

بررسی تغییرهای درصد تاج پوشش گیاهی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای طی سالهای ۱۳۵۲ تا ۱۳۸۷ (مطالعه موردی: پناهگاه حیات وحش موته)

وحید راهداری^{۱*}، سعیده ملکی^۲، علیرضا سفیانیان^۳، سید جمال‌الدین خواجه‌الدین^۴ و احمد پهلوانروی^۵

*- نویسنده مسئول، مربی دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل پست الکترونیک: vahid_rahdary@yahoo.com

۲- مربی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه زابل

۳- استادیار، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان

۴- استاد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان

۵- استادیار، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه زابل

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۱/۲۹

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۰۵

چکیده

از ابزارهای مؤثر در زمینه مطالعات علوم مرتع و پوشش گیاهی بهره‌گیری از داده‌های ماهواره‌ای می‌باشد. در این مطالعه جهت تهیه نقشه درصد تاج پوشش گیاهی پناهگاه حیات وحش موته در استان اصفهان طی سالهای ۱۳۵۲ تا ۱۳۸۷ از تصاویر ماهواره‌ای استفاده شد. به این منظور ابتدا تصحیح‌های مورد نیاز بر روی تصاویر انجام شد. سپس شاخصهای گیاهی حاصل از تصاویر سنجنده‌های MSS سال ۱۳۵۲، TM سال ۱۳۶۶، TM سال ۱۳۷۸ و تصویر سنجنده LISS III مربوط به سال ۱۳۸۷ تهیه گردید. به منظور ایجاد همبستگی بین درصد تاج پوشش گیاهی و شاخصهای گیاهی، داده‌های ۲۹۰ محل نمونه‌برداری با پراکنش مناسب و به صورت سیستماتیک-تصادفی در منطقه برداشت گردید. با استفاده از داده‌های موجود و شاخصهای گیاهی تهیه شده، درصد تاج پوشش گیاهی را برای سالهای قبل تخمین زده و میزان همبستگی بین شاخصهای گیاهی بدست آمده از هر تصویر و داده‌های میدانی محاسبه شد. نتایج نشان داد که شاخص گیاهی SAVI تهیه شده از تصاویر، دارای بیشترین همبستگی به میزان ۰/۷۸ با تاج پوشش گیاهی بود. با استفاده از مدل بدست آمده از شاخص SAVI نقشه درصد تاج پوشش گیاهی در چهار طبقه تهیه و در پایان تغییرهای ایجاد شده در درصد تاج پوشش گیاهی با استفاده از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی مشخص شد. نتایج مطالعه نشان داد در بین سالهای ۱۳۵۲ تا ۱۳۸۷، درصد تاج پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه روند نزولی داشته، به طوری که پوششهای کم‌ترکم صفر تا ۱۰ درصد از ۴۰۱۶۲ هکتار به ۹۵۵۹۷ هکتار افزایش داشته‌اند که با کاهش پوشش ۱۰ تا ۲۰ درصد همراه بوده است.

واژه‌های کلیدی: داده ماهواره، موته، شاخص گیاهی، ضریب خاک، تاج پوشش گیاهی، بارزسازی تغییرها

مقدمه

خصوصیات طیفی آن برای تهیه شاخصهای گیاهی استفاده می‌شود. شاخصهای گیاهی ترکیبهای مختلفی از داده‌های ماهواره‌ای چند طیفی برای تولید یک تصویر در ارائه وضعیت پوشش گیاهی را در اختیار قرار می‌دهند (علوی پناه، ۱۳۸۲). در جدول ۱ معادله‌های مربوط به برخی از شاخصهای گیاهی مورد استفاده در این مطالعه نشان داده شده است (Alexander & Millington, Estman, 1995). در این جدول، مقادیر a و b از معادله خط خاک

مطالعات پوشش گیاهی از اولین تحقیقهایی هستند که با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در حوزه مدیریت منابع طبیعی انجام شد. وارد شدن اولین ماهواره مطالعه منابع طبیعی در سال ۱۹۷۲ به فضا، امکان تهیه تصاویر دوره‌ای و پایش پوشش گیاهی را فراهم نموده است (برهانی، ۱۳۸۰ و علوی پناه، ۱۳۸۳).

گیاه دارای رفتار بازتابش طیفی ویژه‌ایست که از

کاهش اثر پس‌زمینه خاک استفاده کردند و مقدار ضریب خاک را ۰/۵ در نظر گرفتند. Baret و Rondeaux (۱۹۹۶) در بررسی‌های خود به این نتیجه رسیدند که شاخص $MSAVI_1$ بیشترین حساسیت را به درصد پوشش گیاهی داشته و شاخص NDVI در رده بعدی قرار گرفته است. آنها همچنین بیان کردند که خاک زمینه تأثیر بسیار زیادی در رفتار طیفی تاج‌پوشش گیاهی داشت.

یکی از روش‌های بررسی تغییرات کاربری و پوشش اراضی، روش مقایسه پس از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره می‌باشد. مقایسه پس از طبقه‌بندی، براساس تصاویر گروه‌بندی شده است که در آن تصاویر دو یا چند تاریخ به طور مستقل طبقه‌بندی و بعد انطباق داده می‌شوند و به این ترتیب مناطق دچار تغییر مشخص و نقشه تغییرها ایجاد می‌شود. مهمترین فایده این روش، توانایی تولید ماتریسی از اطلاعات تغییرها و کاهش اثر خارجی اتمسفر و اختلاف‌های محیطی بین تصاویر چندزمانه است (Ling-Chen *et al.*, 2006؛ Aniya & Kamusoko, 2006؛ Yang & Lo, 2002؛ Luna & Cesar, 2003؛ 2006).

Mundia و Aniya (۲۰۰۶) در مطالعه خود به‌منظور بارزسازی تغییرها در منطقه‌ای از نایروبی، از داده‌های سنجنده‌های ETM^+ مربوط به سال ۱۹۹۷، TM سال ۱۹۸۸ و MSS سال ۱۹۷۶ استفاده کردند. آنها به‌منظور زمین‌مرجع کردن داده‌های خود، ابتدا تصویر TM را با استفاده از نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰۰ مربوط به سال ۱۹۸۸ و با ۳۰ نقطه مشترک بین تصویر و نقشه با میانگین خطای مربعات کمتر از ۰/۵ ثبت کردند، سپس ثبت تصاویر ETM^+ و MSS را با استفاده از نقاط مشترک به تصویر TM انجام دادند و با استفاده از روش نمونه‌برداری مجدد^۹ قدرت تفکیک مکانی آنها را به ۳۰ متر تبدیل کردند. آنها ضمن بیان تأثیرگذار بودن قدرت تفکیک طیفی و مکانی متفاوت سنجنده‌ها در انتخاب روش آشکارسازی تغییرها، از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی استفاده کردند.

