و در سال ۱۳۹۰ برابر ۲۲۷۲/۸ هکتار و وسعت راه‌آهن در سال ۱۳۶۶ برابر صفر، سال ۱۳۸۸ برابر ۱۸/۴ هکتار و در سال ۱۳۹۰ برابر ۱۸/۴ هکتار به‌دست آمد (جدول ۷).

جدول (۷): کلاس‌های مختلف کاربری در سه دوره زمانی با طبقه‌بندی نظارت‌شده			
سال	۱۳۶۶	۱۳۸۸	۱۳۹۰
نام کاربری‌ها	مساحت (هکتار)		
جاده	۱۵/۳	۲۲۷۲/۸	۲۲۷۲/۸
راه‌آهن	۰	۱۸/۴	۱۸/۴
کاربری انسان ساخت	۰	۲۲۶۶/۴۵	۶۰۳۵/۰۵
خاک و اراضی بایر	۲۳۲۱۲/۵	۲۲۸۷۳/۷۳	۱۶۵۴۰
پوشش طبیعی منطقه	۲۳۶۸۵/۲	۱۹۴۸۲/۰۲	۲۲۰۴۸/۲۳

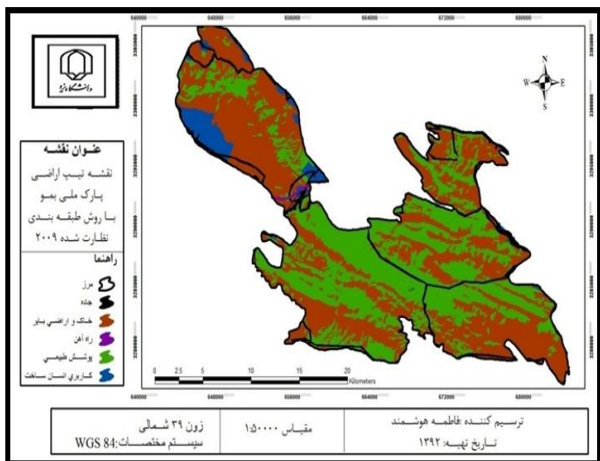
جدول (۳): کلاس‌های مختلف کاربری در سه دوره زمانی با طبقه‌بندی نظارت‌نشده			
سال	۱۳۶۶	۱۳۸۸	۱۳۹۰
نام کاربری‌ها	مساحت (هکتار)		
جاده	۱۵/۳	۲۲۷۲/۸۲	۲۲۷۲/۸۲
راه‌آهن	۰	۱۸/۲	۱۸/۹
کاربری انسان ساخت	۰	۲۳۳۲/۳۸	۴۰۵۷/۷۲
خاک	۲۲۸۹۵/۹۶	۲۳۶۶۰/۴۷	۱۸۴۹۲/۳
پوشش طبیعی منطقه	۲۴۰۰۱/۷۴	۱۸۶۲۸/۴۳	۲۲۰۷۱/۲۶

برای بررسی تغییرات پوشش گیاهی منطقه، از شاخص نرمالیزه‌شده پوشش گیاهی استفاده گردید. این شاخص به‌طور گسترده و مبتنی بر ارزش‌های طیفی در شناسایی شرایط رشد پوشش گیاهی به کار گرفته شده است. در این روش نسبت‌گیری، دامنه ۱- تا ۱+ می‌باشد. مقدار عددی زیاد تغییرات مقادیر زیاد نرمالیزه‌شده پوشش گیاهی نشان‌دهنده پوشش گیاهی سالم بوده و مقدار عددی کم دلالت بر پوشش گیاهی ناسالم یا تحت استرس همانند شرایط اراضی بدون پوشش گیاهی دارد. دامنه مقدار نرمالیزه‌شده پوشش گیاهی هر تصویر برای سه بازه زمانی در جدول (۴) ارائه شد.

