

بررسی قابلیت داده های ماهواره ای در تهیه نقشه درصد تاج پوشش گیاهی مناطق خشک و نیمه خشک (مطالعه موردی پناهگاه حیات وحش موته)

وحید راهداری^{۱*}

yahid_rahdary@yahoo.com

علیرضا سفیانیان^۲

سید جمال الدین خواجه الدین^۳

سعیده ملکی نجف آبادی^۴

تاریخ پذیرش: ۸۹/۶/۲۷

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۱/۸

چکیده

فناوری دورسنجی و بهره‌گیری از داده‌های ماهواره‌ای از ابزارهای موثر در زمینه مطالعات علوم مرتع و پوشش گیاهی است. یکی از کاربردهای داده‌های ماهواره تهیه نقشه درصد تاج پوشش گیاهی می‌باشد. در این مطالعه جهت تهیه نقشه درصد تاج پوشش گیاهی پناهگاه حیات وحش موته از تصویر ماهواره IRS-P6، سنجنده LISS III در خرداد سال ۱۳۸۵ استفاده گردید. ابتدا تصحیحات مورد نیاز بر روی تصاویر اعمال شد. به منظور ایجاد همبستگی بین درصد تاج پوشش گیاهی و داده‌های ماهواره، داده‌های ۲۹۰ پلات با پراکنش مناسب در منطقه برداشت شد. شاخص‌های گیاهی از تصویر ماهواره ای تهیه شد و با انجام آنالیز رگرسیون ساده خطی میزان همبستگی بین شاخص‌های گیاهی و داده‌های میدانی محاسبه گردید و برای هر شاخص مدل پوشش گیاهی به دست آمد و نقشه درصد تاج پوشش گیاهی تهیه شد. نتایج به دست آمده در این مطالعه نشان داد که شاخص گیاهی SAVI دارای بیشترین همبستگی با تاج پوشش گیاهی معادل ۰/۷۸ بود و جهت تهیه نقشه درصد پوشش گیاهی انتخاب گردید. با استفاده از مدل تهیه شده از شاخص SAVI نقشه درصد تاج پوشش گیاهی در چهار طبقه < 0.1 ، $0.1-0.2$ ، $0.2-0.4$ و بیشتر از 0.4 تهیه شد.

۱- دانشجوی بورسیه دکتری، عضو هیات علمی دانشگاه زابل، دانشکده منابع طبیعی* (مسئول مکاتبات).
۲- استادیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۳- دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۴- دانشجوی بورسیه دکتری، عضو هیات علمی دانشگاه زابل، دانشکده منابع طبیعی.

نتایج این مطالعه نشان داد که بیشتر قسمت های منطقه توسط پوشش کمتر از ۱۰٪ و ۲۰٪-۱۰ پوشیده شده است. شاخص SAVI با اعمال ضریب خاک، اثر بازتابش خاک پس زمینه را کم می کند. در این مطالعه شاخص های گیاهی NDVI، TSAVI₁ و RVI نیز دارای ضرائب همبستگی بالایی (۰/۷۸، ۰/۷۷ و ۰/۷۶) بودند.

واژه های کلیدی: داده ماهواره، پناهگاه حیات وحش موته، شاخص گیاهی، ضریب خاک، درصد پوشش گیاهی.

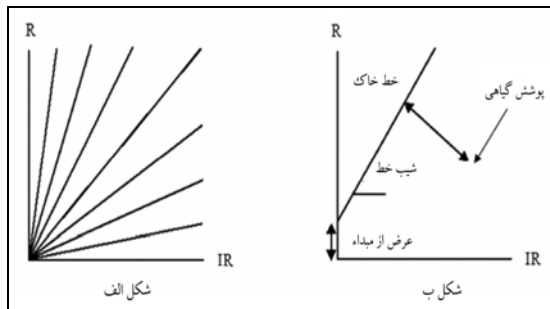
مقدمه

در مناطق مختلف، با توجه به خصوصیات سطح زمین و میزان تاج پوشش گیاهی شاخص های متفاوتی جهت توصیف وضعیت پوشش گیاهی انتخاب می شود (۴). در مناطق خشک و نیمه خشک با پوشش پراکنده، میانگین بازتابی سطح زمین بیشتر از بازتاب خاک تاثیر می پذیرد، بنابراین در مطالعات خصوصیات پوشش گیاهی با استفاده از سنجش از دور، روش ها و شاخص هایی باید انتخاب گردند که به طور موثری از میزان اثر خاک بکاهند (۳).