هدف این مطالعه، تهیه نقشه درصد تاج‌پوشش گیاهی

بدست آمده و L ضریب خاک بین صفر تا ۱ می‌باشد. در مناطق مختلف، با توجه به پوشش زمین و میزان تاج‌پوشش گیاهی شاخصهای متفاوتی برای توصیف وضعیت پوشش گیاهی انتخاب می‌شوند. در مناطق خشک با پوشش گیاهی پراکنده که بازتاب خاک زیاد است، شاخصهایی انتخاب می‌شوند که به طور مؤثری از میزان اثر خاک بکاهند (Masoud & Koike, 2006؛ Tommeevik *et al.*, 2003). به‌طورکلی شاخصهای پوشش گیاهی به دو دسته شاخصهای نسبی Slope-based و شاخصهای فاصله‌ای Distance-based تقسیم می‌شوند (Estman, 1995).

از شاخصهای نسبی می‌توان به TVI^1 ، $NDVI^2$ و RVI^3 و از شاخصهای فاصله‌ای به PVI ، PVI_{1-3}^4 ، $MSAVI_1^5$ ، $TSAVI^6$ و $WDVI^7$ اشاره کرد. در این جدول a و b مربوط به معادله خط خاک می‌باشند (Estman, 1995).

شاخص $SAVI^8$ یک شاخص هیبرید از دو نوع شاخص گیاهی ذکر شده است. کلید این شاخص در مقدار ضریب خاک (L) است. ضریب خاک بین صفر برای پوشش ۱۰۰ درصد تا یک برای خاک لخت متغیر است. مقدار این ضریب در بیشتر مطالعات ۰/۵ در نظر گرفته شده است (Masoud & Koike, 2006؛ khajeddin, 1995؛ Johnson, 1998).

در بسیاری از مطالعات بررسی تغییرها، اطلاعات مربوط به سالهای گذشته در دسترس نیست. بنابراین باید از روشهای دیگری جهت مقایسه داده‌ها استفاده کرد (Masoud & Koike, 2006؛ Tommeevik *et al.*, 2003). برای تهیه نقشه پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه و با توجه به بیابانی بودن منطقه از شاخص SAVI جهت

- 1-Transform Vegetation index
- 2-Normalized Difference Vegetation Index
- 3-Ratio Vegetation Index
- 4-Perpendicular Vegetation Index
- 5-Mdified Soil Adjuste Vegetation Index
- 6-Transformed Soil Adjuste Vegetation Index
- 7-Weighted Difference Vegetation Index
- 8-Soil Adjusted Vegetation Index

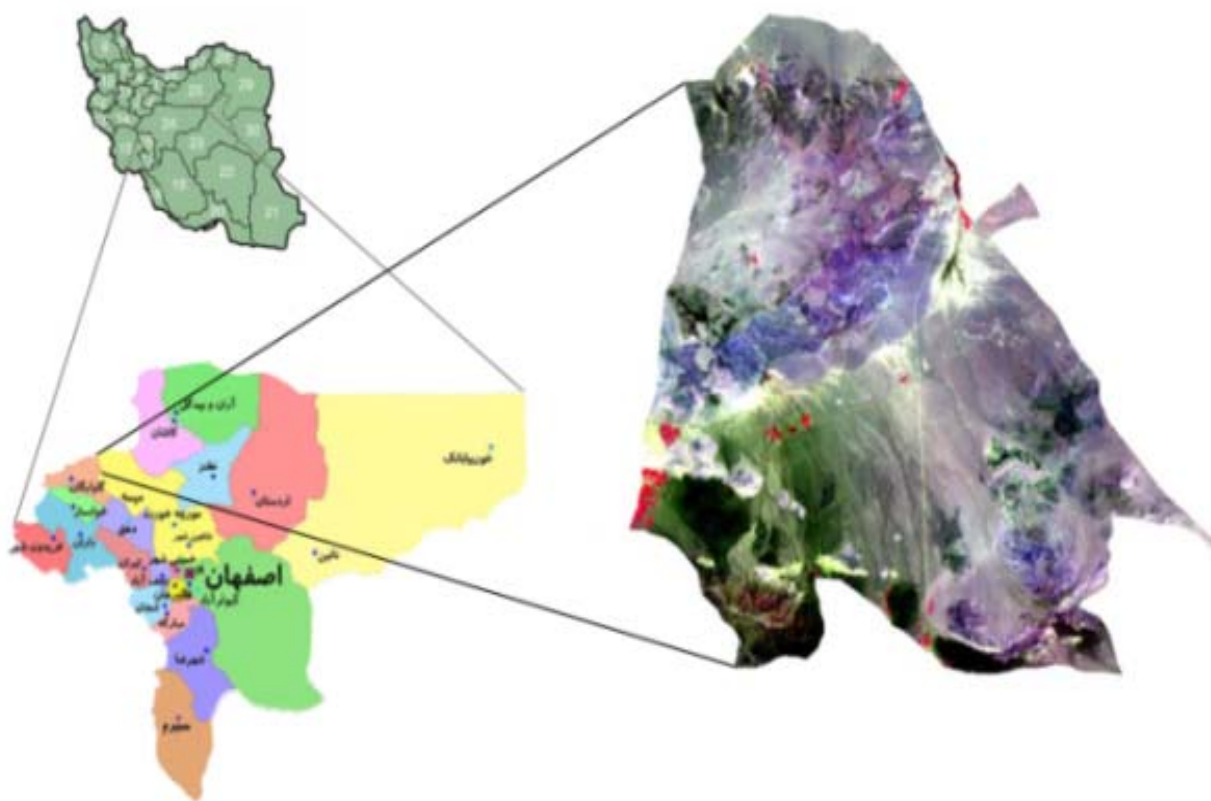
منطقه به روش دومارتن و نیمه‌خشک می‌باشد. حداقل مطلق دما، ۲۹- درجه سانتی‌گراد در ماه بهمن و حداکثر آن ۴۰+ در ماههای تیر و مرداد است. متوسط بارندگی منطقه ۲۶۳ میلی‌متر می‌باشد که بیشترین آن در ماه می با ۵۸/۲ میلی‌متر و کمترین آن در فصل تابستان حدود ۰/۱ تا ۳ میلی‌متر است. به‌طور کلی بارندگی منطقه از آبان شروع شده و تا ماه خرداد ادامه پیدا می‌کند. جوامع گیاهی منطقه مورد مطالعه از انواع گیاهان مناطق خشک و نیمه‌خشک تشکیل شده است. منطقه مورد مطالعه در ناحیه رویشگاه گیاهی ایران- تورانی (بخشهای استپی، نیمه‌استپی و کوههای مرتفع) قرار دارد که عمدتاً شامل دشتهای استپی پوشیده از بوته‌های کوتاه درمنه است. شکل ۲ موقعیت جغرافیایی پناهگاه حیات وحش موته را نشان می‌دهد.