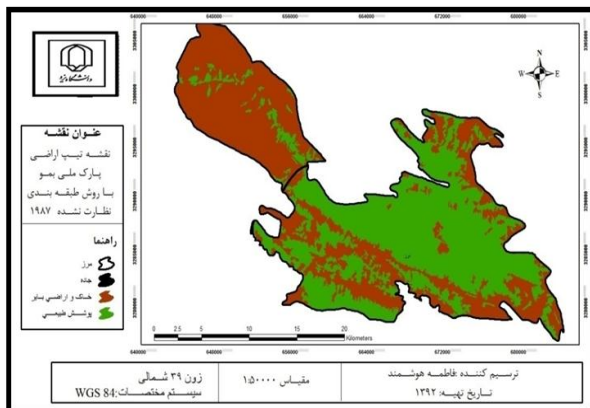
جدول (۴): دامنه مقدار NDVI طی سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۰			
مقدار شاخص نرمالیزه‌شده پوشش گیاهی NDVI	۱۳۶۶	۱۳۸۸	۱۳۹۰
	۰/۶۷ تا ۰/۶۱+	۰/۱۱ تا ۰/۶۱+	۰/۱۸ تا ۰/۶۶+

درصد پوشش گیاهی در محیط نرم‌افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی تعیین و نقشه‌های پوشش گیاهی پس از برقراری رابطه رگرسیونی بین مقادیر دامنه نرمالیزه‌شده پوشش گیاهی و پیکسل‌های تصاویر تهیه شد (جدول ۵).

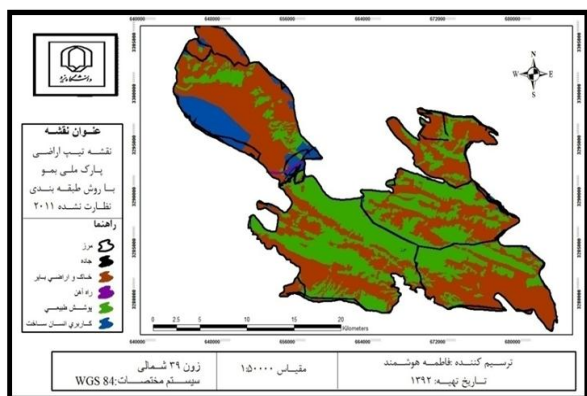
جدول (۵): رابطه رگرسیونی بین مقادیر دامنه نرمالیزه‌شده پوشش گیاهی و پیکسل‌های تصاویر ۱۳۶۶، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۰			
تصاویر	معادله رگرسیونی	R^2	
۱۳۶۶	$Y = 26/19X + 50/31$	۰/۶۴	
۱۳۸۸	$Y = 81/30X + 61/19$	۰/۵۹	
۱۳۹۰	$Y = 11/30X + 68/22$	۰/۶۴	



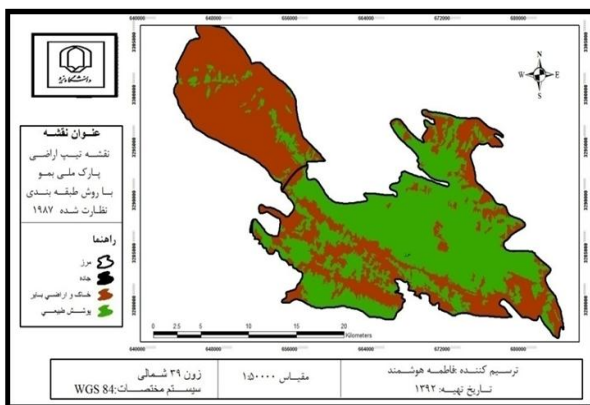
شکل (۷): کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه با روش طبقه‌بندی نظارت‌شده سال ۱۳۸۸



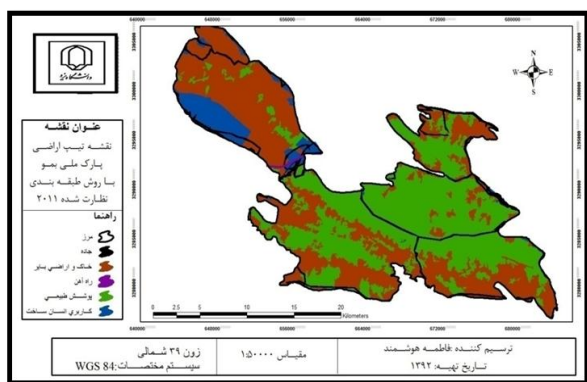
شکل (۵): کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه با روش طبقه‌بندی نظارت‌نشده سال ۱۳۶۶