مطالعات پوشش گیاهی از اولین تحقیقاتی است که با استفاده از داده های ماهواره ای در حوزه مدیریت منابع طبیعی یافته است. گیاه دارای الگوی بازتابی خاصی در امواج الکترو مغناطیس است که از آن برای تهیه شاخص های گیاهی استفاده می شود (۱). شاخص های گیاهی ترکیبات مختلفی از داده های ماهواره ای چند طیفی برای تولید یک تصویر در مورد ارزیابی وضعیت پوشش گیاهی در اختیار قرار می دهند. در جدول ۱، معادلات مربوط به برخی از شاخص های گیاهی مورد استفاده در این مطالعه، نشان داده شده است (۱، ۲ و ۳).

جدول ۱- فرمول محاسبه برخی از شاخص های گیاهی (۲)

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	$\frac{NIR}{RED}$
TVI	$\sqrt{\left(\frac{NIR - RED}{NIR + RED} \right)} + 0.5$
WDVI	$NIR - (a \cdot RED)$
MSAVI ₁	$2NIR + 1 - \sqrt{2(NIR + 1)^2 - 8(NIR - RED)}$



شکل ۱- مفهوم شاخص های گیاهی را نشان می دهد.

شکل الف مربوط به شاخص های گیاهی نسبی و شکل ب،

مربوط به شاخص های گیاهی فاصله ای است (۲).

هدف از این مطالعه تهیه نقشه درصد تاج پوشش گیاهی با استفاده از شاخص های گیاهی تهیه شده از داده های سنجنده LISS III برای پناهگاه حیات وحش موته با اقلیم خشک و نیمه خشک می باشد.

روش بررسی

منطقه مطالعه

منطقه مورد مطالعه، پناهگاه حیات وحش موته، واقع در استان اصفهان با مساحت تقریبی ۲۰۴۰۰۰ هکتار می باشد. این منطقه از شمال غربی به شهرستان میمه و از جنوب غربی به شهر دلیمان محدود می شود که در محدوده ۵۰°۱۳' تا ۵۱°۰۲' طول شرقی و ۳۳°۲۳' تا ۳۴°۰۱' عرض شمالی قرار گرفته است. ارتفاع منطقه بین ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ متر در نوسان است. اقلیم منطقه به روش دومارتن، نیمه خشک می باشد. حداقل مطلق دما، ۲۹- درجه سانتیگراد در ماه بهمن و حداکثر آن ۴۰+ در ماه های تیر و مرداد است. متوسط بارندگی منطقه ۲۶۳ میلی متر می باشد که بیشترین آن در ماه می با ۵۸/۲ میلی متر و کم ترین آن در فصل تابستان حدود ۰/۱ تا ۳ میلی متر است. به طور کلی بارندگی منطقه از آبان شروع شده و تا ماه خرداد ادامه پیدا می کند. جوامع گیاهی منطقه مورد مطالعه از انواع گیاهان مناطق خشک و نیمه خشک تشکیل شده است. منطقه مورد مطالعه در ناحیه رویشگاه گیاهی ایران-

به طور کلی شاخص های پوشش گیاهی به دو دسته

شاخص های نسبی Slope-based و شاخص های فاصله ای Distance-based تقسیم می شود (۲).

شکل ۱-الف، یک شاخص نسبی را نشان می دهد که با افزایش مقدار پوشش گیاهی خطوط به باند مادون قرمز نزدیک، تمایل پیدا می کنند. در این شکل پیکسل ها با مقادیر مختلف پوشش گیاهی، خطوط با شیب های مختلف را می سازند از این دسته می توان به شاخص های TVI^1 , $NDVI^2$, RVI^3 اشاره کرد. در شکل ۱-ب، الگوی شاخص های فاصله ای دیده می شود که در آن پیکسل ها با پوشش گیاهی از خط خاک فاصله می گیرند. از این دسته می توان به: شاخص های PVI , PVI_{1-3}^4 , $MSAVI_1^5$, $TSAVI^1$, $WDVI^7$ اشاره کرد (۲ و ۵).

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٪ تا یک برای خاک لخت متغیر است. مقدار این ضریب در اکثر مطالعات ۰/۵ در نظر گرفته می شود (۵).

مسعود و همکاران (۲۰۰۶)^۹ برای تهیه نقشه پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه و با توجه به بیابانی بودن منطقه از شاخص SAVI جهت کاهش اثر پس زمینه خاک استفاده کردند و مقدار ضریب خاک را ۰/۵ در نظر گرفتند (۶). راندکس و همکاران (۱۹۹۶)^{۱۰} در بررسی های 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. آن ها همچنین بیان کردند که خاک زمینه تاثیر بسیار زیادی در رفتار طیفی تاج پوشش گیاهی دارد (۷).

- 1- Transform Vegetation index
- 2- Normalized Difference Vegetation Index
- 3- Ratio Vegetation Index
- 4- Perpendicular Vegetation Index
- 5- Modified Soil Adjusted Vegetation Index
- 6- Transformed Soil Adjusted Vegetation Index
- 7- Weighted Difference Vegetation Index
- 8- Soil Adjusted Vegetation Index
- 9- Masoud
- 10- Rondeaux

جوامع گیاهی موجود در منطقه نسبتاً محدود است. در جدول ۲، نام علمی ۳۰ جامعه گیاهی غالب پناهگاه حیات وحش موزه ذکر شده است.