با استفاده از شاخصهای گیاهی تهیه شده از تصاویر ماهواره‌ای و بررسی روند تغییرهای پوشش گیاهی در دوره زمانی مطالعه است.

مواد و روشها

منطقه مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق، پناهگاه حیات وحش موته، واقع در استان اصفهان با مساحت تقریبی ۲۰۴۰۰۰ هکتار می‌باشد. این منطقه از شمال غربی به شهرستان میمه و از جنوب غربی به شهر دلیجان محدود می‌شود که در محدوده ۵۰°۱۳' تا ۵۱°۰۲' طول شرقی و ۲۳°۲۳' تا ۳۳°۰۱' عرض شمالی قرار گرفته است. ارتفاع منطقه بین ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ متر در نوسان است. اقلیم



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی پناهگاه حیات وحش موته (سفیانیان و همکاران، ۱۳۸۸)

جدول ۲، نام علمی ۳۰ جامعه گیاهی غالب پناهگاه حیات

جوامع گیاهی موجود در منطقه نسبتاً محدود است. در

وحش موته ذکر شده است.

نمونه برداری میدانی

در این تحقیق نمونه برداری میدانی از تاج پوشش گیاهی به صورت سیستماتیک- تصادفی انجام گردید، به این ترتیب که نمونه برداری داخل هر تیپ گیاهی به صورت تصادفی انجام شد. همزمان با برداشت تصویر، نمونه برداری از پوشش گیاهی به روش سیستماتیک- تصادفی، با محل نمونه برداری انجام گردید. با توجه به وسعت هر تیپ، حداقل ۵ محل نمونه برداری به فاصله ۱۰۰ متر از هم انداخته شد. از آنجایی که در بیشتر قسمتهای پناهگاه حیات وحش موته پوشش گیاهی یک اشکوبه است؛ بنابراین نمونه برداری به روش اندازه گیری دو قطر اصلی انجام شد. مساحت محل نمونه برداریها در هر منطقه و تیپ گیاهی با استفاده از روش حداقل مساحت مؤثر (۷ m × ۳ m) در نظر گرفته شد. برای ایجاد همبستگی بین قدرت تفکیک مکانی سنجنده و برداشتهای میدانی، نمونه برداری در مناطقی انجام گردید که روند تغییرهای درصد تاج پوشش گیاهی دارای شیب کمی بود و منطقه نسبتاً وسیع و همگنی از لحاظ تاج پوشش گیاهی را در برمی گرفت. محل نمونه برداریها از عوارضی مانند جاده ها، مناطق مسکونی و آبراهه ها حداقل ۲۰۰ متر فاصله داشتند. مختصات مرکز هر محل نمونه برداری با استفاده از دستگاه GPS برداشت گردید. اطلاعات هر محل نمونه برداری شامل: درصد تاج پوشش گیاهی برای تمام گونه های موجود در محل نمونه برداری، درصد سنگ و سنگریزه، خاک لخت برای ۲۹۰ پلا ت در اواخر اردیبهشت و اوایل خردادماه، اندازه گیری و یادداشت گردید. ۸۰ عدد از این محل نمونه برداریها جهت بررسی نقشه های تهیه شده کنار گذاشته شدند.

در این مطالعه برای ایجاد همبستگی بین مقادیر پوشش گیاهی و شاخص SAVI مربوط به تصاویر گذشته، مقدار تاج پوشش گیاهی در مناطق امن که به دلیل حفاظت پوشش گیاهی تغییرهای کمتری داشت، همچنین تفسیر چشمی تصاویر رنگی کاذب تهیه شده برای هر

تصویر و با توجه به برداشتهای زمینی پوشش گیاهی در سال ۱۳۸۷، در بیش از ۱۰۰ نقطه به طور نظری تخمین زده شد.

داده های مورد استفاده

در تحقیق حاضر اطلاعات همراه بیش از ۲۰۰ تصویر بررسی شد و داده های با کیفیت مناسب و با قدرت تفکیک مکانی و طیفی نسبتاً مشابه انتخاب گردید. با توجه به در دسترس بودن تصاویر و داده های ماهواره ای مربوط به سالهای ۱۳۵۲ و ۱۳۸۷، این دوره برای مطالعه انتخاب شد. به ترتیب داده های MSS سال ۱۳۵۲، TM در سالهای ۱۳۶۶ و ۱۳۷۷ و LISS III سال ۱۳۸۷ که تمامی تصاویر در اردیبهشت ماه و همزمان با برداشت میدانی بودند، سفارش داده شدند. همچنین در این مطالعه از مدل رقومی ارتفاعی (DEM) ۱:۲۵۰۰۰ منطقه نیز استفاده شد. پردازشهای تصویر در نرم افزار IDRISI انجام گردید.

مرحله پیش پردازش

تصحیح هندسی بر روی داده های ۴ سنجنده با دقت مناسب و میانگین خطای مربعات (RMSe) کمتر از ۰/۸ پیکسل انجام شد. به این ترتیب که جدیدترین تصویر به نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ با RMSe برابر ۰/۵ پیکسل و با استفاده از ۳۰ نقطه کنترل با پراکنش مناسب زمین مرجع گردید و بعد تصویر TM سال ۱۳۷۷ با استفاده از ۲۰ نقطه مشترک به تصویر اول و سایر تصاویر به یکدیگر ثبت داده شدند. در هنگام ثبت تصاویر با استفاده از روش نمونه برداری مجدد، قدرت تفکیک مکانی تصاویر به ۳۰ متر تبدیل گردید. با توجه به کوهستانی بودن قسمتی از منطقه تصحیح توپوگرافی با استفاده از DEM منطقه و اطلاعات همراه تصویر بر روی آنها اعمال شد. تصحیح رادیومتریک با استفاده از اطلاعات همراه تصاویر انجام گردید. همچنین تصحیح اتمسفریک با استفاده از پدیده تاریک مربوط به سد زاینده رود انجام شد. به این ترتیب مقدار عددی بیشتر از صفر در باند مادون قرمز نزدیک

همبستگی (r) آنها محاسبه و مدل‌های درصد تاج پوشش تهیه گردید. در بین شاخصهای گیاهی، شاخص SAVI دارای بیشترین مقدار ضریب توصیف درصد تاج پوشش در منطقه بود. بنابراین برای تهیه نقشه درصد تاج پوشش گیاهی از این شاخص استفاده شد. با توجه به دامنه درصد تاج پوشش گیاهی که در نمونه برداریهای میدانی از منطقه بدست آمده و مقادیر صفر تا ۱۰۰ در مزارع کشاورزی را شامل می‌شد و با توجه به فراوانی مقادیر بدست آمده از نمونه برداری میدانی، مقادیر درصد تاج پوشش گیاهی به ۴ طبقه (۰ تا ۱۰٪، ۱۰ تا ۲۰٪، ۲۰ تا ۴۰٪ و بیش از ۴۰٪ درصد) تقسیم شدند. با استفاده از مدل تهیه شده از شاخص SAVI، آستانه بالای هر کلاس در شاخص گیاهی محاسبه شد. نقشه پوشش گیاهی با استفاده از آستانه‌های بدست آمده و اعمال تفکیک تری^۳ بر روی شاخص SAVI تهیه شد.