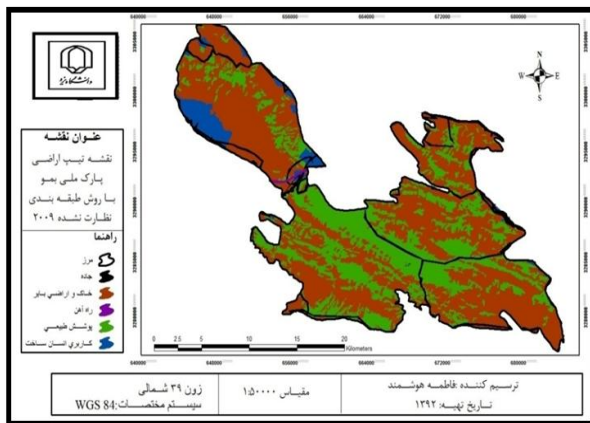
شکل (۸): کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه با روش طبقه‌بندی نظارت‌شده سال ۱۳۹۰



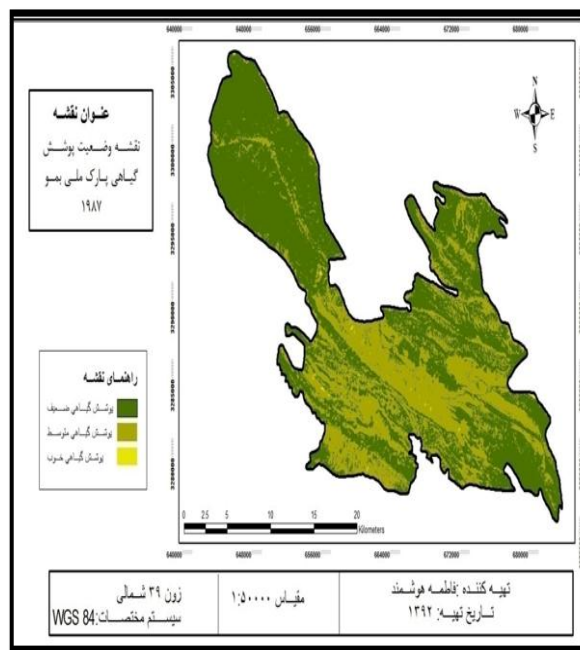
شکل (۶): کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه با روش طبقه‌بندی نظارت‌شده سال ۱۳۶۶



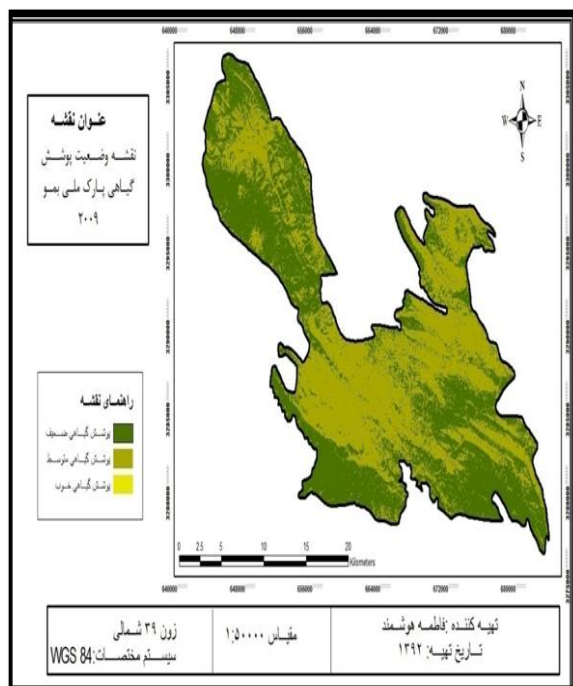
شکل (۱۰): کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه با روش طبقه‌بندی نظارت‌شده سال ۱۳۹۰