نمونه برداری میدانی

در این تحقیق مناطق مناسب برای برداشت اطلاعات صحرائی بر روی پوشش گیاهی با استفاده از تجربیات مطالعات گذشته و بازدیدهای میدانی، مشخص شد. همزمان با برداشت تصویر نمونه برداری از پوشش گیاهی، با پلات به روش اندازه گیری دو قطر اصلی تاج پوشش گیاهی، انجام یافت. با توجه به وسعت هر تیپ، حداقل ۵ پلات به فاصله ۱۰۰ متر از هم انداخته شد. سعی شد پلات ها از عوارضی مانند جاده ها، مناطق مسکونی و آبراهه ها فاصله حداقل ۲۰۰ متری داشته باشد.

جدول ۲- جوامع اصلی پناهگاه حیات وحش موزه (۸)

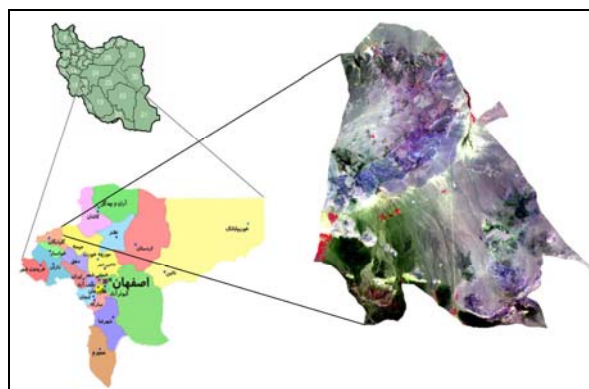
Acantolimon	Atriplex	Eremurus	Noaea
Alhagi	Carex	Euphorbia	Pteropyrum
Anabasis	Cousinia	Halocnemum	Peganum
Artemisia	Dorema	Hertia	Scariola
Astragalos	Ephedra	Limonium	Stipa

نمونه برداری میدانی با برداشت تصویر از منطقه، به صورت برنامه ریزی شده برای محدوده زمانی ۲۰ اردیبهشت لغایت ۱۰ خرداد ۱۳۸۷ تصویر سفارش داده شد که ماهواره در تاریخ ۷ خرداد ماه از منطقه عبور و تصویر با کیفیت مناسب برداشت کرد. همچنین در این مطالعه از مدل رقومی ارتفاعی^۱ (DEM) ۱:۲۵۰۰۰ منطقه و برداشت های میدانی از پوشش و کاربری های منطقه نیز استفاده شد.

پیش پردازش تصویر

در این تحقیق ابتدا تصحیح هندسی بر روی تصویر LISS III با دقت مناسب و میانگین خطای مربعات (RMSe) کمتر از ۰/۸ پیکسل انجام یافت. به این ترتیب که تصویر با

تورانی (بخش های استپی، نیمه استپی و کوه های مرتفع) قرار دارد که عمدتاً شامل دشت های استپی پوشیده از بوته های کوتاه درمنه است (۸). شکل ۲ موقعیت جغرافیایی پناهگاه حیات وحش موزه را نشان می دهد.



شکل ۲- موقعیت جغرافیایی پناهگاه حیات وحش موزه

ابعاد پلات ها با استفاده از روش حداقل مساحت موثر، (۷ m × ۳m) در نظر گرفته شد. مختصات مرکز هر پلات با استفاده از دستگاه GPS برداشت گردید. اطلاعات هر پلات شامل: درصد تاج پوشش گیاهی برای تمام گونه های موجود در پلات، درصد سنگ و سنگ ریزه، خاک لخت برای ۲۹۰ پلات در اواخر اردیبهشت و اوایل خرداد ماه، اندازه گیری و یادداشت گردید. ۸۰ عدد از این پلات ها جهت بررسی نقشه های تهیه شده کنار گذاشته شد.

داده های مورد استفاده

در این تحقیق از تصویر سنجنده LISS III ماهواره IRS- P6 استفاده شد. با توجه به وضعیت مناسب پوشش گیاهی در فصل بهار و همچنین ضرورت همزمان بودن

1- Digital Elavation Model

به منظور بررسی میزان همبستگی درصد تاج پوشش هر پلات با شاخص های گیاهی، تحلیل رگرسیون خطی ساده بین درصد تاج پوشش پلات ها به عنوان متغیر وابسته و مقادیر متناظر هر پلات در شاخص های گیاهی به عنوان متغیر مستقل انجام و ضریب توصیف (R^2) و همبستگی (r) آن ها محاسبه و مدل های درصد تاج پوشش تهیه شد. در بین شاخص های گیاهی، شاخص SAVI دارای حداکثر 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 برداری های میدانی از منطقه به دست آمده و مقادیر صفر تا ۱۰۰ در مزارع کشاورزی را شامل می شد و فراوانی مقادیر به دست 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٪) تقسیم شد. با استفاده از مدل تهیه شده از شاخص SAVI، آستانه بالای هر طبقه در شاخص گیاهی محاسبه شد. نقشه پوشش گیاهی با استفاده از آستانه های به دست آمده و اعمال طبقه بندی مجدد^۴ بر روی شاخص SAVI تهیه شد.