از آنجایی که امکان نسبت دادن مستقیم مقادیر نمونه برداریهای تاج پوشش سال ۱۳۸۷ به سالهای گذشته نبود، برای تهیه مدل درصد تاج پوشش گیاهی سالهای ۱۳۷۸، ۱۳۶۷ و ۱۳۵۱ فرض شد که شاخص SAVI همچنین دارای همبستگی بالا با درصد تاج پوشش گیاهی در زمانهای ذکر شده نیز است. بنابراین تهیه نقشه درصد تاج پوشش گیاهی در سالهای یادشده، به این گونه انجام شد که درصد تاج پوشش گیاهی در مناطق قرق که به دلیل حفاظت تاج پوشش تخریب نشده بود و همچنین مناطقی که دارای پوشش گیاهی نسبتاً ثابت مانند گز و نی بودند به عنوان مقادیر بالای ۷۰ درصد تاج پوشش انتخاب شدند و به علاوه با مقایسه تصویر SAVI و FCC مربوط به تصویر سال ۱۳۸۷ و SAVI و FCC تصاویر زمانهای مورد نظر، تاج پوشش آنها تخمین زده شد. سپس مقادیر متناظر نقاط انتخاب شده در شاخص گیاهی SAVI بدست آمد و با انجام آنالیز رگرسیون مشابه مرحله قبل مدل‌های پوشش گیاهی برای هر تصویر تهیه شد.

مربوط به آب پشت سد زاینده رود به عنوان خطای اتمسفریک از هر باند کسر گردید.

تهیه نقشه درصد تاج پوشش گیاهی

به منظور تهیه نقشه درصد تاج پوشش گیاهی، با استفاده از تصویر ماهواره‌ای موجود، شاخصهای گیاهی جدول ۱ تهیه شدند.

در تهیه شاخصهای گیاهی PVI_1 ؛ $TSAVI_1$ ؛ $WDVI$ ؛ PVI_3 ؛ PVI_1-3 ؛ $MSAVI_1$ و DVI از مفهوم خط خاک استفاده شد. به این منظور ابتدا با توجه به برداشتهای میدانی، تفکیک تری بر روی شاخص $NDVI$ اعمال شد و لایه خاک از تصویر جدا گردید. سپس با استفاده از لایه خاک و انجام رگرسیون خطی بین باندهای قرمز (باند ۲) به عنوان متغیر مستقل (X) و مادون قرمز نزدیک (باند ۳) به عنوان متغیر وابسته (Y)، معادله خط خاک جهت تولید شاخصهای PVI_2 ؛ $TSAVI_1$ و PVI_3 تهیه شد.

$$Y: 1/38 X + 0/72$$

جهت تهیه شاخصهای PVI_1 ؛ PVI_1 ؛ DVI ؛ $WDVI$ و $MSAVI_1$ و رگرسیون خطی بین باندهای قرمز به عنوان متغیر وابسته و باند مادون قرمز نزدیک به عنوان متغیر مستقل انجام شد و معادله خط خاک تهیه گردید.

$$Y: 0/71 X + 0/23$$

با استفاده از شیب خط^۱ و عرض از مبدأ^۲ معادله‌های خاک تهیه شده، اقدام به تولید شاخصهای گیاهی مذکور با استفاده از دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک شد.

به منظور بررسی میزان همبستگی درصد تاج پوشش هر محل نمونه برداری با شاخصهای گیاهی، تحلیل رگرسیون خطی ساده بین درصد تاج پوشش محل نمونه برداریها به عنوان متغیر وابسته و مقادیر متناظر هر محل نمونه برداری در شاخصهای گیاهی به عنوان متغیر مستقل در نرم افزار Excel انجام شد و ضریب توصیف (R^2) و

1-Slope

2-Intercept

شاخصهای گیاهی استفاده شد و تنها به یک ارزیابی کلی با محاسبه ضریب کاپا و صحت کلی اکتفا گردید. در نهایت برای بررسی کمیت و کیفیت تغییرها، نقشه‌ها روی هم‌گذاری شدند و روند تغییرها به روش مقایسه پس از طبقه‌بندی مشخص گردید.

نتایج

پناهگاه حیات وحش موته در یک منطقه نیمه‌بیابانی قرار گرفته است، بنابراین با توجه به سطح تاج‌پوشش گیاهی کم در بیشتر قسمت‌های پناهگاه، بازتاب پس‌زمینه خاک در این مناطق بسیار زیاد می‌باشد؛ به طوری که بازتابش پوشش گیاهی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (سفیانیان و همکاران، ۱۳۸۸). در این مطالعه به منظور کاهش اثر بازتاب خاک از شاخصهایی استفاده شد که در آنها اثر خاک کاسته می‌شود.

جدول ۳، مدل پوشش گیاهی تهیه شده با استفاده از شاخصهای گیاهی تهیه شده از تصویر LISS III را نشان می‌دهد.

با توجه به دامنه درصد تاج‌پوشش گیاهی و فراوانی میزان تاج‌پوشش که در نمونه‌برداریهای میدانی بدست‌آمده بود با تحلیل آنالیز واریانس داده‌ها، مقادیر درصد تاج‌پوشش گیاهی به ۴ طبقه (۰ تا ۱۰٪، ۱۰ تا ۲۰٪، ۲۰ تا ۴۰٪ و بیش از ۴۰٪ درصد) تقسیم شدند. با استفاده از مدل تهیه شده از شاخص SAVI، آستانه بالای هر کلاس در شاخص گیاهی محاسبه شد. نقشه پوشش گیاهی با استفاده از آستانه‌های بدست‌آمده و اعمال کلاس‌بندی مجدد بر روی شاخص SAVI تهیه شد.