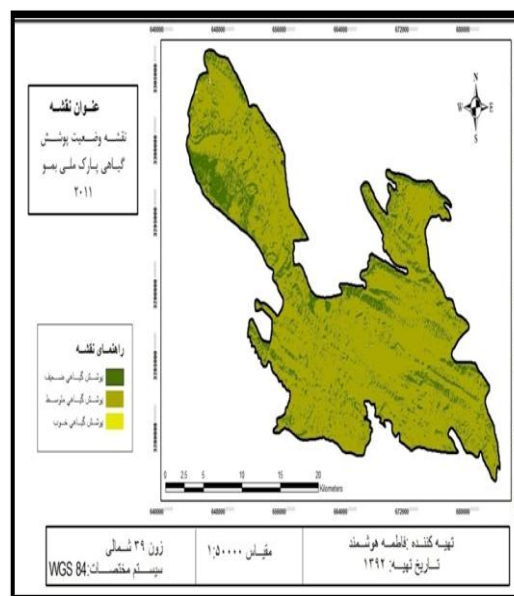
شکل (۹): کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه با روش طبقه‌بندی نظارت‌نشده سال ۱۳۸۸



شکل (۱۱): پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه در سال ۱۹۸۷



شکل (۱۲): پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه در سال ۲۰۰۹



شکل (۱۳): پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه در سال ۲۰۱۱

نابودی حیات وحش، بهره‌برداری بی‌رویه منابع حیات‌زا اعم از خاک، آب و هوا، آب‌های سطحی و زیرزمینی، آلودگی صوتی، آلودگی آب، خاک و هوا شود. ضرورت دارد تا با بررسی آثار و پیامدهای این کاربری‌ها، برنامه مدیریتی مناسب و پایش و راهکارهای کاهش اثرات بر منطقه ارائه شود و از بروز اثرات نامطلوب جبران ناپذیر بر محیط‌زیست و منابع طبیعی جلوگیری نماید.

نتایج به دست آمده از طبقه‌بندی کاربری‌ها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد که دقت نتایج طبقه‌بندی نظارت نشده با توجه به تفسیر بصری و طبقه‌بندی نظارت شده، پایین است و به تنهایی برای آنالیز تصاویر کافی نیست. باید این مسئله را در هنگام استفاده از سنجش از دور برای اندازه‌گیری تغییرات مدنظر قرار داد که اثرات اتمسفری، فصل و کالیبراسیون سنجنده ممکن است سبب بروز اختلاف‌هایی بین تصویرها شود که فراتر از هر گونه تغییرات واقعی رخ داده باشد، اما هیچ روش سنجش از دوری وجود ندارد که برای انجام همه فعالیت‌های پایش اکولوژیکی نسبت به بقیه برتری داشته باشد (نامجویان، ۲۰۰۹).

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به ارزش حفاظتی پارک ملی بمو، کاربری‌هایی همانند جاده و راه‌آهن در مرکز پارک، توسعه مناطق مسکونی در ضلع شمال غربی، پالایشگاه در ضلع شرقی و زمین‌های کشاورزی در که دارای اثرات و پیامدهای مستقیم و غیرمستقیم بر پارک ملی بمو می‌باشد و می‌تواند سبب تخریب پوشش گیاهی،

پوشش گیاهی در این بازه ۲۲ ساله را می توان تغییرات کاربری اراضی و افزایش کاربری های انسان ساخت در منطقه دانست که با نتایج پژوهش آرخی و همکاران (۲۰۱۰) و برخورداری و همکاران (۲۰۱۰) مبنی بر کاهش پوشش گیاهی مطابقت دارد. در مجموع وضعیت پوشش گیاهی از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۱ بهبود یافته، اما از وسعت پوشش گیاهی منطقه کاسته شده است.