در این مطالعه مزارع و باغات موجود در منطقه در طبقه چهار تاج پوشش گیاهی طبقه بندی شده بود. برای تفکیک باغات و مزارع از سایر پوشش های گیاهی، ابتدا مقدار عددی آن ها در شاخص گیاهی SAVI مشخص شد و سپس با اعمال طبقه بندی مجدد بر روی شاخص SAVI این لایه ها تهیه شد. در لایه تهیه شده پوشش طبیعی و متراکم گز و نی به همراه باغات و مزارع تفکیک شده بود. برای جداسازی گز و نی از باغات و مزارع با انجام مطالعات میدانی و بررسی نقشه های توپوگرافی و با اعمال پنجره بر روی باغات و مزارع که دارای اشکال هندسی منظم بودند، باغات و مزارع از گز و نی تفکیک شد و مساحت این کاربری از مساحت طبقه چهارم تاج پوشش گیاهی کم شد.

استفاده از نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و ۴۰ نقطه کنترل با پراکنش مناسب زمین مرجع گردید. برای کنترل دقت تصحیح هندسی، موقعیت برخی عوارض مانند تقاطع جاده ها و آبراه ها بر روی تصویر و زمین کنترل شد. با توجه به کوهستانی بودن قسمتی از منطقه تصحیح توپوگرافی با استفاده از DEM منطقه و اطلاعات همراه تصویر^۱ بر روی آن ها اعمال گردید همچنین تصحیح اتمسفریک بر روی تصویر انجام یافت.

تهیه نقشه درصد تاج پوشش گیاهی

به منظور تهیه نقشه درصد تاج پوشش گیاهی، با استفاده از تصویر ماهواره ای موجود، شاخص های گیاهی جدول ۱، تهیه شد.

در تهیه شاخص های گیاهی $TSAVI_1$, $WDVI$, PVI , PVI_{1-3} , $MSAVI_1$ از مفهوم خط خاک استفاده شد. به این منظور ابتدا با توجه به برداشت های میدانی، تفکیک تاری 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 شاخص های PVI_2 , PVI_3 , $TSAVI_1$ تهیه شد:

$$Y = 0.38X + 0.72$$

جهت تهیه شاخص های PVI , PVI_1 , DVI ,

$WDVI$, $MSAVI_1$ رگرسیون خطی بین باندهای قرمز

به عنوان متغیر وابسته و باند مادون قرمز نزدیک به عنوان

متغیر مستقل انجام و معادله خط خاک، تهیه شد:

$$Y = 0.71X + 0.23$$

با استفاده از شیب خط^۲ و عرض از مبدأ^۳ معادلات خاک تهیه و اقدام به تولید شاخص های گیاهی یادشده با استفاده از دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک شد.

1- Header File
2- Slope
3- Intercept

جدول ۳، مدل پوشش گیاهی تهیه شده با استفاده از شاخص های گیاهی تهیه شده از تصویر LISS III را نشان می دهد.

برای بررسی دقت نقشه درصد تاج پوشش گیاهی سال ۱۳۸۵ تعداد ۸۰ پلات که در تهیه مدل تاج پوشش گیاهی از آن ها استفاده نشده بود به صورت تصادفی انتخاب شد. سپس دقت نقشه های 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 تولید کننده مورد بررسی قرار گرفت.

یافته ها

از آن جایی که در اکثر قسمت های پناهگاه حیات وحش موته پوشش گیاهی یک اشکوبه است، لذا نمونه برداری با پلات و به روش اندازه گیری دو قطر اصلی انجام یافت. مساحت پلات ها در هر منطقه و تیپ گیاهی با استفاده از روش حداقل مساحت موثر، انتخاب گردید. با توجه به تغییرات شدید و ناگهانی پوشش گیاهی در مجاورت عوارضی مانند آبراهه ها و جاده ها حداقل فاصله ۲۰۰ متری از آن ها رعایت شد. برای ایجاد همبستگی بین قدرت تفکیک مکانی سنجنده و برداشت های میدانی، نمونه برداری در مناطقی انجام گرفت که روند تغییرات درصد تاج پوشش گیاهی دارای شیب کمی بود و منطقه نسبتاً وسیع و همگنی از لحاظ تاج پوشش گیاهی را در بر می گرفت.