برای بررسی دقت نقشه درصد تاج‌پوشش گیاهی سال ۱۳۸۷ تعداد ۸۰ محل نمونه‌برداری که در تهیه مدل تاج‌پوشش گیاهی از آنها استفاده نشده بود به صورت تصادفی انتخاب شدند. سپس دقت نقشه‌های تولیدی با استفاده از این نقاط مورد بررسی قرار گرفت و ضریب کاپا^۱، صحت کلی^۲، خطای امسیون^۳ و کمسیون^۴ دقت کاربر و تولیدکننده مورد بررسی قرار گرفت. به منظور بررسی دقت نقشه‌های سالهای ۱۳۵۲، ۱۳۶۷ و ۱۳۷۷ با توجه به در دسترس نبودن اطلاعات مربوط به پوشش گیاهی از مقایسه تصاویر رنگی کاذب و مقدار عددی

1-Kappa Coefficient

2-Total Accuracy

3-Omission Error

4-Commission Error

جدول ۱- فرمول محاسبه برخی از شاخصهای گیاهی

نام شاخص	فرمول
NDVI	$\frac{NIR - RED}{NIR + RED}$
TSAVI ₁	$\frac{a \cdot ((NIR - a)(RED - b))}{RED + a \cdot NIR - a \cdot b}$
DVI	$a \cdot NIR - RED$
PVI	$\frac{b \cdot NIR - RED + a}{\sqrt{1 + b^2}}$
PVI ₂	$\frac{(NIR - a) \cdot (RED + b)}{\sqrt{1 + a^2}}$
SAVI	$\left(\frac{NIR - R}{NIR + RED + L} \right) \cdot (1 + L)$
RVI	$\frac{NIR}{RED}$
RATIO	$\frac{RED}{NIR}$
TVI	$\sqrt{\left(\frac{NIR - RED}{NIR + RED} \right)} + 0.5$
WDVI	$NIR - (a \cdot RED)$
MSAVI	$2NIR + 1 - \sqrt{2(NIR + 1)^2 - 8(NIR - RED)}$

جدول ۲- جوامع اصلی پناهگاه حیات وحش موته (سفیانیان و همکاران، ۱۳۸۸)

Acantolimon	Atriplex	Eremurus	Noaea
Alhagi	Carex	Euphorbia	Pteropyrum
Anabasis	Cousinia	Halocnemum	Peganum
Artemisia	Dorema	Hertia	Scariola
Astragalos	Ephedra	Limonium	Stipa

جدول ۳- مدل‌های تولید شده با استفاده از شاخصهای گیاهی

Kappa.C	ضریب توصیف R ²	مدل پوشش گیاهی	نام شاخص گیاهی
۰/۷۹	۰/۷۸**	$Y = 392/7X + 64/66$	SAVI
۰/۷۸	۰/۷۷**	$Y = 179/3X + 24/89$	NDVI
۰/۷۵	۰/۷۶**	$Y = -97/41X + 125/43$	RVI
۰/۱۶	۰/۷**	$Y = 0/72X - 7/7$	DVI
۰/۲۱	۰/۶۹**	$Y = 1/26X - 7$	PVI ₁
۰/۰۱۵	۰/۶۷**	$Y = 1/11X + 30/17$	PVI ₂
۰/۰۸۷	۰/۶۳**	$Y = 0/89X - 14/46$	PVI ₃
۰/۲۵	۰/۷**	$Y = 1/26X + 7/02$	PVI
۰/۷۸	۰/۷۷**	$Y = 164/97 + 33$	TSAVI ₁
۰/۷۱	۰/۴۹**	$Y = 0/44X + 400$	WDVI
۰/۷۱	۰/۶۳**	$Y = 11/3-32/7$	MSAVI ₁

ضریب توصیف درصد تاج‌پوشش گیاهی و ضریب کاپا بود. در این مطالعه علاوه بر ضریب توصیف، همبستگی بین درصد تاج‌پوشش گیاهی و شاخص گیاهی نیز مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که تمامی شاخصهای تهیه شده با تاج‌پوشش گیاهی در سطح ۰/۰۱ دارای همبستگی معنی‌داری بودند.

جدول ۴، مدل‌های تهیه شده با استفاده از شاخص SAVI و ضرایب توصیف آنها را نشان می‌دهد.

همان‌طور که جدول فوق نشان می‌دهد شاخصهای SAVI₁; PVI₃; PVI₂; PVI₁; PVI; DVI; MSAVI₁ و WDVI از ضرایب توصیف (R²) بالایی برخوردار می‌باشد. در این جدول متغیر Y مربوط به تاج‌پوشش گیاهی و متغیر X مربوط به شاخص گیاهیست. شاخص WDVI دارای ضریب توصیف متوسط ۰/۴۹ و کمتر از سایر شاخصهای بررسی شده است. شاخص گیاهی SAVI در این منطقه دارای بیشترین

جدول ۴- مدل‌های انتخاب شده از آنالیز رگرسیون برای تهیه نقشه درصد تاج‌پوشش گیاهی

ضریب توصیف R ²	معادله	شاخص SAVI
۰/۷۳	$40/95x + 16/13 = Y$	TM - 1376
۰/۸۹	$333/46x + 25 = Y$	TM - 1366
۰/۸۵	$285/79x + 27 = Y$	MSS - 1351

سالهای ۱۳۵۱، ۱۳۶۶، ۱۳۷۷ و ۱۳۸۷ را نشان می‌دهند. این نقشه‌ها نشان می‌دهند که بیشتر پوششهای < ۰/۴۰٪ و ۲۰ تا ۴۰٪ در داخل مناطق امن و مناطق کوهستانی بالای روستای موته و کوهستانهای قسمت‌های جنوبی منطقه قرار

نقشه درصد پوشش گیاهی هر سال با استفاده از مدل‌های تهیه شده از شاخص SAVI برای تصویر سال ۱۳۵۱، سال ۱۳۶۶ و سال ۱۳۷۷ تهیه گردید. شکل ۲ الف- د، به ترتیب نقشه درصد تاج‌پوشش گیاهی برای

تصاویر رنگی کاذب و شاخصهای گیاهی هر تصویر برآورد شد. جدول ۵ ماتریس خطای نقشه درصد تاج پوشش گیاهی سال ۱۳۸۷ را نشان می‌دهد. ضریب کاپا برای سایر نقشه‌ها بین ۰/۷ تا ۰/۸ محاسبه شد. جدول ۵، ماتریس خطای نقشه پوشش گیاهی تهیه شده با استفاده از تصویر LISS III را نشان می‌دهد.

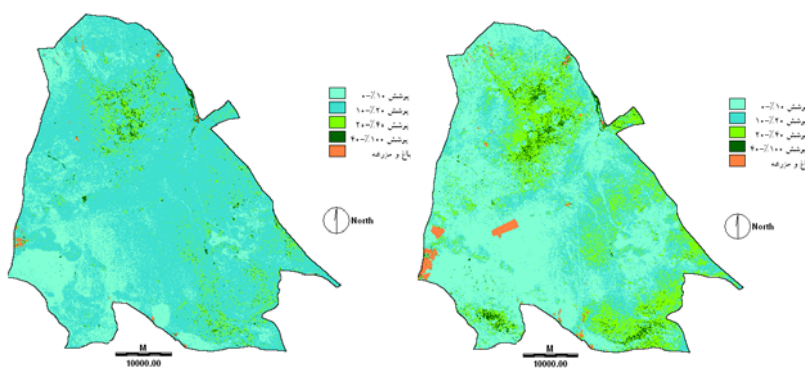
گرفته است. در این تصاویر، مناطق دشتی مرکزی منطقه اکثراً پوشش صفر تا ۱۰ درصد و یا ۱۰ تا ۲۰ درصد دارند.