بنابراین پیشنهاد می شود که برای جلوگیری از تقطیع زیستگاه در اثر جاده و بزرگراه، زیرگذر و روگذر و سوراخ های ارتباطی در داخل دیوارهای بتنی برای عبور حیوانات از زیر جاده و اقدامات حصارکشی و فنس کشی برای جلوگیری از ورود حیوانات به داخل جاده ها انجام گیرد. ایجاد واحد مدیریت محیط زیستی شهرک به منظور حفاظت از محدوده پارک و اجرای قوانین محیط زیستی، ایجاد پست ها و پاسگاه ها در ضلع شمالی به منظور جلوگیری از ورود غیرمجاز افراد به مناطق حساس ضروری است. همچنین ایجاد کمربند سبز اطراف کاربری های انسان ساخت به خصوص اطراف پالایشگاه و شهرک صدرا پیشنهاد می شود. اگرچه برخی کاربری های انسان ساخت سبب توسعه اجتماعی و اقتصادی می شود، ضروری است که با به کارگیری راهکارهای مؤثر اثرات سوء را بر اکوسیستم طبیعی کاهش داد. باید به طور مداوم پوشش گیاهی اکوسیستم طبیعی منطقه را مورد پایش و نظارت قرار داد.

مقایسه تصاویر ماهواره ای در سه مقطع زمانی ۱۳۶۶، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۰، حاکی از این است که طی این دوره ۲۴ ساله پوشش طبیعی منطقه افزایش و اراضی بایر منطقه کاهش یافته است. این نتایج با مطالعات ملکی نجف آبادی و همکاران (۲۰۱۱) مبنی بر افزایش پوشش طبیعی و کاهش اراضی بایر منطقه پناهگاه حیات وحش موته و بایارسایی خان (۲۰۰۹) در بررسی تغییرات پوشش اراضی پارک ملی هاستایی نشان داد که پوشش طبیعی منطقه طی ۱۳۷۳ تا ۱۳۷۹ افزایش و اراضی بایر کاهش یافته است، همخوانی دارد.

توسعه کاربری های انسان ساخت در پارک طی این دوره ۲۴ ساله سیر صعودی داشته است. مطالعات ملکی نجف آبادی (۲۰۱۱) در پناهگاه حفاظت شده موته نیز بر توسعه فعالیت های انسانی طی سالیان گذشته اشاره دارد. بیشترین مورد تأثیرگذار این کاربری ها بزرگراه شیراز- اصفهان می باشد که محدوده پارک را به دو قسمت شرقی و غربی تقسیم نموده است و می تواند سبب تکه تکه شدن زیستگاه و تفرق زیستگاهی شود. نتایج مقایسه تصاویر ماهواره ای بیانگر افزایش راه های دسترسی در منطقه است. در سال ۱۳۸۸ و ۱۳۹۰ جاده و راه آهن توسعه زیادی پیدا کرده است. نتایج نشان داد که دامنه مقادیر (NDVI) از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۱ افزایش یافته که نشان دهنده افزایش پوشش گیاهی منطقه است. با توجه به اینکه تصاویر ماهواره ای سال ۱۹۸۷ و ۲۰۰۹ هر دو در خرداد ماه و در فصل اوج رشد گیاهان تهیه شده است، عوامل کاهش

منابع

1. Alavi Panah, K., 2011, Application of Remote Sensing in the Earth Sciences (Soil Science), Third Edition, Publication of Tehran university, 478.
2. Alavi Nezhad, S.N., Ghanavati, E., Ziyaian Firozabadi, P., 2005, Geomorphological and land use change detection using RS and GIS Moses Creek, masters' thesis, Tehran university.
3. Anderson G.L., Hanson, G.D., 1993. *Evaluating Landsat Thematic Mapper Drived Vegetation Indices for Estimating above Ground Biomass on Semi – arid Rangelands*, J. Remote sensing Environment Journal 45:165-175.
4. Arkhi, S., Y., Niazi, 2011, Evaluation of remote sensing techniques for monitoring land use change (case study areas in the valley – Ilam, Iranian Journal of Range and Desert Research 17 (1), 74-93.
5. Aung, M. Swe, Kh. Oo, T. Moe, K. Leimgruber, P. Allendorf, T. Duncan, C. Wemmer, C. 2004, The environmental history of Chatthin Wildlife Sanctuary, a protected