پناهگاه حیات وحش موته در یک منطقه نیمه بیابانی قرار گرفته است، بنابراین با توجه به سطح تاج پوشش گیاهی کم در اکثر قسمت های پناهگاه، بازتاب پس زمینه خاک در این مناطق بسیار زیاد می باشد به طوری که بازتاب پوشش گیاهی را تحت تاثیر قرار می دهد. در این مطالعه به منظور کاهش اثر بازتاب خاک از شاخص هایی استفاده شد که در آن ها از اثر خاک کاسته می شود. به این منظور شاخص های Distance Based با تهیه معادله خاک تهیه شد (۲).

-
- 1- Kappa Coefficient
 - 2- Total Accuracy
 - 3- Omission Error
 - 4- Commission Error

جدول ۳- مدل های تولید شده با استفاده از شاخص های گیاهی

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

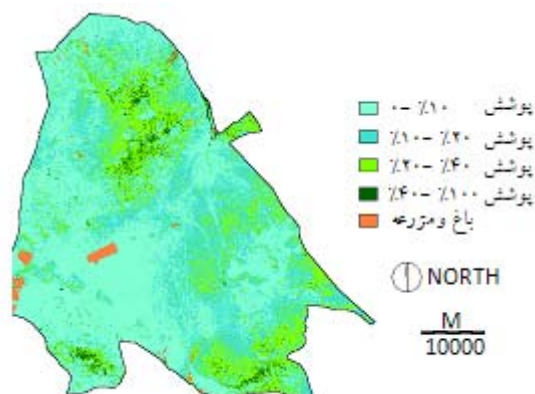
تاج پوشش گیاهی در سطح ۰/۰۱ دارای همبستگی معنی داری بودند.

شکل ۲، نقشه طبقات درصد تاج پوشش با استفاده از تصویر سنجنده LISS III و شاخص SAVI را نشان می دهد. این نقشه با استفاده از مدل به دست آمده برای تخمین درصد تاج پوشش گیاهی و اعمال طبقه بندی مجدد بر روی شاخص SAVI به دست آمد.

بر اساس این نقشه اکثر پوشش های طبقه ۴ در مناطق امن و کوهستان های مرکزی و جنوبی پناهگاه قرار دارند. در این شکل باغ و مزارع به صورت یک طبقه جدا نشان داده شده است.

همان طور که جدول فوق نشان می دهد شاخص های PVI₁, PVI₂, PVI₃, TSAVI₁ و WDVI از ضرایب توصیف (R²) بالایی برخوردار می باشد. در این جدول متغیر Y مربوط به تاج پوشش گیاهی و متغیر X مربوط به شاخص گیاهی است. شاخص WDVI دارای ضریب توصیف متوسط ۰/۴۹ و کمتر از سایر شاخص های بررسی شده است.

شاخص گیاهی SAVI در این منطقه دارای بیشترین ضریب توصیف درصد تاج پوشش گیاهی و ضریب کاپا بود. در این مطالعه علاوه بر ضریب توصیف، همبستگی بین درصد تاج پوشش گیاهی و شاخص گیاهی، نیز مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که تمامی شاخص های تهیه شده با



شکل ۲- نقشه طبقات تاج پوشش گیاهی با استفاده از شاخص SAVI در سال ۱۳۸۵.

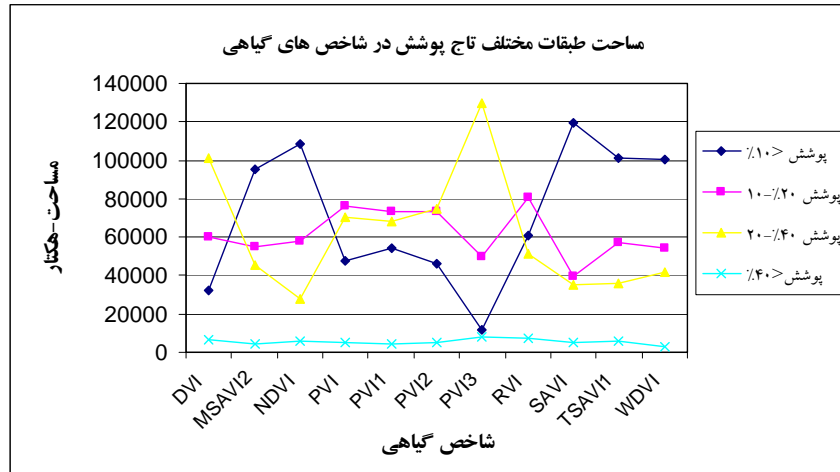
نقشه تولید شده نشان می دهد که اکثر پوشش های $< 40\%$ و 20% تا 40% در داخل مناطق امن و مناطق کوهستانی شمالی و جنوبی منطقه قرار گرفته است. مناطق دشتی مرکزی منطقه اکثراً پوشش صفر تا 10% و یا 10% تا 20% دارند.