برای بررسی دقت نقشه‌های تولیدی از ۸۰ محل نمونه برداری که در هنگام تهیه نقشه بکار نرفته بودند، استفاده شد که مقدار آنها برای تصاویر دیگر با توجه به

جدول ۵- دقت نقشه پوشش گیاهی تهیه شده با استفاده از تصویر LISS III

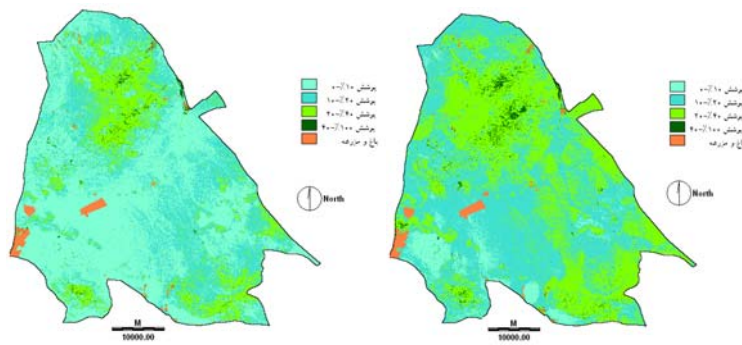
دقت کاربر	خطای کمسیون	کل پیکسل‌ها	%۴۰<	%۴۰-۲۰	%۲۰-۱۰	%۱۰-۰
۰/۶۱	۰/۰۱۵	۹۸۴۸۹	۴۳	۱۵	۱۴۵۵	۹۶۹۷۶
۰/۷۶۲	۰/۲۳۷	۳۷۰۳۵	۵۴	۴۴۱	۲۸۲۴۶	۸۲۹۴
۰/۸	۰/۳۸۷	۶۲۹۸	۲۳۹	۳۸۵۹	۲۰۲۷	۱۷۳
۰/۹۷۷	۰/۰۲۲	۵۹۱۱	۵۷۷۶	۵۴	۰	۸۱
کل پیکسل‌ها		۱۴۷۷۳۳	۶۱۱۲	۴۳۶۹	۳۱۷۲۸	۱۰۵۵۲۴
خطای امسیون			۰/۰۵۵	۰/۱۱۶	۰/۱۰۹	۰/۰۸۱
دقت تولید کننده			۰/۹۴۵	۰/۸۸۳	۰/۰۸۹	۰/۹۱۸

۰/۸۱ = ضریب کاپا
 ۰/۹۱ = دقت کلی



شکل ۲- ب: نقشه درصد تاج پوشش گیاهی در سال ۱۳۵۲

شکل ۲- الف: نقشه درصد تاج پوشش گیاهی در سال ۱۳۶۷



شکل ۲- ج: نقشه درصد تاج پوشش گیاهی در سال ۱۳۷۷

شکل ۲- د: نقشه درصد تاج پوشش گیاهی در سال ۱۳۸۷

جدول ۶، مساحت طبقه‌های درصد تاج پوشش گیاهی در هر یک از سالهای مطالعه را نشان می‌دهد. براساس این جدول، در سال ۱۳۵۲ پوشش طبقه ۲ با در برگرفتن

۱۵۰۱۳۶ هکتار بیشترین سطح منطقه را به خود اختصاص داده و در سال ۱۳۶۶ تاج پوشش ۲۰٪-۱۰٪ بیشترین تاج پوشش منطقه را تشکیل داده است.

جدول ۶- مساحت طبقه‌های تاج پوشش گیاهی طی سالهای ۱۳۵۲ تا ۱۳۸۷

1387-LISS III	۱۳۷۷-TM	۱۳۶۶-TM	۱۳۵۲-MSS	
۹۵۵۹۷	۱۰۲۳۷۰	۱۲۹۲۱	۴۰۱۶۲	پوشش ۰٪-۱۰٪
۶۴۱۸۶	۶۵۱۱۷	۱۰۴۱۱۰	۱۵۰۱۳۶	پوشش ۱۰٪-۲۰٪
۳۷۷۱۲	۳۲۷۲۱	۸۱۱۲۶	۱۰۸۰۸	پوشش ۲۰٪-۴۰٪
۴۲۵۰	۱۴۱۱	۳۳۵۳	۲۴۶۳	پوشش <۴۰٪

جدول ۷ روند تغییرهای درصد تاج پوشش گیاهی طی سالهای ۱۳۵۲ تا ۱۳۶۶ را نشان می‌دهد.

نتایج رویهم‌گذاری نشان داد در این دوره بیشترین تغییرها در طبقه ۲ تاج پوشش گیاهی که جهت عمده آن در راستای افزایش سطح تاج پوشش و تبدیل به طبقه ۳ تاج پوشش بوده است و تاج پوشش طبقه ۲۰٪-۴۰٪ روند افزایشی داشته است.

همچنین در این سال تاج پوشش ۲۰٪-۴۰٪ نیز سطح وسیعی از منطقه را دربرگرفته است. در سالهای ۱۳۷۷ و ۱۳۸۷ تاج پوشش کمتر از ۱۰ درصد، قسمت عمده منطقه را تشکیل داده است. به منظور بررسی روند تغییرهای پوشش گیاهی، نقشه‌های درصد تاج پوشش تهیه شده بر روی یکدیگر قرار داده شد و کمیت و کیفیت تغییرها بررسی شد. به این ترتیب ابتدا نقشه درصد تاج پوشش گیاهی سال ۱۳۶۶ بر روی نقشه سال ۱۳۵۲ قرار داده شد.

جدول ۷- روند تغییرها طی سالهای ۱۳۶۶ تا ۱۳۵۲ (هکتار)

پوشش <۴۰٪	پوشش ۲۰٪-۴۰٪	پوشش ۱۰٪-۲۰٪	پوشش ۰٪-۱۰٪	
۸۹	۲۶۳۲	۲۵۸۵۰	۱۱۷۷۷	پوشش ۰٪-۱۰٪
۱۸۶۵	۶۹۳۰۲	۷۷۲۸۶	۱۵۹۹	پوشش ۱۰٪-۲۰٪
۷۹۵	۸۶۳۱	۱۳۱۱	۹	پوشش ۲۰٪-۴۰٪
۶۲۰	۱۴۸۶	۲۰۸	۱۳	پوشش <۴۰٪

بررسی نتیجه رویهم‌گذاری نقشه‌های تاج پوشش سالهای ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۷ در جدول ۸ آمده و نشان می‌دهد در این دوره بیشترین تغییرها در طبقه ۲ و ۳ تاج پوشش گیاهی و در راستای نزول آنها به طبقه‌های پایین خود است.