- area in Myanmar (Burma), *Journal of Environmental Management* 72: 205-216.
6. Barkhordari, J. Zarei Mahjerdi, M. Khosroshahi, M. 1384. Evaluation of changes in land cover in the watershed dam independence Minab using RS and GIS. *Journal of Soil and Water Conservation extension. Soil Conservation and Watershed Management Research*, 1 (2): 191-199.
 7. Bayarsaikhan, U., Blodgiv, B., Kim, K., Park, k., Lee, D., 2009. *Chang detection and classification of land cover at Hustai National Park in Mongolia*, *International journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 11: 273-280.
 8. Fazel Dehkordi, L., 2006, How to land data assimilation using GPS satellite data to assess grassland, masters' thesis, Tehran university.
 9. Ghaemi, M. Sanainejad, S.H. Asterai, A. Mirhoseini, P. 2010, Investigation and compare of indexes vegetation with remote sensing ETM⁺ for stady Nyshaboar Dasht, *Journal of reachers agriculture Iran* (8) 1: 128-137.
 10. Jones-Walters, L., and K., Civic, 2013, European protected areas: past, present and future, *Journal for Nature Conservation* 21: 122-142.
 11. Majnonian, H., 2002, National Parks and Protected Areas (functional values, Publication of the Environment.
 12. Mahmoodzadeh, H., Hoseinzadeh, k., Rasoli, A.A., Azizi, H., 2005, Application of multi-temporal satellite imagery data in a GIS environment to evaluate land use changes in Tabriz, Masters' thesis, Tabriz university, pp 3-5.
 13. Maleki Najafabadi, S., Sefyanian, A., Rahdari, V., 2011, Evaluation of landscape ecology in Mouteh Wildlife using geographic information systems (GIS), *Journal of the natural environment* (4), 373-387.
 14. Management Plan Bamu National Park (planning) (Volume I) Environmental Organization, 2002
 15. Nagendra, H., Pareeth, S., Ghate, R., 2006. *People within parks-forest villages, land-cover change and landscape fragmentation in the tadoba Andhari Tiger Reserve, India*. *Applied Geography* 26: 96-112.
 16. Namjoyan, R., 2010, Project location rangelands by using GIS and RS, masters' thesis, Tehran university, pp 6-12.
 17. Petrosillo, I., Semeraro, T., Zaccarelli, N., Aretano, R., Zurlini, G., 2013. *The possible combind effects of land-use chengs and climate conditions on the spatial-temporal patterns of primary production in a natural protected area*, *Ecological Indicators* 24: 367-375.
 18. Phua, M., Tsukukib, S., Furuyac, N., Lee, J., 2008. *Detecting deforestation with a spectral change detection approach using multitemporal Landsat data: Acase study of Kinabalu Park, Sabah, Malasia*, *Journal of Environmental Management* 88: 784-795.
 19. Sefyanian, A., Maleki Najafabadi, S., Rahdari, V., 2009, Quantitative indices of landscape pattern by using RS and GIS in conservation area Muteh, *Journal of Soil and Water Sciences* (49), 141-150.
 20. Sorodi, M. Joozi, S.A. 2011, Prediction of changes vegetations with Markof model, *Journal of Applications Remote sensing and GIS in nutural reservs* 2(2): 83-95.
 21. USGS Website 2013 at: <http://glovis.usgs.gov/>
 22. Wang, D., Gong, J., Chen, L Zhang, L., Song, Y., Yue, Y., 2013. *Comparative analysis of land use/cover change trajectories and their driving forces in two small watersheds in the westen Loess Plateau of china*, *international Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 21: 241-252.
 23. Ya Alla, S.M., Serajian, M., Delavar, M., 2004. Tehran urban land use change detection using satellite imagery, masters' thesis, Tehran university, pp 8-10
 24. Young, J.E., Sanchez-Azofeifa, G.A., Hannon, S., Chapman, R., 2006. *Trends in land cover change and isolation of protected areas at the interface of the southern boreal mixedwood*

- and aspen parkland in Alberta, Canada*, Forest Ecology and Management 230: 151-161.
25. Zobeiri, M., A., Majd, 2004, Introduction to Remote Sensing Technology and Application of Natural Resources, Publication of Tehran university, Fourth Edition.