مساحت باغات و مزارع از مساحت طبقه چهار تاج پوشش گیاهی کم شد و مساحت هر یک از طبقات طبیعی تاج پوشش گیاهی به دست آمد. جدول ۴ مساحت طبقات درصد تاج پوشش گیاهی با استفاده از شاخص های استفاده شده را نشان می دهد.

جدول ۴- مساحت طبقات درصد تاج پوشش گیاهی در شاخص های مختلف

$> 10\%$	$10-20\%$	$20-40\%$	40%	
۳۲۱۷۹	۶۰۳۰۷	۱۰۰۸۱۳	۶۵۰۲	DVI
۳۳۸۷۸	۶۰۳۰۷	۱۰۰۸۱۳	۶۵۰۲	MSAVI ₁
۹۶۸۳۰	۵۴۷۳۸	۴۵۸۰۹	۴۱۲۴	NDVI
۱۱۰۱۹۶	۵۸۱۳۶	۲۷۷۰۴	۵۵۰۰	PVI
۴۹۳۷۹	۷۶۵۴۰	۷۰۳۶۷	۵۲۱۴	PVI ₁
۵۶۰۹۹	۷۳۰۰۵	۶۷۸۶۷	۴۵۲۹	PVI ₂
۴۸۱۶۵	۷۳۰۴۴	۷۵۱۰۵	۵۱۸۶	PVI ₃
۱۳۴۳۲	۵۰۱۲۱	۱۲۹۵۱۷	۷۷۳۱	RVI
۶۲۲۳۹	۸۰۷۲۰	۵۱۴۷۰	۷۲۷۰	SAVI
۱۲۰۹۲۰	۳۹۸۴۲	۳۵۲۷۵	۵۴۶۵	TSAVI ₁
۱۰۲۷۹۱	۵۷۱۳۸	۳۶۰۶۴	۵۵۰۸	WDVI

شکل ۳، نمودار مساحت هر یک از طبقات تاج پوشش گیاهی، توسط شاخص های گیاهی مورد استفاده را نشان می دهد.



شکل ۳- مساحت هر یک از طبقات تاج پوشش با استفاده از شاخص های گیاهی

ماتریس خطای نقشه پوشش گیاهی تهیه شده با استفاده از شاخص SAVI، در جدول ۵، نشان داده شده است.

جدول ۵- دقت نقشه پوشش گیاهی تهیه شده با استفاده از شاخص SAVI

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

۰/۸۱ = ضریب کاپا

۰/۹۱ = دقت کلی

بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه برای برآورد درصد تاج پوشش گیاهی منطقه که از نوع تک اشکوبه بود از روش اندازه گیری دو قطر اصلی گیاه استفاده شد. برهانی (۱۳۸۰) در مطالعات خود برای نمونه برداری از میزان تراکم پوشش گیاهی از روش مشابهی استفاده کرد (۹).

نحوه برداشت داده های میدانی و همزمانی برداشت تصویر و جمع آوری داده های میدانی بر روی صحت نقشه های تهیه شده با استفاده از تصاویر ماهواره تاثیر مهمی دارد (۳). به این صورت که با نمونه برداری از پوشش گیاهی در یک منطقه همگن از نظر درصد تاج پوشش و توجه به قدرت تفکیک مکانی سنجده مورد استفاده، پیکسل های مجاور محل نمونه برداری نیز دارای مقدار تاج پوشش مشابه با پلات نمونه برداری بودند. به این ترتیب مقدار عددی پیکسلی که پلات در آن قرار گرفته

به منظور کاهش اثر بازتاب خاک، از شاخص های گیاهی فاصله ای کردند و آن ها را در کاهش اثر بازتاب خاک، موثر بیان کردند (۷).

بررسی جدول ۳، نشان می دهد که شاخص های SAVI، NDVI، RVI، TSAVI و $MSAVI_1$ دارای مقادیر بالاتری از ضریب کاپا هستند.

جدول ۴ و شکل ۳، نشان می دهد در میان شاخص های بررسی شده، TSAVI بیشترین شباهت را به شاخص SAVI دارد. زاهدی فرد (۱۳۸۳) در مطالعه خود بیان می کند که شاخص های NDVI، SAVI، $TSAVI_1$ و $MSAVI_1$ دارای بیشترین همبستگی و شاخص گیاهی RVI، DVI و PVI دارای همبستگی پایینی با درصد تاج پوشش گیاهی بوده اند (۱۲).