جدول ۸- روند تغییرها طی سالهای ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۷ (هکتار)

پوشش ۰-٪۱۰	پوشش ۱۰-٪۲۰	پوشش ۲۰-٪۴۰	پوشش <٪۴۰
۱۲۴۵۱	۳۱۱	۱۳۷	۱۲
۷۱۵۷۹	۲۷۸۱۸	۴۴۵۰	۱۱۴
۱۷۸۹۵	۳۶۵۸۴	۲۵۹۰۶	۵۴۵
۲۳۹	۳۱۸	۲۰۹۳	۶۴۰

رویهم‌اندازی نقشه‌های سالهای ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۷ در جدول ۹ نشان داده شده است. در این دوره نیز بیشترین تغییرها در طبقه ۱ و ۲ تاج پوشش گیاهی و در راستای رویهم‌اندازی نقشه‌های سالهای ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۷ در جدول ۹ نشان داده شده است. در این دوره نیز بیشترین تغییرها در طبقه ۱ و ۲ تاج پوشش گیاهی و در راستای

جدول ۹- روند تغییرها طی سالهای ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۷ (هکتار)

پوشش ۰-٪۱۰	پوشش ۱۰-٪۲۰	پوشش ۲۰-٪۴۰	پوشش <٪۴۰
۷۳۶۴۰	۲۳۲۳۸	۵۰۸۹	۲۲۴
۱۸۵۷۴	۳۱۸۳۴	۱۴۱۱۶	۴۵۴
۳۰۰۲	۸۹۱۳	۱۷۹۲۹	۲۷۶۳
۹۶	۱۱۰	۴۴۶	۶۷۹

بررسی روند کلی تغییرها طی سالهای ۱۳۵۲ تا ۱۳۸۷ نشان می‌دهد که به طور کلی در دوره مطالعه درصد تاج پوشش گیاهی روند نزولی داشته است؛ به این ترتیب که در این دوره تاج پوشش طبقه ۲ دارای بیشترین تغییرها و در راستای نزول به پوشش طبقه یک بوده و از ٪۷۱

جدول ۱۰- روند تغییرها طی سالهای ۱۳۵۲ تا ۱۳۸۷ (هکتار)

پوشش ۰-٪۱۰	پوشش ۱۰-٪۲۰	پوشش ۲۰-٪۴۰	پوشش <٪۴۰
۳۳۰۳۶	۴۵۶۵	۲۰۳۳	۲۸۹
۶۳۰۸۱	۵۵۱۲۴	۲۸۸۵۷	۲۶۲۸
۹۶۰	۳۵۳۶	۵۵۱۵	۷۴۸
۲۱۸	۴۱۵	۱۱۸۳	۵۴۴

بحث

برهانی و همکاران (۱۳۸۰) در مطالعه خود از روش نمونه برداری مشابهی استفاده کردند و با توجه به فراوانی مقادیر عددی نمونه برداریهای انجام شده از تاج پوشش گیاهی در هر محل نمونه برداری، نقشه پوشش گیاهی را براساس فراوانی مقادیر تاج پوشش گیاهی دسته بندی کردند. در تحقیق حاضر از روش مشابهی برای طبقه بندی تاج پوشش گیاهی استفاده شده است و دقت نقشه های تهیه شده براساس ضریب کاپا، صحت کلی، دقت تولید کننده و کاربر بیان شده است.

در این مطالعه با توجه به پراکنده بودن پوشش گیاهی همانطور که پیش بینی می شد، شاخصهای فاصله ای که عامل خاک نیز در آنها مورد توجه قرار می گیرد دارای ضریب توصیف بالا و بیشتر از شاخصهای نسبی بودند. در این مطالعه شاخص SAVI با اعمال ضریب خاک L به خوبی توانسته بود درصد تاج پوشش گیاهی منطقه را توصیف کند. البته شاخص SAVI به منظور به حداقل رساندن اختلاف انعکاس طیفی پوشش گیاهی در اثر انواع مختلف پس زمینه خاک ارائه شده است (Masoud & Koike, 2006).

Masoud و Koike (۲۰۰۶) در مطالعه خود به توان شاخص SAVI در بارز کردن پوشش گیاهی پراکنده مناطق بیابانی اشاره کرده است. Huete (۱۹۸۸) شاخص SAVI را یک شاخص هیبرید از شاخصهای نسبی و فاصله ای معرفی می کند. در این مطالعه با توجه به ضریب بالای توصیف درصد تاج پوشش گیاهی منطقه توسط این شاخص، از آن جهت تهیه نقشه درصد تاج پوشش گیاهی منطقه در سال ۱۳۸۷ استفاده شد. Rondeaux و Baret (۱۹۹۶) در مطالعه خود برای تهیه نقشه تاج پوشش گیاهی و به منظور کاهش اثر بازتاب خاک، از شاخصهای گیاهی فاصله ای استفاده کردند و آنها را در کاهش اثر بازتاب خاک، مؤثر بیان کردند. در این مطالعه با توجه به اینکه اطلاعاتی از وضعیت پوشش گیاهی مربوط به سالهای قبل منطقه وجود نداشت، فرض شد که شاخص SAVI دارای بیشترین همبستگی با پوشش گیاهی سالهای ۱۳۵۱ تا ۱۳۷۷ است.

Cesar و Luna (۲۰۰۶)؛ Aniya و Kamusoko (۲۰۰۳) و Tommeevik و همکاران (۲۰۰۳) در مطالعات خود بیان کردند با توجه به اینکه اطلاعات مربوط به پوشش مربوط به برخی از تصاویر ماهواره ای را نداشتند از مقایسه تصاویر رنگی کاذب استفاده کردند و یک برآورد کلی از وضعیت پوشش گیاهی انجام دادند و شاخصی را که بالاترین ضریب همبستگی با جدیدترین تصویر را داشت جهت تولید نقشه سایر تصاویر استفاده نمودند.

Kamusoko و Aniya (۲۰۰۶)؛ Yang و Lo (۲۰۰۲) و Luna و Cesar (۲۰۰۳) گزارش کردند با توجه به در اختیار نداشتن اطلاعات کامل از وضعیت گذشته منطقه به منظور بررسی دقت نقشه های تهیه شده، تنها به یک ارزیابی کلی از دقت نقشه های تهیه شده اکتفا کرده اند.