با توجه به نقشه های تهیه شده و بررسی های میدانی، شکل ۳ نشان می دهد که در میان شاخص های استفاده شده در این مطالعه شاخص گیاهی PVI_3 برآورد کمی از مقدار تاج پوشش طبقه صفر تا ۱۰٪ دارد. از طرف دیگر، به طور کلی در میان شاخص های بررسی شده، این شاخص، پوشش منطقه را بیشتر از دیگر شاخص ها، نشان داده است. این مطلب نشان می دهد که شاخص PVI_3 در بیان وضعیت پوشش های ضعیف کمتر از ۱۰٪ ناتوان بوده و با توجه به بالا بودن وسعت طبقه ۳ تاج پوشش، اکثر این طبقه را به پوشش ۴۰-۲۰٪ که از درصد تاج پوشش بالاتری برخوردار است، نسبت داده است.

کنترل میدانی نشان داد که شاخص های گروه PVI عملکرد مناسبی در توصیف سطح طبقات تاج پوشش گیاهی نداشته اند. شاخص DVI در توصیف پوشش طبقه ۲ و ۴ مناسب بوده و پوشش طبقه ۳ را بیش از حد و طبقه ۱ را کم نشان داده است. شاخص $MSAVI_1$ در بیان سطح مساحت طبقات مختلف تاج پوشش به مانند شاخص های WdVI و شاخص TSAVI عملکرد مناسبی داشته است.

در این مطالعه شاخص SAVI با اعمال ضریب خاک L به خوبی توانسته بود درصد تاج پوشش گیاهی منطقه را

است، معرف بازتاب درصد پوشش نمونه برداری شده در پلات بود. با رعایت این نکته، واریانس میزان درصد تاج بین پلات ها در هر محل نمونه برداری به حداقل رسید (۱۰). بنابراین این امکان فراهم شد تا درصد تاج پوشش پلات های نمونه برداری شده را به سطح وسیع تری از قدرت تفکیک مکانی ماهواره نسبت داد.

خواجه الدین (۱۹۹۵) در مطالعات خود بر تناسب روش نمونه برداری و قدرت تفکیک مکانی سنجنده، تاکید نموده است (۱۰). در تحقیق حاضر جمع آوری داده های میدانی همزمان با برداشت تصویر انجام شده است. در این مطالعه به هنگام انتخاب تصاویر به قدرت تفکیک مکانی و طیفی سنجنده توجه شده است. در مطالعات پوشش گیاهی مراتع، استفاده از سنجنده ها با قدرت تفکیک مکانی بالا به صرفه نیست (۳). همچنین انجام تصحیح هندسی دقیق بر روی تصاویر، در نتیجه این قبیل مطالعات بسیار تاثیر گذار می باشد. اعمال یک تصحیح هندسی دقیق بر روی تصاویر جهت استقرار محل نمونه برداری در مکان واقعی خود بر روی تصویر بسیار مهم است (۱۱). در این مطالعه با توجه به پراکنده بودن پوشش گیاهی، همان طور که انتظار می رفت، شاخص های فاصله ای که عامل خاک نیز در آن ها مورد توجه قرار می گیرد دارای ضریب توصیف بالا و بیشتر از شاخ های نسی بودند (۶).

شاخص SAVI به منظور به حداقل رساندن اختلاف انعکاس طیفی پوشش گیاهی که در اثر انواع مختلف پس زمینه خاک وجود دارد، ارائه شده است (۱). مسعود و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه خود به توان این شاخص در بارز کردن پوشش گیاهی پراکنده مناطق بیابانی اشاره کرده اند (۶). هیوت و همکاران (۱۹۸۸)^۱ شاخص SAVI را یک شاخص هیبرید از شاخص های نسبی و فاصله ای معرفی می کنند (۱). 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 ۱۳۸۵ استفاده شد. راندکس و همکاران (۱۹۹۶)، در مطالعه خود برای تهیه نقشه تاج پوشش گیاهی و

بسیاری از مناطق با توجه به در دسترس نبودن اطلاعات پوشش گیاهی از گذشته منطقه امکان بررسی تغییرات پوشش گیاه با روشهای سنتی وجود ندارد اما داده های سنسجش از دور این امکان را فراهم کرده است که اهمیت استفاده از این داده ها را در مطالعات مرتع نشان می دهد (۱۵).

منابع

- Huete, A. R., 1988. a Soil-adjusted vegetation index. Remote sensing of environment, Vol.25, pp.295-309
- Esteman, J, R., 2000. idrisi for windows user guid version 1/0. Clark University, 1995.
- Alexander, R. and A. C. Millington., 2000. Vegetation Mapping. John Wiley and sons, Inc. New York
- علوی پناه، سید کاظم، احسانی، امیر هوشنگ و امید، پروی. بررسی بیابانزایی و تغییرات اراضی پلایای دامغان با استفاده از داده های ماهواره ای چند زمانه و چند طیفی. مجله بیابان در سال ۱۳۸۳، جلد ۹، شماره ۱
- Memarian, H, Balasundram, S.K., 2012. Validation of CA-Markov for Simulation of Land Use and Cover Change in the Langat Basin, Malaysia. Journal of Geographic Information System, 4, 542-554
- Masoud, A. A., K, Koike., 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
- Rondeaux, G & F, Baret., 1996. Optimization of soil-adjusted vegetation indices, Remote sensing of environment. Vol.55, pp.98-107
- دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده منابع طبیعی، طرح جامع پناهگاه حیات وحش موته، ۱۳۸۳.

توصیف کند. مقدار ضریب خاک در مناطق با پوشش گیاهی ۱۰۰٪ برابر صفر و در مناطق بدون پوشش گیاهی یک در نظر گرفته می شود. در اکثر مطالعات در مناطق بیابانی مقدار ضریب خاک برابر ۰/۵ در نظر گرفته شده است (۶).

جدول ۳، نشان می دهد، شاخص Wdvi دارای ضریب توصیف کمتری می باشد اما از مقدار کاپای بالایی برخوردار است. الکساندر^۱ و همکاران (۲۰۰۰) در مطالعات خود به نتایج مشابهی دست یافته اند و بیان کرده اند که ضریب توصیف معیار دقیقی جهت بررسی دقت نقشه های تولید شده نمی باشد (۳).

در این مطالعه با توجه به شباهت بازتابی گز و نی با باغات و مزارع، زیر پنجره هایی بر روی باغات که دارای شکل هندسی منظم بودند اعمال شد و از تصویر ماهواره ای جدا گردید.

لونا و همکاران (۲۰۰۳) با توجه به سطح کم مناطق مسکونی برای تفکیک مناطق مسکونی از مناطق ساحلی و خاک لخت، از یک ماسک بر روی مناطق مسکونی استفاده کردند و آن را از تصاویر اصلی جدا و نقشه این لایه را تهیه نمودند (۱۳).

همان طور که جدول ۵ نشان می دهد نقشه تهیه شده در این مطالعه از دقت نسبتاً قابل قبولی برخوردار است و واقعیت زمینی را به خوبی توصیف می کند. درویش صفت و همکاران (۱۳۷۷) گزارش دادند که دقت قابل قبول نقشه کاربری با استفاده از تصاویر ماهواره بیش از ۸۵٪ می باشد (۱۴). راهداری و همکاران (۱۳۸۸ و ۱۳۹۰) بیان کردند که از میان معیارهای بیان دقت، دقت کاربر و تولید کننده به همراه ضریب کاپا با محاسبه نمودن قسمت های اشتباه به همراه قسمت های صحیح، دارای توانایی بالایی برای برآورد دقت به ویژه به منظور مقایسه دقت نقشه های تولید شده را دارند (۱۱ و ۱۵).

با توجه به در دسترس بودن داده های ماهواره ای از سال ۱۳۵۲ این امکان وجود دارد تا با تهیه سری زمانی نقشه های پوشش گیاهی روند تغییرات مراتع را بررسی کرد. در

13. Luna, A. R., Cesar, A. R., "Land use, land cover changes and costal lagoon surface reduction associated with urban growth in northwest Mexico" *Landscape Ecology*, Vol.18, pp.159-171, 2003
۹. برهانی، مجید. مقایسه روش های برآورد پوشش و تراکم درمنه زارهای استپی استان اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم مرتع داری، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده منابع طبیعی، ۱۳۸۰.
10. Khajedin, S. J., 1995. A survey of the plant communities of the Jazmorian, IRAN, using Landsat MSS data. University of reading.
۱۱. راهداری، وحید، ملکی، سعیده. مقایسه روش های طبقه بندی تصاویر ماهواره ای در تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی مناطق خشک و نیمه خشک. کنفرانس ژئوماتیک ۱۳۸۸.
۱۲. زاهدی فرد، ندا، خواجه الدین، سید جمال الدین. کاربرد داده های رقومی سنجنده TM در تهیه نقشه کاربری اراضی حوضه آبخیز رودخانه بازفت. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی در سال ۱۳۸۳، سال ۸، شماره ۲.
۱۴. درویش صفت، علی اصغر. برآورد صحت نقشه های موضوعی پایگاه داده GIS. پنجمین همایش سامانه های اطلاعات جغرافیایی: ۱۳۷۷، تهران، ایران.
۱۵. راهداری، وحید، ملکی، سعیده، آبتین، الهام، پیری، حلیمه. بررسی تغییرات کاربری و پوشش اراضی پناهگاه حیات وحش هامون با استفاده از سنجش از دور و سامانه های اطلاعات جغرافیایی. مجله سنجش از دور و GIS ایران، سال سوم، شماره دوم، ۱۳۹۰