Brondizio و همکاران (۱۹۹۴)؛ Rahdari و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه خود به منظور بررسی تغییرهای کاربری و پوشش اراضی از روش مقایسه پس از طبقه بندی داده های ماهواره ای استفاده و بیان کرده اند که این روش به دلیل نشان دادن مناطق تغییر کرده و نیز تهیه جدول تغییرها از قابلیت بالایی برای بررسی تغییرها برخوردار هستند.

با توجه به در دسترس نبودن اطلاعات پوشش گیاهی از گذشته منطقه امکان بررسی پوشش گیاهی به روشهای سنتی وجود ندارد، اما داده های سنجش از دور امکان بررسی تغییرهای مربوط به سالهای گذشته را با پردازشهای قابل انجام بر روی تصاویر فراهم کرده که اهمیت استفاده از داده های سنجش از دور در مطالعه های مرتع را نشان می دهد.

سپاسگزاری

در پایان بر خود واجب می دانیم از زحمتهای آقایان مهندس ماهشانیان، مهندس نوروزی و محیط بانان محترم پناهگاه حیات وحش موته، بخصوص آقای مهندس جمشیدی و سایر محیط بانان زحمت کش کمال تشکر را داشته باشیم.

- cover and condition. Remote sensing, Vol:19, No.3, pp.411-426.
- Kamusoko, C. and Aniya, M., 2006. Landuse/cover change and landscape fragmentation analysis in the Bindura district Zimbabwe," Land Degradation & Development, pp:221-233.
- Khajedin, S.J., 1995. A survey of the plant communities of the Jazmorian, IRAN, using Landsat MSS data. Phd thesis, p:420.
- Ling-Chen, X., Zhao, H.M., Li, P.X. and Yin, Z.Y., 2006. Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes". Remote sensing of environment, Vol.104, pp.133-146.
- Luna, A.R. and Cesar, A.R., 2003. Land use, land cover changes and costal lagoon surface reduction associated with urban growth in northwest Mexico". Landscape Ecology, Vol.18, pp.159-171.
- Masoud, A.A. and Koike, K., 2006. Arid land sanitization detected by remotely-sensed land cover changes: A case study in the siwa region, NW Egypt. Arid Environment, Vol.66, pp.151-167.
- Mundia, C.N. and Aniya, M., 2006. amics of landuse/cover changes and degradation of Nairobi city, KENYA. Land degrade. Develop, 17:97-108.
- Rahdari, V., Soffianian, A., Khajeddin, S.J. and Maleki, N., 2008. "Land use and land cover change detection of Mouteh wild life refuge during 1972-2006 using remote sensing and geographic information system". World Applied Science Journal 3, (Supple 1): 113-118pp.
- Rondeaux, G. and Baret, F., 1996. Optimization of soil-adjusted vegetation indices. Remote sensing of environment, Vol.55, 98-107 pp.
- Tommeevik, H., Kjell Arild, H. and Inger, S., 2003. Monitoring vegetation changes in PasvikNorway and pechenga in Kola Peninsula Russia using multitemporal Landsat MSS-TM data". Remote sensing of environment, Vol.85, 370-388 pp.
- Yang, X. and Lo, C.P., 2002. Using a time series of satelite imagery to detect land use and land cover change in the Atlanta, Georgia metropolitan area. Remote sensing, Vol.23, No.9, 1775-1798.
- منابع مورد استفاده**
- برهانی، م.، ۱۳۸۰. مقایسه روشهای برآورد پوشش و تراکم درمنه‌زارهای استپی استان اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم مرتع‌داری، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده منابع طبیعی، ۱۳۰ صفحه.
- علوی پناه، س.ک.، ۱۳۸۳. کاربرد سنجش از دور در علوم زمین. انتشارات دانشگاه تهران، صفحه ۴۷-۵۳.
- علوی پناه، س.ک.، احسانی، ا.ه. و امید، پ.، ۱۳۸۳. بررسی بیابانزایی و تغییرات اراضی پلایای دامغان با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای چندزمانه و چند طیفی. مجله بیابان، جلد ۹، شماره ۱، صفحه: ۱۴۳-۱۵۴.
- سفیانیان، ع.، ملک، س. و راهداری، و.، ۱۳۸۸. بررسی دو شاخص کمی کردن الگوهای چشم‌انداز با استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی. ویژه‌نامه علوم و فنون آب، خاک و منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ص: ۱۴۱-۱۵۱. سال ۱۳، شماره ۴۹، صفحه: ۸۵-۱۰۰.
- Alexander, R. and Millington, A.C., 2000. Vegetation Mapping. John Wiley and sons, Inc. New York.
- Brondizio, E.S., Moran, E.F. and Wu, Y., 1994. Land Use Change in the Amazon Estuary: Patterns of Caboclo Settlement and Landscape Management. Human Ecology, Vol. 22, No. 3.
- Esteman, J.R., 1995. idrisi for windows user guid version 1/0. Clark University, pp: 79-84.
- Huete, A.R., 1988. a Soil-adjusted vegetation index. Remote sensing of environment, Vol.25, pp.295-309.
- Johnson, R.D., 1998. Change vector analysis: a technique for multispectral monitoring of land

Change detection of canopy cover percentage using satellite data during 1972 to 2008 (case study: Mouteh Wild Life Refuge)

Rahdari, V.^{*1}, maleki, S.², Soffianian, A.R.³, Khajeddin, S.J.⁴ and Pahlevanravi, A.⁵

1*-Corresponding Author, Research Instructor, Faculty of Natural Resources, Zabol University, Zabol, Iran,
Email: vahid_rahdari@yahoo.com

2- Research Instructor, Faculty of Natural Resources, Zabol University, Zabol, Iran.

3- Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

4- Professor, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

5- Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, Zabol University, Zabol, Iran.

Received: 26.12.2010

Accepted: 18.02.2012

Abstract

Using satellite data is considered as one of the influential tools in the field of rangeland science. In this study, satellite data were used in order to prepare the map of canopy cover percentage Mouteh wildlife refuge in Isfahan province during 1972 and 2007. Vegetation indices were produced using MSS sensors for 1972, TM for 1987, TM for 1998 and image of LISS III sensor for 2008. To make correlation between canopy cover percentage and satellite data, 290 plot data with appropriate distribution across the region were collected by stratified random sampling method. By using data and prepared vegetation indices, canopy cover percentage was estimated for previous years and corrections between field sampling and vegetation indices were estimated. With regard to data analysis, SAVI index had the highest correlation equal to 0.78 with canopy cover percentage. Therefore, using the produced model from SAVI index, the map of canopy cover percentage was produced in four classes for each year and the changes of canopy cover percentage were detected using post classification change detection method. Results showed that during 1972 to 2008 canopy cover percentage decreased in this period so that low canopy cover areas (0-10%) increased from 40162 to 95597 hectares along with a reduction of 10-20% in canopy cover percentage.

Key words: Satellite data, Mouteh, vegetation indices, soil coefficient, canopy cover, change detection